Intensificação da Produção de **Animais Ruminantes** no Bioma Amazônico

Rafael Mezzomo
Aníbal Coutinho do Rêgo
Julián Andrés Castillo Vargas
(organizadores)

EDITORA SORIAN

INTENSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ANIMAIS RUMINANTES NO BIOMA AMAZÔNICO

EDITORA SORIAN

Rafael Mezzomo
Aníbal Coutinho do Rêgo
Julián Andrés Castillo Vargas
(Organizadores)

INTENSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ANIMAIS RUMINANTES NO BIOMA AMAZÔNICO

Editora Sorian
Londrina – PR
2023

Copyright © da Editora Sorian
Editor-chefe: Vinícius Souza
Diagramação, Capa e Revisão por Editora Sorian

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(BENITEZ Catalogação Ass. Editorial, MS, Brasil)

I61

Intensificação da produção de animais ruminantes no bioma amazônico / Rafael Mezzomo, Aníbal Coutinho do Rêgo, Julián Andrés Castillo Vargas (organizadores) – Londrina: Editora Sorian, 2023. 336 p.

Bibliografia
ISBN Físico 978-65-5453-078-1
ISBN Digital 978-65-5453-075-0
DOI doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0

1. Animais ruminantes 2. Bioma – Amazônia 3. Ciências agrárias 4. Melhoramento genético 5. Nutrição animal 6. Pastagens – Manejo I. Mezzomo, Rafael. org. II. Rêgo, Aníbal Coutinho do. org. III. Vargas, Julián Andrés Castillo. org. IV. Título.

04-2023/171 CDD 363.0880981

Índice para catálogo sistemático
1. Animais ruminantes : Nutrição animal : Medicina veterinária 363.0880981
Aline Graziele Benitez – Bibliotecária – CRB-1/3129

editorasorian editorasorian
https://www.editorasorian.com.br/

2023
Foi feito o depósito legal conf. Lei 10.994 de 14/12/2004
Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Editora Sorian
Todos os direitos desta edição reservados pela Editora Sorian

CONSELHO EDITORIAL

Adriana Correia de Oliveira (UNIR)

Alexandre Robson Martines (UNESP)

André Giacomelli Leal (PUC-PR)

Antônio Charles Santiago Almeida (UNESPAR)

Clarissa de Franco (PUC/SP)

Claudia Cleomar Araujo Ximenes Cerqueira (UNIR)

Danúbia Zanotelli Soares (UNIR)

Eva de Mercedes Martins Gomes (UFMS)

Francisco Ribeiro Nogueira (UNIR)

Jefferson Henrique Cidreira (UNIR)

José Maurício Diascânio (UNINORTE)

Manoel Valente Figueiredo Neto (Registro Imobiliário de Caxias do Sul, RS/UCS)

Maria Liziane Souza Silva (UNIR)

Maria Madalena Lemes Mendes (UNIR)

Miqueias Lima Duarte (UNIR)

Neemias Moretti Prudente (UNIMEP)

Paulo César Barros Pereira (UNIR)

Reginaldo Simões Mendonça (UFAM)

Romualdo Dias (UNESP)

Sônia Maria Teixeira Machado (IFRO)

Willimis Alves Pereira (UNIR)

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a todos os autores, que se disponibilizaram em colaborar com o desenvolvimento dessa obra. Sem vocês esse projeto não passaria de uma simples ideia. Além disso, vale lembrar que essa obra foi produzida em parte ao longo da pandemia de COVID-19, o que aumentou ainda mais os desafios na construção desse material. Aqui externamos nossos agradecimentos e homenagem ao Prof. Fabrício Khoury Rebello (in memoriam), autor de um dos capítulos, que infelizmente nos deixou nesse momento turbulento. Nosso muito obrigado!

Queremos agradecer também a todos os profissionais, professores e pesquisadores que atuam na Amazônia, por compartilhar suas experiências e suas pesquisas, que com certeza de forma direta ou indireta estão inseridas nessa obra. Gostaríamos de ter convidado um leque maior de colaboradores, pois sabemos que cada um deles tem algo de destaque para ser compartilhado, mas o tempo e as limitações para editoração foram barreiras. O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia – PROCAD/Amazônia da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil. Os agradecimentos também se estendem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Em nome da Universidade Federal Rural da Amazônia, agradecemos todas as instituições de pesquisa inseridas no bioma amazônico, com carinho especial aquelas que possuem inserção na área das Agrárias.

Convidamos a todos, alunos, técnicos, produtores rurais, pesquisadores, extensionistas, professores e curiosos a folhear esse livro, ler capítulos específicos, ou até mesmo ler o livro por inteiro. Nosso objetivo é enriquecer a literatura com algo novo e específico para o nosso bioma. Sabemos que muito ainda precisa ser detalhado e apresentado e esse é um trabalho de formiguinha, que tem que começar de algum lugar! Boa leitura a todos.

SUMÁRIO

PREFÁCIO 13
Guilherme Minssen

1. POR QUE BUSCAR A INTENSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE RUMINANTES NA AMAZÔNIA BRASILEIRA? 14
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_001
Rafael Mezzomo
Julián Andrés Castillo Vargas
Aníbal Coutinho do Rêgo

2. ECONOMIA E GESTÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES NA AMAZÔNIA 22
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_002
Marcos Antônio Souza dos Santos
Andréia Santana Bezerra da Silva
Juliane da Silva Costa
João Paulo Borges de Loureiro
Fabrício Khoury Rebello

3. A IMPORTÂNCIA DAS CHUVAS PARA A PECUÁRIA NO BIOMA AMAZÔNICO 41
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_003
Rafael Ferreira da Costa

4. GESTÃO DO SOLO E DE RECURSOS FORRAGEIROS NA AMAZÔNIA 63
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_004
Letícia de Abreu Faria
Ricardo Shigueru Okumura
Ebson Pereira Cândido
Thiago Carvalho da Silva
Vitor Hugo Maués Macedo
Daiane de Cinque Mariano
Aníbal Coutinho do Rêgo

5. MANEJO E PRODUÇÃO DE FORRAGENS EM SISTEMAS INTENSIVOS NA AMAZÔNIA 82
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_005
Aníbal Coutinho do Rêgo
Vitor Hugo Maués Macedo
Jorge Cardoso de Azevedo
Nauara Moura Lage Filho
Thiago Carvalho da Silva

6. PRODUÇÃO DE SILAGENS DE BAIXO CUSTO NA AMAZÔNIA 97
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_006

Thiago Carvalho da Silva
Jorge Cardoso de Azevedo
Aníbal Coutinho do Rêgo

7. MANEJO DE SILAGENS REALOCADAS EM SISTEMA DE PRODUÇÃO INTENSIVA DE RUMINANTES NA AMAZÔNIA 115
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_007

Aníbal Coutinho do Rêgo
Amanda Caroliny Marques de Queiroz
Thiago Carvalho da Silva

8. AMBIÊNCIA E BEM-ESTAR ANIMAL NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES NA AMAZÔNIA 127
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_008

Ernestina Ribeiro dos Santos Neta
Jefferson Rodrigues Gandra
Monique Valéria de Lima Carvalhal
Maria Cristina Manno

9. ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA RUMINANTES NA AMAZÔNIA 144
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_009

Rafael Mezzomo
Julián Andrés Castillo Vargas
Kaliandra Souza Alves
André Guimarães Maciel e Silva
José de Brito Lourenço Júnior
Cristian Faturi
Daiany Iris Gomes
Felipe Nogueira Domingues

10. AVANÇOS EM BIOTÉCNICAS DA REPRODUÇÃO E SUA APLICABILIDADE NA REGIÃO AMAZÔNICA 166
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_010

Luis Rennan Sampaio Oliveira
Janaina Barros Luz
José Carlos Ferreira da Silva
Cláudia Siqueira Caldas

11. PRODUÇÃO DE BOVINOS EM PASTEJO NA AMAZÔNIA LEGAL 186
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_011

José Neuman Miranda Neiva
Maryanne Silva Cunha

12. ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS PARA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO NA BOVINOCULTURA DE CORTE 199
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_012

Daiany Iris Gomes
Philipe Moriel
Fabrícia Rocha Chaves Miotto
Wescley Faccini Augusto
Natália Gomes Lacerda
Marcelo Vedovatto
Cristian Faturi
Rafael Mezzomo

13. PRODUÇÃO DE OVINOS NA AMAZÔNIA 225
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_013

Kaliandra Souza Alves
Janaina Barros Luz
Sandra de Sousa Barcelos

14. CAMINHOS PARA A PRODUÇÃO INTENSIVA DE BOVINOS LEITEIROS NO BIOMA AMAZÔNICO 241
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_014

Felipe Nogueira Domingues
Afonso Aurélio de Carvalho Peres
Ismail Ramalho Haddade

15. PRODUÇÃO DE BUBALINOS NA AMAZÔNIA 261
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_015

Raylon Pereira Maciel
Kedson Alessandri Lobo Neves
William Gomes Vale
Gabriela de Jesus Coelho

16. RECOMENDAÇÕES DE INSTALAÇÕES ZOOTÉCNICAS PARA CRIAÇÃO DE RUMINANTES NA AMAZÔNIA 284
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_016

Perlon Maia dos Santos

17. MELHORAMENTO GENÉTICO DE ANIMAIS RUMINANTES COM ENFOQUE NA REGIÃO AMAZÔNICA 313
doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_017

Flávia Martins de Souza
Lais Costa Brito

ÍNDICE REMISSIVO 333

PREFÁCIO

Até 2050, a produção de alimentos em todo o mundo vai precisar alimentar mais 2,3 bilhões de pessoas, com um crescimento de 70% no incremento para cerca de 120 milhões de hectares em novas áreas, com investimentos de 60% conforme a FAO. A geração de proteína animal, vai precisar crescer 200 milhões de toneladas, para os 9,2 bilhões de seres humanos do planeta, onde 72% dos países vão consumir carne (contra os 58% que consomem atualmente). O bioma amazônico terá que produzir com sustentabilidade e responsabilidade científica em sua área já antropizada trazendo empregos, geração de renda e a necessária logística.

Este livro, escrito por quem vive na Amazônia, com respaldo na academia, com prática e pesquisa atualizada é um alento concreto para as soluções do agro futuro, que aproxima-se exigindo estas respostas e que será impulsionado por tecnologias que viabilizam a produção, através destes fantásticos ruminantes, produtores de proteínas nobres que são abastecidos com vegetais que usam a água e a luz equatorial.

A necessária utilização de novas práticas de manejo, do melhoramento genético dos animais, dos avanços nos métodos de nutrição, as responsabilidades ambientais e sanitárias são evidentes e a produção de ruminantes no contexto amazônico é a obra que todos os colegas das ciências rurais precisam ler e ruminar...

Um privilégio fazer o prefácio deste em oportuno momento. Casualmente estamos completando 40 anos de Zootecnista na Amazônia e os ruminantes para nós, multiplicam em quatro estômagos a conversão de nutrientes e de esperanças!

Guilherme Minssen
Zootecnista
Conselheiro da ABZ – Associação Brasileira de Zootecnistas
Diretor FAEPA – Federação de Agricultura e Pecuária do Pará

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_001

1. POR QUE BUSCAR A INTENSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE RUMINANTES NA AMAZÔNIA BRASILEIRA?

Rafael Mezzomo[1]
Julián Andrés Castillo Vargas[1]
Aníbal Coutinho do Rêgo[2]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, Parauapebas, Pará
[2] Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará

Historicamente, o sistema de produção de animais ruminantes estabelecido na região Amazônica se deu por meio da utilização de grandes áreas territoriais de pastagens para criação dos animais ruminantes, sendo os bovinos de corte até então o principal grupo de animais criados nessas áreas de forma extensiva. Durante as décadas de 70 e 80 com a expansão da agricultura nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, promoveu-se a migração da pecuária para regiões marginais do país, fazendo com que novas áreas fossem abertas. Isto, principalmente em regiões em que o valor da terra fosse menos oneroso, como na Amazônia, tornando-a alvo de grande interesse para essa expansão. Naquele momento, para incentivar o povoamento e desenvolvimento das atividades agropecuárias no território amazônico, o governo federal criou políticas públicas, como incentivos fiscais e doação de terras para acelerar a expansão. Nesse caso, a doação de terras era condicionada ao desmatamento da área, ou seja, o favorecido pela doação deveria povoar e desmatar as áreas recebidas. A ocupação da floresta passou a ser considerada na época, estratégia para os interesses e desenvolvimento nacionais. Desta forma, intensificou-se a abertura de áreas cobertas pela floresta Amazônica, e este avanço tornou-a conhecida como a expansão da nova fronteira agrícola brasileira. A partir desse período, a região Amazônica começou a mudar, por apresentar crescimento expressivo da pecuária e produção de pescado, levando à participação efetiva no cenário brasileiro. Somado a isso, do ponto de vista social, famílias de outras regiões passaram a ter morada fixa e criar laços com a Amazônia, estabelecendo assim suas raízes na região.

Em decorrência da predominância do tipo de produção inicialmente estabelecida, a produção de animais ruminantes foi desenvolvida com baixos custos de manutenção, principalmente, porque os gastos com a terra foram baixos, pois as práticas de manutenção e recuperação de pastagens foram e têm sido substituídas por aquisição de novas áreas marginais. O cenário de produção extensiva de animais ruminantes, vem sendo modificado ao longo dos últimos anos, em que os produtores e técnicos que atuam na região, estão cada vez mais utilizando estratégias que otimizem a produtividade e a lucratividade dos sistemas. Um dos grandes desafios da cadeia de produção animal consiste em desenvolver e aplicar técnicas que proporcionem aumento da produtividade, principalmente porque existe resistência por

parte da maioria dos produtores rurais em promover algumas mudanças no sistema de produção extrativista já estabelecido.

Além das fazendas que trabalham com agropecuária, em sua maioria, historicamente não estarem baseadas na eficiência produtiva, outro importante fator, refere-se à quantidade de área que pode ser utilizada com esta finalidade. Isso posto é importante considerar que as propriedades da Amazônia que foram adquiridas depois de 2008 com área acima de quatro módulos fiscais, só poderão utilizar com pecuária ou agricultura apenas 20% da área total conforme a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012). Dessa forma, vale ressaltar que os produtores devem cada vez mais utilizar técnicas que tornem suas atividades eficientes e sustentáveis, ou seja, o atual cenário brasileiro e mundial conduz naturalmente a necessidade da modernização da pecuária. Atrelado a isso, a população anseia por produtos de origem animal obtidos em consonância com a preservação ambiental e respeito ao bem-estar animal, o que pressiona as indústrias a comprar produtos que venham de propriedades que tenham, pelo menos o cadastro ambiental rural. Dessa forma, as propriedades que não desenvolvem essas modificações exigidas, estão perdendo espaço no mercado e não conseguirão manter-se na atividade.

Assim como nas demais regiões do Brasil, na região Amazônica, grande parte das áreas de pastagens estão em algum grau de degradação, sendo necessárias práticas de manejo e de conservação adequadas para reverter essa conjuntura. Esse quadro leva a uma situação em que, à título de exemplo na região Norte, o estado do Pará tem um rebanho caracterizado por apresentar taxa de lotação estimada de 1,6 cabeças/ha, ciclo médio de vida de 5,5 anos e taxa de desfrute estimada de aproximadamente 18% do total do rebanho (PARÁ, 2016). Portanto, índices zootécnicos muito aquém de uma pecuária competitiva, resultado por exemplo, da baixa produtividade das forrageiras em pastagens. Vale destacar que o conhecimento científico disponível nessa área já é suficiente para que tais índices sejam facilmente melhorados por meio da adoção de tecnologias produtivas a serem incorporadas ao logo das cadeias produtivas como: adubação das áreas de pastagem, conservação de alimentos, suplementação concentrada no período seco, aproveitamento de resíduos locais, intensificação do sistema de produção, aplicação de biotécnicas de reprodução animal e/ou melhoramento genético dos rebanhos atrelado à geração de produtos de qualidade aos consumidores. Dessa forma, as tecnologias podem aumentar a taxa de lotação, taxa de desfrute, agregar valor ao animal, entre outros, os quais, ao serem elevados, melhoram os resultados econômicos do rebanho.

A expansão dos mercados também poderá ser impulsionada com a exposição dos sistemas sustentáveis de produção pecuária praticados na região para novos consumidores. A exportação de gado vivo foi um desses mercados que ganhou força recentemente e tem o estado do Pará na região Norte brasileira como a principal rota de saída desse tipo de produto. Assim, a criação de novas demandas aumentará as pressões internas e externas para que a carne e o leite produzidos na Amazônia Legal, além de atender às demandas quantitativas do mercado, sejam adequados às exigências de qualidade e origem do produto. Assim, é premente que se fortaleça um modelo produtivo eficiente e sustentável, baseado na produção à pasto, visando preços competitivos, qualidade elevada e a observação cuidadosa de princípios ambientais, sociais e de bem-estar animal. Tais aspectos caracterizam um sistema de produção pecuária moderno,

adaptado à nova realidade de um mercado globalizado.

No atual contexto, considerando a legislação e as atuais políticas públicas do país, fica claro que a expansão de áreas de vegetação natural para formar pastagens passa a ser uma ação proibitiva. Assim, a expansão da produção pecuária na Amazônia é possível, desde que seja desenvolvida e fundamentada na recuperação de áreas de pastagens degradadas já existentes, bem como na intensificação de áreas produtivas. Apesar de desafiadora, essa não deve ser encarada como mito pelos produtores, e sim, como uma realidade que possibilita elevar a rentabilidade da atividade. No caso de áreas degradadas, pesquisas indicam que a recuperação de pastagens degradadas é uma das melhores opções para planos de mitigação nacional (SILVA, 2016).

A produção intensiva dos sistemas pastoris está relacionada à aplicação de técnicas de forma a utilizar todos os recursos ligados à produção da melhor forma possível (CARVALHO, 2005; SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2006a), maximizando o resultado financeiro do produtor por meio de aumento da produtividade, principalmente a produção de leite e de carne produzidas/ha/ano (PILAU; LOBATO, 2009; CORREIA, 2006). Assim, a intensificação de pastagens é mais competitiva com a expansão da agricultura do que o uso de áreas de pastagens com médio a baixo nível tecnológico.

A título de exemplo para o cenário supracitado, uma simulação com base em projeto piloto da "The Nature Conservancy" (TNC), projeta aumento de 304% na receita/ha/ano da produção de bovinos de corte em pastejo com aumento da taxa de lotação de 1,6 para 3 UA/ha (PARÁ, 2016). O que é perfeitamente possível e observado em algumas fazendas que se destacam na região.

Quando a meta é intensificar a produção de animais ruminantes, é necessário que os produtores invistam no aprimoramento de técnicas já empregadas e estejam abertos para encarar novas tecnologias disponíveis no mercado. Para que isso aconteça, é importante que se tenha conhecimento, por exemplo, do solo e do clima da região em que está inserido para produção de forragens e alimentos. A condição climática tropical proporciona em uma das estações do ano poucas chuvas (estação seca), a qual implica em redução na quantidade e qualidade nutricional das pastagens. A fim de que sejam garantidos ganhos de peso elevados também nessa época do ano, na maioria das vezes, é necessário a utilização de suplementação aos animais, seja ela volumosa ou concentrada. Em se tratando de suplementação volumosa, o objetivo é atender as exigências dos animais em períodos de baixa disponibilidade de forragem ou intensificação dos sistemas de produção. Nesse contexto, a produção de silagem surge como alternativa em tornar a produção agropecuária menos dependente das condições climáticas. Já em se tratando de suplementação concentrada, objetiva-se corrigir o déficit nutricional dos animais causado pelas pastagens de baixa qualidade nessa fase específica do ano. Destaca-se de forma oportuna também, a utilização de confinamentos em períodos estratégicos do ano, o que garante produção de animais mais jovens e a terminação de animais em períodos de entressafra, onde os preços de venda da arroba do boi gordo geralmente estão mais valorizados. Vale acrescentar que outros fatores zootécnicos, como a utilização de técnicas de melhoramento genético também são importantes para otimizar a produtividade.

Do ponto de vista econômico, o lucro do produtor rural em sistemas intensivos de produção vai depender, de um

lado do volume de produtos para comercialização e de outro da redução dos custos de produção (ALCALDE *et al*., 2009). A escolha de alimentos para reduzir esses efeitos, tem relevada importância na economicidade dos sistemas e na manutenção do equilíbrio entre oferta e demanda de nutrientes. Assim, os ingredientes da dieta a serem utilizados na alimentação animal devem ser escolhidos com critério considerando os aspectos nutricionais, técnicos e econômicos. Nesse caso, é importante que o produtor e demais agentes da cadeia estejam atentos a informações confiáveis existentes sobre um produto específico a ser utilizado na nutrição animal. De preferência, atentar para dados científicos idôneos existentes na literatura. Mesmo com as peculiaridades da região Amazônica, é possível observar na literatura dados dessa região sobre produção ruminantes. A produção de dados científicos já é uma realidade na região, senão vejamos.

A ciência brasileira, por meio de docentes/pesquisadores de universidades, da EMBRAPA e de outras instituições de pesquisa têm desenvolvido pesquisas *in loco* na Amazônia Legal, nas mais diversas subáreas da produção de ruminantes. Tais pesquisas têm como tema central inclusive, a intensificação da produção de forragem, as quais serão apresentadas nessa obra nos capítulos posteriores. Um compilado de dados feito na plataforma Web of Science, buscando trabalhos científicos publicados com a utilização de animais ruminantes que foram realizados na Amazônia, demonstraram de forma clara o aumento progressivo da produção de dados que sustentam a intensificação de animais ruminantes na região (Figura 1). Tal indicador demonstra a atual existência de grupos que trabalham em prol do desenvolvimento da atividade e intensificação dos sistemas produtivos nessa região, principalmente quando observamos que a quantidade de documentos publicados praticamente triplicou de 2010 a 2020.

Figura 1 – Número de artigos científicos publicados entre os anos de 1990 e 2020, indexados a plataforma Scopus e utilizando o filtro de busca com as palavras: amazon AND ruminant AND bovine OR cow OR cattle OR sheep OR lamb OR goat OR Buffalo

Quando versamos sobre temáticas que envolvam a produção animal, até pouco tempo, ênfase maior era dada aos aspectos estritamente zootécnicos do sistema produtivo, como os abordados no início desse texto. Todavia, quando falamos em produção de ruminantes hoje, é essencial levantar os possíveis impactos que essa pecuária possa causar nos biomas em que essa está inserida. Em se tratando de Amazônia, as preocupações são ainda maiores. Por isso, é importante elucidar algumas questões, principalmente porque a produção de ruminantes no Brasil tem em sua essência os ecossistemas pastoris, naturais ou cultivados.

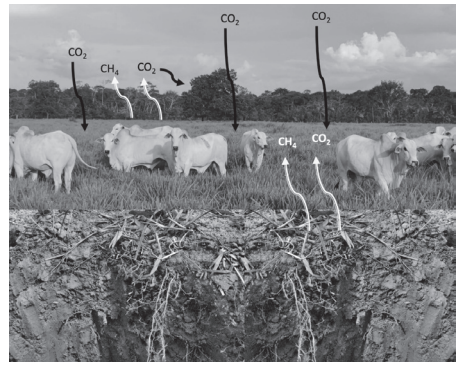
Os ecossistemas de pastagens tropicais têm passado constantemente por pressões da 'sociedade urbana' quanto às preocupações ligadas às questões ambientais. Com o olhar do mundo voltado para o bioma Amazônico, as exigências são ainda maiores nas áreas que margeiam essa região, em especial aquelas inseridas no Arco do Desmatamento da

Amazônia. Considerando que o sistema de produção de ruminantes no Brasil é fundamentalmente a pasto, a vinculação da produção de ruminantes aos problemas ambientais passou a ser habitual nos anos 2000. Nesse cenário, a bovinocultura, em especial aquela voltada para a produção de carne, tem sido responsabilizada pela mídia como a principal vilã pelo aquecimento global. Anteriormente responsabilizada pelo avanço no desmatamento da Amazônia, a produção de ruminantes passa agora a conviver com as cobranças pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE) dos sistemas produtivos.

No caso do desmatamento, são a exploração irracional de madeira e o garimpo ilegal (SONTER *et al*., 2017) os principais responsáveis pela supressão de floresta. Infelizmente em algumas situações específicas, a bovinocultura tem sido usada de forma equivocada com o fim de grilar terras (SILVA *et al*., 2019). Esse tipo de cenário deve ser combatido inclusive por agentes envolvidos na cadeia produtiva. No caso dos GEE, as principais justificativas usadas para associar a produção de bovinos aos impactos ambientais, estão ligadas às emissões de dióxido de carbono, oxido nitroso e metano. Esse último por ser emitido tanto por via entérica como pelo solo tem sido mencionado na mídia como o mais prejudicial ao ambiente. Contudo, os dados na literatura são claros e denotam que o oxido nitroso tem um maior poder poluidor dentre os GEE (IPCC, 2007). É indispensável que o setor produtivo tenha consciência de que o sistema de produção é emissor de GEE, contudo é fundamental que seja apresentado e discutido não simplesmente a emissão, mas o balanço (emissão e sequestro). Portanto, é imprescindível que a cadeia produtiva combata a apresentação e exploração de dados relacionados aos impactos ambientais apenas na ótica da emissão de GEE.

Os dados na literatura já são consistentes em transparecer que pastos bem manejados são capazes de sequestrar e estocar carbono (LAGE FILHO *et al*. 2022; RAPOSO *et al*., 2020). Assim, é importante deixar claro que as pastagens são fornecedoras de serviços ecossistêmicos. Pastagens bem manejadas conservam o solo, mitigam a emissão de GEE, e são capazes de sequestrar carbono (Figura 2). Considerando que os ruminantes brasileiros são mantidos basicamente em sistema de produção a pasto, a busca pelo manejo racional das pastagens e pelo uso dos recursos empregados no sistema, passa a ser obrigação para a sustentabilidade da produção. A preservação dos biomas, principalmente amazônico, exige do setor produtivo a exploração dessas áreas já desbravadas que possuem potencial agrícola. Nesse contexto, a exploração de áreas degradadas por meio da recuperação de pastagens é um caminho cada dia mais importante a ser seguido, inclusive para mitigar as emissões de gases de efeito estufa na pecuária (DIAS-FILHO, 2011).

Figura 2 – Sistema intensivo de produção de bovinos de corte no município de São Domingos do Capim, estado do Pará



A intensificação da produção de ruminantes na Amazônia é uma estratégia que tem potencial para sequestrar carbono em áreas de pastagens. O manejo de sistemas intensivos deve ser voltado para o uso racional dos recursos e para as preocupações do ponto de vista ambiental, tanto nos aspectos voltados para emissão de GEE emitidos pelo solo, como por dejetos derivados de confinamentos quando esses são usados como estratégias nos sistemas produtivos. Quando falamos em intensificação, é importante resgatar um pouco da história da produção de bovinos no Brasil. No início da segunda metade do século XX, a exploração pecuária brasileira ainda era baseada em práticas extrativistas com baixos índices produtivos. No início da década de 1990, saímos de uma de taxa de lotação próxima a 1 UA/ha (SILVA; NASCIMENTO JUNIOR, 2006b) para aproximadamente 1,5UA/ha em 2017 (ARANTES *et al*., 2018), dessa forma, melhorando significativamente com o passar do tempo. Com as tecnologias atualmente existentes, tanto de genética animal como de manejo e produção de plantas forrageiras, é possível por exemplo, trabalhar com pastagens que suportem em média 3 UA/ha. Um ponto importante a ser considerado na intensificação é o aspecto da vasta extensão de algumas propriedades rurais na Amazônia, fazendas que muitas vezes chegam a 5 ou 10 mil hectares. Falar em intensificação de toda a área da fazenda acaba na maioria das vezes sendo impraticável, em virtude das limitações de logística e oferta de insumos no mercado. Contudo, trabalhar de forma racional com diferentes níveis de intensificação nesse caso será fundamental para o sucesso do negócio, tanto do ponto de vista produtivo como ambiental.

Em sistemas produtivos mais avançados e na esfera científica, já são rotineiras as discussões e recomendações pela produção de produtos de origem animal (carne e leite) de baixo carbono. Na realidade, as discussões nos painéis das Conferências das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP), já apostam a possíveis metas em busca da produção animal com custo zero de carbono, ou seja, "*animais ou carne carbono neutro*". Essa é uma realidade e um caminho para o sucesso produtivo em biomas tão ameaçados como a Amazônia. Para isso, é essencial reforçar que é dever do setor, por meio de todos os agentes envolvidos na cadeia produtiva de ruminantes, cobrar constantemente políticas públicas que apoiem uma produção animal sustentável. A busca por financiamentos, créditos de carbono e, por exemplo, selos de certificação de sistemas ambientalmente corretos, podem auxiliar na diferenciação de produtos que sejam produzidos seguindo a legislação tanto para os aspectos produtivos como para o código florestal do país.

Diante dos pontos levantados, considerando os aspectos econômicos e principalmente socioambientais ligados as cadeias produtivas de ruminantes na Amazônia, intensificar a produção desses animais é uma estratégia relevante. Quer seja de partes dos sistemas produtivos quer seja de sua totalidade, essa intensificação ajudará a alavancar as cadeias produtivas de ruminantes na região Norte do Brasil.

Dessa forma, o objetivo dos editores do presente livro, foi brindar alternativas a uma intensificação sustentável da produção de animais ruminantes na Amazônia em um contexto multidisciplinar. Espera-se que possa ser de ajuda, para assim propor estratégias sustentáveis, visando manter um equilíbrio na interface planta-solo-animal, do bioma Amazônico.

REFERÊNCIAS

Alcarde, J.C. Fertilizantes. In: Fertilidade do Solo. Alvarez, V.H.; Novais, R.F.; Barros, N.F. Cantarutti, R.B. Lopes, A.S. Sbcs, Viçosa – MG. 1017 p. 2007.

Arantes, A.E.; Couto, V.R.M.; Sano, E.E.; Ferreira, L.G. Livestock intensification potential in Brazil based on agricultural census and satellite data analysis. Pesq. agropec. bras. v. 52, p. 1053-1060, 2018.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Presidência da República, Casa Civil, Subchefi a para Assuntos Jurídicos, Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: Dez. 2022.

Carvalho, P.C.F. O manejo da pastagem com gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. In: Simpósio de manejo da pastagem, 22., 2005, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, p. 7-31, 2005.

Correia, P.S. Estratégias de suplementação de bovinos de corte em pastagens durante o período das águas. 333f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2006.

Dias-Filho, M. B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 4. ed. reimp. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 215 p.

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. United Nations Environment Programmers. Assessment report 4; Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPPC, Geneva, 2007. 104 p. Disponível em: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.http

Lage Filho, N.M.; Cardoso, A. S.; Azevedo, J.C.; Faturi, C.; Silva, T.C.; Domingues, F.N.; Ruggieri, A.C.; Reis, R.A.; Rêgo, A.C. Land Use, Temperature, and Nitrogen Affect Nitrous Oxide Emissions in Amazonian Soils. Agronomy, v. 12, p. 1680, 2022.

PARÁ. Decreto Nº 1.570, 29 de Junho de 2016. Institui o Programa de Desenvolvimento Sustentável do Estado do Pará - Pará 2030. Diário Oficial da República Federativa do Brasil - Estado do Pará. Belém, Pará, v. 126, n. 33.159, p. 5. 30 jun. 2016. Seção 1.

Pilau, A.; Lobato, J.F.P. Suplementação energética pré-acasalamento aos 13/15 meses de idade para novilhas de corte: desenvolvimento e desempenho reprodutivo. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. 12, p. 2482-2489, 2009.

Raposo, E.; Brito, L.F.; Janusckiewicz, E.R.; Oliveira, L.F.; Versuti, J.; Assumpção, F.M.; Cardoso, A.S.; Siniscalchi, D.; Delevaatti, L.M.; Malheiros, E.B.; Greenhouse gases emissions from tropical grasslands affected by nitrogen fertilizer management. Agron. J. 2020, 112, 4666–4680. https://doi.org/10.1002/agj2.20385.

Silva, F. F., FulginitI, L. E., Perrin, R. K. (2019). The Cost of Forest Preservation in the Brazilian Amazon: The "Arc of Deforestation". J. of Agri. and Resour. Econ., 44(3), 497–512, 2019.

Silva, F.C. Capim massai manejado em sistemas de produção com doses de Nitrogenio e potássio. 2016. 30 p. Dissertação (Mestrado em Relação Solo-Planta- Animal) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína – TO.

Silva, S. C. & Nascimento J. D. Sistema intensivo de produção de pastagens. 2006a, Anais

do II Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal (II CLANA). São Paulo: CBNA--AMENA. Disponível em: https://docs.ufpr.br/~freitasjaf/artigos/sistemaintensivoproducaopastagens.pdf. Acesso em: 10 nov. 2022.

Silva, S.C.; Nascimento Júnior, D. Sistema intensivo de produção de pastagens. In: Congresso Latino Americano de Nutrição Animal, 2., 2006b, São Paulo. Anais... São Paulo: Colégio Latino Americano de Nutrição Animal, 2006. p. 1- 41.

Sonter, L.J., Herrera, D., Barrett, D.J., Galford, G.L., Moran, C.J., Soares-Filho, B. S.,2017. Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. Nature Com., 8, 1013.

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_002

2. ECONOMIA E GESTÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES NA AMAZÔNIA

Marcos Antônio Souza dos Santos[1]
Andréia Santana Bezerra da Silva[2]
Juliane da Silva Costa[3]
João Paulo Borges de Loureiro[1]
Fabrício Khoury Rebello[1]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, Belém, Pará
[2] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Óbidos, Óbidos, Pará
[3] Universidade Federal do Pará, Campus Castanhal, Castanhal, Pará

Introdução

A Amazônia Legal é composta pelos estados da região Norte (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins), Mato Grosso e os municípios do Maranhão situados a oeste do meridiano 44º. Atualmente abrange 772 municípios que ocupam uma superfície de aproximadamente 5,1 milhões de km², 58,9% do território nacional (IBGE, 2023a), com uma população de 26,7 milhões de habitantes, 13,1% da população brasileira (IBGE, 2023b). Neste capítulo, para fins analíticos, optou-se por utilizar os dados considerando a totalidade do estado do Maranhão e ao longo do texto será sempre utilizada a terminologia Amazônia em substituição à Amazônia Legal.

A pecuária é uma das atividades mais significativas da economia da Amazônia, tanto pela expressiva representatividade no número dos estabelecimentos agropecuários (46,7% dos 919 mil existentes), com diversos portes de empreendimentos (pequenos, médios e grandes), como por ser uma das atividades mais verticalizadas na região, com a existência de importantes unidades agroindustriais (frigoríficos, laticínios, curtumes), que impactam positivamente na geração de empregos, renda e arrecadação para os estados onde estão presentes. Em função disso, as pastagens constituem a principal forma de uso do solo para fins agropecuários. Em 2017, as áreas de pastagens corresponderam a 62 milhões de hectares, ou seja, 46,8% da área total dos estabelecimentos agropecuários da Amazônia (IBGE, 2023c).

Com relação à produção de ruminantes, objeto de análise deste livro, a região se destaca na bovinocultura e bubalinocultura, com 43,1% e 75,4% do rebanho nacional, respectivamente. A participação no efetivo de caprinos e ovinos é pequena, respectivamente, 4,5% e 6,7% (IBGE, 2023d).

A pecuária bovina configura uma das cadeias mais importantes do agronegócio regional. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em 2022, a atividade foi responsável por 19,7% do valor da produção do setor agropecuário

da região (MAPA, 2023). Entretanto, existem estados em que essa participação é superior, como no Acre (62,9%), Rondônia (54,1%), Pará (43,8%) e Tocantins (29,7%).

O objetivo deste capítulo é apresentar as características econômicas e de gestão dos sistemas de produção de ruminantes na Amazônia. O capítulo está estruturado em quatro seções, incluindo essa introdução. Na segunda seção caracteriza-se a dimensão econômica da produção de ruminantes na região atribuindo-se ênfase aos seus principais segmentos: (i) bovinos de corte, (ii) bovinos de leite, (iii) bubalinos e (iv) caprinos e ovinos. A terceira seção, por sua vez, procura discutir fatores fundamentais na gestão de sistemas pecuários, enfatizando os recursos humanos e o acesso às informações técnicas e mercadológicas, assistência técnica e financiamentos. Na última seção constam as considerações finais.

Economia da produção de ruminantes na Amazônia

Bovinos de corte

A pecuária bovina ocupa uma posição de destaque na Amazônia, que responde por um quantitativo de 96,7 milhões de cabeças, representando 43,1% do rebanho nacional. No período de 2010 a 2021, a taxa geométrica de crescimento revelou que a expansão do rebanho nacional foi impulsionada pela região amazônica, uma vez que esta foi maior na região (1,79% ao ano) em relação à taxa nacional (0,41% ao ano). Por outro lado, as demais regiões se mantiveram com o efetivo do rebanho estagnado ou com um pequeno decréscimo do rebanho (Tabela 1).

Tabela 1 – Evolução e taxas de crescimento do rebanho bovino na Amazônia e no Brasil, 2000-2021

Especificação	2000		2010		2021		TC (% ao ano)	
	Mil cab.	%	Mil cab.	%	Mil cab.	%	2000/2010	2010/2021
Rondônia	5.664	3,33	11.842	5,65	15.110	6,73	6,86	2,35
Acre	1.033	0,61	2.578	1,23	4.047	1,80	7,21	4,18
Amazonas	843	0,50	1.361	0,65	1.496	0,67	5,18	0,22
Roraima	480	0,28	577	0,28	938	0,42	1,80	3,87
Pará	10.271	6,05	17.633	8,42	23.921	10,65	5,16	2,30
Amapá	83	0,05	115	0,05	53	0,02	3,25	-10,27
Tocantins	6.142	3,62	7.994	3,82	10.162	4,52	1,82	1,60
Região Norte	24.518	14,43	42.101	20,09	55.727	24,81	4,92	2,25
Maranhão	4.094	2,41	6.980	3,33	8.562	3,81	5,53	1,42
Mato Grosso	18.925	11,14	28.757	13,72	32.425	14,44	3,64	1,18

Especificação	2000		2010		2021		TC (% ao ano)	
	Mil cab.	%	Mil cab.	%	Mil cab.	%	2000/2010	2010/2021
Amazônia Legal*	47.536	27,98	77.838	37,15	96.714	43,06	4,49	1,79
Região Nordeste	22.567	13,28	28.762	13,73	31.317	13,94	2,66	0,12
Região Sudeste	36.852	21,69	38.252	18,26	38.462	17,12	0,24	-0,40
Região Sul	26.298	15,48	27.866	13,30	23.683	10,54	0,28	-1,40
Região Centro-Oeste	59.641	35,11	72.560	34,63	75.413	33,58	1,47	0,42
Brasil	**169.876**	**100,00**	**209.541**	**100,00**	**224.602**	**100,00**	**1,81**	**0,41**

Fonte: IBGE, 2023d.

Nota: TC = Taxa de crescimento em % ao ano. (*) A Amazônia Legal compreende os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e parte do Maranhão, mas, para efeito de cálculo este último foi considerado em sua totalidade.

Em termos estaduais, com exceção do Amapá, todos os estados da Amazônia, exibiram crescimento do rebanho entre 2000 e 2021. O aumento mais expressivo foi no Acre que cresceu 3,92 vezes, passando de 1,0 para 4,1 milhões de cabeças. Os estados de Rondônia e Pará mais que dobraram o quantitativo do rebanho e, atualmente, apresentam um plantel de 39 milhões de cabeças.

O crescimento da pecuária bovina na região amazônica também pode ser percebido pelo aumento do número dos estabelecimentos de abate de bovinos com registro no Sistema de Inspeção Federal (SIF). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023e), o número de frigoríficos passou de 48, em 2000, para 73, em 2023. A expansão dos frigoríficos, principalmente com inspeção federal, pode ser atribuída às políticas públicas de defesa sanitária animal, executadas a partir das agências de defesa agropecuária que, combinadas com os financiamentos derivados da política de crédito rural, criaram um ambiente favorável aos investimentos (SANTOS *et al*., 2018; SANTOS *et al*., 2019a). Também se pode destacar a influência do incremento na renda *per capita* dos consumidores nos anos anteriores, fator que exerceu efeito positivo sobre a demanda de carne de maior qualidade.

Apesar deste crescimento, Santos *et al*. (2017) ao analisarem o nível tecnológico dos sistemas de produção de bovinos na Amazônia, verificaram que predominam sistemas de produção com baixa adoção de tecnologias, pois entre os 771 municípios avaliados, 54,48% exibiram nível tecnológico baixo e muito baixo. Apenas 72 municípios foram classificados com nível tecnológico alto, sendo 27 deles localizados em Mato Grosso. A mesma pesquisa identificou que a taxa média de lotação das pastagens na região foi de apenas 0,83 UA/ha, indicando que ainda predomina a adoção de tecnologias

tradicionais, com sistemas extensivos. A suplementação se resume ao uso de sal mineral e, cumprem-se, na maioria das vezes, somente as vacinações obrigatórias.

O crescimento da pecuária bovina regional em bases sustentáveis requer um processo de transição dos sistemas extensivos para sistemas pecuários intensivos (SANTOS *et al*., 2007; VALENTIM; ANDRADE, 2009; COSTA *et al*., 2017; SANTOS *et al*., 2019b). Além disso, os sistemas pecuários deverão viabilizar a recuperação de áreas degradadas por meio de pastagens cultivadas e sistemas de integração (lavoura-pecuária, lavoura-pecuária-floresta).

Bovinos de leite

A produção de leite no Brasil ocorre em toda a extensão do território. As diferentes condições climáticas presentes no país permitem aos produtores adaptarem a atividade de acordo com as peculiaridades de cada região (ZOCCAL, 2011).

A pecuária leiteira é uma das atividades do setor agropecuário regional que mais tem crescido nas duas últimas décadas, tornando-se uma opção importante para a agricultura familiar, em especial, na Amazônia (SANTOS *et al*., 2014a).

No Brasil, a produção leiteira foi de 35.305 milhões de litros, em 2021, e durante o período de 1996 a 2017, a produtividade nacional cresceu a uma taxa de 3,4% ao ano, sendo as regiões Sul e Sudeste as mais expressivas na produção nacional, com 33,88% e 33,86%, respectivamente (Tabela 2). Em seguida destacaram-se as regiões Nordeste (15,71%), Centro-Oeste (11,28%) e Norte (5,27%).

A região Sul vem ocupando o primeiro lugar no *ranking* de produção de leite nacional desde 2014. A liderança da região se dá, principalmente, em função do maior crescimento da produtividade do rebanho leiteiro que evoluiu a uma taxa de 4,1% a.a entre 1996 e 2017, seguida das regiões Nordeste (3,7% a.a) e Centro-Oeste (3,2% a.a) (Tabela 3).

Tabela 2 – Evolução da produção de leite bovino na Amazônia e no Brasil, 2000, 2010 e 2021

	2000		2010		2021		TC (% ao ano)	
	Milhões de litros	%	Milhões de litros	%	Milhões de litros	%	2000/ 2010	2010/ 2021
Rondônia	422	2,14	803	2,61	741	2,10	5,44	2,16
Acre	41	0,21	41	0,13	38	0,11	-4,00	-0,54
Amazonas	37	0,19	47	0,15	44	0,12	0,26	-1,42
Roraima	10	0,05	6	0,02	18	0,05	-6,37	8,62
Pará	380	1,92	564	1,84	576	1,63	3,12	0,69
Amapá	4	0,02	7	0,02	5	0,01	8,28	-7,70
Tocantins	156	0,79	269	0,88	438	1,24	4,42	5,48
Região Norte	1.050	5,31	1.737	5,66	1.859	5,27	3,85	2,17
Maranhão	150	0,76	376	1,22	372	1,05	10,21	-0,86

	2000		2010		2021		TC (% ao ano)	
	Milhões de litros	%	Milhões de litros	%	Milhões de litros	%	2000/ 2010	2010/ 2021
Mato Grosso	423	2,14	708	2,31	546	1,55	5,53	-2,03
Amazônia Legal*	1.622	8,21	2.822	9,19	2.777	7,87	4,93	0,82
Região Nordeste	2.159	10,92	3.998	13,02	5.547	15,71	6,61	3,07
Região Sudeste	8.574	43,37	10.920	35,55	11.954	33,86	2,46	0,49
Região Sul	4.904	24,81	9.611	31,29	11.963	33,88	6,97	1,52
Região Centro-Oeste	3.080	15,58	4.450	14,49	3.982	11,28	3,27	-1,89
Brasil	**19.767**	**100,00**	**30.715**	**100,00**	**35.305**	**100,00**	**4,39**	**0,95**

Fonte: IBGE, 2023d.

Nota: TC = Taxa de crescimento em % ao ano. (*) A Amazônia Legal compreende os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e parte do Maranhão, mas, para efeito de cálculo este último foi considerado em sua totalidade.

No ano de 2021, a Amazônia produziu 2.777 milhões de litros de leite bovino o que representou 7,87% da produção nacional, evoluindo a uma taxa de apenas 0,82% a.a, entre 2010 e 2021. A taxa de crescimento da produtividade foi de 2,9% a.a, entre 1996 e 2017, inferior ao crescimento da produtividade nacional (3,4% a.a) (Tabela 3).

Essas taxas de crescimento indicam que o crescimento da produção na Amazônia foi influenciado, principalmente, pelo aumento do plantel de vacas ordenhadas, uma vez que segundo Martins, Rebello e Santana (2008), os rebanhos especializados para a produção leiteira se concentram em um pequeno número de microrregiões e o avanço no campo tecnológico tem ocorrido, especialmente, nos estados de Rondônia, Pará e Tocantins.

O estado de Rondônia é a décima bacia leiteira do país, o maior produtor da região Norte e o estado que mais contribuiu para a produção leiteira da Amazônia nos anos de 2000, 2010 e 2021 (Tabela 2). Em 2021, a produção de leite bovino no estado foi a maior da Amazônia (741 milhões de litros/ano), sendo responsável por 2,10% do total produzido no país, seguido pelos estados do Pará, Mato Grosso e Tocantins que contribuíram com 1,63%, 1,55% e 1,24%, respectivamente. Para as taxas de crescimento da produção (2010-2021) e da produtividade (1996-2017), Rondônia não apresentou os maiores resultados: 2,16% a.a e 2,0% a.a, respectivamente. Contudo, a produtividade média do rebanho leiteiro no estado entre 1996 e 2017 foi de 4,50 litros/vaca/dia, a maior entre os estados da região Norte, seguido dos estados do Pará 3,97 litros/vaca/dia e Amapá 3,37 litros/vaca/dia.

Rondônia é o segundo estado com maior produtividade média da Amazônia,

perdendo apenas para o estado de Mato Grosso (5,0 litros/vaca/dia). Essas taxas indicam que o crescimento da produção foi influenciado tanto pela expansão do rebanho quanto pela produtividade leiteira, isso permite inferir que além do aumento do número de vacas ordenhadas ocorreram melhorias no nível tecnológico da produção dando ao estado o título de detentor da mais moderna pecuária leiteira da região (SANTOS; SANTANA; RAIOL, 2011; SILVA *et al*., 2017).

O estado do Pará é o segundo maior produtor da região Norte, mas apesar da importância, a produção leiteira estadual enfrenta muitos entraves, sendo esses: baixo nível de adoção de tecnologias nos manejos de pastagens, sanitário e reprodutivo; baixa utilização de insumos, além da reduzida capacidade de investimentos dos agricultores familiares que constituem a maior parcela de produtores de leite bovino no estado (RAIOL *et al*., 2009).

A adoção de práticas de manejo sanitário e de suplementação alimentar são as mais frequentes comparativamente a adubação de pastagens, mecanização da ordena e reprodução animal. A adoção de inseminação artificial e ordenha mecanizada é incipiente e consta em menos de 2% das unidades de produção de leite bovino no Pará (SANTOS *et al*., 2014a).

O estado do Tocantins é o terceiro maior produtor de leite da região Norte e vêm mantendo sua taxa de crescimento superior a 5% a.a (Tabela 2). Segundo Santos *et al*. (2014b), a evolução da produção e o incremento da produtividade de leite é observada em diversos municípios do estado, fortalecendo a especialização na produção de leite que ultrapassou 50% dos municípios, devendo-se sua expansão, em grande medida, ao crédito do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO).

Considerado de nível intermediário de modernização, no estado predominam as tecnologias de manejo sanitário e alimentar. A adoção de tecnologias de inseminação artificial e ordenha mecanizada ainda constam em menos de 1,5% dos estabelecimentos que produzem leite no estado.

Na última década, os estados do Amapá, Acre e Amazonas foram os que apresentaram mais baixo desempenho na produção leiteira na Amazônia (Tabela 2).

Para as taxas de crescimento da produção entre 2000 e 2010 e entre 2010 e 2021, o estado do Acre apresentou os seguintes resultados: -4,00% a.a e -0,54% a.a, respectivamente. Esse baixo desempenho da produção estadual é devido à falta de manejo sanitário e higiênico na ordenha, baixa aptidão leiteira do rebanho e ineficiente manejo das pastagens (BEZERRA *et al*., 2019).

Tabela 3 – Produtividade do rebanho leiteiro (l/vaca/dia) na Amazônia e no Brasil, 1996, 2006 e 2017

Especificação	1996	2006	2017	TC (% ao ano) 1996-2017
Rondônia	3,7	4,1	5,7	2,0
Acre	2,3	2,7	3,5	2,0
Amazonas	1,9	3,3	4,0	3,7
Roraima	1,8	3,0	4,1	4,0
Pará	3,1	3,9	4,9	2,3

Especificação	1996	2006	2017	TC (% ao ano) 1996-2017
Amapá	2,1	4,2	3,8	2,9
Tocantins	2,0	3,4	4,4	3,7
Região Norte	2,9	3,9	5,1	2,7
Maranhão	1,8	3,5	4,4	4,4
Mato Grosso	3,9	4,5	6,6	2,5
Amazônia Legal*	2,9	4,0	5,3	2,9
Região Nordeste	2,9	4,2	6,2	3,7
Região Sudeste	5,9	6,4	10,4	2,8
Região Sul	6,4	8,6	14,9	4,1
Região Centro-Oeste	4,2	5,4	8,2	3,2
Brasil	4,8	6,0	9,7	3,4

Fonte: IBGE, 2023c.

Nota: TC = Taxa de crescimento em % ao ano. (*) A Amazônia Legal compreende os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e parte do Maranhão, mas, para efeito de cálculo este último foi considerado em sua totalidade.

No contexto nacional, o estado do Maranhão ocupa a 17ª posição no *ranking* dos estados produtores de leite (DANTAS *et al*., 2018) e o sexto maior produtor de leite bovino da região Nordeste (BEZERRA *et al*., 2017). A produção estadual de leite bovino decresceu a uma taxa de 0,86% ao ano entre 2010 e 2021 (Tabela 2), mas ganhou em produtividade entre 1996 e 2017 (Tabela 3), onde exibiu o maior crescimento da produtividade do rebanho leiteiro na Amazônia, evoluindo a uma taxa de 4,4% a.a, seguido dos estados de Roraima (4,0% a.a), Amazonas (3,7% a.a), Tocantins (3,7% a.a) e Amapá (2,9% a.a).

Apesar do incremento da produtividade de leite, o estado do Maranhão ainda apresenta níveis de produtividade incipientes o que se deve ao baixo nível tecnológico nas propriedades e à predominância de sistemas de produção ineficientes (DANTAS *et al*., 2018).

Bubalinos

A bubalinocultura compreende uma ampla cadeia de valor envolvendo, desde a criação dos búfalos com tripla aptidão (carne, leite e trabalho), com o engajamento de produtores de diversos portes (pequenos, médios e grandes), até aspectos da gastronomia, turismo, artesanato e comercialização da produção. Dados da FAO (2023), para o ano de 2021, dão conta que o rebanho bubalino no mundo é da ordem de 204 milhões de cabeças, sendo que 98,15% desses animais estão na Ásia. No continente Americano, o Brasil detém 77,16% do plantel.

A carne bubalina é mais saudável e nutritiva do que a bovina, possuindo 55% menos calorias, 40% menos colesterol, 12 vezes menos gordura, 10% mais minerais e 11% mais proteína (AMARAL; ESCRIVÃO, 2005; MARQUES *et al*., 2016; OLIVEIRA *et al*., 2020).

O valor nutritivo e o rendimento industrial do leite de búfalas são superiores ao do leite de vaca, possuindo baixo teor de colesterol, alto teor de vitaminas A, D e B2, e por ter 14% mais minerais e 47% mais proteínas do que o leite de vaca, permitindo maior rendimento de derivados (manteiga, queijo e doces), sendo bastante apreciado para a produção de queijos, a exemplo do tradicional queijo do Marajó, produto paraense, com potencial para inserção nos mercados nacional e externo, e que dispõe de protocolo de produção, definido pela Lei Estadual de Produtos Artesanais – Lei 7.565, de 25/10/2011 (ADEPARÁ, 2011; OLIVEIRA *et al*., 2016).

A Amazônia, com um rebanho bubalino da ordem de 1,2 milhão de cabeças, detém 75,41% do plantel brasileiro (IBGE, 2023d). Os estados do Pará e Amapá são os mais representativos no cenário nacional nessa criação, respondendo, juntos, por 60,08% do rebanho do país e 79,67% do plantel da Amazônia (Tabela 4).

O rebanho bubalino brasileiro, no entanto, representa apenas 0,52% do plantel de bovinos do país. Na Amazônia essa participação chega a 1,21%, ou seja, a representatividade relativa de bubalinos na região é duas vezes maior (2,32) em relação a verificada no cenário nacional. Esse indicador pode ser visto como uma referência para se fortalecer políticas públicas específicas para a bubalinocultura na Amazônia, principalmente direcionadas para os ganhos em produtividade nos estados de maior tradição (Pará, Amapá, Amazonas e Maranhão) e a diversificação produtiva em áreas com problemas no nível de desenvolvimento humano, com transbordamento de benefícios para a economia do agronegócio regional.

O crescimento anual do rebanho bubalino no Brasil, no período de 2010 a 2021, foi da ordem de 2,00% a.a, superior ao observado na evolução do rebanho bovino (0,41% a.a), considerando o mesmo período. Na Amazônia, o crescimento do plantel de búfalos foi superior (2,44% a.a) ao observado no cenário nacional (Tabela 4).

Entre os estados de maior plantel, o maior crescimento ocorreu no estado do Amapá (2,97% a.a), segundo maior produtor nacional e o único estado brasileiro a ter o plantel de bubalinos superior ao de bovinos (cerca de 5,92 búfalos para um bovino). É digno de registro a expansão verificada na bubalinocultura da região Sudeste (4,83% a.a), impulsionada pela participação do estado de São Paulo que possui o terceiro rebanho do país (119 mil cabeças, 7,66% do rebanho nacional), superando em 8,3% o plantel amazonense que ocupa a quarta posição no *ranking* nacional (IBGE, 2023d).

Tabela 4 – Evolução e taxas de crescimento do rebanho bubalino na Amazônia e no Brasil, 2000-2021

	2000		2010		2021		TC (% ao ano)	
	Cab.	%	Cab.	%	Cab.	%	2000/2010	2010/2021
Rondônia	12.347	1,12	6.138	0,52	6.197	0,40	-7,43	0,70
Acre	1.604	0,15	2.499	0,21	4.219	0,27	5,85	5,04
Amazonas	43.347	3,93	63.322	5,35	109.720	7,07	3,29	2,49

	2000		2010		2021		TC (% ao ano)	
	Cab.	%	Cab.	%	Cab.	%	2000/2010	2010/2021
Roraima	100	0,01	245	0,02	666	0,04	4,11	7,09
Pará	465.973	42,26	457.075	38,59	619.993	39,96	-0,78	2,43
Amapá	159.650	14,48	214.271	18,09	312.189	20,12	3,60	2,97
Tocantins	17.063	1,55	9.280	0,78	5.307	0,34	-8,60	-5,90
Região Norte	700.084	63,50	752.830	63,56	1.058.291	68,21	0,39	2,53
Maranhão	57.056	5,17	77.834	6,57	95.811	6,17	3,47	1,78
Mato Grosso	23.706	2,15	14.795	1,25	15.932	1,03	-3,64	1,15
Amazônia Legal*	780.846	70,82	845.459	71,38	1.170.034	75,41	0,56	2,44
Região Nordeste	85.251	7,73	120.458	10,17	136.069	8,77	3,95	0,80
Região Sudeste	82.689	7,50	122.312	10,33	210.824	13,59	2,98	4,83
Região Sul	163.292	14,81	124.133	10,48	92.602	5,97	-2,97	-2,28
Região Centro-Oeste	71.235	6,46	64.778	5,47	53.832	3,47	-0,88	-2,79
Brasil	1.102.551	100,00	1.184.511	100,00	1.551.618	100,00	0,45	2,00

Fonte: IBGE, 2023d.

Nota: TC = Taxa de crescimento em % ao ano. (*) A Amazônia Legal compreende os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e parte do Maranhão, mas, para efeito de cálculo este último foi considerado em sua totalidade.

A bubalinocultura na Amazônia, ainda que seja uma atividade antiga[1], enfrenta diversos óbices a serem superados para assegurar sua sustentabilidade ambiental e econômica.

Dentre os fatores limitantes destacam-se: sistema de criação extensivo adotado pela maior parcela dos produtores; dificuldade de acesso à boa parte das propriedades, dificultando o suprimento de insumos e o escoamento da produção; carência de infraestrutura nas propriedades, que não utilizam cercas dificultando o controle da produção e implantação de técnicas para melhorar o manejo alimentar; falta de energia elétrica, importante para a agregação de valor e conservação do leite e derivados; e, principalmente, a inexistência de um efetivo controle higiênico-sanitário e de práticas de suplementação mineral do

1 Existem registros históricos que dão conta que o búfalo foi introduzido no Brasil a partir do Marajó, no estado do Pará, no ano de 1895 (MARQUES, 2011; HOMMA, 2013; OLIVEIRA *et al*., 2016).

rebanho (BARBOSA, 2005; SANTOS *et al*., 2016; OLIVEIRA *et al*., 2020).

Além desses aspectos, modo geral, os sistemas de produção adotados são caracterizados pela baixa adoção de tecnologias ou intensificação e, geralmente, constitui atividade complementar a outras explorações agrícolas e pecuárias dentro da propriedade rural, carecendo de investimento para elevar a produtividade e dar maior atenção à conservação e melhoria das raças.

No estado do Pará o rebanho bubalino concentra-se nas mesorregiões do Marajó e Baixo Amazonas, sendo que os três maiores municípios produtores (Chaves, Soure e Cachoeira do Arari), localizados na ilha do Marajó, participam com 54,70% do rebanho bubalino paraense. No estado do Amapá, os municípios de Cutias, Macapá e Tartarugalzinho detém 68,92% do rebanho (IBGE, 2023d).

Quanto à produção de leite de búfala, em 2017, a Amazônia produziu 42,001 milhões de litros, o que representa 47,63% da produção nacional (88,183 milhões de litros), segundo dados do IBGE (2023c). A produtividade da região é de 3,24 litros/búfala/dia, enquanto a nacional é 3,97 litros/búfala/dia, que ainda é menos que a metade do potencial de sistemas intensificados e com rebanho de melhor material genético.

Com 22.433 búfalas ordenhadas, o estado do Pará tem uma produtividade da ordem de 2,63 litros/búfala/dia, menor que a verificada para a Amazônia. Ademais, a produtividade paraense, entre os anos de 2006 e 2017, teve uma queda de -1,18% a.a, indicando perda de produtividade no período. Situação só verificada, no âmbito da Amazônia, no estado de Mato Grosso que também apresentou decréscimo em sua taxa de produção leiteira (-0,69 a.a).

O estado do Amazonas aparece como segundo rebanho ordenhado na região (15.118 búfalas e 15,181 mil litros) e uma produtividade de 3,72 litros/búfala/dia. O estado do Amapá, ainda que detenha o segundo maior rebanho nacional, não se destaca na produção leiteira (5.822 búfalas ordenhadas e 5,759 milhões de litros), distinguindo-se, portanto, na produção de carne.

A região Sudeste também se destacou na produção leiteira, apresentando um rendimento superior ao observado na Amazônia. Com um rebanho de 26.888 búfalas ordenhadas, equivalente a 56,06% do plantel existente na Amazônia, produziu 36,922 milhões de litros (87,91% do volume de leite produzido na Amazônia), em razão do seu rendimento que é da ordem de 5,09 litros/búfala/dia, ou seja, 1,85 litros/búfala/dia a mais que a produtividade amazônica, mesmo esse rebanho estando concentrado no Vale do Ribeira, considerado a região mais vulnerável nos indicadores de desenvolvimento do estado de São Paulo.

Essa *performance,* em boa parte, está relacionada as iniciativas de pesquisa e extensão realizadas pela Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, em parcerias com a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (Cati), que mantêm centro de pesquisa especializado em búfalos a três décadas no município de Registro (APTA, 2016).

Entre os resultados mais significativos das pesquisas desenvolvidas em São Paulo, foi possível utilizar a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em novilhas búfalas em larga escala e, desta forma, aumentar a velocidade do ganho genético, possibilitando obter 50% de prenhes, mesmo nas estações reprodutivas desfavoráveis, dobrando a taxa de prenhes sem a utilização da tecnologia. O uso desta tecnologia, ao tempo que permitiu a desestacionalização dos partos, contribuiu para o abastecimento da demanda contínua de leite para a indústria láctea de búfalo, melhorando seu desempenho (APTA, 2016).

O exemplo do estado de São Paulo, com a adoção de políticas direcionadas para a atividade, especialmente na área da pesquisa e extensão, e a oferta de melhores condições de infraestrutura e logística, são questões que precisam servir de *benchmarking* para as iniciativas na Amazônia.

A expansão e consolidação da cadeia produtiva da bubalinocultura na Amazônia vai depender de uma série de iniciativas articuladas e continuadas no longo prazo, envolvendo as seguintes estratégias (REBELLO; HOMMA, 2017; COSTA *et al*., 2017; OLIVEIRA *et al*., 2020): i) elevar a produtividade animal e da pastagem, a partir de melhorias no sistema de produção (gestão da propriedade, manejo nutricional, inseminação artificial); ii) ampliar a oferta dos serviços de assistência técnica e extensão rural junto aos pequenos produtores para apropriação das tecnologias já disponíveis; iii) ampliar o nível de investimentos em ciência, tecnologia e inovação na cadeia produtiva da bubalinocultura, como forma de estimular iniciativas do setor produtivo; iv) buscar mecanismos para as certificações de identificação geográfica e a adequação da produção artesanal para os produtos da região, como no caso do queijo do Marajó e outro, com vistas a dotar esses produtos de maior competitividade e diferencial no mercado; e, v) realizar investimentos em *marketing* para evidenciar as qualidades dos produtos bubalinos para a saúde humana, como forma de ampliar o seu consumo na região.

Caprinos e ovinos

A Amazônia atualmente conta com um rebanho caprino de 535,4 mil cabeças. No período de 2000 a 2010, nota-se que em praticamente todos os estados da Amazônia e todas as regiões brasileiras, com exceção do Nordeste, houve um aumento do rebanho.

No entanto, este quadro mudou no último período analisado (2010-2021), onde a região Nordeste foi a que mais contribuiu para impulsionar o crescimento da caprinocultura nacional, contando também com o maior rebanho (11,4 milhões de cabeças).

No período 2010 a 2021 ocorreu ligeiro declínio no rebanho regional a uma taxa de -0,15% ao ano. Os estados de Roraima (4,94% ao ano), Pará (2,78% ao ano) e Mato Grosso (2,24% ao ano) exibiram crescimento e contribuíram para que o desempenho da atividade não fosse ainda pior nesse período (Tabela 5).

Tabela 5 – Evolução e taxas de crescimento do rebanho caprino na Amazônia e no Brasil, 2000-2021

	2000		2010		2021		TC (% ao ano)	
	Cab.	%	Cab.	%	Cab.	%	2000/ 2010	2010 /2021
Rondônia	17.583	0,19	14.598	0,16	6.534	0,05	-0,61	-7,96
Acre	6.330	0,07	18.203	0,20	9.547	0,08	15,69	-5,00
Amazonas	12.775	0,14	18.649	0,20	15.355	0,13	3,06	-3,68
Roraima	6.590	0,07	9.245	0,10	11.459	0,10	3,71	4,94
Pará	69.858	0,75	75.528	0,81	77.707	0,65	2,16	2,78
Amapá	1.359	0,01	2.657	0,03	2.130	0,02	9,62	-2,90
Tocantins	20.129	0,22	25.167	0,27	14.211	0,12	1,63	-3,67
Região Norte	134.624	1,44	164.047	1,76	136.943	1,15	2,89	-0,40
Maranhão	332.484	3,56	373.144	4,01	360.155	3,02	1,26	-0,25
Mato Grosso	28.396	0,30	40.246	0,43	38.335	0,32	3,37	2,24
Amazônia Legal*	495.504	5,30	577.437	6,20	535.433	4,49	1,85	-0,15
Região Nordeste	8.741.488	93,52	8.458.578	90,83	11.353.363	95,22	-0,52	3,61
Região Sudeste	204.188	2,18	233.407	2,51	148.706	1,25	1,45	-4,29
Região Sul	181.728	1,94	343.325	3,69	181.167	1,52	7,30	-6,28
Região Centro-Oeste	84.785	0,91	113.427	1,22	103.451	0,87	2,90	-0,61
Brasil	9.346.813	100,00	9.312.784	100,00	11.923.630	100,00	-0,18	3,09

Fonte: IBGE, 2023d.

Nota: TC = Taxa de crescimento em % ao ano. (*) A Amazônia Legal compreende os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e parte do Maranhão, mas, para efeito de cálculo este último foi considerado em sua totalidade.

A ovinocultura tem seguido uma tendência de crescimento diferente da caprinocultura. A Amazônia contou nos últimos anos com um rebanho de 1,4 milhão de cabeças e uma taxa de crescimento de 0,78% ao ano de 2010 a 2021.

Excetuando os estados de Rondônia, Amazonas e Acre que tiveram uma diminuição do rebanho no mesmo período. Os demais estados que compõem a região tiveram um crescimento em seus rebanhos (Tabela 6). Semelhante ao que ocorre com o efetivo de caprinos, dentre as regiões brasileiras, o Nordeste é o que detém o maior rebanho de ovinos (14,4 milhões), além da maior taxa de crescimento (4,28% ao ano).

Tabela 6 – Evolução e taxas de crescimento do rebanho ovino na Amazônia e no Brasil, 2000-2021

	2000		2010		2021		TC (% ao ano)	
	Cab.	%	Cab.	%	Cab.	%	2000/ 2010	2010/ 2021
Rondônia	75.857	0,51	135.122	0,78	95.900	0,47	7,72	-6,37
Acre	45.479	0,31	81.072	0,47	67.615	0,33	7,60	-0,40
Amazonas	58.220	0,39	56.285	0,32	38.858	0,19	-2,62	-5,49
Roraima	-	-	-	-	27.336	0,13	-	-
Pará	127.405	0,86	203.368	1,17	266.760	1,30	5,14	3,03
Amapá	1.323	0,01	2.328	0,01	2.766	0,01	7,92	2,34
Tocantins	51.857	0,35	108.062	0,62	104.975	0,51	7,28	0,19
Região Norte	360.141	2,44	586.237	3,37	604.210	2,94	5,36	-0,11
Maranhão	154.384	1,04	229.583	1,32	299.019	1,46	4,43	3,00
Mato Grosso	193.704	1,31	549.484	3,16	464.029	2,26	11,27	1,00
Amazônia Legal*	708.229	4,79	1.365.304	7,86	1.367.258	6,66	7,07	0,78
Região Nordeste	7.762.475	52,50	9.857.754	56,72	14.359.997	69,92	2,45	4,28
Região Sudeste	399.925	2,70	781.874	4,50	607.392	2,96	7,70	-2,59
Região Sul	5.568.574	37,66	4.886.541	28,11	3.940.573	19,19	-0,69	-2,85
Região Centro-Oeste	693.843	4,69	1.268.175	7,30	1.025.302	4,99	6,29	-1,28
Brasil	14.784.958	100,00	17.380.581	100,00	20.537.474	100,00	1,93	1,79

Fonte: IBGE, 2023d.

Nota: TC = Taxa de crescimento em % ao ano. (*) A Amazônia Legal compreende os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e parte do Maranhão, mas, para efeito de cálculo este último foi considerado em sua totalidade. (nd) = não disponível.

Em ambas as atividades, apesar de o Nordeste liderar em alguns aspectos como efetivo de rebanho e taxa de crescimento, este possui um fator de grande impacto a se considerar que é a ocorrência de secas consecutivas, as quais afetam a estrutura de produção com o aumento dos custos e fragilização dos sistemas produtivos (MAGALHÃES *et al*., 2018). Secas prolongadas, no entanto, não podem ser consideradas um entrave na produção Amazônica, tendo em vista as características climáticas da região.

Os estados da Amazônia, no entanto, apresentam dificuldades que

puderam ser identificadas em alguns estudos sobre a cadeia produtiva ovina e caprina como: clandestinidade dos abates destes animais; escassez de abatedouros e frigoríficos especializados; alta informalidade na comercialização; falta de regularidade na oferta destes produtos; e, ausência do hábito alimentar no consumo dessas carnes (SOUZA; MAGALHÃES, 2017), além do baixo poder aquisitivo da população, sendo este último o principal em virtude do alto preço do produto no mercado (BARROS, 2010).

No Brasil e na Amazônia há, portanto, a necessidade de ações conjuntas das instituições públicas e privadas para viabilizar a organização da cadeia produtiva da ovinocaprinocultura com vistas a aumentar a eficiência dos sistemas produtivos e agroindustriais. Somente deste modo haverá uma ampliação da capacidade produtiva para atender a demanda por carne caprina e ovina (MARTINS *et al*., 2016).

Assim, questões culturais precisam ser mais bem trabalhadas, além da junção de esforços para a organização destas cadeias, levando em consideração a questão da formalização do abate e da inspeção sanitária dos produtos (MARTINS *et al*., 2016).

Gestão de sistemas de produção de ruminantes na Amazônia

A gestão de sistemas de produção animal e, particularmente, de ruminantes envolve um amplo conjunto de variáveis que influenciam a tomada de decisão dos produtores. Nesta seção destacam-se alguns dos fatores fundamentais a serem considerados na gestão das unidades produtivas e que definem o desempenho dos sistemas de produção.

O fator mais estratégico para o sucesso de qualquer atividade econômica é o fator humano representado pela mão de obra que incorpora o seu esforço físico e mental ao processo de produção. A escassez desse fator de produção constitui um desafio contemporâneo no meio rural amazônico e brasileiro, pois nas últimas três décadas têm ocorrido redução na média de pessoal ocupado por estabelecimento agropecuário.

Na Amazônia esse indicador foi, em 2017, de 3,4 pessoas ocupadas por estabelecimento. No início da década de 1990 era de aproximadamente 4,5 pessoas por estabelecimento (IBGE, 2023c). As causas desse fenômeno estão associadas, principalmente, ao envelhecimento das populações rurais e a problemas associados à sucessão familiar rural, o que acaba exigindo maior qualificação e especialização da mão de obra com vista a sua maior produtividade.

O acesso de produtores às informações técnicas e mercadológicas sobre as suas atividades também é fundamental para o bom resultado dos negócios. Nesse aspecto observa-se que os indicadores relativos aos produtores de ruminantes da Amazônia ainda são muito incipientes.

Os dados do Censo Agropecuário de 2017 revelam que a principal forma de acesso à informação é a televisão, envolvendo 53% dos produtores. Apenas 11% acessam a internet, 5% leem jornais e 3% revistas. O rádio ainda ocupa lugar de destaque, sobretudo em áreas rurais mais remotas, com 30% dos produtores obtendo informações a partir desse veículo de comunicação (IBGE, 2023c).

Apesar do Censo Agropecuário 2017 não ter disponibilizado dados sobre o uso de computadores na gestão de propriedades rurais o baixo nível de acesso à

internet é uma boa *proxy* para o nível de adoção dessa tecnologia no meio rural.

O acesso aos serviços de assistência técnica e extensão rural ainda é muito limitado entre os pecuaristas da região, dificultando a incorporação de novas tecnologias e de sistemas mais eficientes de gestão. Apenas 15% dos produtores recebem algum tipo de prestação de serviço de assistência técnica. Essa assistência é, principalmente, assumida pelo próprio produtor (8%) e pelos órgãos oficiais de assistência técnica do governo (4%), os outros 3% são atendidos por cooperativas e/ou empresas privadas (IBGE, 2023c).

Outro fator de grande importância para a gestão e inovação nos sistemas de produção de ruminantes é o crédito rural. Apesar da importância, apenas 14% dos estabelecimentos pecuários da região obtiveram acesso a financiamentos em 2017. Os estados com maiores percentuais de acesso foram Rondônia (21%) e Mato Grosso (16%). Nos estados do Acre, Amapá e Amazonas o nível de acesso foi inferior a 10%. Nos demais estados o percentual de acesso a financiamentos ficou em torno da média regional, no caso 14% (IBGE, 2023c).

A eficiência da gestão ainda pode ser afetada por questões de logística e infraestrutura, a exemplo do acesso à energia elétrica estável, que acaba inibindo a racionalidade na combinação dos fatores produtivos, definição do que produzir e até mesmo inviabilizando a participação em determinados mercados. A gestão dos recursos naturais também é outra componente estratégica e sistêmica a ser considerada.

Considerações finais

A produção de ruminantes desempenha um papel fundamental no desenvolvimento regional, destacando-se como um dos segmentos mais importantes do agronegócio em termos de geração de renda e divisas, ocupação de mão de obra e oferta alimentos que contribuem para a segurança alimentar da Amazônia e do Brasil.

Nas duas últimas décadas as atividades com crescimento mais acentuado foram a bovinocultura de corte e leite, estimuladas a partir da expansão de mercados (local, nacional e internacional) e por políticas públicas de fomento. A bubalinocultura regional se mantém com alta representatividade nacional com participações mais destacadas dos estados do Pará, Amapá, Amazonas e Maranhão e com potencial de agregação de valor aos seus produtos derivados (carne e leite).

A criação de caprinos e ovinos ainda é pouco expressiva na região, entretanto, pode se constituir em alternativa para diversificação dos sistemas pecuários, visando atender a demanda regional desses produtos que são tradicionalmente consumidos por migrantes de outras regiões do Brasil.

No campo da economia e da gestão, os principais desafios para o desenvolvimento dos sistemas de produção de ruminantes nas próximas décadas residem na adoção de práticas sustentáveis que mitiguem os impactos ambientais e garantam a produtividade animal e da terra, qualidade dos produtos e rentabilidade ao negócio. A imagem do Brasil e, em particular, da Amazônia quanto à adoção de sistemas poupadores de recursos naturais e perfeito alinhamento com os direitos sociais e bem-estar animal vai

ser determinante na sua competividade no mercado internacional e, portanto, em seu desempenho econômico.

Atingir esses objetivos só será possível a partir de boas práticas de gestão dos recursos humanos, crédito e gestão financeira, assistência técnica, acesso às informações técnicas e mercadológicas e a persistência na busca por inovações tecnológicas, organizacionais e comportamentais que visem elevar a cultura empreendedora e sustentável na agropecuária nacional e amazônica.

A combinação de boas práticas de gestão com a adoção de tecnologias zootécnicas é o passo necessário para que a produção de ruminantes na Amazônia possa atingir um novo patamar de desenvolvimento, associando produtividade, qualidade e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará. 2011. Lei n° 7.565, de 25 de outubro de 2011.

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA). 2016. Pesquisas da APTA com búfalos auxiliam no desenvolvimento do Vale do Ribeira. http://www.apta.sp.gov.br/noticias/pesquisas-da-apta-com-bfalos-auxiliam-no-desenvol vimento-do-vale-do-ribeira (Acessado em 19 de julho de 2020.

Amaral, F.R., Escrivão, S.C. 2005. Aspectos relacionados à búfala leiteira. Revista Brasileira de Reprodução Animal. 29, 111-117.

Barbosa, N.G.S. 2005. Bubalinocultura no estado do Pará. Revista Brasileira de Reprodução Animal. 29, 34-38.

Barros, E.E.L. 2020. Portal Dia de Campo. Gestão em Criatórios de Caprinos e Ovinos 2010. www.diadecampo.com.br (Acessado em 19 de julho de 2020).

Bezerra, A.S., Santos, M.A.S., Rebello, F.K., Freitas, A.C.R., Sena, A.L.S. 2017. Comportamento da produção e dos preços de leite bovino no estado do Maranhão. Nucleus Animalium. 9, 97-108. https://doi.org/10.3738/21751463.2688

Bezerra, A. S., Santos, M. A. S., Santana, A. C., Rebello, F. K., Martins, C. M., Lourenço Júnior, J. B. 2019. Sources of growth in cattle milk production in the Acre state, Brazilian Amazon. International Journal of Development Research. 9, 32723-32727.

Costa, M.R.T.R., Homma, A.K.O., Rebello, F.K., Souza Filho, A.P.S., Fernandes, G.L.C., Baleixe, W. 2017. Atividade Agropecuária no Estado do Pará, Embrapa Amazônia Oriental, Belém. https://www.embrapa. br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1073940/atividade-agropecuaria-no-estado-dopara (Acessado em 17 julho de 2020).

Dantas, V.V., Santos, M.A.S., Rebello, F.K., Santana, A.C., Lourenço Júnior, J.B., Freitas, A.C.R. 2018. Nível tecnológico da pecuária leiteira no estado do Maranhão, Brasil. Nucleus Animalium. 10, 71-86. https://doi.org/10.3738/21751463.2988

Homma, A.K.O. 2013. História da agricultura na Amazônia: da era pré-colombiana ao terceiro milênio, segunda ed. Embrapa Amazônia Oriental, Brasília, DF .

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2023a. Amazônia Legal. https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html (Acessado em 18 julho de 2023).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2023b. Censo Demográfico 2022. https://sidra.ibge.gov.br/tabela/4714 (Acessado em 18 de julho de 2023).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2023c. Censo Agropecuário 2017. https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/ (Acessado em 18 de julho de 2023).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2023d. Pesquisa Pecuária Municipal 2021. https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2021. (Acessado em 18 de julho de 2023).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020e. Pesquisa Trimestral do Abate de Animais. https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/abate/tabelas (Acessado em 18 de julho de 2023).

Magalhães, K. A., Holanda Filho, Z. F., Lucena, C. C., Martins, E. C. 2018. Análise de conjuntura do mercado de caprinos e ovinos: sinais, tendências e desafios. Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos, 6.

Marques, J.R.F. (Ed.). 2011. Produção animal na Ilha de Marajó, segunda ed., Embrapa Amazônia Oriental, Belém.

Marques, C.S.S., Oaigen, R.P., Moraes, C.M., Santos, M.A.S., Lourenço Júnior, J.B., Abel, I. (2016). Segmentation of the buffalo meat consumer market in Belém, Pará, Brazil. Revista Brasileira de Zootecnia, 45(6), 336-344. https://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902016000600008

Martins, E.C., Magalhães, K.A., Souza, J.D.F., Guimarães, V.P., Barbosa, C.M.P., Holanda Filho, Z.F. 2016. Cenários mundial e nacional da caprinocultura e da ovinocultura. Boletim Ativos de Ovinos e Caprinos. 3, 2.

Martins, G.C.C., Rebello, F.K., Santana, A.C. 2008. Mercado e dinâmica da cadeia produtiva do leite na região Norte. Banco da Amazônia, Belém-PA.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2023. Valor bruto da produção agropecuária (VBP). https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-vbp (Acessado em 18 de julho de 2023).

Oliveira, C.M., Mattos, C.A.C., Santana, A.C. 2016. Aspectos Produtivos e Socioeconômicos do Arranjo Produtivo Local Bovino e Bubalino no Arquipélago do Marajó, Estado do Pará. RAMA - Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, 9, 25-45. https://doi.org/10.17765/2176-9168.2016v9n1p25-45

Oliveira, B.P.D., Rebello, F.K, Santos, M.A.S., Lourenço Junior, J.B. 2020. Analysis of Buffalo Market Setting in the State of Pará, Brazilian Amazon. Journal of Agricultural Studies. 8, 665-677. https://doi.org/10.5296/jas.v8i3.16794.

Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. 2021. FAOSTAT. http://www.fao.org/faostat/es/#data/QA (Acessado em 18 julho 2023).

Raiol, L.C.B., Santos, M.A.S., Rebello, F.K. 2009. A pecuária leiteira no Nordeste Paraense: estrutura e fontes de crescimento no período 1990-2007. Movendo Ideias, Belém.15, 37-57.

Rebello, F.K., Homma, A.K.O. 2017. História da colonização do Nordeste Paraense: uma reflexão para o futuro da Amazônia, EDUFRA, Belém.

Santos, C.L.R., Santos Júnior, J.B. Cunha, M.C. Nunes, S.R.F., Bezerra, D.C., Torres Júnior, J.R.S., Chaves, N.P. 2016. Nível tecnológico e organizacional da cadeia produtiva da bubalinocultura de corte no estado do Maranhão. Arq. Inst. Biol. 83, 1-8. https://doi.org/10.1590/1808-1657000022014

Santos, M.A.S., Lourenço Júnior, J.B., Santana, A.C., Homma, A.K.O., Martins, C.M., Rebello, F.K., Soares, B.C., Silva, A.G.M. 2019a. Production behavior and prices of beef cattle in the Brazilian Amazon. Semina: Ciências Agrárias. 40, 1639-1652.

Santos, M.A.S., Santana, A.C., Homma, A.K.O.; Bezerra, A.S., Lourenço Júnior, J.Brito. 2019b. Economic efficiency of cattle production in the Brazilian Amazon. International Journal of Food and Agricultural Economics, 7(4), 293-301, 2019. https://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.296758

Santos, M.A.S., Lourenço Júnior, J.B., Santana, A.C., Homma, A.K.O., Martins, C.M., Andrade, S.J.T., Silva, A.G.M. 2018. Quantitative analysis of the beef cattle industry in the state of Pará, Brazil. Semina: Ciências Agrárias. 39, 747-756. https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n2p747

Santos, M.A.S., Lourenço Júnior, J.B., Santana, A.C., Homma, A.K.O., Andrade, S.J.T., Silva, A.G.M. 2017. Caracterização do nível tecnológico da pecuária bovina na Amazônia Brasileira. Revista de Ciências Agrárias. 60, 103-111. https://dx.doi.org /10.4322/rca.60103

Santos, M.A.S., Soares, B.C., Domingues, F.N., Lourenço Júnior, J.B., Santana, A.C. 2014a. Avaliação do nível tecnológico da pecuária leiteira no estado do Pará. Amazônia: Ci. & Desenv. 9, 79-96.

Santos, M.A.S., Santana, A.C., Raiol, L.C.B., Lourenço Júnior, J.B. 2014b. Fatores tecnológicos de modernização da pecuária leiteira no

estado do Tocantins. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente. 7, 591-612.

Santos, M. A. S., Santana, A. C., Raiol, L. C. B. 2011. Índice de modernização da pecuária leiteira no estado de Rondônia: determinantes e hierarquização. Perspectiva Econômica. 7, 93-106. https://doi.org/10.4013/pe.2011.72.03

Santos, M.A.S., Santos, J. S. B., Cunha, S. J. T., Santana, A. C. 2007. Mercado e dinâmica local da cadeia produtiva da pecuária de corte na Região Norte. Banco da Amazônia, Belém - PA.

Silva, J.M., Santos, M.A.S., Rebello, F.K., Lopes, M.L.B., Lourenço Júnior, J.B. 2017. Impactos do crédito rural sobre a produção leiteira no estado de Rondônia, 1990-2015. Nucleus Animalium. 9, 81-90. https://doi.org/10.3738/21751463.2839

Souza, J.D.F. De, Magalhaes, K.A. 2017. Ovinocultura e caprinocultura: conjuntura econômica, aspectos produtivos de 2017 e perspectivas para 2018. Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos. 2, 4-20.

Valentim, J., Andrade, C.M.S. 2009. Tendências e perspectivas da pecuária bovina na Amazônia brasileira. Amazônia: Ci. & Desenv. 4, 9-32.

Zoccal, R. O Brasil produziu 30 bilhões de litros em 2010. Leite e negócios: Consultoria e Assessoria. 2020. http://www.leiteenegocios.com.br/ln/index.php?codPag=2&codCat=17&codTopico=2481. (Acessado em 12 de julho de 2020).

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_003

3. A IMPORTÂNCIA DAS CHUVAS PARA A PECUÁRIA NO BIOMA AMAZÔNICO

Rafael Ferreira da Costa[1]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, Parauapebas, Pará

1. Introdução

A pecuária de ruminantes é uma atividade responsável por enorme geração de proteína animal para o consumo pela sociedade moderna. E, para a produção eficiente de pastagens, a região de interesse necessita de aptidões edafoclimáticas adequadas. É importante dispor de um solo com equilíbrio nutricional e, que as necessidades hídricas das plantas forrageiras sejam satisfeitas.

A disponibilidade de água no solo para as pastagens está intrinsecamente vinculada às chuvas na região. Portanto, conhecer e interpretar o regime pluvial durante o ano, é uma ferramenta auxiliar na tomada de decisão quanto ao planejamento do processo produtivo de animais ruminantes.

Nesse capítulo sobre a importância das chuvas para a pecuária, procurou-se apresentar as variabilidades dos regimes pluviais, em diversos municípios distribuídos pelo bioma amazônico. Objetivando-se, destacar para o produtor rural, a utilidade do conhecimento da real situação das chuvas ocorridas nas suas pastagens, através da realização de medidas no local.

2. A produção de gados e as mudanças climáticas

O Brasil está entre os maiores produtores e exportadores mundiais de proteína animal. A produção de carnes no País, nos três primeiros trimestres de 2022 atingiu quantidades expressivas. O peso total das carcaças dos animais abatidos, para as três espécies mais produzidas, superou 21,7 milhões de toneladas: Frangos (11,16 Mt), Bovinos (5,92 Mt) e, Suínos (4,69 Mt) (IBGE, 2022a).

Para produções destas magnitudes são necessárias áreas representativas. No caso da pecuária de ruminantes de grande porte, como os bovinos e bubalinos, as pastagens utilizam cerca de 176 milhões de hectares, em todas as regiões geográficas brasileiras (EMBRAPA, 2022).

A mudança no uso do solo, com a substituição das florestas primárias por áreas de pastagem, principalmente no bioma amazônico, iniciada no início da década de 1970, provocou alterações nas paisagens. E, o contraste entre as diferentes vegetações intensifica a variabilidade climática.

Analisando as variações de radiação solar em Rondônia, Feitosa *et al*. (1998), determinaram incidências de 18,3 $MJ.m^{-2}.dia^{-1}$, para a época seca e, de 17,1 $MJ.m^{-2}.dia^{-1}$, na estação chuvosa. Avaliando a influência das diferentes superfícies, de floresta ou pastagem, na atenuação da energia solar pela atmosfera, observaram que para a época seca, os aerossóis (partículas solidas em suspensão, oriundas de combustão) produziam transmitâncias de

0,58 e 0,66, na pastagem e floresta, respectivamente e, que durante a estação chuvosa, a transmitância era equivalente nas áreas de floresta e de pastagem.

Na avaliação da variabilidade diária da precipitação pluvial no sudoeste da Amazônia, Ferreira da Costa *et al*., (1998) compararam os totais de chuva registrados em áreas de floresta e de pastagem e, observaram que o índice pluviométrico determinado para a floresta foi, em média, 28% superior ao da pastagem. Sugerindo que a mudança na cobertura do solo influenciou na dinâmica da precipitação pluvial.

2.1 Relações entre os Gases de Efeito Estufa (GEE), a temperatura média do ar próxima à superfície e a criação de gado

Dentre os componentes da atmosfera, classificados como os Gases de Efeito Estufa (GEE), o mais discutido, aquele que está sempre na polêmica, é o dióxido de carbono (CO_2). Porém, o CO_2, além de ser um GEE, é, na realidade, um gás fundamental para a vida no planeta, tendo participação fundamental no processo básico da fotossíntese pelos vegetais. E, é um eficiente GEE, quando participa na retenção de parte da energia, que veio do Sol na forma de radiação de ondas curtas (ROC), que foi absorvida pela superfície terrestre e, depois reemitida como radiação de onda longa (ROL) para a atmosfera.

Sem a presença do CO_2, que juntamente com o vapor d'água (H_2O) retêm nas camadas mais baixas da atmosfera terrestre, principalmente na troposfera e estratosfera, uma porção da energia liberada pelas superfícies, que, sem este escudo protetor, seria perdida para o espaço. Sem esta proteção retentora, a atmosfera próxima à superfície terrestre seria uma gangorra térmica, com fotoperíodos tórridos e, noites criogênicas, impossibilitando a vida no planeta. Portanto, o CO_2 e o H_2O são fundamentais nos processos naturais (efeito estufa) de regulação do aquecimento do ar próximo à superfície.

Outro GEE considerado por alguns seguimentos, como um vilão ambiental, é o metano (CH_4). É comum o CH_4 ser relacionado às atividades pecuárias de ruminantes, pois os animais o liberam após os processos ruminais, através da eructação e flatulação. Porém, é de amplo conhecimento que ruminantes criados em sistemas com manejos alimentares eficientes, emitem menos CH_4 durante todo o seu ciclo vital. As emissões significativas de CH_4 para a atmosfera, têm origens em atividades vulcânicas e, na decomposição de matérias orgânicas, incluindo aquelas ocorridas em regiões pantanosas naturais ou antrópicas.

2.2 Evapotranspiração de pastagens

A determinação da evapotranspiração do bioma amazônico há muito vem sendo estudada. Essa transferência de água, do solo para atmosfera, diretamente da superfície ou através das plantas é cíclica e natural. Uma boa quantificação deste fluxo, auxilia para uma melhor prática do manejo das pastagens.

Em avaliações dos regimes pluvial e evapotranspirativo, na região de Ji-Paraná (RO), Maia Alves (1997) aplicando a equação de Penman-Monteith, determinou a evapotranspiração real entre 3,4 e 5,0 $mm.dia^{-1}$, para as épocas chuvosa e seca, respectivamente.

A evapotranspiração média do Capim Tanzânia foi de 5,53 $mm.dia^{-1}$ e 5,86 $mm.dia^{-1}$ no primeiro e segundo anos de condução da pastagem, respectivamente (RODRIGUES el al., 2011).

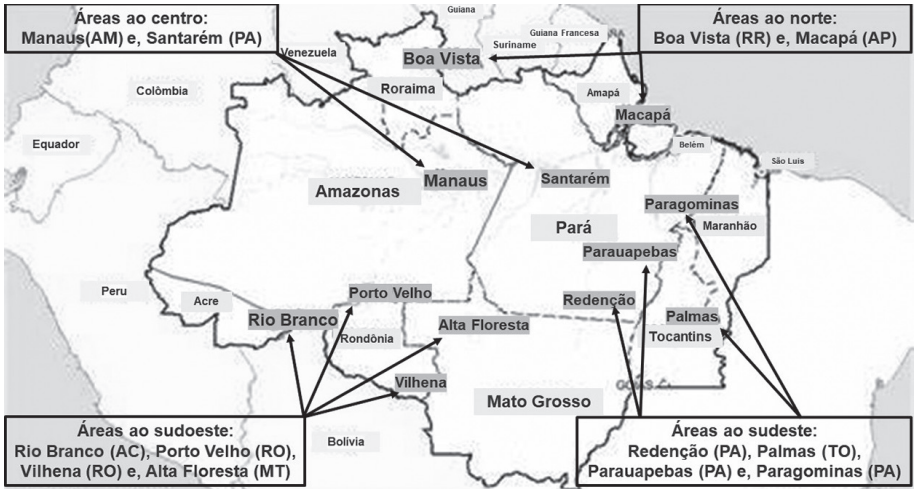
Para o bioma amazônico as estimativas são de que a evapotranspiração potencial média seja entre 4,0 e 4,5 mm.dia^{-1}, com variações sazonais decorrentes da existência ou não de chuvas (FISCH *et al*., 1998).

3. Manejos da água para a produção de pastagens

3.1 Os diferentes regimes de chuvas no Bioma Amazônico

Para a descrição dos regimes pluviais e térmicos nas diferentes regiões do bioma amazônico, foram analisadas as informações climatológicas médias mensais, referentes ao período de 1991 a 2021, através da formação de três grupos com quatro cidade cada grupo. As cidades foram agrupadas por proximidade geográfica (Figura 1). O primeiro grupo foi formado por duas cidades ao norte, Boa Vista (RR) e, Macapá (AP) e, duas no centro do bioma, Manaus (AM) e, Santarém (PA). Outro agrupamento reuniu as cidades mais a sudoeste da região, Rio Branco (AC), Porto Velho (RO), Vilhena (RO) e, Alta Floresta (MT). E, por fim, o conjunto formado por cidades localizadas no sudeste do bioma amazônico, Redenção (PA), Palmas (TO), Parauapebas (PA) e, Paragominas (PA).

Figura 1 – Mapa da Amazônia Legal brasileira, com destaques para as microrregiões utilizadas no presente estudo: Setor norte, Boa Vista e, Macapá. Área central, Manaus e, Santarém. Setor sudoeste, Rio Branco, Porto Velho, Vilhena e, Alta Floresta. Setor sudeste, Redenção, Palmas, Parauapebas e, Paragominas



Fonte: O autor.

Há diferentes métodos usados para a classificação climática de uma região. Os sistemas de classificação climáticas mais difundidos são de Köppen e Geiger (1928) e, Thornthwaite e Mather (1948), com algumas combinações entre métodos, baseando-se em informações de precipitação pluvial, temperatura do ar, teor de umidade do solo e, radiação solar. Entretanto, essas classificações acabam por generalizar, demasiadamente, as características climáticas de uma região específica. Um exemplo da simplificação é divisão em apenas três classes climáticas

definidas por Köppen, para o bioma amazônico. Classe **Af** para o extremo oeste/sudoeste. Classe **Am** estendendo-se no sentido sudoeste/nordeste e no extremo noroeste (Roraima). E a classe **Aw**, em uma estreita faixa no lado leste do Pará, o Tocantins e parte do Maranhão.

O conhecimento do regime de chuvas na escala da propriedade rural, tem mais potencial para auxiliar o produtor na tomada de decisão, na prática. Pois, confirma as condições ambientais atuais, principalmente, no que se refere à quantidade de água estocada no solo, disponível às pastagens para o seu desenvolvimento adequado.

O regime térmico no bioma amazônico não é uma condição limitante para a produção de culturas forrageiras ou à criação de gados. As variações térmicas não atingem valores que causem danos permanentes às plantas e, provocam apenas desconfortos temporários aos animais.

De uma maneira geral, para as cidades analisadas neste trabalho, as médias mensais da temperatura do ar oscilaram entre a mínima de 18.5 ºC registrada no mês de julho em Vilhena (RO) e a máxima de 35,3 ºC para o mês de setembro em Palmas (TO).

No que se refere ao regime pluvial, a limitação será observada, principalmente, no período de junho, julho, agosto e, setembro, nas cidades localizadas no eixo sul (SO-SE) do bioma; Rio Branco (AC), Porto Velho (RO), Vilhena (RO), Alta Floresta (MT), Redenção (PA), Palmas (TO), Parauapebas (PA) e, Paragominas (PA).

Para as cidades localizadas no eixo norte, a sazonalidade no regime pluvial é observada com os máximos índices, em Boa Vista (RR) ocorrendo no quadrimestre de abril (212mm), maio (354mm), junho (319mm) e, julho (259mm). E, o período seco, em dezembro (65mm), janeiro (38mm), fevereiro (35mm) e, março (35mm). Quanto a termometria do ar, as máximas são em janeiro (32,1ºC), fevereiro (32,5ºC) e, março (33ºC). Enquanto as mínimas são em junho (22,7ºC), julho (22,5ºC) e, agosto (22,8ºC) (Figura 2a).

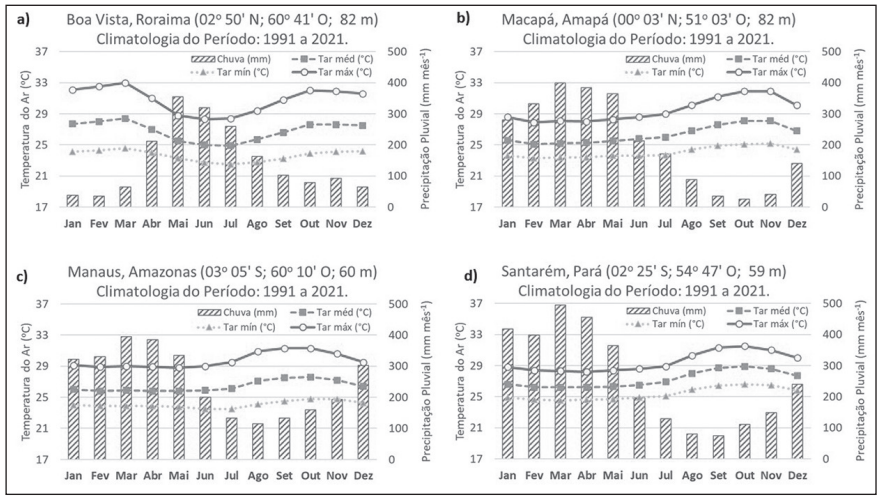
Para Macapá (AP), o regime pluvial é varia com os máximos índices ocorrendo no período de fevereiro (332mm), março (399mm), abril (384mm) e, maio (364mm). E, a época menos chuvosa, em agosto (88mm), setembro (36mm), outubro (26mm) e, novembro (41mm). Para a temperatura do ar, as máximas são em setembro (31,2ºC), outubro (31,9ºC) e, novembro (31,9ºC). Enquanto as mínimas são em fevereiro (23,3ºC), março (23,4ºC) e, abril (23,4ºC) (Figura 2b).

Aquelas cidades que estão situadas na parte central do bioma, apresentam sazonalidade no regime pluvial com os máximos índices de Manaus (AM) ocorrendo no período de fevereiro (35mm) e, março (35mm) abril (212mm), maio (354mm). E, o período menos chuvoso, em julho (133mm), agosto (114mm), setembro (133mm) e, outubro (159mm). Para a temperatura do ar, as máximas são em agosto (30,9ºC), setembro (31,3ºC) e, outubro (31,3ºC). E, as mínimas são em fevereiro (25,8ºC), abril (25,8ºC) e, maio (25,8ºC) e, (Figura 2c).

Para Santarém (PA), o regime pluvial oscila entre os máximos índices no período de janeiro (417mm), fevereiro (398mm), março (494mm) e, abril (456mm). O destaque fica com o valor de março, que foi a maior altura pluviométrica climatológica mensal, entre as doze cidades analisadas no capítulo. No referente à quadra menos chuvosa, ela se inicia em julho (129mm), seguindo por agosto (80mm), setembro (74mm) e, outubro (111mm). A observação fica para o valor de setembro, que mesmo sendo o menor do ano na cidade, ainda representam quase 2,5mm.dia^{-1}, equivalentes mais

da metade da evapotranspiração média para o bioma. Na variação da temperatura do ar, as máximas são em setembro (31,3ºC), outubro (31,5ºC) e, novembro (31,0ºC). Enquanto as mínimas vão de janeiro (26,2ºC) a abril (26,2ºC) (Figura 1d). Santarém, dentre as cidades analisadas neste capítulo, foi a que apresentou a menor amplitude térmica, em média, apenas 5,3ºC (Figura 2d).

Figura 2 – Normais Climatológicas mensais (1991 a 2021), das Temperaturas do Ar máximas, médias e, mínimas (ºC) e, das Precipitações Pluviais (mm mês^{-1}) nas mesorregiões amazônicas do setor norte, Boa Vista (a) e, Macapá (b). E, da área central, Manaus (c) e, Santarém (d)



Fonte: O autor, com informações do Climate-Data.

É necessário destacar, que as normais climatológicas são informações de longo prazo, com pelo menos, trinta anos de dados. Esta ferramenta estatística atenua os picos extremos, máximo e mínimos das variáveis meteorológicas. Portanto, tem-se que considerar no planejamento da produção de plantas forrageiras, que em um ciclo de cultivo, poderão e, deverão ocorrer picos de temperatura e/ou umidade do ar. Ocorrências de longos períodos sem chuva – uma ou duas semanas secas – mesmo dentro de uma estação chuvosa (os veranicos), quando as plantas poderão enfrentar estresse hídrico, que, dependendo do estádio fenológico que se encontrem, sofrerão sérios danos, ou até perecerão.

No grupo das quatro cidades localizadas na borda sudoeste do bioma amazônico, a sazonalidade das chuvas em Rio Branco (AC) é observada com os máximos índices, ocorrendo no quadrimestre de dezembro (253mm), janeiro (262mm), fevereiro (251mm) e, março (255mm). E, o período seco, em junho (34mm), julho (23mm), agosto (41mm) e, setembro (82mm). Referentes à temperatura do ar, as máximas são em agosto (32,3ºC), setembro (32,7ºC) e, outubro (31,5ºC). Enquanto as mínimas são em maio e junho (24,4ºC) e, abril e julho (25ºC) (Figura 3a).

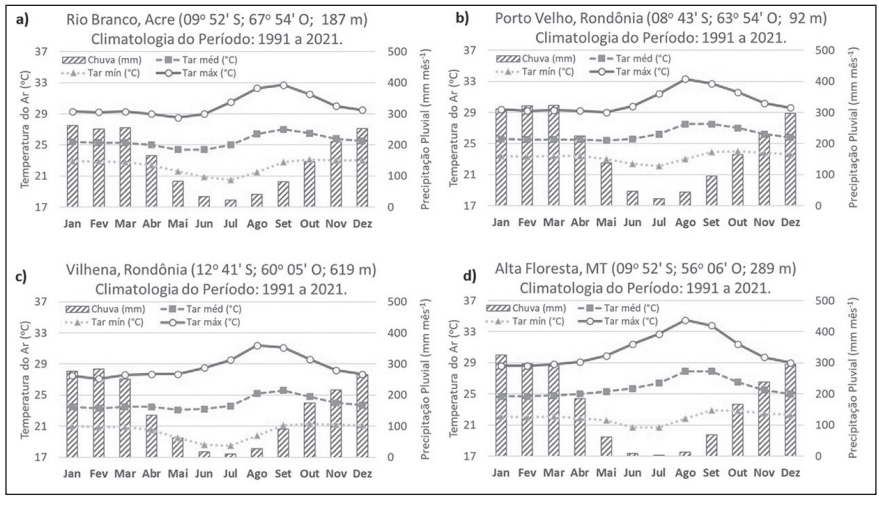
Para Porto Velho (RO), as normais climatológicas das precipitações pluviais variam de maneira que os índices

máximos ocorrem no período de dezembro (297mm), janeiro (311mm), fevereiro (321mm) e, março (323mm). E, a época seca, em maio (46mm), junho (23mm), julho (44mm) e, agosto (96mm),. Para a temperatura do ar, as máximas climatológicas são em agosto (33,3ºC), setembro (32,7ºC), outubro (31,6ºC). Já as mínimas são em maio (25,4ºC), fevereiro, março e abril (25,5ºC) (Figura 3b).

Em Vilhena (RO) observa-se a sazonalidade no regime pluvial com os índices máximos ocorrendo no período de dezembro (265mm), janeiro (276mm) fevereiro (283mm) e, março (252mm). Enquanto a época seca ocorre nos meses de maio (63mm), junho (17mm), julho (11mm) e, agosto (27mm). Para a temperatura do ar, as máximas são em agosto (31,4ºC), setembro (31,1ºC) e, outubro (29,6ºC). E, as mínimas são em maio (19,5ºC), junho (18,6ºC) e, julho (18,5ºC) (Figura 3c). O destaque fica para a temperatura mínima climatológica do mês de julho em Vilhena, pois ela representa o menor valor entre todas as regiões analisadas no capítulo.

Para Alta Floresta (MT), o regime pluvial oscila entre os máximos índices no período de janeiro (417mm), fevereiro (398mm), março (494mm) e, abril (456mm). O destaque fica com o valor de março, que foi a maior altura pluviométrica climatológica mensal, entre as doze cidades analisadas no capítulo. No referente à quadra menos chuvosa, ela se inicia em julho (129mm), seguindo por agosto (80mm), setembro (74mm) e, outubro (111mm). A observação fica para o valor de setembro, que mesmo sendo o menor do ano na cidade, ainda representam quase 2,5mm.dia^{-1}, equivalentes mais da metade da evapotranspiração média para o bioma. A temperatura do ar variou entre as máximas de julho (32,7ºC), agosto (34,5ºC) e, setembro (33,8ºC) e, as mínimas de maio (21,6ºC), junho e julho (20,7ºC) (Figura 3d).

Figura 3 – Normais Climatológicas mensais (1991 a 2021), das Temperaturas do Ar máximas, médias e, mínimas (ºC) e, das Precipitações Pluviais (mm mês^{-1}) nas mesorregiões amazônicas do setor sudoeste, Rio Branco (a), Porto Velho (b), Vilhena (c) e, Alta Floresta (d)



Fonte: O autor, com informações do Climate-Data.

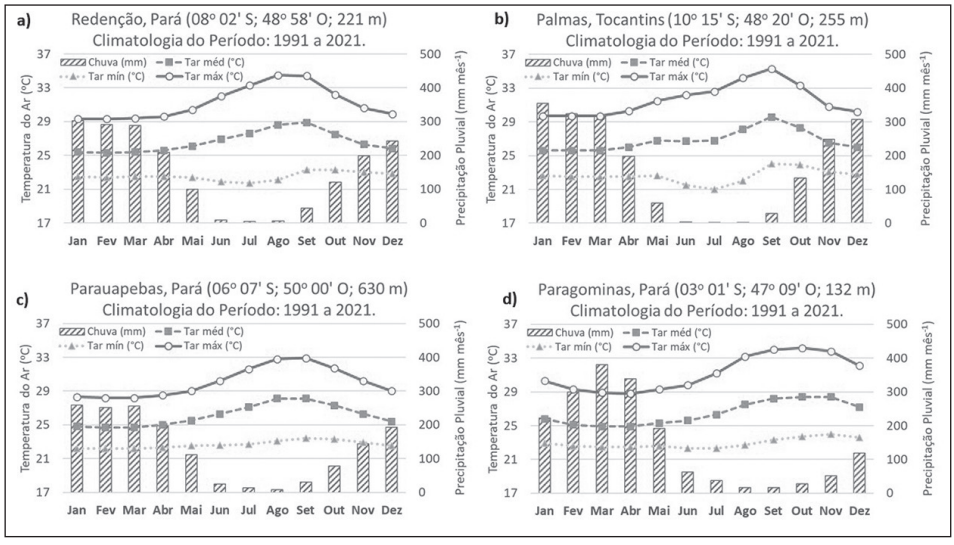
No sudeste do bioma amazônico, as quatro cidades apresentam muitas similaridades. Na sazonalidade das chuvas em Redenção (PA) observa-se que a quadra mais chuvosa vai de dezembro (242mm), janeiro (303mm), fevereiro (291mm) e, março (288mm). Enquanto o período seco, em junho (08mm), julho (04mm), agosto (05mm) e, setembro (43mm). Durante o trimestre mais seco climatologicamente, as poucas chuvas registradas são irrelevantes e, mesmo no mês de setembro o índice representa menos de 1,5 $mm.dia^{-1}$, insuficientes para alterar o teor de umidade no solo. Referentes à temperatura do ar, as máximas são em julho (33,3ºC), agosto (34,5ºC) e, setembro (34,4ºC). Enquanto as mínimas, são em junho (21,9ºC), julho (21,7ºC) e, agosto (22,1ºC) (Figura 4a).

Sobre Palmas (TO), as precipitações pluviais médias variam de maneira que os índices máximos ocorrem no período de dezembro (308mm), janeiro (355mm), fevereiro (324mm) e, março (317mm). E, a quadra seca, em junho (03mm), julho (01m), agosto (01mm) e, setembro (28mm). O período do meio do ano em Palmas é extremamente seco, as poucas chuvas que caem eventualmente, não repõem a umidade no solo. Nesta região, para garantir a produção de forragens nesta época do ano e, ter alimentação para o gado, será necessário planejar a instalação de equipamentos de irrigação para as pastagens. Analisando as temperaturas do ar, as máximas climatológicas são em agosto (34,2ºC), setembro (35,3ºC), outubro (33,3ºC). Já as mínimas são em junho (21,5ºC), julho (21,0ºC) e, agosto (22,0ºC) (Figura 4b). Este valor máximo climatológico da temperatura do ar é o maior valor registrado dentre todas as cidades estudadas.

Para a cidade de Parauapebas (PA), observa-se a sazonalidade no regime pluvial com os maiores índices pluviométricos registrados no período de janeiro (258mm) fevereiro (252mm) e, março (255mm) e, abril (197mm). Enquanto a época seca ocorre nos meses de julho (14mm), agosto (17mm) e, setembro (16mm) e, outubro (28mm). As variações termométricas do ar, são máximas em agosto (32,8ºC), setembro (32,9ºC) e, outubro (31,7ºC). E, as mínimas temperaturas são registradas em janeiro, fevereiro e, março (22,2ºC) (Figura 4c).

Em Paragominas (PA), o regime pluvial oscila entre os máximos índices no período de janeiro (222mm), fevereiro (299mm), março (380mm) e, abril (338mm). Quando se analisa o período menos chuvoso, vai de julho (37mm), agosto (80mm), setembro (74mm) e, outubro (111mm). A temperatura do ar normal climatológica oscila entre as máximas de setembro (34,0ºC), outubro (34,2ºC) e, novembro (33,8ºC) e, as mínimas são em março e abril (22,5ºC) e, junho e julho (22,3ºC) (Figura 4d).

Figura 4 – Normais Climatológicas mensais (1991 a 2021), das Temperaturas do Ar máximas, médias e, mínimas (ºC) e, das Precipitações Pluviais (mm mês^{-1}) nas mesorregiões amazônicas do setor sudeste, Redenção (a), Palmas (b), Parauapebas (c) e, Paragominas (d)



Fonte: O autor, com informações do Climate-Data.

3.2 Instrumentação para quantificação das chuvas

É comum, as pessoas usarem a palavra "chuva" quando se referem à precipitação pluvial. Afinal, é aquela água que cai do céu. Porém, para se saber determinar a quantidade que choveu ou precipitou, é necessário seguir alguns passos simples, que padronizam a sua informação, para que esta possa ser comparada com todas as outras medidas realizadas em quaisquer lugares do mundo.

A unidade de medida padrão internacional para a chuva, é o "***milímetro***" (***mm***), que é apenas uma subdivisão da unidade padrão internacional de comprimento que é o "***metro***". Este "***comprimento***" representará a "***Altura da Chuva***" ou "***Altura Pluviométrica***" ou ainda, o mundialmente famoso "*Índice Pluviométrico*". Que seria, hipoteticamente, a dimensão que a água da chuva ocuparia, se, caísse sobre uma superfície impermeável, portanto, sem se infiltrar no solo e, "subiria" ao se acumular para cima, sobre a superfície.

Porém, para ser comparável com as outras medições, o ***Índice Pluviométrico*** deve representar a relação, entre o volume (V) de água precipitada – que é a própria chuva – e, a área (A) da superfície em que foi captada. Assim, o ***índice pluviométrico*** é uma medida indireta, daí o nome "***índice***" e, será o resultado da seguinte equação:

$$I = \frac{V}{A} \qquad \text{Equação (1).}$$

Onde:

V = Volume de chuva coletada, medido em litro (L).

A =Área da superfície de captação, medida em metro quadrado (m^2).
I = Índice Pluviométrico, medido em milímetro (mm).

Resolvendo; 1 L equivale a 1.000cm^3; 1 m^2 equivale a 10.000cm^2; portanto:

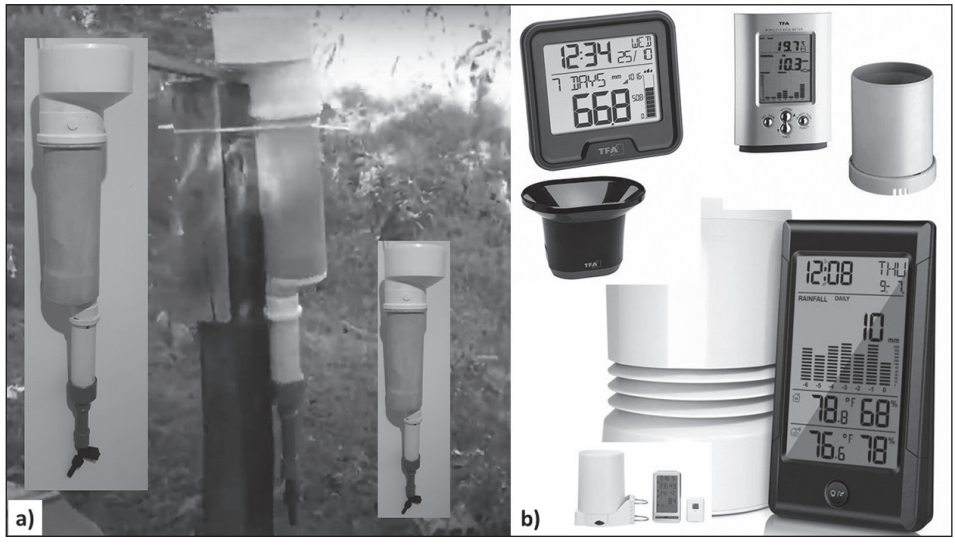
$$I = \frac{V}{A} = I = \frac{1.000cm^3}{10.000cm^2} = \frac{1cm^3}{10cm^2} = \frac{1}{10}cm = 0{,}1\ cm = 1mm$$

O instrumento utilizado para a coleta da chuva denomina-se "***Pluviômetro***". Existem inúmeras formas de confeccionar este equipamento de maneira alternativa, desde a utilização de materiais reciclados, tais como, garrafas plásticas já descartadas, um funil caseiro de plástico ou de metal. Algumas peças simples, como tubos e conexões hidráulicas de PVC (FERREIRA DA COSTA, 2022) e, muitas outras que a imaginação permitir (Figura 5a).

Também há a possibilidade de adquirir um pluviômetro eletrônico "digital" a um valor acessível. O aparelho digital coleta, calcula e armazena as informações periodicamente, de acordo com a programação deseja da pelo operador.

Existe uma diversidade de modelos, de quase todos os preços no mercado da Internet. Desde os mais simples, porém confiáveis, por até US$50,00 (cinquenta dólares estadunidenses) (Figura 5b) ou mesmo, alguns milhares de reais, de uma estação meteorológica automática completa.

Figura 5 – Instrumentos para determinação do Índice Pluviométrico; (a) Pluviômetro alternativo confeccionado com peças simples de PVC (https://www.youtube.com/watch?v=nRWa1_f2JSI). (b) Diferentes modelos de pluviômetros digitais, disponíveis pela Internet



Fonte: O autor.

3.3 Caracterização do período de chuvas nas propriedades rurais

O produtor rural ou o pecuarista pode criar a rotina de coleta das informações das chuvas em sua propriedade. Quando a coleta é realizada de maneira manual, ou seja, com um pluviômetro convencional ou alternativo, o padrão é coletar apenas uma vez ao dia, normalmente, logo cedo pela manhã. O ideal é que seja determinada uma mesma pessoa para realizar a coleta diariamente, tornando-a familiarizada com os procedimentos.

É uma boa estratégia de organização, separar um caderno de anotações, exclusivamente para esta atividade. Como na atualidade, em quase todos os lares há um computador pessoal, ou mesmo um telefone celular com planilhas eletrônicas inseridas na memória, também é uma boa estratégia, repassar as informações anotadas no caderno – que pode ser levado ao campo – para o computador ou telefone celular.

Após um bom período de coletas, a cada mês, já será possível transformar os NÚMEROS anotados, em GRÁFICOS ilustrativos, que facilitam a leitura e o entendimento. Assim, o proprietário será capaz de determinar as melhores épocas do ano, em que haverá água no solo, suficiente para o bom desenvolvimento dos capins e demais cultivos forrageiros.

4. Interações Oceanos-Atmosfera e o regime de chuvas no Bioma Amazônico

O regime anual das precipitações que caem sobre a Amazônia é influenciado pelas condições dos oceanos que cercam a região. As variações das temperaturas da superfície dos oceanos Atlântico, ao leste e, Pacífico, ao oeste, alteram os fluxos de umidade sobre as diferentes mesorregiões amazônicas.

Algumas dessas influências serão apresentadas a seguir. Há exemplos, de momentos nos quais, as condições térmicas na superfície de um dos oceanos, predominam sobre o outro lado, provocando períodos de anomalias pluviais, positivas ou negativas. Porém, há épocas em que ambos se equivalem, deixando o regime pluvial dentro da normalidade climática.

4.1 As influências das interações Oceanos-Atmosfera sobre as ocorrências das chuvas no Bioma Amazônico

Na avaliação das influências dos sistemas de grande escala, Oceano-Atmosfera, sobre a redução dos volumes de chuva em Parauapebas, sudeste da Amazônia, foram analisados os dados de precipitação pluvial durante os períodos chuvoso da região. Estes períodos ocupam o verão inteiro e grande parte do outono e, se referiram aos meses de dezembro a maio, entre os anos de 2012 e 2016.

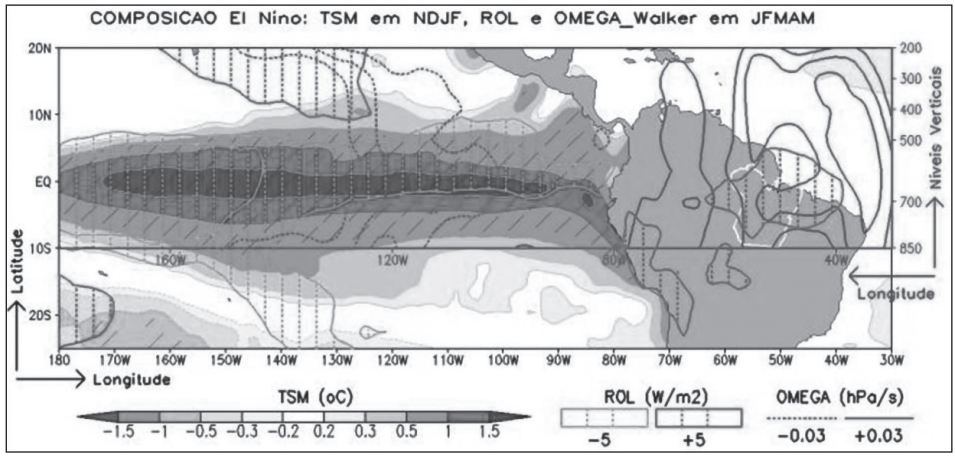
Informações da agência do serviço norte americano de previsão do tempo (*National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA*) do Centro Norte Americano de Previsão Ambiental (NCEP) e do Centro de Previsão Climática dos Estados Unidos da América (CPC) apresentam o Índice Oceânico de El Niño, através das anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM), no setor 3.4 do Oceano Pacífico no quadrante compreendido por 5º Norte a 5º Sul e, 120º a 170º Oeste.

Objetivando-se o entendimento dos padrões oceânicos, do Pacífico e do Atlântico, utilizou-se o conjunto de dados dispostos em pontos de grade de temperatura da superfície do mar (TSM) com resolução de 1º (~111 km em latitude e longitude),

o qual foi compilado por Reynolds *et al*., (2002). As variáveis atmosféricas consistem em dados de radiação de onda longa (ROL) emergente da superfície terrestre, os quais indicam a presença de atividade convectiva ou nebulosidade tropical (LIEBMANN; SMITH, 1996). Utilizaram-se também os dados de velocidade vertical (OMEGA) do conjunto de reanálise do NCEP (KAYNAL *et al*., 1996) disponíveis em oito níveis de pressão na vertical (850, 700, 600, 500, 400, 300, 250 e 200 hPa), que foram usados para analisar a configuração dos ramos ascendentes e descendentes da célula de Walker e Hadley. Os dados de ROL e OMEGA encontram-se disponíveis na resolução de 2,5º (~277 km em latitude e longitude).

Analisando as fases de El Niño, fenômeno que é caracterizado pela elevação da anomalia de TSM no Pacífico equatorial, em pelo menos 0,5Cº acima da média climatológica e mantida por três meses consecutivos, observam-se sobre a América do Sul, anomalias positivas da velocidade vertical (OMEGA, linhas contínuas em lilás) com movimento descendente da célula de Walker resultando em um padrão de inibição significativa do movimento convectivo nos trópicos, ou seja, a ausência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), conforme indicado pela área contendo anomalias positivas de Radiação de Ondas Longas (ROL, linhas em magenta) cobrindo grande parte da Amazônia oriental, notadamente o estado do Pará (Figura 6).

Figura 6 – Evento de El Niño, com anomalias positivas de TSM (ºC, sombreado colorido), ROL (Wm^{-2}, linhas em verde e magenta) e OMEGA_Walker (hPa s^{-1}, isolinhas em lilás). O contorno branco destaca o estado do Pará na América do Sul



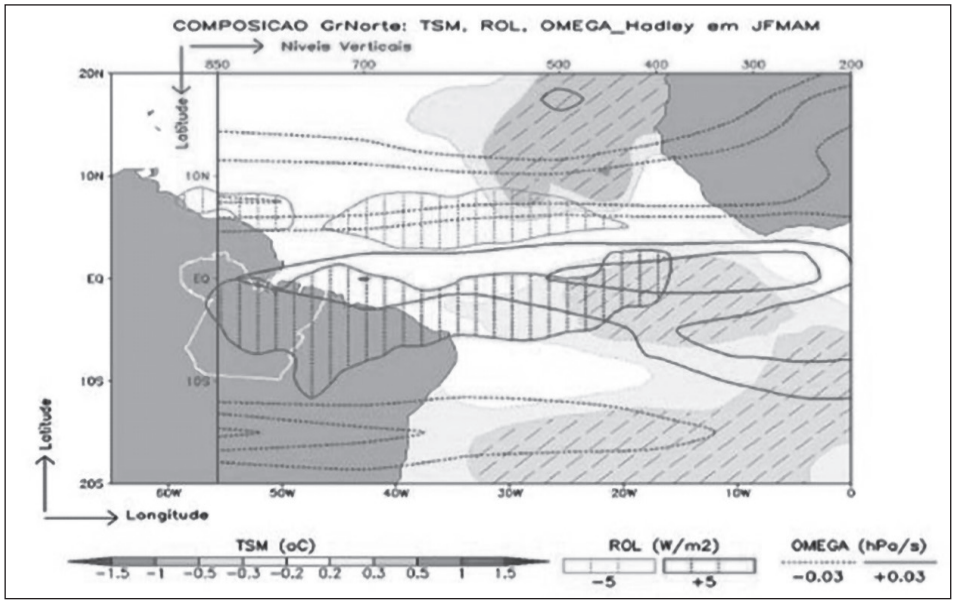
Fonte: Souza, 2017.

Diferentes épocas entre os anos de 2012 e 2016 sofreram influências de sistemas de interação Oceano-Atmosfera de grande escala, em especial o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS). Porém, somente este evento não explica exatamente todas as variações observadas nos totais pluviais dos períodos chuvosos na região de Parauapebas.

A Bacia do Atlântico Tropical Sul (ATS) apresentando o padrão de TSM mais fria do que a média, com ramo

descendente da célula de Hadley, resulta na inibição significante da convecção tropical. Anomalias positivas de Radiação de Ondas Longas (ROL, em linhas em magenta) em até 5 Wm^{-2}, induzem a redução das precipitações em grande parte da Amazônia oriental, norte do Nordeste brasileiro e Atlântico equatorial sul (Figura 7).

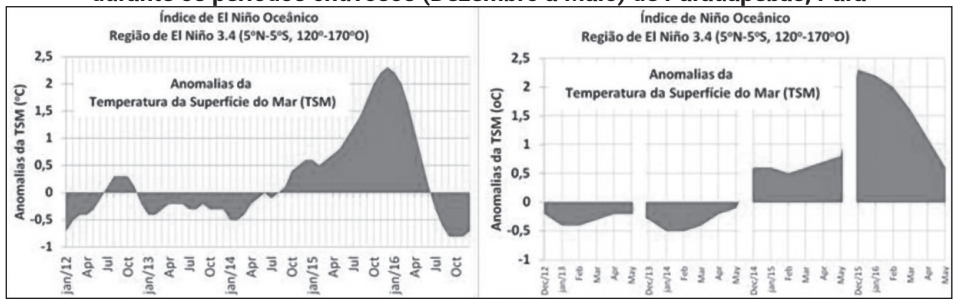
Figura 7 – Observações no Oceano Atlântico equatorial destacam anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM em ºC, sombreado colorido), Radiação de Ondas Longas (ROL em W m^{-2}, linhas em verde e magenta) e OMEGA_Hadley (hPa s^{-1}, isolinhas em lilás). O contorno branco destaca o estado do Pará na América do Sul



Fonte: Souza, 2017.

Durante o período analisado nos anos de 2012 a 2016, observam-se fases de La Niña, fenômeno que é caracterizado pela diminuição das anomalias de TSM no Pacífico equatorial, em pelo menos -0,5Cº abaixo da média climatológica e mantida por três meses consecutivos, como em 2012, de janeiro (-0,7ºC) até junho. E, iniciando em dezembro de 2012, permanecendo durante todo o ano de 2013 e, se estendendo até maio de 2014. Depois, a La Niña volta a aparecer em julho de 2016, se estendendo até o mês de dezembro (-0,8ºC). A fase de El Niño aparece em duas épocas, a primeira, com curta duração, de julho até novembro de 2012. E a segunda, de maneira bastante prolongada, iniciando em setembro de 2014, permanecendo durante todo o ano de 2015 e, se estendendo até o mês de junho de 2016. Sendo o pico máximo de anomalia positiva da TSM alcançado em dezembro de 2015, com 2,3ºC. Quando se analisam somente os períodos chuvosos (Dezembro a Maio), observam-se que em duas épocas foram estabelecidas as fases de La Niña, em 2013 e 2014. Porém, observam-se também, dois períodos em que foram estabelecidas as fases de El Niño, em 2015 e 2016 (Figura 8).

Figura 8 – Índice Oceânico de El Niño/La Niña, através das anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM), nos setores 3 e 4 do Pacífico Equatorial. No lado esquerdo, entre os anos de 2012 e 2016 – No lado direito, durante os períodos chuvosos (Dezembro a Maio) de Parauapebas, Pará



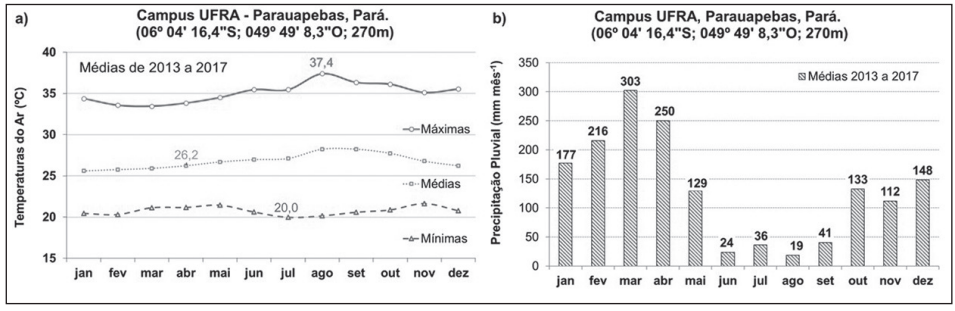
Fonte: O Autor, com informações do CPC/NCEP/NOAA.

4.2 A temperatura da superfície do mar (TSM) no Atlântico Equatorial e as influências nas chuvas no sudeste da Amazônia

A região de Parauapebas, sudeste da Amazônia, assim como a maior parte da Amazônia brasileira, não apresenta variações elevadas na amplitude térmica do ar, durante o ano inteiro. No período entre os anos de 2013 e 2017, a temperatura média do ar oscilou em torno dos 26ºC. As temperaturas mínimas ocorreram no mês de julho e ficaram próximas a 20ºC. As máximas temperaturas ocorreram no mês de agosto e ficaram pouco acima dos 37ºC (Figura 9a).

A variabilidade sazonal das chuvas em Parauapebas apresenta dois períodos bem definidos. Um semestre seco que vai de junho a novembro, com valores de precipitação mensais reduzidos, principalmente em junho (24mm), julho (36 mm), agosto (19mm) e setembro (41mm). E outra metade chuvosa, entre dezembro e maio, com grandes totais mensais de chuvas, especialmente em janeiro (177mm), fevereiro (216mm), março (303mm) e abril (250mm) (Figura 9b). O valor médio anual de precipitação (mm) entre os anos de 2013 e 2017 foi de 1626mm por ano.

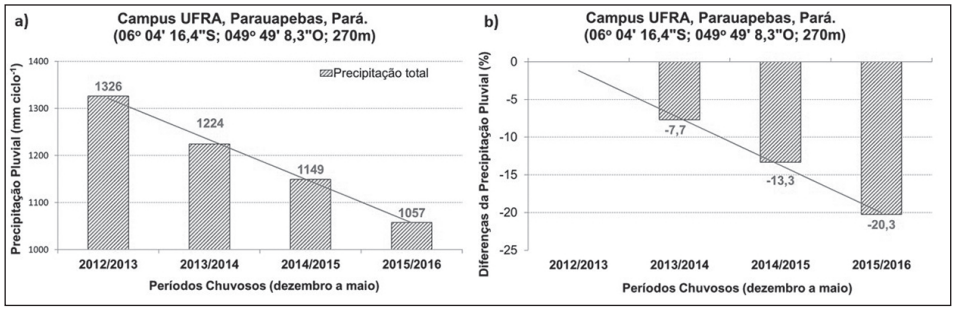
Figura 9 – a) Valores médios mensais da Temperatura do Ar (ºC). b) Precipitação Pluvial (mm), durante os anos de 2013 a 2017, em Parauapebas, Pará, sudeste da Amazônia



Fonte: O autor.

Valores de precipitação pluvial, considerando-se apenas os períodos das estações chuvosas, que se estendem durante todo o verão e parte do outono (dezembro-maio), no sudeste do bioma amazônico, dos anos de 2012 a 2016, apresentaram uma redução dos valores totais em 20,3%. Foram 269mm a menos de chuvas no período 2015-16 que acumulou 1057mm, quando comparado às chuvas do período 2012-13 quando foram registrados 1326mm (Figura 10).

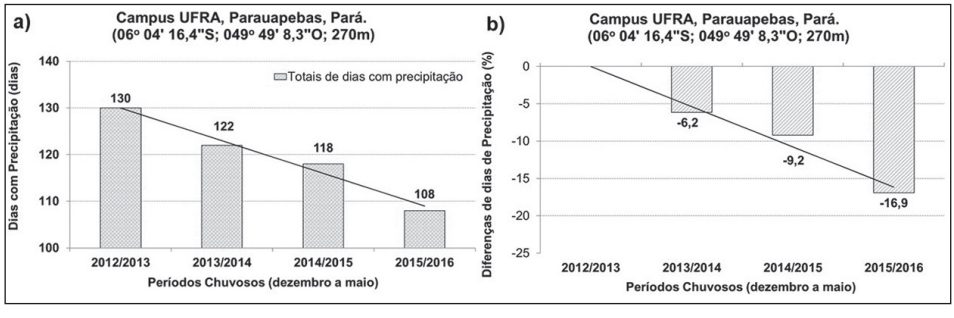
Figura 10 – Precipitação Pluvial durante os períodos chuvosos (Dezembro a Maio) entre os anos de 2012 e 2016, em Parauapebas, Pará, sudeste da Amazônia. a) Totais de precipitação (mm) nos períodos. b) Redução percentual nos totais de precipitação (%) nos períodos



Fonte: O autor.

A quantidade de dias com eventos de precipitação, durante os períodos chuvosos, no sudeste do bioma amazônico, também sofreu uma redução. No período chuvoso de 2015-16, dos 182 dias desta época, ocorreram eventos de chuva em apenas 108 dias (59%). Enquanto no período chuvoso de 2012-13 foram 130 dias (71%) com eventos de chuva. A redução no número de dias com precipitação alcançou -16,9%, entre os anos de 2012 e 2016 (Figura 11).

Figura 11 – Dias com eventos de chuva durante os períodos chuvosos (Dezembro a Maio) entre os anos de 2012 e 2016, em Parauapebas, Pará, no sudeste da Amazônia. a) Totais de dias com eventos de chuva (dias) nos períodos. b) Redução percentual no total de dias com eventos de chuva (%) nos períodos

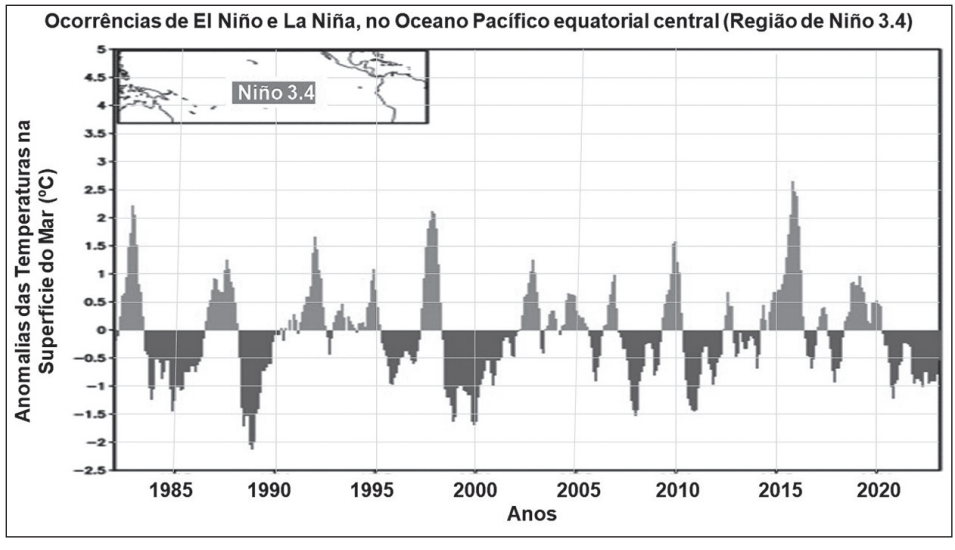


Fonte: O autor.

4.3 Relações das anomalias de TSM dos oceanos Atlântico e Pacífico equatoriais com as chuvas ocorridas em 2021 e 2022, no sudeste do bioma amazônico

As anomalias das temperaturas da superfície do mar (TSM), no Oceano Pacífico equatorial, caracterizam os estabelecimentos dos fenômenos climáticos conhecidos como o El Niño (quando os desvios são positivos) e, a La Niña (para os desvios negativos). Em geral, estes fenômenos se alternam em ciclos regulares, porém, não exatos, fazendo com que suas durações sejam bastante variáveis. Nas últimas quatro décadas, já houve registros de El Niño prolongado, como na primeira metade da década de 1990, quando, apesar da pouca intensidade (anomalias <1,5ºC), influenciou na redução das chuvas em diversas áreas no bioma amazônico. Em meados da década de 2010, ocorreu um evento intenso de El Niño (anomalias >2,5ºC), que também provocou diminuição nas chuvas nos anos de 2014 e 2015. Fases de La Niña intensa (de até -2,0ºC) foram observadas na década de 1980. Na virada do século XXI, registrou-se uma La Niña duradoura, porém com anomalias abaixo de -1,5ºC. Durante os anos de 2021 e 2022 houve a prevalência do fenômeno La-Niña, de pouca intensidade, com anomalias de TSM inferiores a -1,0ºC (Figura 12).

Figura 12 – Periodicidade de eventos de El Niño (em vermelho) ou La Niña (em azul), através das anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM), no setor 3.4 do Oceano Pacífico equatorial central, entre os anos de 1980 e 2022 –



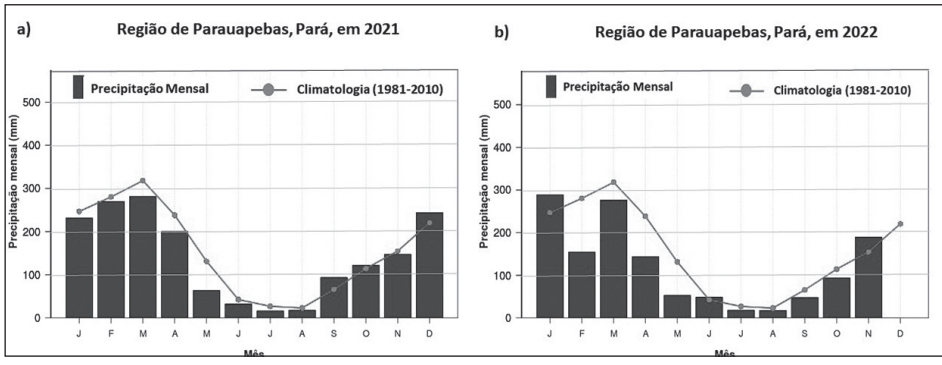
Fonte: O Autor, com informações do CPC/NCEP/NOAA.

No lado oposto do continente sul-americano, em alguns meses, também houve ocorrências de anomalias da TSM acima das médias climatológicas para a bacia do Oceano Atlântico equatorial.

As precipitações ocorridas em 2021, na região de Parauapebas no Pará, foram ligeiramente abaixo das médias normais climatológicas (de 1981 a 2011), durante todo o primeiro semestre até o mês de julho. A partir do mês de agosto, os totais mensais superaram as médias, principalmente nos meses de setembro e dezembro (Figura 13a).

Durante o ano de 2022, o mês de janeiro registrou chuvas acima da média normal. Entretanto, a partir de fevereiro, os totais mensais ficaram abaixo das médias, permanecendo assim até maio. Nos meses de junho e novembro os valores foram acima das normais climatológicas e, de julho a outubro foram ligeiramente abaixo (Figura 13b).

Figura 13 – Precipitações pluviais mensais durante os anos de 2021 (a) e, 2022 (b), na região de Parauapebas no Pará. Em vermelho são apresentados os valores das normais climatológicas, no período de 1981 a 2010 –



Fonte: O Autor, com informações do CPTEC/INPE.

As chuvas acima da média climatológica de novembro de 2022 foram provocadas pela formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), fenômeno atmosférico que organiza o deslocamento do fluxo de umidade, desde o centro da região amazônica, em direção ao oceano, passando sobre o centro-oeste, o sul do nordeste e, pelo sudeste brasileiro.

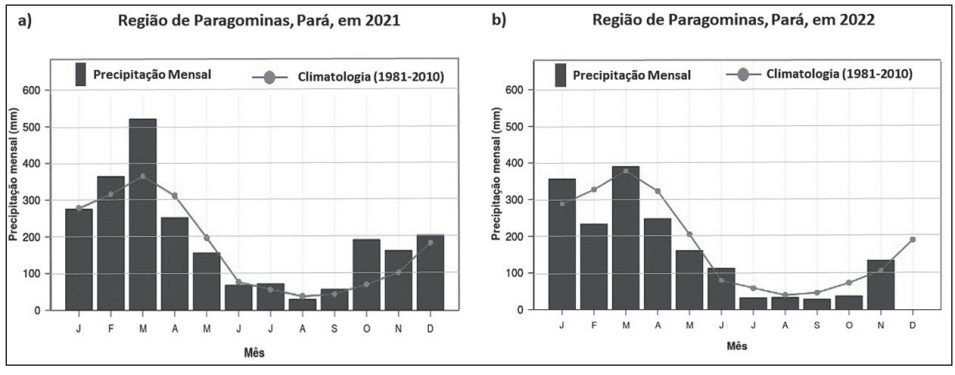
A umidade oriunda do bioma amazônico, recebe um aporte excepcional de vapor d'água, advindo do oceano Atlântico, que se apresenta com as águas de superfície aquecidas acima da média, acumulando volumes colossais de água na atmosfera. Isto proporciona a formação de enormes corredores de nebulosidade sobre esta parte do País, que precipitam em forma de chuvas torrenciais, duradouras e recorrentes.

Na região de Paragominas, Pará, no ano de 2021 as precipitações foram acima das médias climatológicas nos meses de verão. No mês de janeiro a chuva ficou dentro da média, enquanto em fevereiro o registro da precipitação superou a média em torno de 20%. Porém, foi em março de 2021, que as chuvas foram excepcionalmente além da esperada pela climatologia, superando em cerca de 40% a média de longo prazo para o mês. Nos meses de outono, quando ocorre a transição entre a época mais chuvosa e o período de estiagem, as chuvas em abril, maio e, junho ficaram ligeiramente abaixo das médias climatológicas. Para o trimestre de inverno, julho, agosto e, setembro, que

é a época climatologicamente mais seca do ano, as chuvas registradas estiveram dentro e acima das médias. Na sequência, o mês de outubro foi o que registrou valores anomalamente acima da média, superando em mais de 100% o esperado pela climatologia. Os meses de novembro e dezembro se mantiveram acima da normalidade climática, mas nada excepcional como em outubro (Figura 14a).

O ano de 2022, em Paragominas, começou com janeiro mantendo a sequência apresentada no trimestre anterior, com chuvas acima da média. Entretanto, o mês de fevereiro registrou uma redução no índice pluviométrico, em trono de 30% abaixo da média esperada para o período. Esta variação também foi observada na região de Parauapebas no mesmo período. Esta semelhança no quadro do regime pluvial em áreas distantes entre si, alerta para a possibilidade de influências de sistemas meteorológicos de grande escala, provocados por anomalias de TSM no oceano Atlântico e/ou Pacífico. Em março as chuvas voltaram a aumentar de quantidade, como esperado pela climatologia, ficando ligeiramente acima da média. Nos meses de abril e maio, os registros foram abaixo das médias e, em junho novamente superou o valor climatológico. Nos meses seguintes, que estão dentro da época seca na região, julho, agosto, setembro e, outubro ficaram abaixo das médias climatológicas. E, no mês de novembro foi registrado um índice pluviométrico ligeiramente superior à média para o mês (Figura 14b).

Figura 14 – Precipitações pluviais mensais durante os anos de 2021 (a) e, 2022 (b), na região de Paragominas no Pará. Em vermelho são apresentados os valores das normais climatológicas, no período de 1981 a 2010 –



Fonte: O Autor, com informações do CPTEC/INPE.

Durante todo o segundo semestre de 2022, o regime pluvial da região de Paragominas apresentou o mesmo padrão observado em Parauapebas. Os valores registrados são diferentes, mas, as curvas de variação são semelhantes. Sugerindo que ambas as regiões podem ser influenciadas pelos mesmos moduladores de precipitação.

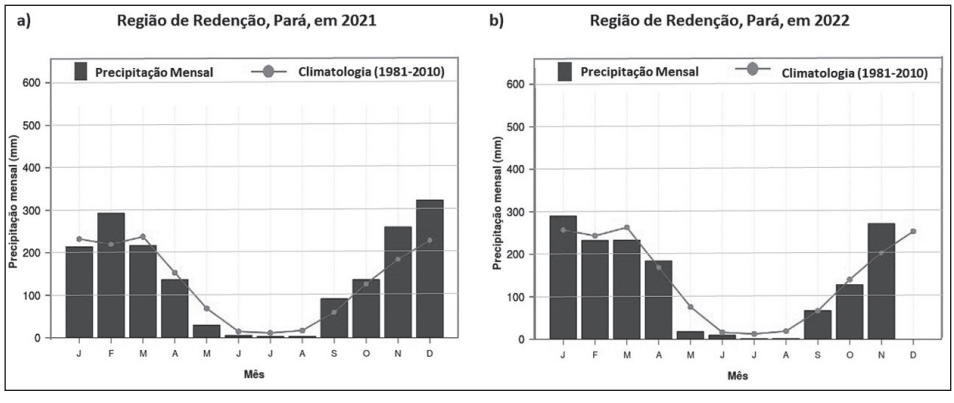
Outra área do sudeste do bioma amazônico, que apresentou variações semelhantes no padrão do regime pluvial, nos anos de 2021 e 2022, foi a região de Redenção, também no Pará.

Em 2021, nesta região, as chuvas do primeiro semestre foram ligeiramente abaixo da normal climatológica (1981-2010), exceto no mês de fevereiro,

quando a precipitação pluvial superou em quase 50% a média mensal esperada para o período. Este padrão acima da média em fevereiro, foi o mesmo observado em Paragominas. Os meses de março, abril e, maio ficaram abaixo do esperado para o período, similar ao padrão visto em Parauapebas. No trimestre, junho, julho e agosto as chuvas ficaram abaixo da normal, mas isto não altera o padrão, pois o regime pluvial na região apresenta chuvas desprezíveis neste período do ano. A partir de setembro, o restante do ano foi com chuvas acima dos valores climatológicos. No mês de novembro o índice pluviométrico suplantou a normalidade climática, em cerca de 40% do esperado. Para dezembro este crescimento pluvial foi de quase 50% além da média (Figura 15a).

Assim como observado em Parauapebas e Paragominas, o mês de janeiro de 2022, apresentou um índice pluviométrico acima da média climatológica em Redenção. O mesmo padrão observado nas outras duas regiões do sudeste amazônico, foi registrado em fevereiro, com uma redução das chuvas, ficando abaixo da média esperada. O fato se repetiu em março com um valor similar ao de fevereiro. Em abril o valor registrado superou suavemente a curva normal da pluviosidade. O mês de maio voltou a registrar valores de chuva, significativamente abaixo da normalidade climatológica. Padrão este que já havia ocorrido no ano anterior e, também nas regiões de Parauapebas e, Paragominas. O trimestre seco, de junho, julho e, agosto, seguiu o seu padrão climatológico, com praticamente nenhuma chuva representativa. Os meses de setembro e, outubro, também foram de normalidade pluvial, porém, com precipitações significativas para o início da reposição de umidade no solo. Tendo sido em outubro registrado um valor superior aos 120 mm de chuva. E, para o mês de novembro, as chuvas ocorridas superaram em mais de 30% a média histórica (Figura 15b).

Figura 15 – Precipitações pluviais mensais durante os anos de 2021 (a) e, 2022 (b), na região de Redenção no Pará. Em vermelho são apresentados os valores das normais climatológicas, no período de 1981 a 2010 –



Fonte: O Autor, com informações do CPTEC/INPE.

As precipitações pluviais sofrem influências das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM). Tanto as chuvas que caem sobre os oceanos, com aquelas ocorridas

sobre os continentes. Em geral, as análises das anomalias da TSM em escala global, dividem-se em três condições: As tonalidades em azul indicando que as anomalias são negativas, quando as TSM estão, pelo menos, -0,5ºC abaixo das médias climatológicas. As áreas oceânicas que estão em branco, representam que a região está em neutralidade (-0,5ºC<TSM<0,5ºC), quando a TSM está 0,5ºC em torno da média climatológica. E, as tonalidades em laranja, indicando anomalias positivas. Quando as TSM estão, pelo menos, 0,5ºC acima das médias climatológicas (Figura 16).

Destacando que, quando a TSM está acima da média, há tendência de maiores quantidades de umidade liberadas, na forma de vapor d'água, dos oceanos para a atmosfera. Aumentando a possibilidade da formação de nebulosidade e, consequentemente elevando a probabilidade de ocorrências de precipitações, em outras regiões do planeta.

A situação inversa também é observada. Quando a TSM está abaixo da média, a tendência é de redução da evaporação sobre os oceanos, induzindo à inibição da formação das nuvens, com consequente redução nas chuvas, nas áreas influenciadas por esta atividade.

Quando são analisadas as precipitações pluviais na Amazônia e, as possíveis influências das condições de TSM, no Atlântico tropical, principalmente na costa brasileira e, no Pacífico equatorial, destacando-se as situações de condições de El-Niño ou La-Niña, observam-se diversas variações.

No mês de fevereiro de 2021, a região de Parauapebas, registrou índices pluviométricos dentro da normalidade climatológica de 250 mm. Naquela época o Pacífico equatorial indicava uma situação de La-Niña leve na costa do Peru e, uma área significativa estava em neutralidade climatológica. Na mesma época, o lado do Atlântico sul tropical apresentava-se na neutralidade próximo à costa brasileira (Figura 16a).

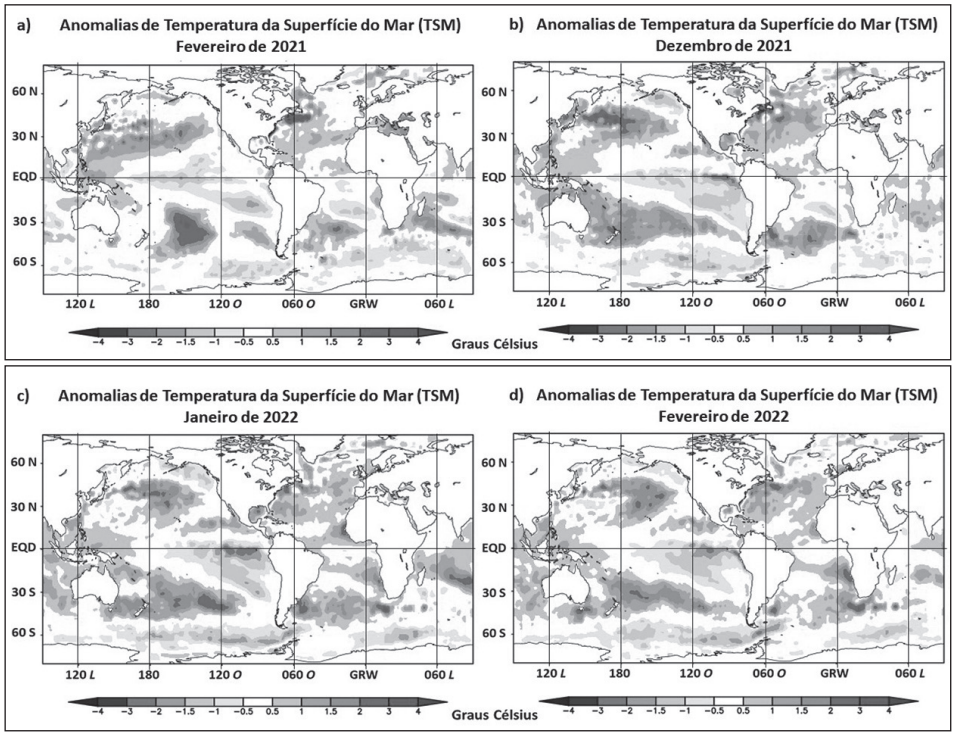
Para o final do ano de 2021, no mês de dezembro as chuvas alcançaram os 200 mm, levemente acima da média normal do período. A condição de La-Niña estava muito mais configurada próxima ao litoral oeste da América do Sul. Entretanto, no litoral atlântico a anomalia positiva da TSM estava em formação. Ainda não se observava uma boa definição da zona de convergência intertropical (ZCIT), existindo áreas de neutralidade entre o Brasil e a África (Figura 16b).

O ano de 2022 começa com chuvas 20% acima da média na região de Parauapebas, o mês de janeiro registrou índice próximo do 300 mm. A condição da La-Niña se fortalece na região equatorial, entre as longitudes de 100º e 120º Oeste. Porém, se afasta do litoral norte do Chile, deixando uma grande área com neutralidade na TSM. No lado do oceano Atlântico, a situação da TSM apresentava-se acima da média, próximo a costa desde o hemisfério norte, no litoral do Suriname, Guiana francesa, Amapá, Pará, se estendendo por todo o litoral norte e leste do nordeste brasileiro, alcançando todo o litoral norte da Bahia. Na oportunidade a ZCIT estava bem estabelecida, desde a costa sul-americana atravessando o Atlântico equatorial, até a costa oeste africana, onde a TSM apresentava forte anomalia positiva (Figura 16c).

Em sequência, no mês de fevereiro a região de Parauapebas sofreu uma enorme redução da precipitação pluvial. Foram registrados cerca de 150 mm, valor 40% menor que a média climatológica para o mês. Esta diminuição nas chuvas está relacionada com a intensificação da La-Niña

próxima do litoral peruano estendendo-se até o norte do Chile. Simultaneamente, são observados enfraquecimentos da anomalia positiva da TSM no litoral nordeste brasileiro e na região de formação da ZCIT, entre o Brasil e a África. A área de neutralidade climatológica da TSM apresentou um significativo aumento na região equatorial atlântica (Figura 16d).

Figura 16 – Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) em escala global. Meses de fevereiro (a) e, dezembro de 2021 (b), janeiro (c) e, fevereiro de 2022 (d)



Fonte: O Autor, com informações do CPTEC/INPE.

5. Considerações finais

Este capítulo sobre os diferentes regimes pluviais, se propôs a auxiliar os pecuaristas e produtores rurais, de quaisquer dimensões territoriais ou financeiras, no entendimento das informações climatológicas que se encontram disponíveis nos mais diversos serviços públicos, disponibilizados por agências governamentais do Brasil ou internacionais, ou mesmo, nos serviços de empresas privadas, especializadas no acompanhamento do tempo e do clima direcionados ao agronegócio, neste vasto e diverso bioma amazônico.

REFERÊNCIAS

Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC); Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2022. http://clima1.cptec.inpe.br/evolucao/pt

Climate Prediction Center (CPC); National Centers for Environmental Prediction (NCEP); National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2022. https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml#history

Climate-Data, 2022. https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/

De Souza E.B.; Kayano M.T.; Ambrizzi T. Intraseasonal and submonthly variability over the eastern Amazon and Northeast Brazil during the autumn rainy season. **Theory Apply Climatology.** v. 81, p. 177–191, 2005.

De Souza E.B; Kayano M.T.; Tota J; Pezzi L; Fisch G; Nobre C. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960–1998. **Acta Amazonica**, v. 30, n. 2, p. 305–318, 2000.

DVA / SEMSA, Divisão de Vigilância Ambiental. Secretaria Municipal de Saúde de Parauapebas. **Boletim de levantamento residencial.** 2015.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Pastagens**, 2022. https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-bovina/producao-de-carne-bovina/pastagem

Feitosa, J.R.P.; Ferreira da Costa, R.; Fisch, G.; Souza. S.S. e, Nobre, C.A. Radiação solar global em áreas de floresta e pastagem na Amazônia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 1-7, 1998.

Ferreira da Costa, R. Pluviômetro alternativo com peças de PVC. **Canal Rafael F Costa**. **Youtube**, 2022. https://www.youtube.com/watch?v=nRWa1_f2JSI

Ferreira da Costa, R.; Feitosa, J.R.P.; Fisch, G.; Souza. S.S. e, Nobre, C.A. Variabilidade diária da precipitação em regiões de floresta e pastagem na Amazônia **Acta Amazônica** v. 24, n. 4, p. 395-408, 1998.

Fisch, G.; Marengo, J. A. e, Nobre, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 28, n. 2, p. 101-126, 1998.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal**, 2022b. https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Trimestral do Abate de Animais,** 2022a. https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9203-pesquisas-trimestrais-do-abate-de-animais.html

Kalnay, E. *et al*. NCEP/NCAR 40-year Reanalysis project. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 77, p. 437-471, 1996.

Liebmann, B.; Smith, C. A. Description of complete (interpolated) outgoing longwave radiation data set. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 77, p. 1275–1277, 1996.

Maia Alves, S. F. Análise comparativa do regime de precipitação e de evapotranspiração em áreas desmatadas e florestadas na região amazônica. **Trabalho de Graduação**, Instituto Tecnológico da Aeronáutica, Centro Técnico Aeroespacial, São José dos Campos, São Paulo, 72 p. 1997.

Reynolds, R.W. *et al*. An improved in situ and satellite SST analysis for climate. **Journal of Climate**, v. 15, p. 1609–1625, 2002.

Rodrigues, B. H. N.; Andrade, A. C.; Magalhães, J. A.; Bastos, E. A.; Santos, F. J. S. Evapotranspiração e coeficiente de cultura do Capim-Tanzânia. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio Norte**. Teresina, 23 p., 2011.

Souza, P.F.S. Impactos dos Anos Climáticos Extremos no Rendimento da Lavoura Temporária de Mandioca na Região Rural da Metrópole de Belém, Pará. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), 127 p. Belém, Pará, 2017.

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_004

4. GESTÃO DO SOLO E DE RECURSOS FORRAGEIROS NA AMAZÔNIA

Letícia de Abreu Faria[1]
Ricardo Shigueru Okumura[2]
Ebson Pereira Cândido[3]
Thiago Carvalho da Silva[4]
Vitor Hugo Maués Macedo[5]
Daiane de Cinque Mariano[2]
Aníbal Coutinho do Rêgo[6]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Paragominas, Paragominas, Pará
[2] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, Parauapebas, Pará
[3] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Capanema, Capanema, Pará
[4] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, Belém, Pará
[5] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA, Rio Branco, Acre
[6] Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará

Introdução

Em sistemas intensivos de produção de ruminantes em pastagens é fundamental o conhecimento das características edafoclimáticas (solo e clima) para a busca de uma gestão racional do solo e dos recursos forrageiros. Na região amazônica, as condições climáticas associadas ao cultivo de forrageiras tropicais favorecem uma alta produção de forragem a baixo custo durante a maior parte do ano. Entretanto, as pastagens precisam ser manejadas adequadamente para atingir metas produtivas desafiadoras. Essas metas de produção de forragem podem ser orientadas em parte pensando na intensificação sustentável da produção, com aumento na eficiência de uso dos recursos naturais, principalmente por meio do manejo do solo e da forragem produzida.

O conhecimento das características físicas e químicas do solo é preponderante no direcionamento de técnicas de manejo que potencializem a produção, como por exemplo, na escolha da espécie forrageira, no uso de estratégias de adubação etc. A combinação adequada entre manejo do pastejo e da fertilidade do solo pode influir positivamente nos aspectos estruturais do solo, na produtividade forrageira, na sustentabilidade da atividade, e por fim, no desempenho animal.

A adubação e a correção da acidez do solo em pastagens são fundamentais para sua sustentabilidade, assim como para qualquer outra cultura. Entretanto, além do manejo na construção e manutenção da fertilidade do solo, há diferenciais em relação às estratégias de adubação, principalmente a nitrogenada, que devem ser precedidos pela habilidade do

produtor e seus colaboradores em manejar o pastejo.

Visando o sucesso da gestão de recursos forrageiros em sistemas intensivos, do ponto de vista do manejo da pastagem e do pastejo, é importante conhecer e quantificar aspectos relacionados às características produtivas do pasto, como por exemplo, medição de altura do pasto pré e pós pastejo, massa de forragem e de resíduo, dentre outros.

A busca por informações de variáveis ambientais como precipitação, umidade, temperatura dentre outras, quer seja através de observações na fazenda, quer seja por meio de informações disponíveis nos mais diversos canais, ajudam a compor modelos matemáticos que possibilitam ajustes finos no sistema. Esses ajustes partem para a predição da produção de forragem associada ao ajuste na taxa de lotação da propriedade. Diante disso, no presente capítulo abordaremos os aspectos relacionados aos ajustes finos no sistema de produção intensivo a pasto por meio da gestão racional do solo e do conhecimento das características ambientais e da cultura forrageira produzida.

Atributos físicos dos solos da Amazônia e os impactos na produtividade do pasto

O manejo inadequado do solo e do pasto, principalmente sob intenso pisoteio animal, pode ocasionar a compactação do solo, que reconhecidamente, é um dos entraves da agricultura sustentável. Em áreas de pastagens, principalmente mal manejadas, torna-se comum a presença de camadas compactadas resultantes das cargas ou pressões aplicadas pelo pisoteio.

O grau de compactação promovido pelos animais é resultante da textura do solo, sistema de pastejo, altura de manejo da pastagem, quantidade de resíduo vegetal no solo e umidade do solo. Assim, é importante conhecer a quantidade de forragem produzida e a partir da informação controlar a taxa de lotação animal, possibilitando minimizar o efeito do pisoteio na qualidade física dos solos, limitado às camadas superficiais, de 0,00 à 0,10 m (TORRES *et al*., 2014).

A pressão do casco dos animais no solo compromete a camada superficial pelo aumento da densidade do solo e da redução da porosidade. De acordo com Primavesi (1999), um bovino de 400 kg exerce pressão de 3,5 kg cm^{-2}, o que equivale, em média, a uma pressão de 0,17 MPa por casco, podendo penetrar o solo cerca de 12 cm (MATIAS *et al*., 2009). A maior pressão de pastejo, definido pela relação entre o peso animal e a massa de forragem disponível [kg(animal) kg^{-1} (massa seca de forragem) dia^{-1}], associada a pastagens de baixa produtividade e maiores taxas de lotação animal, prejudica a qualidade física do solo por resultar na maior carga de bovinos. Isso ocorre independentemente do sistema de produção (lotação rotativa, contínua e integração lavoura-pecuária), ocasionando a redução da produtividade e longevidade das pastagens (IMHOFF *et al*., 2000).

O ajuste da taxa de lotação animal em função da produtividade do pasto, a manutenção de uma massa contínua de forragem sobre o solo e um período de descanso para recuperação da pastagem, principalmente do sistema radicular, podem contribuir para reduzir o impacto de elevadas taxas de lotação animal (COSTA *et al*., 2012).

O aumento na densidade do solo ocasiona a redução da elongação radicular, uma vez que o crescimento das raízes ocorre por meio da divisão e expansão das células meristemáticas, baseado

principalmente no turgor das células radiculares. Caso a resistência do solo seja superior ao turgor das células, o crescimento radicular será prejudicado, e em casos extremos pode ser interrompido.

A rota preferencial de crescimento das raízes é pelos macroporos (CAMARGO; ALLEONI, 1997), a qual é influenciada negativamente pela compactação ocasionada pelo pisoteio animal sobre o solo. Quando a ramificação das raízes é reduzida, estas tendem a se desenvolver nas fraturas existentes ao longo dos planos de fraqueza do solo, permitindo uma elongação de poucos milímetros por dia. Com isso, a absorção de água e nutrientes é restringida, principalmente para nutrientes dependentes do mecanismo de difusão, como fósforo, potássio e zinco, resultando nas menores respostas à adubação, principalmente porque o aumento na densidade do solo promove maior adsorção de fósforo, com redução do fluxo difusivo do nutriente (NOVAIS; SMYTH, 1999).

A compreensão da influência do manejo de pastagens na qualidade física do solo faz-se necessária, uma vez que os solos com perdas de qualidade física apresentam problemas em sua estruturação com formação de agregados pouco estáveis, elevada densidade, maior resistência à penetração das raízes e chegam em condições que limitam o desenvolvimento e produção das culturas vegetais (SILVA *et al*., 2017). Os valores dos atributos físicos do solo têm sido adotados para a avaliação da sua qualidade física, tais como densidade, porosidade e resistência do solo à penetração.

• Densidade do solo: a densidade do solo depende da natureza, das dimensões e da forma como estão dispostas as partículas do solo, em que quanto maior for o valor de densidade do solo, maior será a compactação, e menores serão a estruturação e porosidade total. A amplitude de variação situa-se dentro dos limites médios: solos argilosos, de 1,00 a 1,25 g cm^{-3} e solos arenosos de 1,25 a 1,40 g cm^{-3} (SANTANA, 2009).

• Porosidade total: a porosidade do solo pode ser definida como a relação entre a proporção de espaços que podem ser ocupados por líquidos e ar em relação ao espaço ocupado pela massa de solo. Os solos com menor porosidade são os arenosos, uma vez que as partículas são predominantemente grandes, a tendência é formar a disposição piramidal, que tem menor espaço vazio. Enquanto, nos solos de textura fina, as partículas não apresentam arranjo de maneira compactada, e a argila coloidal contribui para formar agregados que aumentam a porosidade. Lima *et al*. (2007) relatam que a porosidade do solo considerada ideal deve apresentar 0,500 m^3 m^{-3} do seu volume total, na qual a microporosidade é responsável pelo armazenamento de água, e varia de 0,250 à 0,330 m^3 m^{-3}, enquanto a macroporosidade, representada pelo volume de poros responsáveis pela aeração das raízes, de 0,170 à 0,250 m^3 m^{-3}.

• Resistência mecânica do solo à penetração: a resistência mecânica do solo à penetração é um parâmetro usado para avaliar o grau de compactação do solo, que pode causar um impedimento físico na superfície e subsuperfície, sendo considerada uma das propriedades físicas diretamente conectada com o crescimento das plantas. O aumento da resistência do solo à penetração compromete a estrutura e presença de macro e microporos responsáveis, em parte, pelo processo de difusão de nutrientes na

solução do solo até as raízes das plantas (COSTA *et al*., 2009). De acordo com Imhoff *et al*. (2000), os valores de resistência mecânica do solo a partir de 2 à 3 MPa são considerados limitantes ao desenvolvimento radicular, indicando a presença de uma camada compactada.

Como efeito colateral da maior exigência em mecanização e fertilidade de solo pela agricultura, muitas vezes as áreas de pastagens são localizadas em relevos acidentados e solos arenosos, o que aumenta a suscetibilidade a erosão. Assim, o manejo de descompactação dever ser feito prioritariamente antes da formação do pasto com práticas mecânicas adequadas à identificação da camada compactada e tipo de solo. Em pastos já estabelecidos, muitas vezes a compactação do solo somada a outras ocorrências é ponto de decisão para necessidade de reforma ou renovação, que reflete em alto custo de produção.

Em situações que demandam recuperação de pastagens, muitas vezes há necessidade de prática mecânica na descompactação de solo, porém a decisão deve ser criteriosa, levando em consideração a profundidade da camada compactada e a espécie forrageira. Espécies de hábito decumbente ou estolonífero têm maior habilidade em se recuperar de danos físicos causados por práticas mecânicas, até mesmo de uma gradagem, enquanto, a depender do implemento utilizado, uma espécie de hábito cespitoso poderia ser altamente prejudicada.

Assim, para obter e/ou manter elevadas produtividade dos pastos é necessário que os solos apresentem adequado espaço poroso (macro e microporos), densidade favorável para o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular, sendo que a ausência dos atributos físicos adequados é um dos fatores responsáveis pela degradação dos solos e a redução da longevidade dos pastos.

Manejo da fertilidade do solo para a intensificação forrageira

A intensificação da produção de forragem visando a obtenção de maior produtividade animal têm alta dependência do manejo racional da fertilidade do solo. A base para isso é o conhecimento das características químicas e físicas do solo, somadas à habilidade de controle do pastejo. Os solos predominantes do bioma amazônico, e principalmente de áreas ocupadas com pastagens, não destoam da maioria dos solos brasileiros, pois apresentam relevo e características físicas que facilitam o manejo mecânico, mas aliados à baixa fertilidade.

Nesse contexto, a construção de fertilidade do solo baseada em correções de parâmetros químicos e físicos do solo é o ponto inicial para a obtenção de elevados índices produtivos na pastagem. Além disso, a escolha compatível da espécie forrageira com as características edafoclimáticas locais, manejo do pastejo e da fertilidade do solo almejados, bem como a compatibilidade desses fatores com os objetivos, metas e capacidade de investimento do produtor, são fundamentais como base para a sustentabilidade do sistema produtivo.

A construção da fertilidade do solo se inicia com as correções, e essas podem ser diferenciadas em práticas e exigências dentre as fases de estabelecimento e a manutenção. As práticas corretivas se baseiam no monitoramento do controle da acidez e neutralização do Al^{3+} tóxico

por meio da análise de solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm.

No estabelecimento do pasto as demandas por calagem visam atender valores de saturação por bases (V%) mais elevados, variando de 40 a 70% dependendo da gramínea ou leguminosa forrageira. As práticas de calagem, gessagem e fosfatagem em pré-plantio são acompanhadas de incorporação visando corrigir o solo em profundidade e adequá-lo para receber a cultura.

Na manutenção com a forragem estabelecida, as demandas são menores, a saturação por bases varia de 40 a 60% conforme a espécie, e as práticas corretivas podem ser aplicadas em superfície sem incorporação, principalmente no caso de forrageiras de hábito de crescimento cespitoso, como as espécies do gênero *Megathyrsus* (syn. *Panicum*), precedido do rebaixamento do dossel, preferencialmente por meio do pastejo.

A aplicação do calcário deve ser realizada antecedendo o plantio ou as adubações em cerca de 90 dias para garantir a eficiência da adubação. A calagem, além de elevar o pH do solo corrigindo a acidez ativa, também disponibiliza Ca e Mg, aumenta a disponibilidade de P e Mo, e reduz a disponibilidade de Al^{3+}, Mn^{2+} e Fe^{3+}, adicionalmente, melhora os processos de decomposição e mineralização da matéria orgânica (MALAVOLTA, 1981).

A gessagem consiste na aplicação de gesso agrícola ou fosfogesso com objetivo de neutralizar o alto teor de Al^{3+} tóxico (> 5 mmol dm^{-3}) na camada subsuperficial do solo (20-40 cm), podendo ser realizada junto à calagem. O excesso de Al^{+3} restringe o crescimento radicular, consequentemente, diminui a absorção de água e de nutrientes (SOUSA; LOBATO, 2004).

O gesso pode colaborar com o fornecimento de enxofre para a qualidade proteica e produtividade da forrageira, principalmente para leguminosas e gramíneas de maior exigência em fertilidade, além de potencializar os efeitos do calcário e fertilizantes. Assim, dados na literatura direcionam que a aplicação de adubação básica em *Urochloa brizantha* (syn. *Brachiaria brizantha*) em degradação aumentou o rendimento de massa seca em 170%, mas quando somada à aplicação de 200 kg ha^{-1} de gesso, isso passou para 282% (SOUSA *et al*., 2001).

A necessidade das práticas de calagem e gessagem, assim como informações para o fornecimento de nutrientes, devem ser verificadas por meio de análises de solo anuais, ou no mínimo a cada dois anos, subsidiando decisões mais assertivas. As análises de solo também permitem observar os efeitos residuais das aplicações e acompanhar a evolução da fertilidade do solo, assim Moreira (2018) verificou efeito residual da calagem em até dois anos no capim *U. brizantha* cv. Marandu cultivado nas condições edafoclimáticas do estado de Rondônia.

A disponibilidade de fósforo (P) é fundamental para a formação e o crescimento das raízes (FAGAN *et al*., 2016), a adubação deve ser realizada, principalmente, na implantação do pasto devido a maior exigência da planta nesta fase. Os solos tropicais brasileiros, de modo geral, apresentam baixos teores de P, mas as gramíneas forrageiras demonstram habilidade na extração, além de baixa exportação deste nutriente. Entretanto, em situações de baixos teores no solo

e intensidade de manejo, este nutriente pode se tornar um limitante.

Na adubação de manutenção de pastos, o mínimo recomendado, é manter os níveis críticos de P no solo de acordo com a exigência de cada espécie e o teor de argila, com maiores níveis se houver a presença de leguminosas, conforme estabelecido em boletins atualizados. Para isso, os fosfatos solúveis apresentam resultados mais rápidos comparados às fontes naturais, por isso produtos solúveis são recomendados principalmente na formação e em sistemas intensivos, enquanto os fosfatos naturais ou produtos de menor solubilidade podem ser opções para solos de maior fertilidade ou em misturas com fontes solúveis reduzindo os custos sem implicações produtivas (CABRAL *et al*., 2015).

Para a adubação de manutenção e intensificação das pastagens, o nitrogênio (N) e o potássio (K) são os nutrientes que mais refletem em produtividade. Em áreas sob manejo intensivo, o solo precisa estar bem suprido em K para assegurar a demanda das plantas. Mattos e Monteiro (1998) verificaram efeitos positivos de doses de K na produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, no número de perfilhos e na concentração de potássio em *Urochloa brizantha*.

O nitrogênio é praticamente sinônimo de intensificação de pastagens, pois acelera a taxa de crescimento, principalmente por meio do estímulo no alongamento de folhas e aparecimento de perfilhos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). No entanto, é necessário alertar que a adubação elevada de N aumenta a demanda por outros nutrientes, assim solos de baixa fertilidade sob altas doses de N podem ser conduzidos à degradação, ou seja, é necessário manter o nível crítico dos demais nutrientes no solo para intensificação com adubação nitrogenada.

O incremento em qualidade de forragem também é um reflexo da adubação nitrogenada, que deve ser acompanhada do suprimento adequado em enxofre (S) para garantir quantidade e qualidade proteica. O gesso ou alguns fertilizantes, como o superfosfato simples, sulfato de amônio, dentre outros, são fornecedores de S facilitando o manejo e o suprimento da planta.

As favoráveis condições climáticas no bioma amazônico somadas à adubação nitrogenada durante o período chuvoso podem promover elevadas taxas produtivas de forragem, mas as perdas de N por volatilização e lixiviação podem se tornar uma preocupação. As perdas por volatilização ocorrem com a aplicação de fertilizantes a base de ureia, e em maior magnitude nos primeiros dias após a aplicação (FARIA *et al*., 2020). Na região Amazônica isso pode ser amenizado pela elevada ocorrência de chuvas, que favorece sua incorporação ao solo. De acordo com Bouwmeester *et al*. (1985), a precipitação de 24 mm após a aplicação de ureia é o suficiente para evitar perdas por volatilização.

A lixiviação do $N\text{-}NO_3^-$, assim como de K, pode ocorrer com as intensas chuvas na região, principalmente em solos arenosos, o que reforça a recomendação do parcelamento das doses ao longo do período chuvoso. O N também pode ser aplicado no final do período chuvoso, como estratégia para ampliar a oferta de forragem no período seco, principalmente em sistema de diferimento, além de acelerar a recuperação do pasto no início do período chuvoso sequencial. Para a adubação fosfatada, não há

necessidade de parcelamentos devido a dinâmica de baixa mobilidade do P no solo (RAIJ, 2011), podendo assim, ser aplicado no início do período chuvoso em solo corrigido.

As plantas forrageiras apresentam elevada responsividade a altas doses de N, no entanto, tendem a seguir a lei dos incrementos decrescentes, ou seja, há incrementos em produção, mas esses são menores com o aumento da dose. Dessa forma, a decisão da dose a ser aplicada deve ser baseada na resposta econômica, que pode variar principalmente com o custo do fertilizante e do produto animal (carne ou leite).

Vale salientar que a magnitude dos incrementos em qualidade e quantidade de forragem em resposta às adubações é dependente da eficiência de uso dos nutrientes, que por sua vez, depende da redução de perdas. As perdas de nutrientes resultam em impactos econômicos e ambientais, principalmente se as práticas no manejo do solo e colheita não estiverem em conformidade. Fertilizantes de eficiência aumentada vêm ocupando espaço no mercado, mas é sempre necessário atentar-se a relação custo/benefício e aos mecanismos de liberação anunciados.

O manejo da fertilidade do solo para pastagem se completa com o controle dos micronutrientes, que pode refletir principalmente na qualidade da forragem para os animais. Em pastagens de gramíneas tropicais, de modo geral, as extrações de micronutrientes são pequenas, além disso, poucos casos de respostas têm sido relatados em trabalhos de campo no Brasil (MONTEIRO *et al*., 2001), sendo destacada a importância na presença de leguminosas. No entanto, as doses corretivas de 0,2; 2,0; 2,0; e 1,0 kg ha^{-1} de Mo, Zn, Cu, e B, respectivamente, normalmente, satisfazem a exigência da maioria das plantas forrageiras (VILELA *et al*., 2004).

Essas doses de micronutrientes têm sido comumente empregadas nas formulações dos fertilizantes utilizados em sistemas de manejo intensivo (OLIVEIRA, 2001), e recentemente, trabalhos com aplicação foliar também têm demonstrado bons resultados, mas ainda compete mais pesquisas para sua recomendação, principalmente em relação custo/benefícios para a região amazônica.

O manejo da fertilidade do solo, com a utilização racional de corretivos e fertilizantes em doses, fontes e momentos de aplicação adequados, aliado ao manejo do pastejo é capaz de aumentar a produtividade, qualidade, e velocidade de produção de forragem, possibilitando maior sustentabilidade para o sistema de produção animal. Para isso, é de suma importância o monitoramento da fertilidade do solo e ajustes nas taxas de lotação, principalmente nas favoráveis condições climáticas da região amazônica.

Fatores de crescimento e desenvolvimento de plantas forrageiras na Amazônia

O crescimento das plantas representa o aumento em massa e volume, enquanto o seu desenvolvimento está relacionado às mudanças quanto aos aspectos morfofisiológicos. Ambos os processos agem em conjunto na estruturação do dossel de plantas forrageiras e são de extrema importância no que diz respeito à vida útil do pasto quanto aos aspectos relacionados à proteção do solo e à competição com plantas daninhas. A

estrutura do pasto está fortemente relacionada com o comportamento ingestivo e ao consumo de forragem pelo animal (SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2007), por isso, a compreensão dos processos de crescimento e de desenvolvimento das plantas forrageiras são importantes para o planejamento da produção e estratégias de manejo em pastos cultivados de forma intensiva.

O crescimento e o desenvolvimento das plantas forrageiras são uma resposta à combinação de fatores genéticos do vegetal, ambientais e de manejo da planta. Assim, os fatores edafoclimáticos demandam uma atenção especial pelo fato de muitos deles serem difíceis de controlar na maioria dos sistemas de produção à pasto. Dentre estes, além dos relacionados aos atributos físicos e químicos do solo que foram descritos anteriormente, os aspectos relacionados ao clima como, radiação solar, temperatura e disponibilidade hídrica, são importantes de serem compreendidos.

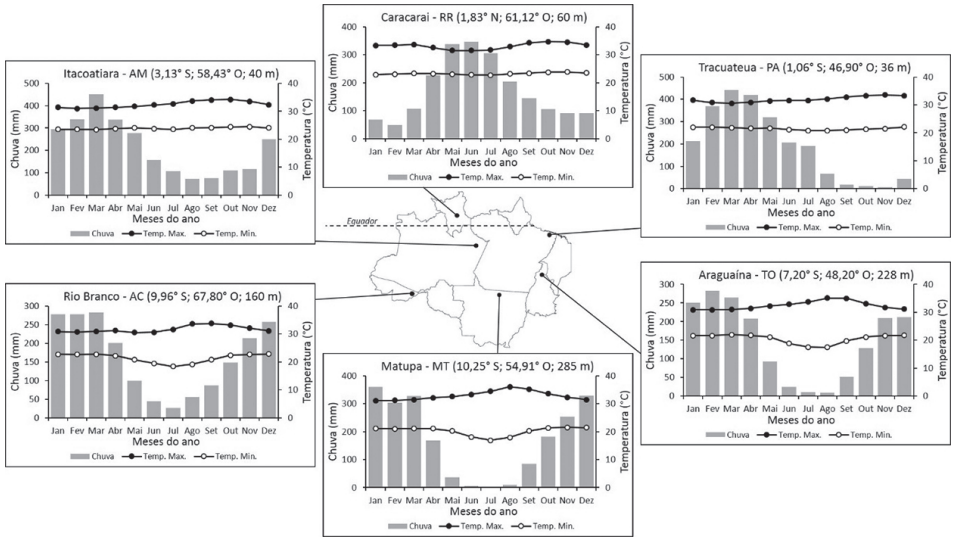
O bioma amazônico do Brasil, localizado em sua maior parte nos estados da região Norte (com exceção dos estados do Mato Grosso e Maranhão), possui particularidades em relação ao clima que devem ser consideradas no planejamento dos sistemas agropecuários. Tal fato é ilustrado na Figura 1, em que se pode observar a variação de temperatura e de precipitação ao longo do ano em municípios situados nos diferentes estados contemplados pelo bioma. Pela região estar inserida em uma zona de baixa latitude, observa-se pouca variação na duração do dia ao longo do ano, o que reflete na baixa variação da temperatura, com médias anuais acima de 20 °C.

A radiação e a temperatura são importantes fatores ambientais que favorecem o crescimento dos capins tropicais cultivados em grande parte nas pastagens da região. Esses fatores, aliados à adequada disponibilidade hídrica, aceleram o crescimento e desenvolvimento vegetal, o que pode diminuir o período de descanso e consequentemente aumentar o número de ciclos de produção em sistemas de lotação rotacionada. Por outro lado, é importante destacar que mesmo sob baixa variação de temperatura e radiação, a variação da precipitação ao longo do ano faz com que se observe uma estacionalidade na produção de forragem (MACEDO *et al*., 2022).

A sazonalidade de chuvas, como apresentado no capítulo 3 desta obra, ocorre em quase todo o território do bioma amazônico, porém, dependendo do local, essa sazonalidade será mais ou menos acentuada, e ocorrerá em diferentes períodos do ano. Na região de fronteira agrícola, e mais próxima do bioma Cerrado (municípios de Araguaína e Matupa), observa-se que a sazonalidade de chuvas é mais acentuada do que na região ocidental da Amazônia (munícipio de Rio Branco, Itacoatiara e Caracarai). Por isso, o planejamento de uso da forragem e técnicas de suplementação devem ser mais bem observados quando se pensa em intensificar o sistema de produção de forragem na região.

O planejamento e o manejo de pastagens com base na distribuição das chuvas são fundamentais, mas pensando em sistemas intensivos de produção de forragem, considerar a disponibilidade hídrica do solo possibilita ajustes finos do sistema e melhorias na eficiência de produção.

Figura 1 – Temperatura máxima e mínima, e precipitação pluviométrica ao longo do ano em seis municípios pertencentes a região da Amazônia Legal, média dos anos de 2000 a 2018



Fonte: Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

As características físicas do solo são intimamente relacionadas com o quanto de água proveniente da precipitação estará disponível para as plantas. O conhecimento das características edafoclimáticas da região, como já destacado no capítulo 3 dessa obra, permite que algumas ações com base no planejamento de produção intensiva sejam tomadas. Como exemplo tem-se: definição da época de formação da pastagem, planejamento de aplicação das adubações nitrogenada e potássica, a escolha da espécie forrageira mais adaptada para a região, potencial de produção de forragem, a estimativa da capacidade de suporte da área, o uso de estratégias de suplementação e venda de animais, dentre outras.

Além disso, a região apresenta significativa presença de áreas com alagamentos por longos períodos devido à alta quantidade de chuva e as características físicas do solo. Nesse caso, plantas que possuem mecanismos como a presença de tecidos aerenquimáticos, ou o desenvolvimento de raízes adventícias são mais tolerantes, com destaque para algumas como quicuio-da-amazônia (*Urochloa humidicola* syn. *Brachiaria humidicola*), capim-angola (*Urochloa mutica* syn. *Brachiaria mutica*), canarana verdadeira (*Echinochloa polystachya*), canarana erecta-lisa (*Echinochloa pyramidalis*), dentre outras (DIAS FILHO, 2006).

Estacionalidade da produção e ferramentas para o planejamento e orçamentação forrageira na Amazônia

A variação dos fatores ambientais na região amazônica não é tão acentuada

como em outras regiões do Brasil, mas requer a adoção de técnicas de planejamento que visem o balanceamento exato da oferta e da demanda de alimentos em sistemas pastoris (MACEDO *et al*., 2017; LAGE FILHO *et al*., 2021; CUNHA *et al*., 2022). Antes de trabalhar propriamente com as estimativas de produção de forragem e com a demanda de consumo pelos animais, algumas características importantes sobre o local em análise devem ser levantadas. Dentre essas pode-se citar: particularidades do solo (tipo de solo, textura, características físicas, teor de nutrientes, matéria orgânica e histórico de uso da terra); e condições climáticas do local (dados de temperatura, radiação, precipitação, dentre outras). Essas características devem ser levantadas, pois ajudam a conhecer melhor a propriedade, e subsidiam as metas de planejamento.

A obtenção da quantidade de forragem disponível para os animais é o ponto inicial do processo de orçamentação forrageira, pois esta reflete a oferta da base alimentar em sistemas pastoris e o bom planejamento deve visar ações de médio a longo prazo, assim, a quantificação da forragem disponível precisa ser estimada.

Para o planejamento, uma das principais ferramentas utilizadas para essa estimativa é a utilização de modelos matemáticos. Esses modelos representam uma relação entre a variável que será predita (por exemplo, produção de forragem) com as variáveis que a influencia, geralmente representadas por fatores ambientais, ligados as condições climáticas presentes no local onde as plantas estão inseridas.

Os modelos possuem diversas classificações, e dependendo da forma de como um modelo é responsável por gerar as respostas de um sistema, ele pode ser classificado como empírico ou mecanicista (THORNLEY, 2001). No entanto, é importante esclarecer que a utilização de modelos matemáticos para uso em orçamentação e planejamento forrageiro, exige que o produtor já tenha um domínio da utilização de métodos de avaliação de forragem e verificação das condições do pasto. Tais métodos seriam, o monitoramento de altura, coleta e quantificação de massa, análise da cobertura vegetal, dentre outras. Esses métodos já estão bem estabelecidos e estão disponíveis na literatura técnica (MACHADO; KICHEL, 2004). Ressalta-se que a orientação de técnicos profissionais da área é imprescindível para a aplicação desses métodos na propriedade.

Os modelos empíricos são construídos a partir de um conjunto de dados de variáveis que afetam a produção de forragem, analisados por meio de técnicas de regressão. Esses modelos são considerados muitas vezes mais simples e por isso são de fácil aplicação, porém não explicam claramente os conceitos biofísicos envolvidos no sistema modelado e, muitas vezes sua utilização é limitada ao local de origem dos dados que o geraram.

No Brasil já foram desenvolvidos vários modelos empíricos de produção de forragem para capins dos gêneros *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), *Cynodon* e *Megathyrsus* (syn. *Panicum*) (TONATO *et al*., 2010; CRUZ *et al*., 2011; PEZZOPANE *et al*., 2012, 2013, 2018; ARAUJO *et al*., 2013; ANDRADE *et al*., 2016). No entanto, a maioria desses modelos foram gerados a partir da utilização de dados provenientes da região sudeste, portanto a sua utilização na região amazônica deve ser cautelosa, pois é importante considerar as particularidades da região e a necessidade da calibração e validação do modelo com os dados locais.

O modelo mecanicista fornece melhor grau de compreensão ou

explicação dos fenômenos que estão sendo modelados. Por exemplo, o crescimento e desenvolvimento da cultura são resultantes de processos como fotossíntese, alocação de substratos, respiração, transpiração, absorção e uso de nutrientes, dentre outros. Portanto, os modelos mecanicistas possuem maior grau de complexidade, e consequentemente, o seu potencial de fornecer uma melhor visão da dinâmica do sistema tem os tornado cada vez mais confiáveis.

Alguns modelos mecanicistas desenvolvidos em outros países têm sido usados em estudos no Brasil com a utilização de dados de gramíneas tropicais como o CROPGRO (PEDREIRA *et al*., 2011; LARA *et al*., 2012; PEQUENO *et al*., 2014, 2018; BOSI *et al*., 2020) presente nas plataformas DSSAT e o GrasGro (ARAUJO *et al*., 2013; GOMES *et al*., 2020) na plataforma APSIM. Essas plataformas representam programas mais amplos, que unem as informações proveniente dos modelos em simulações que podem incluir: dinâmica das características do solo e clima, introdução de animais no sistema, estudo do uso da terra, dentre outras relações (MORENO; PEQUENO, 2017).

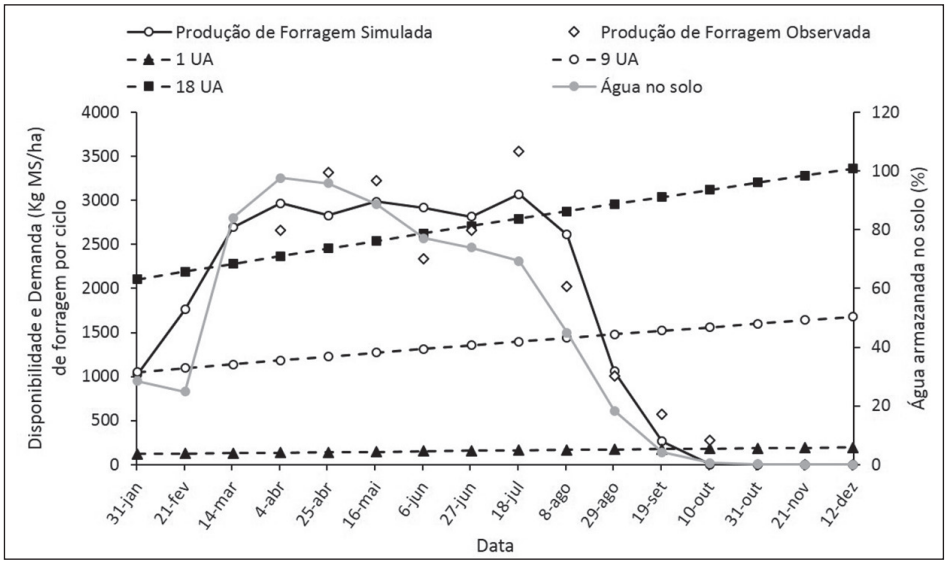
Dentro do planejamento, a demanda por forragem também deve ser estimada, esta ocorre em função do número, categoria animal, grupo genético, sexo e nível de produção. Assim como a disponibilidade de forragem, a demanda irá variar ao longo do tempo, e em função da relação da composição corporal e idade durante a fase de crescimento, bem como das mudanças fisiológicas durante a gestação e lactação dos animais. Por isso, quem pensa em intensificar deve ter pleno domínio e acompanhar os índices zootécnicos da propriedade para que seja feito o processo de orçamentação. A demanda por forragem estabelecida previamente seguindo as metas de produção é resultado da quantidade de forragem que será consumida pelos animais somada à forragem não consumida durante o pastejo.

A forragem não consumida no estrato pastejável é importante para a rebrota e para a ciclagem de nutrientes. Essas não são consumidas devido aos processos de morte das plantas ou pelo tombamento em decorrência da ação dos animais em pastejo. Por sua vez, tais ocorrências dependerão de muitos fatores como, espécie animal utilizada e seu hábito de pastejo, características morfofisiológicas da planta forrageira, tipo e taxa de lotação e ocupação no piquete (QUADROS, 2001). Por isso, a quantificação dessa fração de forragem é de difícil estimação e, sempre que possível, deve ser obtida na propriedade.

A estimativa de consumo de forragem pelos animais, pode ser realizada por meio de modelos de consumo provenientes de diversas instituições de pesquisa no mundo, como por exemplo o sistema brasileiro BR-Corte. Quanto aos sistemas internacionais destacamos: os americanos, National Research Council (NRC) e Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS); o britânico, Agricultural and Food Research Council (AFRC); o australiano, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO); e o francês, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).

Independentemente do tipo de modelo, o conjunto de dados e as estimativas de oferta e demanda colaboram no gerenciamento forrageiro. Como exemplo, apresentamos a seguir uma simulação de oferta e de demanda de forragem para o município de Igarapé-Açu. Considerando as particularidades da região nordeste do estado do Pará foi feita a partir do uso de um modelo empírico para o capim Tanzânia (Figura 2).

Figura 2 – Ilustração da orçamentação forrageira para o município de Igarapé-Açu – PA, referente ao ano de 2015 – porcentagem de água armazenada no solo, produção de forragem (simulada e observada) de capim *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia, acumulada acima do resíduo (30 cm) e a cada ciclo de 21 dias, e demanda de forragem com base em três taxas de lotação hipotéticas (1; 9 e 18 UA/ha)



O modelo usado é proveniente de uma análise de regressão linear simples, que estima a taxa de acúmulo de matéria seca de forragem com base na evapotranspiração real, sendo esse adaptado de Pezzopane *et al*. (2012) que se baseou em dados da região sudeste do Brasil. Todavia, sempre é importante lembrar, que antes de usar qualquer modelo na simulação da produção de forragem em outra região, é importante que este seja calibrado e validado com dados provenientes da região onde será aplicado.

De acordo com o que foi abordado no tópico anterior sobre os fatores de crescimento e desenvolvimento de plantas forrageiras na Amazônia, é importante considerar nesse tipo de simulação uma variável relacionada a disponibilidade hídrica. Fatores como radiação e temperatura, especificamente em grande parte da região Amazônica, não variam muito ao longo do ano e, portanto, não seriam fatores fiéis para representar a estacionalidade da produção de forragem.

No exemplo (Figura 2) foi utilizado um modelo que considera a evapotranspiração real (ETR) como variável que influencia na produtividade do capim Tanzânia na região, e foi calibrado a partir de dados de produção da espécie forrageira adubada com 200 kg ha^{-1} de nitrogênio ao ano (MACEDO *et al*., 2021). Após a calibração, o modelo passou por mudança nos valores de seus parâmetros, em que a taxa de acúmulo de forragem passou a ser estimada a partir do seguinte modelo empírico:

$$\mathrm{TAcF} = 20 \times \mathrm{ETR} - 8$$

em que, a TAcF representa a taxa de acúmulo de forragem de capim Tanzânia, acima do resíduo, em kg ha^{-1} de matéria

seca por dia, e ETR a evapotranspiração real em milímetros por dia. Para a obtenção da ETR foi elaborado um balanço hídrico em escala diária de acordo com Thornthwaite e Mather (1955). A evapotranspiração potencial (ETP) foi calculada de acordo com o método de Turc (1961), que representa uma boa estimativa da ETP para a região (SILVA JÚNIOR *et al*., 2017; FARIAS *et al*., 2019). A capacidade de água disponível (CAD) no solo foi considerada igual a 100 milímetros.

A produção simulada se aproximou da produção observada (Figura 2). Pode-se observar também, que a forragem acumulada acima do resíduo, a cada ciclo de 21 dias, acompanha a porcentagem de água armazenada no solo, obtida a partir do balanço hídrico. É evidente a queda na produção de forragem a partir do mês de julho nesse exemplo, momento em que também diminui acentuadamente a porcentagem de água armazenada no solo. Isso resulta na característica de estacionalidade de produção do capim Tanzânia na região durante esse período.

Alguns critérios estatísticos são elaborados a partir da análise de concordância entre os valores observados e os simulados pelo modelo, que podem ser usados para verificar a exatidão da simulação. Um deles é o índice de Willmott (WILLMOTT, 1981), que varia numa escala de 0 a 1, e nesse caso, os valores próximos a 1 indicam a perfeita acurácia do modelo. Outro parâmetro usado é o coeficiente de determinação (R^2), que quando expresso em porcentagem indica valores de ótima precisão estando próximos de 100%. Na simulação da Figura 2, o modelo de produção de forragem apresentou índice de Willmott igual a 0,97 e R^2 igual a 88,61%, demonstrando a boa capacidade do modelo no processo de estimativa.

Para a demanda de forragem, não foi considerado a forragem não consumida durante o processo de pastejo, e o consumo animal foi calculado a partir do modelo de predição do consumo de matéria seca por bovinos em pastejo do BR-Corte (AZEVEDO *et al*., 2016), por meio da seguinte equação:

$$\mathrm{CMS} = -1{,}92 + 0{,}900 \times \mathrm{CMSs} + 0{,}094 \times \mathrm{PC}^{0{,}75} + 1{,}070 \times \mathrm{GMD} - 1{,}395 \times \mathrm{GMD}^2$$

em que, CMSs, é o consumo de suplemento em kg/dia (considerado igual a zero); $PC^{0,75}$, o peso corporal metabólico, em kg e; GMD, o ganho de peso médio diário, em kg/dia. O PC inicial considerado foi igual a 300 kg, e o GMD foi considerado igual a 0,6 kg/dia.

Na orçamentação, a demanda total vai depender da quantidade de animais no sistema. Pela estimativa da produção de forragem, já é possível analisar as implicações decorrentes da quantidade de animais disponíveis, e com isso começar a pensar nas tomadas de decisões que irão solucionar possíveis problemas. Na Figura 2 observa-se que de março a agosto há uma disponibilidade satisfatória de forragem, capaz de atender a taxa de lotação média no período em torno de 18 unidades animais (UA) por hectare. Verifiquem que esse número é extremamente alto, mas é uma situação restrita a esse período de 6 meses. Porém, no mês de agosto há uma queda drástica na quantidade de forragem acumulada acima do resíduo de capim Tanzânia, em que nos meses mais críticos (outubro a dezembro) esse acúmulo chega a ser nulo.

Em um cenário que se busca aumentar a taxa de lotação média até 18 UA para

atender ao acúmulo de forragem, especificamente no período chuvoso, será necessário utilizar métodos para contornar os efeitos maléficos da estacionalidade de produção para uma demanda alta no período seco se o objetivo for manter a taxa de lotação. Por outro lado, se for utilizado uma baixa taxa de lotação fixa, pensando na capacidade de suporte da pastagem no período seco, como uma média de 1 UA por hectare no período, por exemplo, todo o potencial produtivo do período chuvoso não é explorado para alta produtividade animal na propriedade.

A taxa de lotação fixa média de 9 UA por hectare no período, ainda considerada alta, representa um meio termo entre a alta (18 UA/ha) e a baixa (1 UA/ha) taxa de lotação com base na simulação realizada. Nesse cenário, há um excedente de produção de forragem menor que no cenário de baixa taxa de lotação durante o período chuvoso, e uma demanda menor que no cenário de alta taxa de lotação no período seco do ano. É claro que não existe uma taxa de lotação correta a ser seguida, isso irá depender das características da propriedade. Quanto maior a taxa de lotação fixa a ser utilizada, maior será o aproveitamento do potencial produtivo durante o período chuvoso, porém os riscos de prejuízos econômicos no período seco também aumentam. Um detalhe que deve ser observado na figura 2 e que está relacionado a utilização de taxa de lotação fixa, é que ao longo do tempo os animais, se bem alimentados, ganham peso. Isso faz com que a demanda por forragem apresente um aumento ao longo tempo.

Os modelos de predição, são importantes ferramentas para o planejamento e orçamentação forrageira. Destaca-se a importância desses modelos serem sempre desenvolvidos e testados com dados do local onde serão utilizados, por isso as coletas de dados, medições e acompanhamentos na propriedade devem se tornar rotina para quem quer intensificar o sistema. A estimativa da oferta e demanda não são o ponto final do processo de planejamento. O monitoramento do sistema deve ser realizado para possíveis correções e intervenções caso algo não ocorra como planejado.

Alguns cuidados são importantes no gerenciamento forrageiro. Por exemplo, o uso de adubação ou suplementação durante o período chuvoso acarreta aumento na taxa de lotação nesse período. Assim, o gerente ou técnico da propriedade deve estar ciente que isso pode promover aumento no déficit durante a seca.

Dentro do sistema de produção a pasto, o período seco é sempre considerado como o mais crítico, pois afeta tanto a quantidade como a qualidade da forragem. As estratégias para evitar a queda no desempenho ou, em casos extremos, a morte de animais, são diversas, e vão depender da realidade de cada propriedade. Algumas delas podem ser citadas como: venda de animais e uso de taxa de lotação variável, uso de área reservada para diferimento, plantio de culturas agrícolas, utilização de forragem conservada, suplementação e uso de subprodutos de fácil acesso, irrigação de pastagens, plantio de espécies resistentes a seca, dentre outras. No entanto, conhecer o potencial forrageiro no período chuvoso e o déficit forrageiro na seca são ferramentas essenciais para o gerenciamento do equilíbrio oferta-demanda para uma pecuária a pasto mais tecnificada e sustentável.

Considerações finais

A pastagem é a base e o diferencial da pecuária brasileira e amazônica, por isso os conhecimentos e tecnologias

geradas nos centros de pesquisa devem ser expandidos aos produtores. Na abordagem apresentada, é evidenciado a íntima conexão clima-solo-planta forrageira e os conhecimentos e tecnologias existentes para o avanço no manejo do solo e do pastejo visando a intensificação da pecuária à pasto na região amazônica. Ajustes na predição da produção de forragem associados ao ajuste na taxa de lotação da propriedade será uma premissa básica para o sucesso da produção intensiva de ruminantes em pastagens. Portanto, o uso da modelagem certamente fará parte da rotina de quem busca planejamento e eficiência.

Por fim, é importante destacar que a região amazônica apresenta elevado potencial para a produção de forragem, embora haja particularidades edafoclimáticas em sua distribuição territorial que devem ser consideradas para o manejo intensivo racional e preciso. A aplicação de conhecimentos multidisciplinares na construção da fertilidade do solo e no gerenciamento forrageiro possibilita aumentar a precisão na gestão da pecuária amazônica tornando-a mais sustentável e competitiva.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. S. *et al*. Simulating tropical forage growth and biomass accumulation: An overview of model development and application. **Grass and Forage Science**, v. 71, n. 1, p. 54–65, mar. 2016.

ARAUJO, L. C. *et al*. Simulating guinea grass production: Empirical and mechanistic approaches. **Agronomy Journal**, v. 105, n. 1, p. 61–69, 2013.

AZEVÊDO, J. A. G. *et al*. Regulação e predição de consumo de matéria seca. In: VALADARES FILHO, S. C. *et al*. (Ed.). **BR – Corte: tabela brasileira de exigências nutricionais**. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2016. p. 15-43.

BOSI, C. *et al*. CROPGRO-Perennial Forage model parameterization for simulating Piatã palisade grass growth in monoculture and in a silvopastoral system. **Agricultural Systems**, v. 177, p. 102724, 2020.

BOUWMEESTER, R. J. B.; VLEK, P. L. G.; STUMPE, J. M. Effect of environmental factors on ammonia volatilization from a urea-fertilized soil. **Soil Science Society of America Journal**, v. 49, n. 2, p. 376-381, 1985.

CABRAL, C. E. A. *et al*. Proporção de fertilizantes fosfatados no cultivo de forrageira tropical em casa de vegetação. Revista de la Facultad de Agronomía, v. 114, n. 2, p. 193-200, 2015.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997. 132p.

COSTA, J. P. V. *et al*. Fluxo difusivo de potássio em solos sob diferentes níveis de umidade e de compactação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v. 13, p. 56-62, 2009.

COSTA, M. A. T. *et al*. Resistência do solo à penetração e produção de raízes e de forragem em diferentes níveis de intensificação do pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 993-1004, 2012.

CRUZ, P. G. da *et al*. Modelos empíricos para estimar o acúmulo de matéria seca de capim-marandu com variáveis agrometeorológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 7, p. 675–681, jul. 2011.

CUNHA, A. M. Q. *et al*. Nitrogen fertilisation as a strategy for intensifying production and improving the quality of Massai grass grown in a humid tropical climate. **Journal of Plant Nutrition**, p. 1-15, 2022.

DIAS FILHO, M. B. Opções forrageiras para áreas sujeitas ao encharcamento ou alagamento temporário. **EMBRAPA**, Belém: Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E), Documentos 239, 2006. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/664313/opcoes-forrageiras-para-areas-sujeitas-ao-encharcamento-ou-alagamento-temporario. Acesso em 21 jan. 2021.

FAGAN, E. B. *et al*. **Fisiologia vegetal**: Metabolismo e nutrição mineral. São Paulo: Andrei, 2016. 305p.

FARIA, L. A. *et al*. Ammonia volatilization losses from urea coated with copper, boron, and selenium. **Semina: Ciências Agrárias,** v. 41, n. 4, p. 1415-1420, 2020.

FARIAS, V. D. S. *et al*. Calibration of reference evapotranspiration models in Pará. **Acta Scientiarum**, v. 42, p. 1-10, 2019.

GOMES, F. J. *et al*. Parameterization of the APSIM model for simulating palisadegrass growth under continuous stocking in monoculture and in a silvopastoral system. **Agricultural Systems**, v. 184, p. 102876, 2020.

IMHOFF, S.; SILVA, A. P. da; TORMENA, C. A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1493-1500, 2000.

LAGE FILHO, N. M *et al*. Effects of stubble height and season of the year on morphogenetic, structural and quantitative traits of Tanzania grass. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 9, n. 3, p. 256-267, 2021.

LARA, M. A. S. *et al*. Predicting growth of *Panicum maximum*: An adaptation of the CROPGRO-Perennial Forage model. **Agronomy Journal**, v. 104, n. 3, p. 600–611, 2012.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue fluxes in grazing plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A. W. (Ed.). The ecology and management of grazing systems. Wallingford; CAB International, 1996. p. 3-36.

LIMA, C. G. R. *et al*. Correlação linear e espacial entre a produtividade de uma forragem, uma porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1233-1244, 2007.

MACEDO, V. H. M. *et al*. Estrutura e produtividade de capim-tanzânia submetido a diferentes frequências de desfolhação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 18, 2017.

MACEDO, V. H. M. *et al*. Canopy structural variations affect the relationship between height and light interception in Guinea Grass. **Field Crops Research**, v. 271, p. 108249, 2021.

MACEDO, V. H. M. *et al*. Agrometeorological and agronomic characterization of *Megathyrsus* grasses cultivated in tropical humid and semi-arid conditions: a multivariate approach. **Frontiers in Plant Science**, p. 409, 2022.

MACHADO, L. A. Z.; KICHEL, A. N. Ajuste de lotação no manejo de pastagens. **EMBRAPA**, Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, Documentos 62, 2004. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/249938/ajuste-de-lotacao-no-manejo-de-pastagens. Acesso em: 29 jan. 2021.

MALAVOLTA, E. Corretivos cálcicos, magnesianos e calco-magnesianos. In: MANUAL DE QUÍMICA AGRÍCOLA: adubos e adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981.

MATIAS, S. S. R. *et al*. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes usos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, p. 331-338, 2009.

MATTOS, W. T.; MONTEIRO, F. A. Respostas de braquiária brizantha a doses de potássio. **Scientia Agricola**, v. 55, n. 3, p., 1998. Acesso em: 06 de junho de 2020.

MONTEIRO, F.A.; RODRIGUES, L.R.A.; WERNER, J.C. Forrageiras. In: Ferreira, M.E.; Cruz, M.C.P.; Raij, B. van; Abreu, C.A. (Eds.) **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p375-392.

MOREIRA, A. G. **Efeito residual da calagem e adubação na produção de Brachiaria e atributos químicos de um Latossolo em Rondônia**. 2018. 69 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciências Ambientais) – Fundação, Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, 2018.

MORENO, L. S. B.; PEQUENO, D. N. L. Uso de modelos matemáticos na simulação do crescimento de pastagens: contexto histórico e aplicações em estudos sobre mudanças climáticas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 28., 2017, Piracicaba. **Anais [...]**. Piracicaba, SP: FEALQ, 2017. p. 249-286.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399p.

OLIVEIRA, P. P. A. **Manejo da calagem e da fertilização nitrogenada na recuperação de pastagens degradadas de Brachiaria sp em solos arenosos**. Piracicaba: Centro de Energia

Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, 2001. 110p. (Tese de Doutorado).

PEDREIRA, B. C. *et al*. Adapting the CROPGRO perennial forage model to predict growth of *Brachiaria brizantha*. **Field Crops Research**, v. 120, n. 3, p. 370–379, 2011.

PEQUENO, D. N. L. *et al*. Species-genotypic parameters of the CROPGRO Perennial Forage Model: Implications for comparison of three tropical pasture grasses. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 2, p. 440–455, jun. 2018.

PEQUENO, D. N. L.; PEDREIRA, C. G. S.; BOOTE, K. J. Simulating forage production of Marandu palisade grass (*Brachiaria brizantha*) with the CROPGRO-Perennial Forage model. **Crop and Pasture Science**, v. 65, n. 12, p. 1335–1348, 2014.

PEZZOPANE, J. R. M. *et al*. An integrated agrometeorological model to simulate Marandu palisade grass productivity. **Field Crops Research**, v. 224, p. 13–21, jul. 2018.

PEZZOPANE, J. R. M. *et al*. Dry matter production of Tanzania grass as a function of agrometeorological variables. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 47, n. 4, p. 471–477, 2012.

PEZZOPANE, J. R. M. *et al*. Simple agrometeorological models for estimating Guineagrass yield in Southeast Brazil. **International journal of biometeorology**, v. 58, n. 7, p. 1479–1487, 2013.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico de pastagens em regiões tropicais e subtropicais.** 5 ed. São Paulo: Nobel, 1999. p. 10-16.

QUADROS, D. G. de. **Produção e perdas de forragem em pastagens dos cultivares tanzânia e mombaça de *Panicum maximum* Jacq. adubadas com doses crescentes de NPK**. 2001. 83 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Esatdual Paulista, Jaboticabal, 2001.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: Editora IPNI, 2011. 420p.

SANTANA, S. C. **Indicadores físicos da qualidade de solos no monitoramento de pastagens degradadas na região sul do Tocantins.** 2009. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2009. 76p.

SILVA JÚNIOR, R. O. da *et al*. Three decades of reference evapotranspiration estimates for a tropical watershed in the eastern Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 3, p. 1985–2002, 2017.

SILVA, F. J. *et al*. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração e produtividade do milho. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, p. 77-84, 2017.

SILVA, S. C. da; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 122–138, 2007.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado**: Correção do solo e adubação. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

SOUSA, D. M. G. *et al*. **Uso de gesso, calcário e adubos para pastagens no Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 22p.

THORNLEY, J. H. M. Modeling grassland ecosystems. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Anais [...]**. Piracicaba, SP: FEALQ, 2001. p. 1029-1036.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance.** New Jersey: Publications in climatology, 1955. v. 8

TONATO, F. *et al*. Desenvolvimento de modelos preditores de acúmulo de forragem em pastagens tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 5, p. 522–529, 2010.

TORRES, L. C.; BARROS, K. R. M.; LIMA, H. V. de. Alterações na qualidade física de um Latossolo Amarelo sob pastagem. **Acta Amazônica**, v. 44, p. 419-426, 2014.

TURC, L. Estimation of irrigation water requirements, potential evapotranspiration: a simple climatic formula evolved up to date. **Annals of Agronomy**, v. 12, n. 1, p. 13–49, 1961.

VILELA, L. *et al*. Calagem e adubação para pastagens. In: Sousa, D.M.G.; Lobato, E. **Cerrado**: Correção do solo e adubação. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 367-382.

WILLMOTT, C. J. On The Validation of Models. **Physical Geography**, v. 2, n. 2, p. 184–194, 15 jul. 1981.

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_005

5. MANEJO E PRODUÇÃO DE FORRAGENS EM SISTEMAS INTENSIVOS NA AMAZÔNIA

Aníbal Coutinho do Rêgo[1]
Vitor Hugo Maués Macedo[2]
Jorge Cardoso de Azevedo[3]
Nauara Moura Lage Filho[3]
Thiago Carvalho da Silva[3]

[1] Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará
[2] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA, Rio Branco, Acre
[3] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Belém, Pará

Introdução

Na Amazônia, gerir de forma adequada o solo e o recurso forrageiro é imprescindível para quem quer buscar a intensificação do sistema de produção a pasto, como abordado no capítulo 4 desta obra. Assim, considerando a planta forrageira, o segredo para o sucesso da produção de animais em pastejo está relacionado a dois aspectos fundamentais relacionados a esta. No primeiro podemos destacar a produção de forragem em si, ou seja, todos os aspectos relacionados ao produto final que seria a produção de biomassa, quer seja em quantidade e/ou qualidade. O segundo aspecto diz respeito a colheita da forragem produzida. Nesse caso, em se tratando de sistema de produção de animais em pastejo, o animal colherá o próprio alimento passando a ser um estímulo indireto no acúmulo de novos tecidos pelo vegetal. À vista disso, estratégias devem ser adotadas para que a colheita seja eficiente tanto para os animais como para as plantas.

Em se tratando de sistema intensivo de produção animal a pasto, o conhecimento sobre a planta escolhida para manejar, bem como, o domínio dos dois aspectos supracitados é fundamental para que o sistema seja sustentável e estável a cada ciclo de pastejo. Quando em uma propriedade é estabelecida uma meta de intensificação da produção animal a pasto, o planejamento deve ser conduzido no sentido de preparar ações para colher uma quantidade de forragem superior à anteriormente produzida. Na maioria dos casos na Amazônia o processo de intensificação de produção em pastagens se dá em sistemas já estabelecidos e geralmente a intensificação é um dos últimos passos a ser dado pelo produtor em fazenda.

No campo, alguns questionamentos são comumente observados. Um deles trata-se sobre o limite da intensificação. Qual a quantidade máxima de animais posso colocar por área ou qual a porcentual da área da fazenda devo trabalhar de forma intensiva. Tais questões estão em evidência principalmente depois dos aumentos expressivos no preço dos insumos, em destaque para os fertilizantes. Na Amazônia, mais importante do que a busca pelo limite da intensificação é a procura pela eficiência máxima na exploração do ecossistema de pastagens. Nessas regiões

onde o preço do hectare de terra ainda é atrativo em comparação a regiões com agricultura e pecuária mais consolidada no Brasil, cobranças ambientais estarão sempre presentes. Portanto, ajustes finos no sistema produtivo, preservação do solo, fixação de carbono e controle da emissão de gases de efeito estufa estarão presentes nas metas de manejo dos produtores, principalmente naqueles que optam por trabalhar de forma intensiva.

No presente capítulo versaremos sobre as principais espécies forrageiras cultivadas e o uso em sistemas intensivos de produção de animais em pastejo. Além disso, discorreremos sobre os ajustes finos no manejo do pastejo e os impactos do uso de ecossistemas intensivos de pastagem no bioma Amazônico quanto a ótica ambiental.

Principais espécies usadas em sistemas intensivos na Amazônia

A Amazônia possui características climáticas que favorecem a produção de forragem, como temperatura, precipitação, umidade e luminosidade, já aprofundado nos capítulos 3 e 4 desta obra. Essas características possibilitam o uso de diversas gramíneas forrageiras de clima tropical para produção de forragem nesse bioma. Atualmente, os gêneros de forrageiras exóticas cultivadas mais utilizados na região Amazônica são *Megathyrsus* (syn. *Panicum*) e *Urochloa* (syn. *Brachiaria*). Tais plantas dominam as áreas cultivadas na região, pois são facilmente propagadas por sementes e por serem gramíneas tropicais de alta produtividades.

Entre as gramíneas da espécie *Megathyrsus maximus*, destaque é dado para a cultivar Mombaça, uma forrageira de alta produtividade que expressa o máximo potencial de produção em solos com boa fertilidade. Especialmente quando consideramos sistemas intensivos, o uso de adubação nitrogenada (acima de 200 kg de N/ha/ano) para essa planta, proporciona bons resultados em produtividade. Mesmo em condições de solo com textura mais arenosa, como solos Neossolo Quartzarênico, ou com características de solo arenoso, como os Latossolos Amarelos Distróficos, esse capim tem demonstrado bom desempenho que possibilitam o cultivo. Assim, em trabalhos realizados na Amazônia, o capim Mombaça se mostra uma alternativa para exploração intensiva de pastagens. Por ter hábito de crescimento cespitoso, é uma planta adequada exclusivamente para uso em sistema de lotação rotativa. Nesse tipo de lotação, as metas de manejo para pré-pastejo dos animais são de 90 cm e pós-pastejo com 40 cm. Metas essas de entrada baseadas na relação das alturas com a interceptação luminosa pelo dossel e as de saída relacionadas na prática com a porcentagem de remoção dos tecidos da planta, assunto que iremos discorrer mais adiante no presente capítulo. A produtividade anual suporta grandes cargas animais, com produção entre 14 e 18 toneladas de MS ano^{-1} (SOUZA, 2018; OLIVEIRA *et al*., 2020; LIMA *et al*., 2021). O capim Mombaça possui teores de proteína bruta em torno de 9% mesmo sem receber adubação constantemente, atendendo aos níveis necessários para ruminantes, sendo que, o capim Mombaça possui cerca 87% de folhas em sua composição botânica, que é uma porção menos fibrosa, facilitando a digestão da forrageira.

Outra gramínea da espécie *Megathyrsus maximus* observada em menor frequência na região é o cultivar Tanzânia. Semelhante ao capim Mombaça, foi bastante difundida, devido apresentar uma maior facilidade de manejo e ter um porte médio. Contudo, com ocorrência da mancha foliar de *Bipolaris maydis*, essa planta

tem perdido um pouco de espaço quando o objetivo é escolher espécie para formação de novas áreas. É uma gramínea com produtividade entre 11 e 15 toneladas de MS ha^{-1} ano^{-1}, com alta taxa de perfilhamento, girando em torno de 240 perfilhos por metro quadrado (MACEDO *et al*., 2021; LAGE FILHO *et al*., 2021). Em sistemas de lotação intermitente, recomenda-se altura de entrada de 70 cm e saída de 35 cm (LAGE FILHO *et al*., 2021).

O cruzamento entre o *Megathyrsus maximus* e o *Megathyrsus infestum* deu origem ao capim Massai, uma gramínea de porte baixo, que tem como característica principal o fato de ter uma grande produção de folhas, que segundo trabalhos realizados na Amazônia, é de aproximadamente 91% (CUNHA *et al*., 2022). É uma forrageira de média exigência em fertilidade se comparada a duas anteriormente citadas, mas que se adubada pode ter expressivas respostas. Dados na literatura direcionam que é possível dobrar a produção de biomassa desse capim quando é feita adubação com nitrogenado. Em trabalho de Cunha *et al*. (2022), os autores observaram que a produtividade em pastos não adubado foi de 6,5 toneladas MS ha^{-1} ano^{-1}, e quando foi aplicado 100 kg de N ha^{-1} ano^{-1} a produtividade foi de 12,7 toneladas MS ha^{-1} ano^{-1}. Ainda segundo o autor, o massai possui baixo teor de proteína bruta, mas com a mesmo nível de adubação, ela passou de 6,8% para 9,2% de proteína bruta com base na matéria seca, mostrando que é uma planta que responde a adubação tanto em quantidade como em qualidade da forragem produzida. Em sistemas de pastejo intermitente, é recomendado uma altura de entrada de 40 cm, e saída de 20-25 cm.

Entre as cultivares da espécie *Urochloa brizantha*, o capim Marandú é um dos mais difundido na Amazônia, bem como em todo o Brasil. É uma gramínea de baixa exigência nutricional comparado à maioria dos capins do gênero *Megathyrsus*, principalmente aos até aqui citados. É uma planta que não tolera solos encharcados, devido a um problema conhecido como "morte súbita do capim Braquiarião". Em solos com problema de encharcamento, observa-se a formação de manchas ou reboleiras com capim morto. Isso provavelmente ocorre por ocasião do apodrecimento das raízes quando estão em solos com baixa drenagem, levando à morte da forrageira. Em solos com boa drenagem, chega a produzir até 12 toneladas MS ha^{-1} ano^{-1} (SOUZA, 2018; TEIXEIRA *et al*., 2018; LEITE *et al*., 2019). Em lotação rotativa as metas de manejo pré e pós pastejo são realizadas quando a planta atinge altura ente 40 e 50 cm para entrada dos animais, e saída de 20 cm. Diferentemente das plantas do gênero *Megathyrsus*, por não ter característica de alongar e acumular tanto talo (colmo), mesmo sendo uma forrageira cespitosa, essa forrageira é mais versátil quanto ao uso em métodos de lotação rotativa ou contínua.

A *Urochloa humidicola* ou Quicuio da Amazônia, veio como alternativa ao capim Marandú, por ser uma gramínea que é resistente a solos encharcados, se mostra uma grande aliada dos produtores rurais da região Amazônica. Entretanto, é um capim com uma produtividade inferior aos cultivares de *Urochloa brizantha*, mas quando bem manejado, apresenta resultados satisfatórios. Apresenta uma produtividade média de 6 toneladas MS ha^{-1} ano^{-1}, o que garante um bom desempenho animal, desde que leve em consideração a capacidade de suporte ideal (MONTEIRO *et al*., 2010). O fato de possuir baixo teor de proteína bruta (7%) faz com que seja necessário o fornecimento de suplemento proteico para se atender a exigência mínima de proteína dos animais em pastejo.

Tabela 1 – Características das plantas forrageira utilizadas na região Amazônica

	Produção de MS	Altura	DPP	LF	PB	FDN	Fonte
Mombaça	14 – 18	90	-	87	8,7 – 9,0	64,8	Souza (2018); Oliveira *et al.* (2020); Lima et
Tanzânia	11 – 15	70 – 80	220 – 260	75 – 80	-	-	Macedo *et al.* (2021); Lage Filho *et al.* (2021)
Massai	10	40	-	91	8	71	Cunha *et al.* (2022)
Marandú	8 – 12	50	650	50	-	-	Souza (2018); Teixeira *et al.* (2018); Leite *et al.* (2019)
Quicuio	4 – 8	-	-	-	6 – 7	-	Monteiro *et al.* (2010)

Produção de MS (ton MS ha^{-1} ano^{-1}); Altura (cm); DPP: Densidade populacional de perfilhos (perfilhos m^{-2}); LF: Porcentagem de lâmina foliar (%); PB: Proteína bruta (%); FDN: Fibra em detergente neutro (%).

Com os programas de melhoramento genético e com a vasta diversidade de plantas forrageiras disponíveis no país, é evidente que novos cultivares serão rotineiramente lançados no mercado. Nesse caso vale destacar a importância da tomada de decisão na escolha de uma planta forrageira. Sobretudo nos casos em que houver necessidade de trocar a espécie forrageira por algum motivo, essa decisão deve ser feita em último caso e com bastante critério. Mesmo em sistemas intensivos de produção de animais em pastejo é sempre importante ter cautela quando se pretende trocar espécies forrageiras na fazenda. No caso em que uma forrageira não apresente problema de manejo e está esteja bem estabelecida, a atenção deve ser redobrada quando cogita-se trocar esse material. É extremamente perigoso trocar espécies ou cultivares forrageiras quando o principal objetivo é ganho em produtividade ou qualidade da forragem. Apostar em novos materiais com promessa de ganhos e qualidade é perigoso e pode levar ao insucesso da atividade.

É perfeitamente comum nas propriedades da região, o cultivo de mais de uma espécie forrageira. Isso normalmente ocorre dentro de módulos de pastejo, com espécies de plantas sendo direcionadas a fases do sistema de produção ou categorias diferentes. Como exemplo, podemos citar, o quicuio (*Urochloa humidicola*) utilizado em lotação rotativa para vacas paridas, e Mombaça (*Megathyrsus maximus*) em lotação rotativa em outro módulo da mesma fazenda com novilhos na fase de terminação a pasto. Essa estratégia pode e deve ser usada quando produtores optam por sistemas mais intensivos de produção de animais a pasto. Escolher e direcionar

espécies forrageiras de acordo com a fase do sistema de produção já pode ser considerado um ajuste fino no manejo de pastagens em sistemas intensivos. Para isso, é importante entender a ótica da planta submetida ao pastejo do animal.

A planta sob pastejo

Os princípios básicos das práticas de manejo das pastagens não diferem independente da região que se encontram. É necessário um equilíbrio entre a demanda animal e o da forragem para que não ocorra degradação do sistema (DIAS-FILHO, 2011). O animal necessita remover as folhas para o consumo e a planta necessita manter uma proporção de área foliar, a qual será a principal responsável pela fixação de carbono e assim retomar o crescimento. A persistência de um capim pode ser observada pela densidade populacional de perfilho (DPP), que é uma característica da espécie forrageira cultivada.

O manejo do pastejo seja ele no sistema de lotação rotativa (pastejo rotacionado), ou no sistema de lotação continua (pastejo contíbuo), é determinado pela fisiologia da planta. Portanto, pela condição do pasto expressa na maioria das vezes pela altura do dossel. No caso da lotação rotativa por uma altura pré-pastejo e no caso da lotação contínua por um intervalo de altura. Nesse ambiente, a produção de forragem sob pastejo é positivamente, ou negativamente interferido pelo homem. Segundo Nabinger (2008), a forma como esse sistema ecológico é gerido deve respeitar os seguintes princípios básicos:

1. A perenidade, ou o sucesso desses sistemas, dependem da captação e da disponibilidade de energia solar. Nas regiões do bioma Amazônia, não necessariamente no ápice do período chuvoso, será a época de melhor qualidade, ou disponibilidade de radiação solar, uma vez que nesses períodos, podem ocorrer excesso de nuvens, diminuindo a "entrada" de energia solar no sistema;
2. A absorção da energia disponível pelo sistema, são influenciados pelo manejo do pasto, onde a superfície de captação (folhas) remanescentes do pastejo, determinam essa eficiência de absorção. A superfície de captação também influência na capacidade de absorção e morte de raízes e reciclagem de nutrientes;
3. O processo de fotossíntese, divisão, alongamento celular e consequentemente acúmulo de biomassa vegetal dependem além da radiação solar, da temperatura e da precipitação.

Na Amazônia não se tem limitação de temperatura, nem grandes variações no fotoperíodo, mas tem-se diferentes graus de limitação na precipitação, alternando em períodos com excesso e escassez de água. Dentre os componentes do "sistema de pastejo", o único que não se manipula são os fatores ambientais, porém é necessário conhecer as particularidades do bioma Amazônia, como os tipos climáticos: Af (clima tropical superúmido), Am (clima tropica subúmido) e Aw (clima tropical, com inverno seco). O conhecimento dessas características ajuda no correto manejo da pastagem e ótima produção da forragem.

O maior responsável pela diminuição expressiva das áreas degradas no bioma Amazônia, foi a manipulação adequada do sistema de pastejo. Por "sistema de pastejo" entendem-se como uma combinação harmoniosa entre os fatores bióticos (animal, planta e solo), fatores

abióticos (temperatura, precipitação e luminosidade), onde o manejador deve ter um conhecimento holístico sobre todos os fatores para implementar o método de pastejo adequado e alcançar os seus objetivos. O sucesso desse sistema, depende do conhecimento da morfofisiologia das espécies forrageiras sobre as diferentes estratégias de desfolhação, dentro do contexto ambiental onde ela está inserida (PEDREIRA, 2013).

A obtenção de níveis máximos de eficiência de utilização da forragem e conversão de forma concomitante é impraticável, portanto, os objetivos e as metas de utilização do pasto devem ser feitos para que o equilíbrio do sistema seja alcançado (DA SILVA *et al*., 2013). Dependendo do objetivo, deve-se priorizar a utilização da forragem, ou sua conversão em produto animal, cada propriedade é única e as generalizações devem ser evitadas.

Independente se for sistema de lotação contínua, ou rotacionada e das metas da propriedade, subdivisões devem ser realizadas para que se consiga uma otimização de utilização do pasto ao longo do ano. Para isso, uma das opções é que forrageiras com aptidões diferentes sejam cultivadas e a propriedade tenha 30 a 40% de área de "pulmão". Por área de "pulmão", entende-se que serão subutilizadas e servirão de reserva para períodos críticos do ano, ou para algum ajuste na carga animal caso seja necessário. O ajuste da taxa de lotação deve ser variável, porém priorizando o lote em si e não o indivíduo; com isso no início das águas se inicia com uma carga animal menor e consequentemente, uma carga animal maior no final das águas, aliviando a pressão de pastejo no período seco (venda dos lotes).

Os ajustes na taxa de lotação devem ser feitos com o intuito de manter as metas de pastejo idealizadas (altura pré e pós pastejo), conforme recomenda a literatura. Contudo, com essa estratégia, vão existir situações em que o acúmulo de forragem será elevado e não haverá animais suficientes para aumentar a taxa de lotação de forma correspondente e nesse caso, a prioridade será a manutenção da meta pré-pastejo (interceptação luminosa de 95%) e consequentemente uma altura pós-pastejo mais elevada. Na prática isso pode ser realizado adotando períodos de ocupação dos piquetes mais curtos resultando numa diminuição no intervalo de pastejo (DA SILVA, 2013). Nessa técnica cuidado redobrado deve ser adotado quando se trabalhar com plantas de crescimento cespitoso. Isso também pode ser realizado com a lotação contínua, realizando um pastejo mais leniente e mantendo a altura média de pastejo no início das águas o mais próximo possível da altura mais alta recomendada para o cultivar.

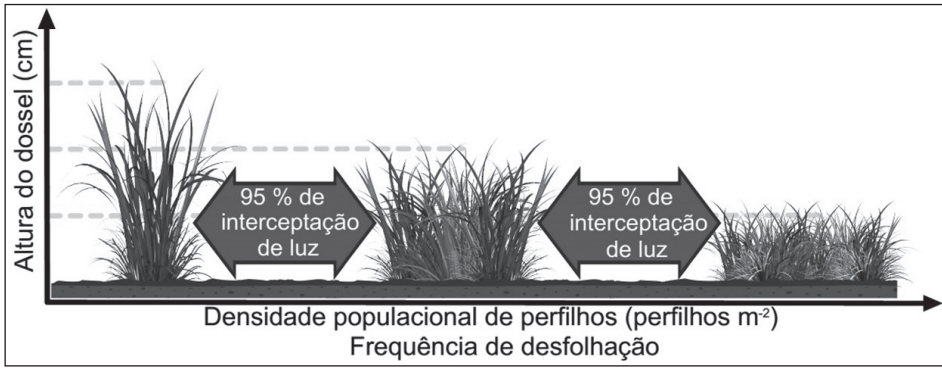
Ajustes fino no manejo de pastagens cultivadas na Amazônia

O manejo intensivo de pastagens deve considerar tanto o fornecimento de forragem em quantidade e qualidade adequada aos animais, quanto garantir a perenidade do pasto. Isso é obtido por meio do conhecimento das características fisiológicas das plantas forrageiras. Por isso a importância em citar os principais materiais usados na região. Nesse sentido, muitos estudos foram realizados em décadas anteriores, e os resultados concluíram que assim como em gramíneas de clima temperado, as gramíneas de clima tropical apresentam um momento ideal para a desfolhação, limite acima do qual tanto a qualidade quanto a perenidade do pasto estarão comprometidas. Como já abordado em tópico e capítulos anteriores, esse momento refere-se ao ponto no qual o dossel intercepta 95% da luz incidente, demonstrado em muitos trabalhos com

gramíneas tropicais (Mello; Pedreira, 2004; Canervalli *et al*., 2006; Barbosa *et al*., 2007; Pedreira *et al*., 2007; Giacomini *et al*., 2009; Macedo *et al*., 2021). Para facilitar o manejo na propriedade, a interceptação de luz tem sido relacionada com outras variáveis, como a altura do dossel. Dessa forma, a altura de manejo da desfolhação em pastagens tem sido sugerida para diversas espécies e cultivares de plantas forrageiras. Inclusive, foram desenvolvidas réguas de manejo que facilitam a tomada de decisão baseada na altura (Costa; Queiroz, 2013). Contudo, para ajustes finos no manejo de pastagens, outras variáveis além da altura do dossel, devem ser incluídas para estimativas mais acuradas na associação com a interceptação de luz e com a produção de biomassa.

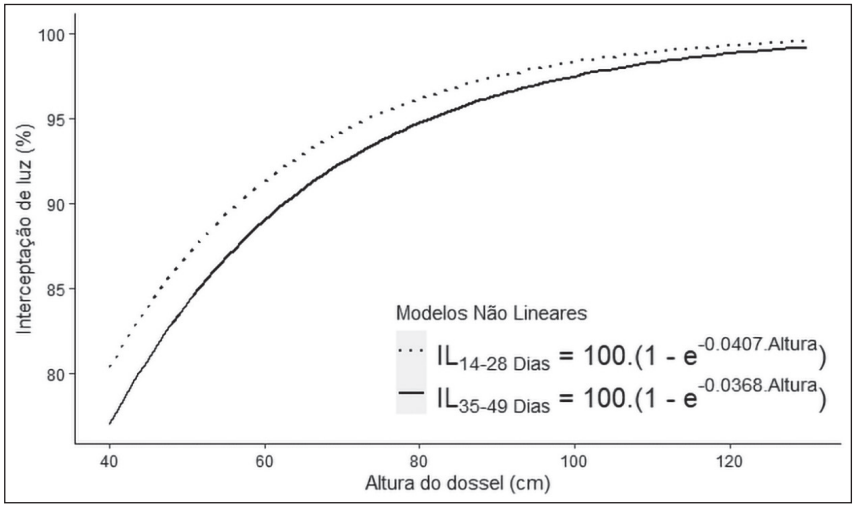
Em um estudo realizado com capim Tanzânia na Amazônia Oriental, Macedo *et al*. (2021) ao trabalharem com diferentes frequências de corte baseadas em dias fixos, que variaram de 14 a 49 dias, verificaram que dosséis cortados mais frequentemente apresentavam maior DPP que dosséis cortados com menor frequência. Como a interceptação de luz responde não somente a altura do dossel, mas também à DPP, verificou-se que o dossel poderia atingir a interceptação de luz (IL) aos 95% em diferentes alturas. Em condições na qual a DPP e a frequência de corte eram maiores, essa interceptação de luz poderia ser alcançada em alturas menores (Figura 1). Nesse estudo, observou-se que as curvas que relacionam a altura do dossel com a interceptação de luz, poderiam ser diferentes dependendo da frequência de desfolhação e, consequentemente, da DPP. No caso, pode-se estabelecer duas curvas, uma no qual o dossel era desfolhado mais frequentemente (período de descanso de 14 a 28 dias), e outra no qual o dossel era desfolhado com menor frequência (período de descanso de 35 a 49 dias) (Figura 2). Esses autores também propuseram um modelo que inclui a DPP na estimativa da altura de corte baseada na interceptação de luz, que foi validado com dados de outros experimentos com capim Tanzânia realizados em diferentes regiões do Brasil, e que estavam publicados na literatura.

Figura 1 – Esquema demonstrando que dosséis com diferentes alturas podem ter a mesma interceptação de luz desde que tenham densidade populacional de perfilhos diferentes como consequência da frequência de desfolhação



Fonte: Adaptado de Macedo *et al.* (2021).

Figura 2 – Relação entre altura do dossel e interceptação de luz com diferentes curvas de resposta dependentes o manejo baseado na frequência de desfolhação



Fonte: Adaptado de Macedo *et al.* (2021).

Os achados de Macedo *et al*. (2021), nos experimentos realizados na região amazônica possuem características que corroboram com resultados de estudos em outras regiões do país. Um caso, é referente ao estudo realizado por Gomes (2019) na região de Piracicaba, interior de São Paulo, com *Urochloa brizanta* cv. Marandu. Esse trabalho mostra que não houve diferença na taxa de acúmulo de forragem, e nem dos seus componentes morfológicos (folha, colmo e material morto), quando alturas de pré-pastejo (22, 19 e 16 cm) menores que a altura controle de 25 cm (momento em que o dossel atinge 95% de IL) são utilizadas. A interceptação de luz no dossel em pré-pastejo, apesar de significativamente diferente, teve uma baixa variação, com valores de 93,9%, 94,4%, 95,5% e 95,7% para os tratamentos de altura pré-pastejo de 16, 19, 22 e 25 cm, respectivamente. Assim como observado por Macedo *et al*. (2021), a densidade populacional de perfilhos diminuiu à medida que a as alturas de manejo eram maiores.

Em outro estudo realizado por Sbrissia *et al*. (2018), com o capim quicuiu no município de Lages em Santa Catarina, pastos mantidos a diferentes alturas pré-desfolhação (10, 15, 20 e 25 cm), apresentaram aumento no peso médio de perfilhos individuais, enquanto houve diminuição na densidade populacional de perfilhos, quando a altura de manejo aumentava. Nesse trabalho, também foi observado pouca variação no acúmulo de biomassa nos pastos mantidos nas alturas de 15 a 25 cm.

Em ambos os estudos, citados anteriormente, foi discutido que a comunidade de plantas no dossel, tende a compensar a população e tamanho de perfilhos, quando se usa diferentes alturas de manejo, como discutido também por Macedo *et al*. (2021), em seu estudo realizado na região amazônica. Isso significa, portanto, que diferentes alturas podem apresentar semelhantes interceptações de luz no dossel (MACEDO *et al*., 2021) e, inclusive, semelhantes acúmulos de biomassa (Sbrissia *et al*., 2018; Gomes,

2019), garantindo flexibilidade ao manejo do pastejo. Portanto, não necessariamente uma altura fixa deve ser trabalhada, mas que devido às características dos perfilhos, diferentes alturas podem ser utilizadas, para atingir o mesmo objetivo.

É claro que a flexibilidade de manejo não deve ser considerada de forma arbitrária, obviamente existe um limite máximo de altura a ser utilizada, e esse limite deve sempre levar em consideração o índice de área foliar (IAF) crítico. O IAF crítico representa o momento a partir do qual a competição intraespecífica entre os perfilhos por luz, ocasiona aumento no acúmulo de colmos e de material morto no dossel; como já abordado, esse momento corresponde à interceptação de luz de 95%. Portanto, manejar pasto a uma condição superior ao IAF crítico, pode trazer prejuízo aos sistemas de produção. Gimenes *et al*. (2011), relataram aumento tanto na taxa de lotação, quanto no ganho médio diário de bovinos nelore quando o capim Marandu foi manejado a altura de 25 cm (95% de IL) em relação à altura superior ao IAF crítico (35 cm). Trabalhando com gado leiteiro, Congio (2018) observou aumento no consumo de forragem, na produção de leite, taxa de lotação e na produtividade de sólidos do leite quando animais pastejavam capim elefante Cameroon manejado a 100 cm de altura (95% de IL) em relação ao manejado a uma altura superior de 130 cm. Além disso, esse trabalho mostra que houve menor produção de metano e de óxido nitroso por quilograma de leite produzido, quando o pasto era manejado considerando a altura referente ao seu limite superior de altura (IAF crítico – 95% de IL). Esses trabalhos demostram que o produtor poderá deixar de colher muitos benefícios no sistema de produção, se ele deixar ultrapassar o limite máximo para o pastejo. Isso significa que a flexibilização do manejo do pastejo ocorrerá quase sempre considerando alturas menores em relação ao limite superior (GOMES, 2019).

Além da possibilidade da flexibilização, outra característica importante na abordagem de ajustes finos no manejo da pastagem, se refere à possibilidade de o manejo ser guiado a partir de um conhecimento mais acurado das condições da área de pastagem. Atualmente, tanto o manejo a campo como as avaliações em pesquisa, consideram estimativas de características do dossel baseados em métodos amostrais. Por exemplo, a estimativa da altura do dossel é obtida a partir da medição de altura em pontos específicos nas áreas de pastagem. Assim, como a mensuração de biomassa, que é estimada a partir da coleta de forragem com o uso de molduras de área conhecida, e posteriormente, extrapoladas para hectares. Todas essas medições envolvem erros associados (coleta de pontos onde ocorre deposição de fezes; coleta em pontos em locais que não representam a verdadeira condição do dossel), que podem estar subestimando, ou superestimando os valores reais de altura e biomassa na pastagem. Uma alternativa que está em constante avanço, é por meio do uso de sensoriamento remoto.

Em estudo realizado na região sudeste, Reis *et al*. (2020) obtiveram precisão 65% e 89% na estimativa da biomassa e altura do dossel, respectivamente, em um consórcio de capim ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*) com milheto (*Pennisetum glaucum*). Essas estimativas foram provenientes do uso de informações espectrais obtidas por sensores acoplados à Drones, que foram posteriormente analisadas gerando modelos oriundos do método de aprendizado de máquina XGBoost. Freitas *et al*. (2022), trabalhando em condições semelhantes, obtiveram precisão de 70% na estimativa de biomassa com o uso de algoritmos de

floresta aleatória (random forest). O uso de drones, sensores e ciência de dados para o manejo baseado em ajuste fino, fazem parte da agropecuária de precisão, e apresentam grande potencial de utilização futura. Comparado a algumas técnicas de medição, essas metodologias são consideradas cada vez mais precisas e, portanto, espera-se que essa precisão, a popularidade, e a aplicabilidade, melhorem cada vez mais com o avanço tecnológico. Dessa forma, algumas limitações como ineficiência do tempo levado para o processamento de imagens, devam diminuir (MCCANN *et al*., 2022).

Emissão de gases de efeito estufa, estoque de carbono e nitrogênio no solo em pastagens intensificadas na Amazônia

O ajuste fino no manejo do pastejo não pode ser meta isolada num sistema de produção intensiva de animais em pastejo. A perspectiva ambiental deve ser inserida como um dos pilares do sistema produtivo, em especial nos ecossistemas de pastagens inseridos no bioma Amazônico. Quando observamos o cenário nacional, é possível perceber que o principal uso do solo no território brasileiro é a pastagem, e ela ocupa 154 milhões de hectares em todo território, sendo que nos últimos 36 anos a área total de pastagem parou de crescer e até encolheu 5% (MAPBIOMAS, 2021). Apesar de não ter ocorrido expansão das áreas de pastagem em números absolutos, nas últimas 4 décadas ocorreu um aumento de 200% das áreas de pastagem sobre o bioma Amazônia; esse crescimento fez com que a Amazônia detenha 56,6 milhões de pastagens cultivadas e seja o bioma brasileiro com maior extensão de pastagens cultivadas (36,7%); portanto, devido a importância dessa região é necessário conhecer os efeitos no solo dessa mudança do uso da terra.

Os principais contribuintes para as emissões da agropecuária Brasileira são: o desmatamento da floresta amazônica, a queima de biomassa, o uso ineficiente do solo e efeitos indiretos da agropecuária (por exemplo, fertilizantes, pesticidas e irrigação) e, a erosão do solo. A adoção de melhores práticas de manejo de pastagens nas áreas já desmatadas, com base no manejo adequado e na intensificação das pastagens aumenta o estoque de C (MAIA *et al*., 2009) e N (BRAZ *et al*., 2013) do solo, diminui as taxas totais de emissões dos gases do efeito estufa (GEE) do setor (LAGE FILHO *et al*., 2022) e fortalece os serviços ecossistêmicos.

Relações entre o uso da terra, manejo das pastagens e sequestro de C

O sequestro de C está associado com o manejo das pastagens, com os fatores climáticos e com o uso da terra. Frazão *et al*. (2013) avaliando sistema de agricultura (Dendê), pastagem e floresta no bioma Amazônia, concluíram que os estoques de C e N estão positivamente associados quando a conversão da floresta ocorre para pastagens bem manejadas e negativamente associados quando ocorre para sistema de agricultura semi-perene. Segundo Braz *et al*. (2013), os estoques de C e N são também influenciados pelo grau de intensificação das pastagens, onde em pastagens intensificadas os estoques de C são positivos em relação à floresta, para pastagens bem manejadas e mesmo que não tenha ocorrido adubações frequentes os estoques são neutros e tendem a ser negativo em pastagens degradadas.

Portanto, a capacidade de acúmulo de C dos solos pode ser aumentada através da adoção das melhores práticas de manejo. Maia *et al*. (2009) avaliando nos estados de Rondônia e Mato Grosso como os estoques de C estão associados a diferentes condições de manejo das pastagens, determinaram que em comparação com a vegetação nativa, pastagens degradas diminuem o estoque de C em um fator de 0,91 ± 0,14, pastagens bem manejadas, porém sem adubação mantém o C em um fator 0,99 ± 0,08 e o manejo de pastagens em Latossolos aumentam o armazenamento de C em 1,19 ± 0,07. Em contrapartida em diferentes tipos de solos, mas onde na avaliação predominou os Argissolos (40%), as pastagens bem manejadas aumentam o estoque de C em um fator de 1,24 ± 0,07, demonstrando que esses solos no bioma Amazônia quando manejados em pastagens intensificadas possuem um potencial ainda maior de sequestrar C.

Uso da terra, manejo da pastagem e GEE

A forma que se maneja o pasto influência diretamente a emissão dos GEE. No solo, a temperatura também é conhecida por ser uma variável chave que influencia a emissão dos GEE. O metano (CH_4), o dióxido de carbono (CO_2) e óxido nitroso (N_2O) são os três principais GEE que desempenham papel importante na regulamentação do clima global. Embora o CO_2 seja o gás emitido em maior quantidade através da respiração radicular e da decomposição da matéria orgânica do solo (MO), o poder de aquecimento do CH_4 e do N_2O são respectivamente 25 e 298 vezes maiores que CO_2 (IPCC, 2013).

Através da conversão da floresta nativa em sistemas de pastagem e agricultura pelo uso do fogo, grande quantidade dos três GEE são emitidos para atmosfera. O CH_4 e N_2O também são emitidos pelas excretas dos animais. Sendo que a emissão de CH_4 é aumentada quando o espaço poroso do solo é coberto por água (solos alagados), através da decomposição anaeróbia da matéria orgânica (MO). A emissão do CO_2 é potencializada pela respiração do solo (microrganismos) e decomposição da MO (IPCC, 2019). A emissão do N_2O é potencializada com o aumentado da dose de fertilização nitrogenada (LAGE FILHO *et al*., 2022)

Emissão de óxido nitroso (N_2O)

A presença de nitrogênio no solo tem efeito direto na emissão de gases do efeito estufa. Porém, a emissão vai depender da fonte, principalmente da dose de nitrogênio utilizada e do uso da terra (LAGE FILHO *et al*., 2022). O fracionamento das doses de N é importante para suprir N no período de maior demanda da cultura e garantir maior produtividade da pastagem. Além disso, o fracionamento aumenta a eficiência da adubação nitrogenada e reduz a perda de N por lixiviação e volatilização, implicando em benefícios na mitigação das emissões de GEE.

Emissão de gás carbônico (CO_2)

As maiores emissões de CO_2 no verão estão relacionadas com o aumento da umidade do solo, o que aumenta a respiração das raízes devido ao crescimento das plantas e à atividade microbiana envolvida na decomposição lábil da MO no solo. Além disso, os fertilizantes

nitrogenados são frequentemente aplicados no verão, prática que aumenta a atividade microbiana do solo e a posterior entrada de água no solo via precipitação favorece o deslocamento de gases no solo e promove a liberação CO_2 (CARDOSO *et al*., 2020).

Outros fatores que podem aumentar a liberação de CO_2 são a estação de crescimento mais longa nas regiões tropicais, a maior eficiência fotossintética das plantas C4, a maior produtividade das pastagens intensificadas, levando ao aumento da área radicular da forragem e da respiração microbiana. Além disso, gramíneas possuem sistemas radiculares densos que favorecem a atividade biológica e aumentam o fluxo de CO_2 (CORRÊA, 2021).

Emissão de metano (CH_4)

A anaerobiose do solo é a principal percursora da emissão de metano (CH_4), sendo essa potencializada pela respiração das raízes que leva ao esgotamento do oxigênio do solo (IPCC, 2019). Portanto, no período do verão, onde ocorrem as maiores temperaturas e maiores índices pluviométricos, a emissão de metano é potencializada. Sendo que, a prática de irrigação, o cultivo de pastagens em áreas de várzeas, ou em áreas que sofrem alagamento temporário, também favorecem a emissão de metano.

Considerações finais

Numa ótica do campo é sempre importante destacar que as plantas forrageiras não devem competir entre si quando o objetivo é a escolha de uma dada espécie para compor sistemas intensivos de produção animal a pasto. Se o próximo passo a ser dado na fazenda é o processo de intensificação, verifique se você domina as práticas de manejo da planta forrageira que pretende trabalhar na intensificação. Se a resposta é positiva e se essa planta é persistente no seu sistema produtivo, aposte nela.

Construir um plano de manejo com metas de graduais de intensificação das áreas de pastagem é importante para que os ajustes finos propostos nessa obra sejam implantados com sucesso. Além disso, inserir o componente ambiental no sistema é fundamental quando se pensa numa produção animal intensiva em áreas de pastagens no bioma amazônico.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, R. A. *et al*. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 329–340, mar. 2007.

BRAZ, S. P. *et al*. Soil carbon stocks under productive and degraded Brachiaria pastures in the Brazilian Cerrados. **Soil Science Society of America Journal**. v. 77, p. 914–928, 2013.

CARDOSO, A. S. *et al*.. How do greenhouse gas emissions vary with biofertilizer type and soil temperature and moisture in a tropical grassland? **Pedosphere**, v. 30, n. 5, p. 607–617, 2020.

CARNEVALLI, R. A. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v. 40, n. 3, p. 165-176, 2006.

CONGIO, G. F. de S. **Rotational stocking management on elephant grass for dairy cows: grazing strategies, animal productivity, enteric methane and nitrous oxide emissions**. 2018. 107 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

CORRÊA, D. C. C. *et al*. Are CH_4, CO_2, and N_2O Emissions from Soil Affected by the Sources and Doses of N in Warm-Season Pasture? **Atmosphere**, v. 12, n. 6, p. 697, 2021.

COSTA, J. A. A. da; QUEIROZ, H. P. de. Régua de manejo de pastagens. **EMBRAPA**, Campo Grande, Comunicado Técnico 125, 2013.

CUNHA, A. M. Q. *et al*. Nitrogen fertilization as a strategy for intensifying production and improving the quality of Massai grass grown in a humid tropical climate. **Journal of Plant Nutrition**, v. 45, p. 2213-2227, 2022.

da SILVA, S. C. Manejo do pastejo e a produção animal. In: REIS, A. R.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiro. Jabotical, 2013, p. 499-520.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: Processos, Causas e Estratégias de Recuperação. 4. ed. Belém: MBDF, 2011. 215 p.

FRAZAO, L. A. *et al*. Soil carbon stocks and changes after oil palm introduction in the Brazilian Amazon. **Global Change Biology-Bioenergy**. v. 5, p. 384-390, 2013.

FREITAS, R. G. *et al*. Estimating pasture aboveground biomass under an integrated crop-livestock system based on spectral and texture measures derived from UAV images. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 198, p. 107122, 2022.

GIACOMINI A. A.; *et al*. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermitente stocking. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 6, p. 733-741, 2009.

GIMENES, F. M. de A. *et al*. Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 751-759, 2011.

GOMES, C. M. **Oportunidade para flexibilização das metas pré-pastejo do manejo rotativo do capim-marandu**. 2019. 65 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

Intergovernmental Panel on Climate Change—IPCC. ***Climate Change 2013: The Physical Science Basis—Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernamental Panel on Climate Change****;* Cambridge University Press: New York, NY, USA, 2013.

IPCC. 2019. IPCC 2019, **2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories,** eds. CALVO BUENDIA, E., TANABE, K., KRANJC, A., BAASANSUREN, J., FUKUDA,

M., NGARIZE S., OSAKO, A., PYROZHENKO, Y., SHERMANAU, P., FEDERICI, S. Switzerland: IPCC.

LAGE FILHO, N. M. *et al*. Effects of stubble height and season of the year on morphogenetic, structural and quantitative traits of Tanzania grass. **Trop. Grassl**., v. 9, p. 256-267, 2021.

LAGE FILHO, N. M. *et al*. Land Use, Temperature, and Nitrogen Affect Nitrous Oxide Emissions in Amazonian Soils. **Agronomy**, v. 12, p. 1608, 2022.

LEITE, R. C. *et al*. Productivity increase, reduction of nitrogen fertiliser use and drought-stress mitigation by inoculation of Marandu grass (*Urochloa brizantha*) with Azospirillum brasilense. **Crop Pasture Sciense**, v. 70, p. 61-67, 2019.

LIMA, E. M *et al*. Intake, digestibility, and milk yield response in dairy buffaloes fed Panicum maximum cv. Mombasa supplemented with seeds of tropical açai palm. **Trop. Anim. Health Prod**. v. 53, p. 178, 2021.

MACEDO, V. H. M. *et al*. Canopy structural variations affect the relationship between height and light interception in Guinea Grass. **Field Crops Res**. v. 271, p. 108249, 2021.

MAIA, S. M. F. *et al*. Effect of grassland management on soil carbon sequestration in Rondônia and Mato Grosso states, Brazil. **Geoderma**. v, 149, p. 84-91, 2009.

MCCANN, J. A.; KEITH, D. A.; KINGSFORD, R. T. Measuring plant biomass remotely using drones in arid landscapes. **Ecology and Evolution**, v. 12, n. 5, p. e8891, 2022.

MAPBIOMAS (2021). Pastagens brasileiras ocupam área equivalente a todo o estado do amazonas. Disponível em < https://mapbiomas.org/pastagens-brasileiras-ocupam-area-equivalente-a-todo-o-estado-do-amazonas>. Acessado em 09 de agosto de 2022.

MELLO, A. C. L.; PEDREIRA, C. G. S. Respostas morfológicas do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 282–289, abr. 2004.

MONTEIRO, E. M. M. *et al*. Avaliação da composição bromatológica da forrageira Brachiaria humidicola adubada com dois resíduos orgânicos oriundos da siderurgia e criação avícola. In: VI Congresso Brasileiro De Sistemas De Produção, 2010, São Luís. **Anais**... São Luís: EMBRAPA/UEMA, p. 3-11.

NABINGER, C. Aspectos ecofisiológicos do manejo de pastagens e utilização de modelos como ferramenta de diagnóstico e indicação de necessidades de pesquisa. In: XVI Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul (Zona Campos) em Melhoramento e Utilização dos Recursos Forrageiros das Áreas Tropical e Subtropical, 1998, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: FAO/UFRGS/EMATER-RS/FEPAGRO, p. 17-61.

OLIVEIRA, J. K. S. *et al*. Effect of Nitrogen Fertilization on Production, Chemical Composition and Morphogenesis of Guinea Grass in the Humid Tropics. **Agronomy**, v. 10, p. 1840, 2020.

PEDREIRA, C. G. S. Métodos de pastejo. In: REIS, A. R.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiro. Jabotical, 2013, p. 481-495.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar xaraés em resposta a estratégias de pastejo de desfolhação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, 281-287, 2007.

REIS, A. A. *et al*. Monitoring pasture aboveground biomass and canopy height in an integrated crop–livestock system using textural information from PlanetScope imagery. **Remote Sensing**, v. 12, n. 16, p. 2534, 2020.

SBRISSIA, A. F. *et al*. Defoliation strategies in pastures submitted to intermittent stocking

method: underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. **Crop Science**, v. 58, n. 2, p. 945-954, 2018.

SOUZA, J. A. S. **Produção de gramíneas forrageiras dos gêneros Urochloa e Megathyrsus nas condições edafoclimáticas de Manaus, AM**. Manaus, AM. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciência Agrárias, – UFAM, 2018.

TEIXEIRA, R. N. V. *et al*. Brachiaria brizantha (Syn. Uroclhoa brizantha) cv. Marandu sob diferentes doses de nitrogênio e fósforo em Humaitá-AM, Brasil. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 11, p. 35-41, 2018.

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_006

6. PRODUÇÃO DE SILAGENS DE BAIXO CUSTO NA AMAZÔNIA

Thiago Carvalho da Silva[1]
Jorge Cardoso de Azevedo[1]
Aníbal Coutinho do Rêgo[2]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, Belém, Pará
[2] Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará

1. Introdução

A produção de silagem é uma prática muito antiga, a qual segue os princípios de conservar o valor nutritivo dos alimentos, aproveitar o excedente de produção, visando alimentar os animais ruminantes nos períodos de baixa oferta de alimentos. Entretanto, nos últimos anos, a produção de silagem deixou de ser apenas uma alternativa para alimentação dos rebanhos no período seco, ou menos chuvoso e se tornou componente de sistemas de alto nível produtivo, devido à importância do aumento da eficiência de produção dos sistemas agropecuários.

A conservação de alimentos na forma de silagem passou a ser uma estratégia quase que obrigatória em propriedades cuja meta é a intensificação dos sistemas produtivos de ruminantes na Amazônia. Ensilar forragens ou outros tipos de alimentos é uma prática que auxilia no planejamento da propriedade e no estoque de alimento para garantir a produtividade dos rebanhos a curto e longo prazo. Quando falamos em manejo de pastagens de forma intensiva na Amazônia, consideramos que devemos ser eficientes em colher a planta forrageira, quer seja com animais em pastejo, ou com maquinários. Nesse caso, em períodos favoráveis de crescimento das forrageiras a demanda por alimento pode se encontrar abaixo da oferta, e é aí que nos deparamos com um desafio que torna-se prática quase obrigatória. Que desafio é esse? Colher esse excesso produzido para evitar problemas de manejo.

É importante ressaltar que em sistemas intensivos de produção de ruminantes quanto maior o uso de tecnologias maiores serão as necessidades de manejo. Além disso, qualquer novo pacote tecnológico adotado vem carregado de uma demanda de insumos, e, portanto, é de suma importância monitorar o investimento, bem como o retorno obtido a partir da adoção da nova estratégia. Assim, quando consideramos a ensilagem como uma tecnologia a ser usada para intensificar os sistemas de produção de ruminantes na Amazônia, partir para a exploração da produção de silagem de baixo custo é fundamental para o sucesso da atividade. A Amazônia é caracterizada pela existência de alguns alimentos não convencionais que apresentam potencial de ser ensilados. Tais alimentos podem ser usados de forma estratégica na suplementação de rebanhos e consequentemente intensificação do sistema em pelo menos uma fase das cadeias produtivas de ruminantes.

O uso de silagens de baixo custo está atrelado à disponibilidade de forragens e

de derivados da cadeia produtiva locais e/ou agroindustriais. Culturas forrageiras que permitam o aproveitamento de ciclos produtivos excedentes, ou colheitas de porções vegetais, como capins tropicais e mandioca tornam-se potenciais para redução de custos. Capins tropicais, por exemplo, apesar de apresentarem algumas dificuldades do ponto de vista da fermentação, permitem o uso associado com outros alimentos, como derivados agroindustriais, que podem atenuar tais questões. Dessa forma, para se produzir silagem com alta eficiência e baixo custo na Amazônia, é preciso conhecer as características e peculiaridades dessa região, as opções de plantas adaptadas e alimentos e derivados disponíveis para ensilagem, além de seguir de forma cuidadosa todas as etapas desde o planejamento e execução da ensilagem até o fornecimento aos animais. Objetiva-se com o presente capítulo apresentar uma abordagem sobre a produção de silagens de baixo custo na Amazônia como estratégia para intensificação da produção ruminantes.

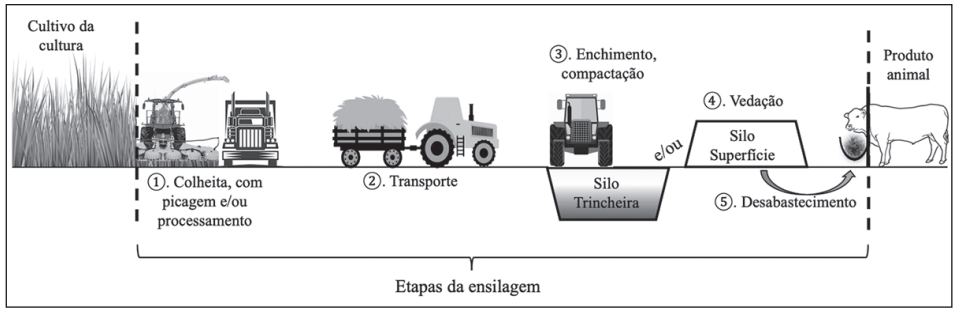
2. Entendendo o processo de ensilagem

Antes de aprofundar nas temáticas que envolvem o uso de silagens de baixo custo, vale destacar a conceituação de alguns termos que irão balizar e padronizar as discussões dos próximos capítulos que envolvam o uso silagens neste livro. Além disso conhecer os conceitos é fundamental para compreender que pontos do processo estão sujeitos à ajustes no manejo para reduzir custos. Dessa forma, destacamos abaixo alguns conceitos envolvidos na produção de silagens.

Derivados da agroindústria: são alimentos provenientes de cadeias produtivas, ou agroindústrias que processam alimentos e geram derivados possíveis de serem usados na alimentação animal. No presente capítulo não diferenciaremos coprodutos, subprodutos e resíduos, consideramos que esses compõem o grupo de derivados. Como exemplo de derivados podemos destacar, restos culturais agrícolas, resíduos de podas ou colheitas, resíduos e subprodutos dos processos agroindustriais, refugos do sistema produtivo, dentre outros. A classificação de alimentos como resíduos, subprodutos e coprodutos é balizada por uma legislação nacional específica, que não é o foco dos autores abordarem tal discussão.

Ensilagem: é o processo de produção de silagens obtidas por meio da fermentação de alimentos úmidos. Esse processo envolve diferentes etapas (Figura 1), sendo elas: 1. colheita com picagem e/ou processamento do alimento; 2. transporte; 3. enchimento do silo com compactação da massa ensilada; 4. Vedação, ou fechamento da estrutura de armazenamento; 5. desabastecimento da silagem para alimentação animal. Vale destacar que tal processo não melhora o valor nutritivo dos alimentos ensilados, no máximo preserva as características do alimento original. A única situação em ganhos em valor nutritivo pode acontecer é quando ensilamos plantas com grãos que contêm uma matriz proteica, como milho, sorgo e milheto. Nesse caso, se o processo for bem conduzido a digestibilidade do amido aumenta com o tempo de fermentação. O aumento do valor nutritivo é resultante da quebra de prolaminas que são proteínas de armazenamento encontradas em todos os tipos grãos de cereais.

Figura 1 – Etapas envolvidas no processo de ensilagem



Silagem: é o produto obtido do processo de ensilagem. Aqui um ponto a destacar é que a silagem é um produto da fermentação de alimentos úmidos que não necessariamente são forragens. É possível se produzir silagens, por exemplo, a partir de forragens, grãos, e alimentos não convencionais, como derivados da agroindústria, ou combinações desses alimentos mencionados.

Silo: é a estrutura de armazenamento da silagem, esse pode variar quanto aos tipos, pode ser: uma trincheira no chão, ou uma estrutura com a construção de paredes acimas do solo. Esses últimos são bem comuns nos Estados Unidos da América e são confeccionados a partir de pré-moldados de alvenaria, sendo conhecidos como silos *bunker*. Silos do tipo superfície são feitos a partir de massa compactados sobre o solo sem a presença de paredes. Por fim, os silos podem ainda ser do tipo torre, tambores plásticos, cincho, bags, bolas, sacos ou rapadura com estrutura removível. Esse último teve crescimento expressivo devido ao aumento na comercialização de alimentos conservados na forma fermentada, tema do próximo capítulo (Capítulo 7).

Realocação de silagens: a realocação de silagens consiste num processo de remoção de silagens de silos, transporte da massa, recompactação e vedação em uma nova estrutura (CHEN; WEINBERG, 2014). Esse termo é mais adequado do que reensilagem, pois quando observamos o termo ensilagem podemos perceber que existe uma primeira etapa de colheita, picagem e ou processamento, que não está envolvida no processo de realocação. Assim, o termo realocação envolve simplesmente mover silagens de uma estrutura para outra. Portanto, não envolve a primeira etapa descrita no conceito de ensilagem, o que tornaria reensilagem um termo não apropriado. Alguns questionamentos podem ser levantados como, ensilar grãos não envolve colheita. Mesmo a ensilagem de grãos, por mais que não envolva o processo de colheita em algumas situações, o processamento dos grãos é etapa obrigatório, mesma que seja feito por alguma indústria específica.

3. Produção de silagem na Amazônia

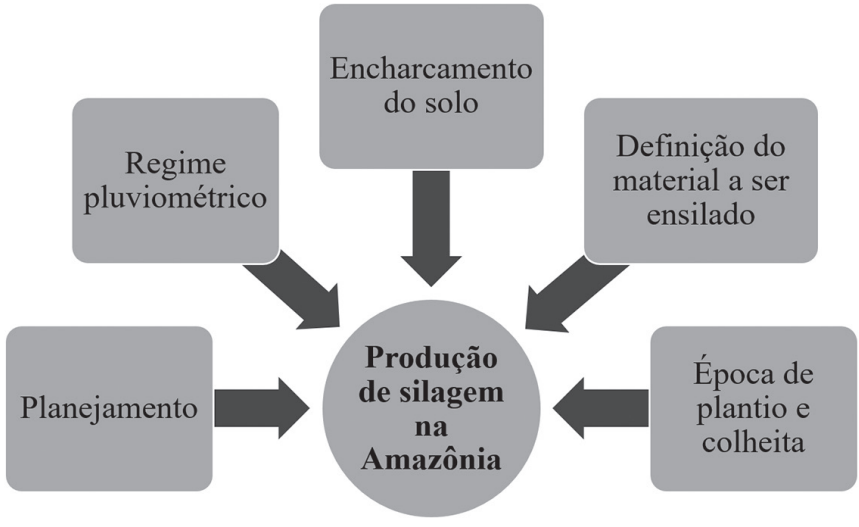
É importante destacar que todos os pacotes tecnológicos devem ser adaptados, ou preferencialmente desenvolvidos nas regiões onde serão aplicados. Dessa forma, a simples transposição dos mesmos pacotes para diferentes regiões e biomas poderá nem sempre trazer resultados positivos. É indispensável considerar as particularidades dos ambientes. Direcionaremos nesse capítulo as tecnologias para produção de silagem na Amazônia Legal, a qual contribui de forma

expressiva com o quantitativo de bovinos do Brasil (ABIEC, 2020).

O Bioma Amazônico Brasileiro está inserido em todos os estados da região Norte do país, além do Maranhão e Mato Grosso. Como já apresentado nos capítulos anteriores (Capítulos 3, 4 e 5), a diversidade climática e de tipos de solos resultam em condições diferentes para o cultivo de plantas forrageiras. De maneira geral, as áreas utilizadas para agricultura e pecuária recebem anualmente em média 1600 mm (ALVARES *et al*., 2013) de precipitação e são caracterizadas por: áreas de terra firme; áreas com solos que passam grande parte do ano saturados em umidade; e áreas sujeitas a alagamentos, como por exemplo margens de rios, ou várzeas. Os climas predominantes na região de acordo com a classificação de Koppen, são: tropical úmido (Af), tropical de monção (Am) e tropical de savana (Aw; ÁLVARES *et al*., 2013).

O conhecimento das condições edafoclimáticas e das particularidades do bioma Amazônico permitem elencar pontos importantes que devem ser cuidadosamente analisados visando a produção de silagem de qualidade, principalmente a partir de culturas agrícolas, como é possível observar na Figura 2.

Figura 2 – Pontos importantes a serem considerados para a produção de silagem no bioma Amazônia



O planejamento é sempre o primeiro passo para quem pretende produzir silagem. No entanto, essa etapa ainda é negligenciada em alguns sistemas de produção animal na Amazônia. Por isso, ressaltamos aqui a importância desse tipo de ação, uma vez que a falta de planejamento poderá resultar em queda no desempenho e inviabilidade do sistema. O planejamento inadequado pode comprometer todo o processo de produção e utilização da silagem, desde o cultivo até o fornecimento aos animais. Erros no planejamento serão refletidos diretamente na quantidade e qualidade da silagem produzida, no desempenho animal, e nos custos de produção.

Alinhar o planejamento com a capacidade de execução da ensilagem é

fundamental, uma vez que mesmo havendo organização na propriedade existe a possibilidade de ocorrerem imprevistos durante a execução, os quais comprometerão a qualidade da silagem. Os principais erros de planejamento, consequências e impactos no sistema de produção estão listados na Tabela 1.

Tabela 1 – Erros de planejamento e execução da ensilagem e os impactos no sistema

Erros	Consequência	Impacto no sistema
- Cálculo da demanda por silagem (planejamento alimentar)	- Quantidade de silagem produzida menor do que a necessária; - Necessidade de compra de alimento;	- Menor desempenho - Maior custo com alimentação
- Dimensionamento do silo	- Remoção incompleta do painel do silo durante fornecimento;	- Perdas por deterioração aeróbia - Menor desempenho animal
- Maquinário de colheita (quantidade insuficiente e equipamentos sem regulagem)	- Demora em colher a forragem; - Tamanho de partícula inadequado; - Pouco processamento de graõs; - Compactação inadequada;	- Aumento no custo da colheita; - Perdas na fermentação; - Menor consumo de matéria seca (MS); - Redução na digestibilidade da porção de grãos;
- Transporte e compactação	- Falta de sincronismo entre transporte e compactação; - Compactação inadequada;	- Perdas no transporte e na fermentação; - Aumento nos custos da ensilagem;
- Vedação	- Deterioração da camada superior (camada preta); - Furos na lona	- Perdas por deterioração aeróbia
- Fornecimento	- Aquecimento e deterioração da silagem;	- Perdas por deterioração aeróbia; - Menor consumo e desempenho animal, possível intoxicação.

O regime pluviométrico é outro ponto importante a ser considerado na produção de silagens de culturas na Amazônia, principalmente conhecer a precipitação anual e a duração do período chuvoso com base no histórico dados climáticos. A identificação de áreas susceptíveis a encharcamento na propriedade rural é um ponto importante a ser considerado no cultivo de plantas para ensilagem na região. O mapeamento de áreas de terra firme e áreas onde ocorre encharcamento influenciará diretamente na escolha da cultura a ser implantada. Em áreas de terra firme não existem restrições quanto às culturas que podem ser cultivadas para produção de silagem. Entretanto, nas áreas onde o solo permanece encharcado, recomenda-se o cultivo de capins tropicais adaptados ao encharcamento, os quais serão citados posteriormente.

Uma vez que os pontos relacionados ao planejamento e às características edafoclimáticas estão bem conhecidos, será importante definir o material que será ensilado. Utilizamos aqui a terminologia material pois existem uma diversidade de derivados os quais podem ser ensilados na região amazônica, seja de forma exclusiva, ou como aditivos. Dentre as culturas disponíveis para ensilagem na região amazônica, destacamos os gramíneas (nessa obra destacaremos como capins tropicais para a região plantas pertencentes aos gêneros: *Urochloa, Megathyrsus* e *Pennisetum*), milho (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum*

bicolor), milheto (*Pennisetum glaucum*), mandioca (*Manihot esculenta*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), dentre outras. Os derivados da mandioca (casca (PITIRINI *et al*., 2022)), massa e resíduo da filtragem do dendê (torta (SANTOS *et al*., 2014) e borra (MARTINS *et al*., 2022)), e de outras oleaginosas da Amazônia como patauá (*Oenocarpus bataua*; QUEIROZ *et al*., 2020) e murumuru (*Astrocaryum murumuru*; Ferreira *et al*., 2020) têm sido utilizados de forma exclusiva ou como aditivos na ensilagem. Esses serão detalhados mais à frente no presente capítulo.

Considerando as culturas citadas anteriormente, é fundamental considerar a época de plantio tanto para garantir uma boa condução da lavoura como para garantir uma colheita sem maiores entraves. Na maior parte da região é possível se trabalhar com duas safras, uma principal e um safrinha. Também é possível conduzir sistemas integração lavoura-pecuária, onde a cultura principal pode ser ensilada e o resíduo ser usado por animais em pastejo. No caso de derivados da agroindústria, esses serão muito dependentes da época de disponibilidade de produto no mercado. A maioria são sazonais e variam de preço ao longo do ano, cabendo ao produtor acompanhar o custo de cada derivado. Quanto à colheita em si, monitorar o tempo na época de ensilagem é fundamental para o sucesso do uso da tecnologia. Na maioria dos casos a colheita das culturas são feitas na transição águas seca, e a ocorrência de chuva é uma realidade. Nesse caso, se ocorrer precipitação intensa, é recomendado que a colheita seja parada. O excesso de chuva vai resultar em risco de máquinas atolarem, aumento da compactação do solo, contaminação da massa ensilada com solo e consequente fermentações secundárias provocada por bactérias do gênero *Clostridum*, lixiviação de nutrientes e aumento de perdas.

Todos os pontos supracitados impactam diretamente nos custos de produção de silagens na Amazônia. Assim, a seguir serão descritos tais custos de produção das principais silagens utilizadas na região.

4. Custos de produção de silagem no bioma Amazônia

Os custos da produção de silagem são inerentes e dependem dos diferentes fatores que intrínsecos de cada propriedade, o que os tornarão únicos em cada sistema. De forma geral, o custo será o resultado da combinação de fatores relacionados às características do maquinário existente na propriedade, necessidade de aluguel de implemento e/ou máquina agrícola, custo da mão-de-obra local, da região onde está inserida a propriedade (frete), custo dos insumos e principalmente da produtividade da cultura.

Nesse texto, o objetivo em apresentar os custos é nortear o produtor e o consultor em como confeccionar o custo da propriedade. Nos custos apresentados, foram considerados os custos do aluguel de todas as máquinas e implementos agrícolas. No caso da propriedade possuir maquinário e implementos, basta excluir o valor referente ao aluguel da operação e colocar o consumo de combustível do seu maquinário mais a hora trabalhada do operador. Todos os cálculos foram feitos considerando um trator de 100 cv de potência, trabalhando em uma velocidade de 6 km h^{-1}. A distribuição do calcário foi considerada a uma distância de 7 m, o adubo granulado em uma distância de 10 m e o herbicida sendo distribuído em uma distância também de 10 m. Foi considerado para o cálculo de operações do solo uma grade aradora de 16 discos

com largura de trabalho de 2 m e uma grade niveladora de 36 discos com largura de trabalho de 3 m.

Os custos apresentados são oriundos de observações de campo e de pesquisa em propriedades rurais e instituições de pesquisa localizados em diferentes regiões do estado do Pará. Ressaltamos que são valores médios que podem ser considerados como referência e que, a depender do sistema e da época, irão obviamente apresentar diferenças, ou variações. Assim, os valores apresentados nas tabelas referem-se à cotação do primeiro semestre do ano de 2022. Portanto, esses valores são bem pontuais da época de coleta dos dados, de qualquer forma isso não retira a importância das reflexões postas para um sistema produtivo. É importante que além dos valores absolutos verifique-se o impacto de certos insumos perante o custo da tonelada de (matéria seca) MS produzida.

4.1 Silagem de milho e sorgo gigante

Para determinar os custos da silagem de milho e sorgo gigante, foi considerado o preparo e adubação padrão aplicado para ambas as culturas no nordeste paraense, assim como os respectivos potenciais de produtividades. Para isso contamos com a contribuição dos dados proveniente da consultora da empresa AgroPrimes Priscila Santos da Conceição Oliveira. Nos custos apresentados nas Tabelas 2 e 3 idealizamos uma máquina colhedora de duas linhas tracionada por trator. Foi considerado um plantio com espaçamento de 70 cm entre linhas. O sorgo possui a particularidade em relação ao milho de proporcionar um segundo corte, com uma menor produtividade em relação ao primeiro, desde que haja disponibilidade de água no solo.

4.2 Silagem de capins tropicais

Para os capins tropicais partiu-se do pressuposto que a área já está implantada e uma vez que a silagem de capins tropicais não é o principal objeto da atividade, desconsiderando-se na tabela 4 o custo de formação do pasto. Para compor os custos dos capins com a ensilagem idealizou-se uma colhedora tracionada por trator com plataforma de 1,3 m de corte. Foi considerado ainda uma aplicação de corretivo e uma adubação de manutenção, sendo que o custo do corretivo foi diluído para 24 meses. Os custos da adubação fosfatada foram diluídos para 24 meses e o da adubação com nitrogênio e potássio para 4 meses. Para as braquiárias foi dado um desconto de 10% do total no valor dos insumos, em virtude da menor exigência da cultura e para todas os cultivares o objetivo de utilização era de apenas um corte de capim para ensilagem. Considerou-se um acúmulo de massa de forragem por 90 dias para então proceder-se a colheita

4.3 Silagem de mandioca

Por ser uma cultura versátil e muito comum no estado do Pará, demos um destaque nesse capítulo à mandioca por apresentar potencial para ser usada na produção animal, quer seja a cultura ou os derivados. Para compor os custos da produção de silagem de mandioca, separamos os componentes da planta em biomassa da parte área e raiz (Tabela 5). Isso foi considerado pois na prática o produtor não é obrigado a usar os dois produtos na produção de silagem, essa escolha vai depender da sua atividade ou oportunidade de mercado. Para compor a planilha dos custos, preconizou-se o plantio mecânico com uma plantadeira de mandioca de

duas linhas, num espaçamento de 0,8 m entre linhas e a colheita da parte área realizada com a mesma colhedora das culturas do milho e do sorgo. Os custos foram divididos de modo proporcional em relação as produções de cada componentes da planta. O custo das bombonas plásticas foi dividido por 10 anos relativos à durabilidade do plástico. O custo aqui apresentado é para o produtor poder iniciar a sua atividade, assim que começar a sua própria lavoura, não será mais necessário a aquisição das manivas. Os custos aqui apresentados possuem o objetivo de direcionar o pecuarista e/ou o técnico na tomada de decisão, contudo, ele não é o único indicativo de qual é a silagem mais adequada a ser utilizada. Na tomada de decisão fatores como clima, maquinário, mão-de-obra, disponibilidade, necessidade nutricional dos animais, composição nutricional da silagem (Tabela 6), dentro outros fatores, em conjunto determinarão a silagem mais adequada para cada situação.

Assim, quando o alimento a ser ensilado é uma cultura forrageira, todos os custos embutidos no sistema produtivo dessa cultura, como apresentado, vão compor o custo final da silagem. No caso de derivados da agroindústria o custo de aquisição desses ingredientes será o determinante no custo da silagem.

Tabela 2 – Custo de produção de silagem milho

Componentes do custo	Especificação	Unidade de Referência	Quantidade	Valor Unitário	Valor (R$/ ha)	%
1 – Insumos						
Semente	Milho hibrido	sc 20 kg	1	R$ 600,00	R$ 600,00	6,00%
Calcário	Granel	t	1,5	R$ 350,00	R$ 525,00	5,25%
Adubação plantio	8-40-4	kg	400	R$ 6,00	R$ 2.400,00	23,99%
Adubo de Cobertura 1	20-00-20	kg	150	R$ 5,50	R$ 825,00	8,24%
Adubo de Cobertura 2	20-00-20	kg	150	R$ 5,50	R$ 825,00	8,24%
Herbicida (pré e pós emergente)	glifosato/atrazina	L	5	R$ 80,00	R$ 400,00	4,00%
Inseticida	imidacloprido; Beta-ciflutrina	L	1	R$ 150,00	R$ 150,00	1,50%
Inoculante microbiano	*Lactobacillus buchneri*	sachê	1	R$ 350,00	R$ 350,00	3,50%
Lona dupla face	200 micras	m2	200	R$ 4,00	R$ 800,00	8,00%
2 – Serviços mecânicos						
Grade aradora	Trator + grade	hora	1,67	R$ 250,00	R$ 417,50	4,17%
Grade niveladora	Trator + grade	hora	1,11	R$ 250,00	R$ 277,50	2,77%

Aplicação de calcário	Trator+distrib. calcário	hora	0,24	R$ 250,00	R$ 60,00	0,60%
Semeadura/ adubação de plantio	Trator+plantadeira	hora	0,44	R$ 250,00	R$ 111,11	1,11%
Aplicação herbicida (pré e pós emergente)	Trator+pulverizador	hora	0,34	R$ 250,00	R$ 85,00	0,85%
Adubação de cobertura (2 aplicações)	Trator+distrib.	hora	0,34	R$ 250,00	R$ 85,00	0,85%
Colheita	Trator+ensiladeira	hora	2,38	R$ 250,00	R$ 595,00	5,95%
Transporte	Trator+carreta	hora	3,00	R$ 250,00	R$ 750,00	7,50%
Compactação	Trator	hora	5,00	R$ 150,00	R$ 750,00	7,50%
TOTAL					**R$ 10.006,00**	**100%**
Custo MN (R$/ton) Milho	**Produtividade MN**	**38**			**R$ 263,32**	
	Concentração de MS %	33				
Custo MS (R$/ton)	**Produtividade MS**	**12,54**			**R$ 797,94**	

Tabela 3 – Custo de produção[1] de silagem de sorgo gigante

Componentes do custo	Especificação	Unidade de Referência	Quantidade	Valor Unitário	Valor (R$/ ha)	%
1 – Insumos						
Semente	Super sorgo	sc 10 kg	1	R$ 350,00	R$ 350,00	3,24%
Calcário	Granel	t	1	R$ 350,00	R$ 350,00	3,24%
Adubação de plantio	8-40-8	kg	250	R$ 6,00	R$ 1.500,00	13,90%
Adubação de cobertura	20-00-20	kg	150	R$ 5,50	R$ 825,00	7,65%
Herbicida (pré e pós emergente)	glifosato/atrazina	kg	8	R$ 80,00	R$ 640,00	5,93%
Inseticida	imidacloprido; Beta-ciflutrina	L	1	R$ 150,00	R$ 150,00	1,39%
Inoculante microbiano	*Lactobacillus buchneri*	sache	1	R$ 350,00	R$ 350,00	3,24%
Lona dupla face	200 micras	m2	400	R$ 4,00	R$ 1.600,00	14,83%

2 – Serviços mecânicos (Aluguel)						
Grade aradora	Trator + grade	hora	1,67	R$ 250,00	R$ 417,50	3,87%
Grade niveladora	Trator + grade	hora	1,11	R$ 250,00	R$ 277,50	2,57%
Aplicação de calcário	Trator+distrib. calcário	hora	0,24	R$ 250,00	R$ 60,00	0,56%
Plantio/ adubação	Trator+plantadeira	hora	0,44	R$ 250,00	R$ 111,11	1,03%
Aplicação herbicida (2 aplic. [Pré + pós emerg.])	Trator+pulverizador	hora	0,34	R$ 250,00	R$ 85,00	0,79%
Adubação de cobertura (1 aplicações)	Trator+distrib.	hora	0,34	R$ 250,00	R$ 85,00	0,79%
Colheita com ensiladeira	Trator+ensiladeira	hora	4,76	R$ 250,00	R$ 1.190,00	11,03%
Transporte	Trator+carreta	hora	5,20	R$ 250,00	R$ 1.300,00	12,05%
Compactação	Trator	hora	10,00	R$ 150,00	R$ 1.500,00	13,90%
TOTAL					**R$ 10.791,11**	**100%**
Custo MN (R$/ton)	**Produtividade MN**	**70**			**R$ 154,16**	
	Concentração de MS %	29				
Custo MS (R$/ton)	**Produtividade MS**	**20,3**			**R$ 531,58**	

[1]Produção: a produção é referente a dois cortes do sorgo (dados coletados com produtores e consultores locais da região do nordeste paraense).

Tabela 4 – Custo de produção de silagem de capins tropicais

Componentes do custo	Especificação	Unidade de Referência	Quantidade	Valor Unitário	Valor (R$/ ha)	%
1 – Insumos						
Calcário	Granel	t	0,7	R$ 350,00	R$ 10,21	0,24%
Adubação (fósforo)	MAP	kg	100	R$ 7,00	R$ 58,33	1,35%
Adubação (nitrogênio e potássio)	20-00-20	kg	300	R$ 7,00	R$ 525,00	12,16%
Herbicida	Picloran, 2,4-D	L	2	R$ 100,00	R$ 16,67	0,39%

Herbicida	Aminopiralide	L	2	R$ 80,00	R$ 13,33	0,31%
Aditivo absorvente de umidade	farelos, tortas etc.	sc 50 kg	70	R$ 100,00	R$ 583,33	13,51%
Inoculante microbiano	*Lactobacillus plantarum*	sachê	1	R$ 250,00	R$ 250,00	5,79%
Lona dupla face	200 micras	m2	200	R$ 4,00	R$ 800,00	18,53%
2 – Serviços mecânicos						
Aplicação de calcário	Trator+distrib. calcário	hora	0,24	R$ 250,00	R$ 2,50	0,06%
Aplicação herbicida (1 aplic.)	Trator+pulverizador	hora	0,17	R$ 250,00	R$ 1,77	0,04%
Adubação de cobertura (3 aplicações)	Trator+distrib	hora	0,51	R$ 250,00	R$ 21,25	0,49%
Colheita com ensiladeira	Trator+ensiladeira	hora	2,14	R$ 250,00	R$ 535,00	12,39%
Transporte	Trator+carreta	hora	3,00	R$ 250,00	R$ 750,00	17,37%
Compactação	Trator	hora	5,00	R$ 150,00	R$ 750,00	17,37%
TOTAL					**R$ 4.317,40**	**100%**
***Urochloa brizantha* (cv. Marandu, Xaraés)**						
Custo MN (R$/ton)	**Produtividade MN**	**28**			**R$ 138,77**	
	Concentração de MS %	24				
Custo MS (R$/ton)	**Produtividade MS**	**6,72**			**R$ 578,22**	
***Megathyrsus* (cv. Mombaça, Paredão, Miyagi, BRS Zuri)**						
Custo MN (R$/ton)	**Produtividade MN**	**40**			**R$ 107,93**	
	Concentração de MS %	25				
Custo MS (R$/ton)	**Produtividade MS**	**10**			**R$ 431,74**	
***Pennisetum* (Napier, BRS Capiaçu)**						

Custo MN (R$/ton)	**Produtividade MN**	**75**		**R$ 57,57**
	Concentração de MS %	28		
Custo MS (R$/ton)	**Produtividade MS**	**21**		**R$ 205,59**

Tabela 5 – Custo de produção de silagem de mandioca (parte aérea e raiz)

Componentes do custo	Especificação	Unidade de Referência	Quantidade	Valor Unitário	Valor (R$/ ha)	%
1 – Insumos						
Manivas semente	variedade Jurará	unidade	20000	R$ 0,10	R$ 2.000,00	22,89%
Calcário	Granel	t	1	R$ 350,00	R$ 350,00	4,01%
Adubação de plantio	Cloreto de potássio	kg	100	R$ 6,00	R$ 600,00	6,87%
Adubação de cobertura	fosfato monoamônico MAP	t	77	R$ 6,30	R$ 485,10	5,55%
Herbicida	flumyzin	100g	2	R$ 165,00	R$ 330,00	3,78%
Herbicida	glifosato	kg	6	R$ 80,00	R$ 480,00	5,49%
Inseticida	fipronil	L	1	R$ 150,00	R$ 150,00	1,72%
Flumyzin	herbicida/ Pós-emerência	kg	0,2	R$ 1.650,00	R$ 330,00	3,78%
Bombonas plásticas	200 L	unidade	30	R$ 180,00	R$ 540,00	6,18%
Lona dupla face	200 micras	m^2	400	R$ 4,00	R$ 1.600,00	18,31%
2 – Serviços mão-de-obra						
Colheita e ensilagem		dia-homem	3	R$ 100,00	R$ 300,00	3,43%
2 – Serviços mecânicos (Aluguel)						
Grade aradora	Trator + grade	hora	1,67	R$ 250,00	R$ 417,50	4,78%
Grade niveladora	Trator + grade	hora	1,11	R$ 250,00	R$ 277,50	3,18%
Aplicação de calcário	Trator+distrib. calcário	hora	0,24	R$ 250,00	R$ 60,00	0,69%
Plantio	Trator+Plantadeira	hora	2,00	R$ 250,00	R$ 500,00	5,72%
Adubação base	Trator+distrib	hora	0,17	R$ 250,00	R$ 42,50	0,49%

Aplicação herbicida (2 aplic.)	Trator+pulverizador	hora	0,34	R$ 250,00	R$ 85,00	0,97%
Adubação de cobertura (4 aplicações)	Trator+distrib	hora	0,68	R$ 250,00	R$ 170,00	1,95%
Colheita com ensiladeira	Trator+ensiladeira	hora	2,08	R$ 250,00	R$ 520,00	5,95%
Transporte	Trator+carreta	hora	3,00	R$ 250,00	R$ 750,00	8,58%
Compactação	Trator	hora	5,00	R$ 150,00	R$ 750,00	8,58%
TOTAL					**R$ 8.737,60**	**100%**
Parte aérea[1]						
Custo MN (R$/ton)	**Produtividade MN**	**60,0**			**R$ 78,64**	
	Concentração de MS %	25				
Custo MS (R$/ton)	**Produtividade MS**	**15**			**R$ 314,55**	
	Raiz					
Custo MN (R$/ton)	**Produtividade MN**	**28,6**			**R$ 140,53**	
	Concentração de MS %	42				
Custo MS (R$/ton)	**Produtividade MS**	**12,0**			**R$ 334,61**	

[1]**Parte aérea: A produtividade da parte aérea é relativa a dois cortes.**

Tabela 6 – Composição química das silagens de milho, sorgo, capins e mandioca (parte área e raiz)

Silagens	MS (g kg^{-1})	PB (g kg^{-1} MS)	EE (g kg^{-1} MS)	FDN (g kg^{-1} MS)	CNF (g kg^{-1} MS)	MO (g kg^{-1} MS)	CHOSOL (g kg^{-1} MS	Autor
Silagem de milho	323,9	61,4	22,4	485,5	349,0	967,1	30,4	Valadares Filho *et al.*, 2018 e Mendonça *et al.*, 2020
Silagem de sorgo	284,9	43,2	33,8	768,3	295,2	918,0	27,5	Valadares Filho *et al.*, 2018
Silalagem de *Brachiaria brizantha*	232,5	79,8	23,6	728,4	103,0	912,7	10,0	Valadares Filho *et al.*, 2018; Riberio *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2008

Silagem de Megathyrsus	244,1	73,6	17,1	714,9	52,5	885,4	13,2	
Silagem de *Pennisetum*	275,3	55,2	22,2	753,0	120,0	902,9	24,5	CQBAL 2018
Silagem de parte área mandioca	252,2	135,8		649,0	-	945,8	278,3	CQBAL 2018 e Moraes 2021
Silagem de raiz de mandioca	412,0	24,7	2,9	41,6	889,8	959,0	-	Pitirini *et al.*, 2021

5. Diversidade de derivados da agroindústria para ensilagem na Amazônia

Além das culturas agrícolas apresentadas, existe uma diversidade considerável de derivados provenientes de agroindústrias da região Amazônica que podem ser conservados e usados em dietas de ruminantes na forma de silagem. O maior desafio para se trabalhar com a ensilagem desse tipo de alimento é a variação nas características e composição química, mesmo o simples teor de MS. Como são obtidos muitas vezes de processos agroindustriais, principalmente pela extração de algum produto principais, as variações desses derivados são muitas peculiares ao processo, o que torna comum variações químicas e físicas. Esse aspecto é ainda mais desafiador quando o objetivo é, por exemplo, associar diferentes alimentos num processo fermentativo. Na Amazônia existem, por exemplo, vários derivados agroindustriais que podem e são utilizados como aditivos absorventes de umidade em silagens de capins tropicais.

O que é importante mencionar é que tais derivados são muitas vezes regionais e tem sua disponibilidade vinculada a aptidão de locais específicos da Amazônia. Esses podem ser oriundos tanto de espécies vegetais nativas do bioma, ou de especiais exóticas cultivadas na região. Normalmente estão concentrados próximo as regiões de ocorrências, ou aos polos produtores de cultivos, como, açaí, citricultura, cacau, abacaxi, cevada, frutas, oleaginosas, mandioca. A proximidade desses polos normalmente barateia o frete e acaba tornando o produto mais acessível ao produtor. Destaca-se que os derivados não competem entre si, mas devemos levar em consideração a oportunidade de aquisição e os impactos desse alimento no aumento de diárias de animais na propriedade. É perfeitamente possível usar um cardápio variável de derivados na mesma propriedade e até mesmo numa única dieta. O que vale é o conhecimento e o domínio da aplicação de um dado derivado na forma ensilada em dietas de ruminantes.

É fundamental que seja observado as características desses alimentos antes de se proceder a ensilagem dos materiais, como, teores de material seca, carboidratos solúveis em água e informações sobre capacidades tampão. O primeiro aspecto pode ser verificado facilmente por determinação a nível de fazenda com auxílio de fritadeira elétrica, ou micro-ondas. Além disso é importante observar a propriedade higroscópica do material pelo simples ato de pegar um pouco de material e espremer na palma da mão. Caso o mesmo esteja com MS elevada observe-se a presença de água livre, isso significa que as recomendações de ensilagem desses materiais exclusivos tenham como alvo MS mais

elevada. Aqui podemos citar o exemplo da raiz de mandioca. Mesmo com 40% de MS esse material depois de desintegrado, ainda resulta em elevada produção de efluente, sendo necessário a inclusão de aditivos absorventes de umidade. Provavelmente nesse caso, pelas características químicas e físicas, seja necessário ensilar a raiz de mandioca com teores de MS maios próximos a silagens de grãos do que aos valores referência das silagens de forragens.

6. Experiências com silagens de baixo custo na Amazônia

O uso de alimentos alternativos intrínsecos da região Amazônica, é uma forma de movimentar a economia dos produtores de alimentos e diminuir os custos da atividade pecuária, uma vez que, muito dos alimentos utilizados são descartados e em alguns casos passam a ser problema ambiental. O uso de derivados conservados na forma de silagem tem o objetivo de reduzir os custos das dietas comparado as silagens tradicionalmente utilizadas, e/ou melhorar a qualidade da silagem dessas culturas, seja pelo no aspecto fermentativo, ou nutricional.

A Amazônia é reconhecida por ser uma região produtora de diversos tipos de alimentos regionais, além do cultivo dos exóticos. Nos últimos anos as pesquisas na área de produção animal conduzidas na região vêm buscando compreender como esses alimentos se comportam quando ensilados. Quando observamos alimentos regionais, alguns trabalhos foram conduzidos avaliando a inclusão derivados desidratados como aditivo sequestrante de umidade em silagens de capins tropicais. Aqui podemos destacar farelos e tortas de oleaginosas e resíduos do processamento de grutas.

Em trabalho avaliando derivados de oleaginosa, a torta de murumuru, como aditivo na ensilagem de capim elefante Ferreira *et al* (2020), observou que a inclusão melhora a composição química, reduz perdas principalmente por efluente e não afeta as características fermentativas das silagens. Da mesma forma Queiroz *et al*. (2020), porém, trabalhando com a torta de patauá, como aditivo sequestrante de umidade em silagens de capim elefante, observou que a adição de até 28% da torta na MN aumenta os níveis matéria orgânica, proteína bruta, nitrogênio insolúvel em detergente neutro e ácido, extrato etéreo, lignina e carboidratos não fibrosos das silagens, além de diminuir a perdas por efluentes para o meio ambiente. Em estudo desenvolvido por Santos *et al*. (2014), os autores avaliaram um dos subprodutos mais comuns no estado do Pará, o farelo de palma, como aditivo sequestrante de umidade em silagem também de capim elefante. Os autores observaram que nas concentrações de 10% a 15% de inclusão do farelo com base na MN o mesmo pode ser usado em silagem de capim elefante, inibindo fermentação indesejável e tornando-as mais estáveis. Concentrações acima deste valor podem afetar o valor nutritivo da silagem pelo alto teor de lignina do aditivo.

Em estudo para avaliar o caroção de açaí como um sequestrante de umidade na silagem de capim Mombaça, Lustosa *et al*. (2022) observou que a adição do caroço de açaí até 200 g kg^{-1} da MN (matéria natural) no capim, promove o aumento no consumo de matéria seca pelos animais sem prejuízo na ingestão de energia digestível e ainda traz benefícios ao meio ambiente. Tal fato ocorre por reduzir o descarte de resíduo da agroindústria e o impacto provocado devido a produção de efluente agrícola.

Trabalhos desenvolvidos com uso da silagem do subproduto do abacaxi (restos do processamento da fruta para produção de polpa) mostraram que tal alimento é capaz de ser um substituto da capim-elefante como fonte de fibra em dietas de cordeiros, o que reduz custos de produção sem alterar parâmetros de desempenho (CUTRIM *et al*., 2012), características de carcaça, cortes comerciais e componentes não carcaça (ELIAS *et al*. 2017). Avaliando a silagem de coproduto de abacaxi em comparação com à silagem de capim elefante, Santos Neta *et al*. (2021) concluiu que a silagem de abacaxi melhora consumo e digestibilidade de nutrientes, ingestão de matéria seca, sem comprometer os parâmetros ruminais de ovinos confinados.

Estudos com silagens exclusivas de derivados da agroindústria regional ainda são escassos na literatura. Contudo Pitirini *et al*. (2021) desenvolveram um trabalho avaliando silagem produzida a partir de raiz de mandioca, alimento que possui propriedades higroscópica semelhante a alguns derivados úmidos. Os autores observaram que a silagem da raiz de mandioca apresenta o perfil de fermentação adequado e estabilidade aeróbia consideravelmente elevada, mas com elevadas perdas de efluentes, portanto, o uso de aditivos sequestrantes de umidade é recomendável.

7. Considerações finais

O sucesso da produção de silagem em sistema de intensivos de produção de ruminantes na Amazônia, dependerá do conhecimento holísticos dos fatores envolvidos na ensilagem, do conhecimento específico do ambiente onde o processo será realizado, do correto gerenciamento do maquinário e da mão-de-obra necessária. Os custos apresentados nesse capítulo, servem apenas para auxiliar nas tomadas de decisões e na otimização de cada sistema. É importante reforçar a seguinte mensagem, nem sempre a silagem mais barata ou mais cara será necessariamente a melhor, isso dependerá de alguns fatores, como a necessidade de nutrientes e consumo pelos animais. Portanto, esse processo é dinâmico e cada propriedade deve buscar a silagem adequada para a sua situação.

Não menos relevante, é importante relembrar que o uso de derivados na forma de silagens está bastante vinculado ao preço no mercado. Para empregar esses alimentos no sistema produtivos é extremamente importante que se leve em consideração o preço do kg do nutriente chave oferecido por cada alimento (por exemplo, energia ou proteína). Obviamente que essa consideração já torna obrigatória a verificação do preço do kg de MS. Normalmente as safras são sazonais e certamente o preço dos derivados acompanham essa sazonalidade. Então é importante que o produtor acompanhe o histórico de oferta desses derivados para que o planejamento da propriedade seja feito com base nos custos de produção do sistema e se possa garantir a produção de silagens de baixo custo na propriedade.

Por fim, a utilização de silagem quando planejada e conduzida sob orientação técnica possibilitará ao produtor aumento na produtividade animal, com aumento no número de animais por hectare e aumento no ganho de peso, resultando em maior produção de arrobas por hectare. Além disso, existe a possibilidade de comercialização da silagem excedentes para outros produtores, mercado que tem apresentado crescimento significativo nos últimos anos.

REFERÊNCIAS

ABIEC, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE**. Beef Report – Perfil da Pecuária no Brasil 2020**. Disponível em: < http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>. Acesso em: 05 de abril de 2022.

ALVARES, C. A.; STAPE J. L.; SENTELHAS P. C.; GONÇALVES J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. v. 22, p. 711- 728, 2013.

CHEN, Y.; WEINBERG, Z.G. The effect of relocation of whole-crop wheat and corn silages on their quality. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 406–410, 2014.

CUTRIM, D. O.; ALVES, K. S.; NEIVA, J.N.M.; OLIVEIRA, L.R.S.; MEZZOMO, R.; ELIAS, A. K.; MATA, V.J.V.; SANTOS, R.; GOMES, D.I. Replacement levels of elephant grass by moist pineapple by-product silage in diets of Santa Inês crossbred sheep: performance and digestibility. **Tropical Animal Health and Production**, v. 44, p. 1855-1863, 2012.

ELIAS, A.K.S.; ALVES, K.S.; OLIVEIRA, L.R.S.; CUTRIM, D.O.; MEZZOMO, R.; PONTES, V.P.; MELO, W.O.; GOMES, D.I. Carcass yield, cuts and body components in lambs fed a pineapple by-product silage diet. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, p. 2351-2357, 2017.

FERREIRA, C.M.S.; SOUZA, A.G.F.; MENDONÇA, R.C.A.; SOUZA, M.S.; LOPES FILHO, W.R.L.; FATURI, C.; DOMINGUES, F.N.; do RÊGO, A.C. Murumuru meal as an additive to elephant grass silage. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 33, p. 264-272, 2020.

LUSTOSA, T.N.M; VARGAS, J.A.C; LUSTOSA, J.L.; DA SILVA, B.P.; SOARES, A.S.; SANTOS, V.F.S.; GOMES, D.I.; ALVES, K.S.; OLIVEIRA, L.R.S.; MACIEL, R.P.; MEZZOMO, R. Açai seed as an additive in Panicum maximum cv. Mombasa ensiling for ruminant nutrition: An alternative to reduce environmental pollutants. **Cleaner Waste Systems**, v. 3, p. 100035, 2022.

MARTINS, V. L. **Alternativas para conservação do sólido do tridecanter do óleo de palma**. 2021. 74 f. Dissertação (Mestrado em produção animal), Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-Pará. 2021.

MENDONÇA, R.C. A.; CARDOSO, M. V. S. B.; PANTOJA, S. O. S.; SOUZA, M. S.; DOMINGUES, F. N.; FATURI, C.; SILVA, T. C.; RÊGO, A. C. Effects of cutting height and

bacterial inoculant on corn silage aerobic stability and nutrient digestibility by sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 49, 2019.

MORAES, L. M. **Qualidade fermentativa da silagem da parte aérea e de raiz de mandioca em função da idade de colheita e tempos de Armazenamento**. 2021. 73 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-Pará. 2021.

PITIRINI, J. S.; SANTOS, R. I. R.; LIMA, F. M. S.; NASCIMENTO, I. S. B.; BARRADAS, J. O.; FATURI, C.; **Rêgo, Aníbal Coutinho do**; SILVA, T. C.. Fermentation profile and chemical composition of cassava root silage. **ACTA AMAZONICA**, v. 51, p. 191-198, 2021.

QUEIROZ, A. C. M.; SANTOS, W. M.; MENDONÇA, R. C. A.; SANTOS, R. I. R.; SILVA, T. C.; DOMINGUES, F. N.; **RÊGO, A.C.**. Effects of inclusion of patauá, Oenocarpus bataua meal on elephant grass silage. **ACTA AMAZONICA**, v. 50, p. 101-107, 2020.

RIBEIRO, J. L.; NUSSIO, G. L.; MOURÃO, G. B.; MARI, L. J.; ZOPOLLATTO, M.; PAIZANI. S. F. Valor nutritivo de silagens de capim-marandu submetidas aos efeitos de umidade, inoculação bacteriana e estação do

ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p p. 1176-1184, 2008.

RIBEIRO, J. L.; NUSSIO, G. L.; MOURÃO, G. B.; QUEIROZ, O. C. M.; SANTOS, M. C.; SCHMIDT, P. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 230-239, 2009.

SANTOS NETA, E. R. D.; ALVES, K. S.; MEZZOMO, R; GOMES, D. I.; OLIVEIRA, L. R. S; CARVALHO, F. F. R.; LUZ, J. B; LACERDA, N. G.; BOURDON, V. D. S. Behavior of sheep fed babassu cake (*Orbygnia speciosa*) as a substitution for elephant grass silage. **Animal Science Journal**, v. 88, p. 1171-1177, 2017.

SANTOS, I. A. P.; DOMINGUES, F. N.; RÊGO, ANÍBAL COUTINHO DO; SILVA, N. S.; BERNARDES, T. F.; BARATA, Z. R. P.; MORAES, C. M. Palm kernel meal as additive in the elephant-grass silage. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, p. 592-603, 2014.

VALADARES FILHO, S.C.; LOPES, S.A.; SILVA, B. C.; CHIZZOTI, M. L.; BISSARO, L. Z. CQBAL 4.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes. 2018. Disponível em: <www.cqbal.com.br> Acesso em: 10 de fevereiro de 2023.

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_007

7. MANEJO DE SILAGENS REALOCADAS EM SISTEMA DE PRODUÇÃO INTENSIVA DE RUMINANTES NA AMAZÔNIA

Aníbal Coutinho do Rêgo[1]
Amanda Caroliny Marques de Queiroz[2]
Thiago Carvalho da Silva[3]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, Belém, Pará
[2] Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus Jaboticabal, Jaboticabal, São Paulo
[3] Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará

Introdução

A intensificação da produção animal na Amazônia tem forçado a especialização de parte dos produtores em determinadas etapas da cadeia produtiva de ruminantes. Quando nos deparamos com um sistema de produção intensiva de ruminantes, é notório que a alimentação, para ser mais preciso a produção de volumosos, tem passado por uma verdadeira transformação nos últimos anos no Brasil. Em se tratando de forragens conservadas, o processo de ensilagem de forrageiras tem exigido de forma gradativa a terceirização desses serviços. Esse movimento fez crescer o uso de máquinas colhedoras mais eficientes por quem presta o serviço. Nesse caso o produtor opta por contratar empresas com expertise principalmente em colheita, e na Amazônia esse fenômeno não é diferente.

A terceirização anteriormente mencionada não está apenas restrita a ensilagem de forrageiras, mas é possível observar que essa também é usada por exemplo na condução das lavouras. Entre 2015 e 2020 tornou-se uma realidade em estados da Amazônia Legal, como, Pará, Mato Grosso e Rondônia. Nesse cenário, normalmente em parceira com o setor agrícola local, contratos são firmados com pecuaristas para a condução de lavouras, principalmente de milho e sorgo. Essa tendência é resultado das especificidades de cada agente dentro da sua área de atuação na cadeia produtiva. Como ganho, observa-se no setor um aumento na eficiência de uso dos recursos e consequentemente do sistema produtivo.

Citado as possibilidades anteriores, a comercialização de silagens tem sido impulsionada e ganhado adeptos quando o assunto é o uso de alimentos volumosos em sistemas de produção de ruminantes. O comércio desse tipo de alimento ainda está em expansão no Brasil, mas iniciou-se principalmente como resultado dos períodos adversos para produção de volumosos em anos mais recentes. Somado a isso, a disponibilidade de maquinário que possibilitam a embalagem desse tipo de alimento alavancou e aqueceu o mercado de compra e venda de silagens. Isso se

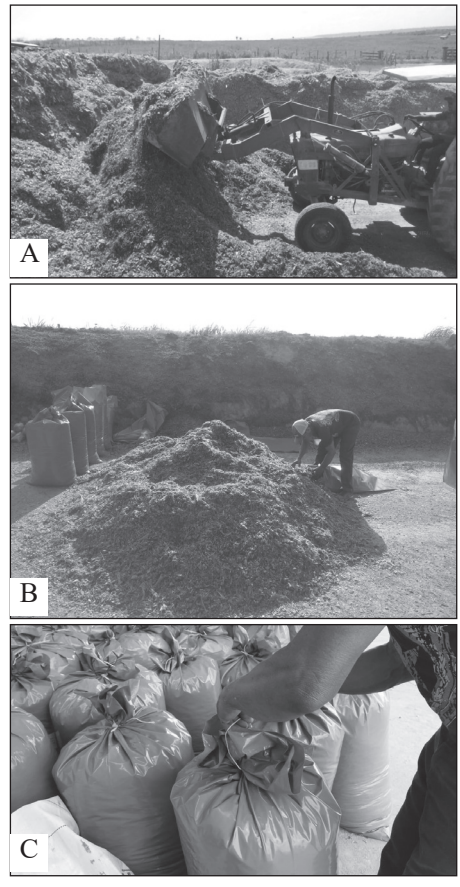
deu, pois foi possível observar no campo que era viável comercializar silagens, realocando materiais em outros silos ou em embalagens apropriadas.

É importante destacar que a prática de realocação não se restringe apenas quando se pretende comercializar silagens. Na exportação de animais vivos, também é um estratégia para garantir o fornecimento de alimento durante os dias de transporte. Outras situações, que serão comentadas ao longo do presente capítulo, podem possibilitar ao produtor usar dessa estratégia para alimentar os rebanhos. Em sistemas intensivos de produção animal na Amazônia, quando o uso de confinamento normalmente é empregado como estratégia na propriedade, o uso de alimentos conservados e consequentemente de silagens realocadas tem aumentado a frequência. Assim, no presente capítulo abordaremos aspectos relacionados à prática de realocação de silagens de forrageiras e à utilização desta em sistema de produção intensiva de ruminantes.

Processo de realocação de silagens

Antes de falar das aplicações na prática de silagens realocadas em dietas para ruminantes, é importante ilustrar tal prática (Figura 1). Como já definido no capítulo 6, a realocação de silagens consiste basicamente em mover silagem de um silo para outro (CHEN; WEINBERG, 2014). Esse processo pode ser feito a granel ou como exemplificado a seguir em pequenas unidades, como sacos plásticos. Na figura 1A é possível observar o processo de remoção da silagem do painel de um silo tipo trincheira, posteriormente sacos plásticos são abastecidos com esse material (Figura 2B) e em seguida vedados (Figura 1C). A nível de campo a realocação também é conhecida como reensilagem, mas como colocado no capítulo 6, usaremos a realocação como termo padrão nessa obra.

Figura 1 – Etapas do processo de realocação de silagem de forragens



Fonte: Autores.

A – Desabastecimento de silo do tipo trincheira; B – Enchimento de sacos com silagem de planta inteira de milho; C – Vedação dos sacos com abraçadeiras ou cinta plástica.

Antes de realocar, a silagem é produzida de forma convencional num silo, envolvendo as etapas de colheita,

transporte, compactação e vedação. Portanto nessa primeira fase (primeiro armazenamento) a conservação dar-se pelo processo tradicionalmente conhecido. No primeiro armazenamento a fermentação anaeróbia bactérias produtoras de ácido lático convertem carboidratos solúveis em água e ácidos orgânicos, principalmente ácido lático, ocasionando na diminuição do pH e conservação do material (WOOLFORD, 1990). Após pelo menos 30 dias de armazenamento, quando a fermentação anaeróbia é estabilizada, a silagem pode ser realocada.

Na realocação, o desabastecimento do silo pode ser feito de forma mecanizada ou manual. Nesse último caso, pode-se utilizar ferramentas, priorizando a retirada da silagem de porções do silo com menores indícios de deterioração. A silagem visualmente deteriorada deve ser descartada para evitar contaminações e maiores perdas no segundo armazenamento. Nessa etapa da realocação o tempo de exposição da silagem ao ar influencia diretamente no sucesso do processo. Quanto mais rápido for realizada a realocação, melhor será a preservação no segundo armazenamento. Mesmo em silagens mais instáveis quando expostas ao ar, se o tempo de exposição for curto (menor do que 24 horas), a silagem permanecerá preservada após ter sido realocada (QUEIROZ *et al*. 2021).

Quando a silagem é comercializada a granel e armazenada em um novo silo de capacidade superior a 1 tonelada, o transporte deve ser feito o mais rápido possível diminuindo a exposição da massa ao oxigênio. Se o fim for a comercialização, pensando em reduzir perdas e baratear custos com frete é importante que a propriedade do fornecedor e do comprador sejam próximas. Vale ressaltar que é possível que tal prática também seja realizada na própria fazenda. Nessa situação muitas vezes a ensilagem da cultura é realizada próxima as lavouras ou em silos trincheiras já existentes que fiquem distantes dos locais. No caso de silos distantes, a logística exige do proprietário a realocação para fornecer esse tipo de volumoso aos animais em outros pontos da propriedade. Com o elevado preço do combustível usado nos maquinários e levando em consideração às condições de deslocamento durante a ensilagem nas vias das fazendas ainda no final do período chuvoso, é importante que o produtor se planeje para evitar a necessidade de utilizar tal prática.

A compactação da silagem em silos trincheira ou superfície no segundo armazenamento é realizada normalmente com tratores. Já quando a silagem é acondicionada em sacos plásticos, utiliza-se normalmente o enchimento e compactação manual ou com maquinário apropriadas para ensacar e compactar. Independente da estrutura de armazenamento é importante atentar para a distribuição das camadas e pressão de compactação, reduzindo ao máximo a infiltração de oxigênio durante e após o abastecimento. A vedação em silos trincheira ou superfície é feita com filme plásticos, semelhante na ensilagem, para proteger a silagem de água e oxigênio atmosférico. Quando estocada em sacos plásticos pode ser utilizado abraçadeiras e barbante para fechá-los. Após a vedação, poucas mudanças ocorrerão do ponto de vista fermentativo, considerando que grande parte dos carboidratos solúveis já foram consumidos e fermentados no primeiro armazenamento. O que se observa é uma maior dinâmica na oxidação dos compostos formados,

principalmente ácido lático e consumo de carboidratos solúveis residuais que não foram fermentados, do que propriamente um intenso processo fermentativo como no primeiro armazenamento.

Fatores que influenciam na realocação de silagem

A eficiência do processo de realocação dependerá das características qualitativas da silagem inicial, tais como, cultura ensilada, perfil fermentativo, contagem de leveduras e mofos, e da duração do processo de realocação (CHEN; WEINBERG, 2014; MICHEL *et al*., 2016; DOS ANJOS *et al*., 2018). Além disso, será dependente dos fatores de manejo na ensilagem que possam afetar a qualidade da massa, tais como: fatores ligados a colheita, compactação, uso de aditivos, tipo de lona e embalagem, forma de uso da silagem, dentre outros.

A capacidade fermentativa de uma cultura forrageira é definidora da qualidade potencial da silagem produzida. É com base nesse fundamento que tomadas de decisões na realocação de silagens de uma dada cultura devam ser levadas em consideração, uma vez que a susceptibilidade à deterioração no momento do desabastecimento e uso da silagem é dependente dessas características. A exposição da silagem na realocação pode variar em termo de tempo, podendo ser algumas horas ou até mesmo mais de um dia (CHEN; WEINBERG, 2014). Silagens de milho, sorgo e cana-de-açúcar podem apresentar problemas na realocação (DA SILVA *et al*., 2019). Essas podem ser mais susceptíveis a deterioração aeróbia, devido a apresentarem mais substratos (ácido lático e carboidratos solúveis residuais) do processo fermentativo, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos deterioradores. Enquanto, os capins tropicais e as leguminosas, hipoteticamente, por serem menos susceptíveis à deterioração, passam por menores perturbações quando realocadas.

Uma forma de contornar esse problema com a deterioração aeróbia de silagens bem fermentadas é prolongar o período de armazenamento antes da realocação. Para a realocação é desejável silagens com mais tempo de estocagem, pois pode ocorrer aumento no teor de ácido acético (KLEINSCHMIT; KUNG, 2006; HERRMANN *et al*., 2011; DER BEDROSIAN *et al*., 2012). Algumas cepas de bactérias ácido láticas heterofermentativas, como *Lactobacillus buchneri*, são capazes de utilizar o ácido lático quando a glicose é limitada, produzindo ácido acético e 1,2 propanodiol em meio anaeróbico (LINDGREN *et al*., 1990; DER BEDROSIAN *et al*., 2012). O ácido acético tem ação antifúngica, inibi o crescimento das leveduras (WALKER, 1998), tornando as silagens menos instáveis quando em contato com o oxigênio. Além disso, com maiores tempos de estocagem ocorre aumento na digestibilidade do amido de silagens de milho e sorgo (KUNG *et al*., 2018). Assim, é importante que se tenha atenção na aquisição de inoculantes quando se planeja a realocação de silagens. Do ponto de vista de quem comercializa silagens realocadas, é fundamental para a qualidade do produto o uso de inoculantes inibidores de deterioração.

Outra forma de diminuir a deterioração aeróbia no desabastecimento do silo para a realocação é controlando o manejo de retirada da silagem. No desabastecimento, a silagem da porção

frontal do silo quando não removida rapidamente permanece exposta ao ambiente e eleva a quantidade de oxigênio que penetra pelos poros da massa ensilada, promovendo a deterioração aeróbia (WOOLFORD, 1990). Essa deterioração pode ser controlada através da taxa de desabastecimento do silo, com um avanço diário acima de 30 cm, excedendo a profundidade da penetração de oxigênio na massa ensilada (BORREANI; TABACCO, 2012; WILKINSON; DAVIES, 2013). Esse avanço deve ser respeitado na Amazônia, região que é caracterizada por um clima quente e umidade elevada que favorece a proliferação de microrganismos deterioradores.

O modo como é feita a remoção da silagem do silo também pode levar a uma maior susceptibilidade à penetração de oxigênio na massa, devido às perturbações que podem ocorrer na estrutura no painel do silo (Figura 2; WEINBERG; ASHBELL, 2003). Atenção no desabastecimento é importante no sentido de evitar aumento na porosidade e na área de superfície exposta ao ar em decorrência de remoções parciais do painel. As características iniciais da silagem que será realocada são afetadas diretamente por esses fatores mencionados anteriormente. Quando as silagens são realocadas em sacos, o desabastecimento é um fator que não influencia nas perdas, pois o material é quase sempre consumido em menos de 24 horas. Nesse caso a qualidade da embalagem vai interferir de forma mais substancial na silagem.

Caso as características iniciais da silagem sejam favoráveis à deterioração aeróbia, tais como, contagem de leveduras e mofos altas (CHEN; WEINBERG, 2014), baixa acidificação, ou seja, pH maior que 4,0 (DA SILVA *et al*., 2019), a massa se torna muito mais suscetível à exposição aeróbia e há grandes chances de perdas durante a realocação (CHEN; WEINBERG, 2014). Assim, silagens de boa qualidade são mais seguras para realocar desde que sejam adequadamente preservadas durante o armazenamento e que haja controle no manejo do desabastecimento. Entretanto, de acordo com Chen e Weinberg (2014), para silagem estáveis, adequadamente preservadas no período de armazenamento, a duração do processo de realocação não é um fator crucial. Do aspecto do valor nutritivo, fica claro que se a realocação é feita de um material de baixa qualidade, a silagem realocada também terá baixa qualidade. O processo de realocação não melhora o valor nutritivo da silagem.

Figura 2 – Perturbações na face do painel de um silo trincheira após remoção de silagem, no município de Paragominas, Pará

Fonte: Autores.

Características da silagem para realocação

Convencionalmente já se sabe que silagens menos estáveis devem ter atenção especial na realocação. Um desses exemplos é a silagem de planta inteira de milho não inoculada. Quando nos deparamos com essa situação é preferível que a realocação seja feita de forma rápida.

Ainda no caso de silagens com baixa estabilidade aeróbia, quando a realocação for planejada como uma prática no processo, deve-se de preferência trabalhar com o uso de aditivos que possam aumentar a estabilidade aeróbia da massa durante a realocação.

No caso de silagens de planta inteira de milho ou demais silagens com propensão a deterioração, o uso de inoculantes como *Lactobacillus buchneri* podem possibilitar a realocação da silagem de forma mais segura. Outro aspecto a considerar é que ação do *L. buchneri* será principalmente na exposição durante a realocação, ou seja, antes do segundo armazenamento da massa. Quando da utilização desse tipo de microrganismos, um primeiro mínimo de 90 dias no primeiro armazenamento, seria ideal para que ocorra efetivamente ação do microrganismo durante a fermentação da massa. Esse tempo seria fundamental para que ocorra produção de ácido acético e consequentemente garantia de estabilidade aeróbia das silagens.

Em pesquisa desenvolvida por Lima *et al*. (2016), os autores relataram que a realocação de silagem de planta inteira de milho em até 48 horas, não alterou a composição química e produtos da fermentação da silagem de planta inteira de milho. Em silagens de milho e trigo realocadas por até 48h, foram observadas algumas alterações pontuais como redução na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (CHEN; WEINBERG, 2014). A realocação e o tempo de estocagem afetam a preservação da qualidade de silagem de cana-de-açúcar, mas não compromete ou torna proibitiva a realocação dessas silagens (SOUZA *et al*., 2022). No caso da silagem de cana-de-açúcar, usar aditivo químico como benzoato de sódio 2 g kg^{-1} de matéria fresca é efetivo em inibir o crescimento de leveduras e manter o pH de silagem realocadas. Para isso é preciso que a realocação seja feita em no máximo 12 horas e que a silagem seja estocada por 60 dias (SOUZA *et al*., 2022).

Duração do processo de realocação

A duração do processo de realocação, especificamente a exposição ao ar da silagem no momento de mover a silagem de um silo para outro, é um aspecto fundamental para manter a qualidade da silagem realocada. As operações envolvidas na prática de realocação podem levar várias horas ou até mesmo dias. Assim, a silagem é inevitavelmente exposta ao ar, o que favorece o crescimento de microrganismos indesejáveis, em destaque leveduras e fungos filamentosos, dando início ao processo de deterioração da massa. A influência da duração do processo de realocação (tempo de realocação) sobre a qualidade da silagem tem sido um dos fatores mais estudos nesta temática (MICHEL *et al*., 2016; DOS ANJOS *et al*., 2018). A realocação pode ser feita sem causar um impacto negativo sobre a qualidade da silagem, contudo, a excelência deste processo depende do tempo e forma como isso é feito.

De acordo com Chen e Weinberg (2014), ao estudarem os efeitos da realocação de silagens de trigo e milho em até 48h sobre a qualidade destas, concluíram que silagens de boa qualidade com ácidos graxos voláteis suficientes são seguras para serem realocadas e o tempo necessário para realocar não é um fator crucial. Contudo, se a população de leveduras e fungos filamentosos forem altas, ou se a silagem foi tradada com

uma bactéria ácido lática homofermentativa, torna-se muito mais suscetível a deterioração aeróbia o que pode ocasionar em grandes perdas durante a reabertura do silo e alimentação dos animais.

Com base nisso, estudos têm reafirmado essa teoria, demonstrado que a composição química, qualidade e estabilidade aeróbia não são alterados até 48 h de exposição ao ar (LIMA *et al*., 2016). Mesmo quando tratadas com *Lactobacillus plantarum* e realocadas por 12h, não foi observado alteração na qualidade das silagens (QUEIROZ *et al*., 2021). Pesquisas conduzidas no estado do Pará, demonstraram que o perfil fermentativo de silagens de milho não foi modificado mesmo após 72 horas de exposição ao ar (RÊGO *et al*., 2018). Essas silagens apresentaram aumento da estabilidade aeróbia em função do tempo de realocação, evidenciando que houve perdas de nutrientes durante a exposição das silagens ao ar, o que reduziu a concentração de substrato para os microrganismos deterioradores (MENDONÇA *et al*., 2017; RÊGO *et al*., 2018). Já em silagens de cana-de-açúcar realocadas por até 72 horas houve redução na estabilidade aeróbia (SOUZA *et al*., 2022).

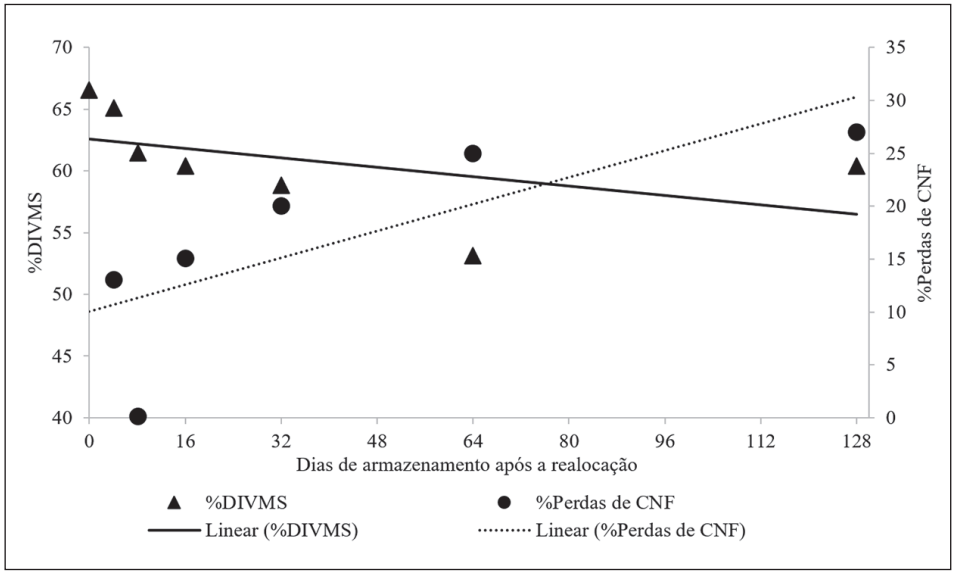
Em silagens de sorgo, a exposição ao ar por 12h durante a realocação ocasionou em elevação da produção de efluentes e redução na concentração de ácido lático, propiônico e N-NH_3, e não houve redução qualidade nutricional ou diminuição da estabilidade aeróbia (DOS ANJOS *et al*., 2018). A realocação de silagem de sorgo após 24h de exposição ao ar ocasionou em maiores perdas por efluentes, menor digestibilidade in vitro da MS, e aumento da estabilidade aeróbia (MICHEL *et al*., 2016). Em silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) emurchecidas ou não, e expostas ao ar por até 48 h, foi observado que a realocação quando realizada em 48 h de exposição ao ar não alterou a qualidade fermentativa da silagem emurchecida, enquanto a da silagem não emurchecida diminuiu quando expostas ao meio aeróbio por mais de 24 h (YIN *et al*., 2021).

A partir disso, pode se compreender que as características iniciais da silagem antes da realocação irão determinar sua qualidade após a realocação, assim não podemos apenas observar um fator isolado sem analisar todas as outras variáveis que influenciam o processo. No entanto, para evitar grandes perdas durante a realocação a silagem deve ser movida o mais rápido possível para o novo silo.

Tempo de armazenamento e uso de silagem realocada

Muitos produtores possuem dúvida sobre o tempo que a silagem pode permanecer estocada depois de realocada, pois ainda não existe uma recomendação. Contudo, alguns trabalhos estão sendo desenvolvidos com silagem de milho realocadas, no qual, pode ser observado modificações principalmente no valor nutritivo. De acordo com Santos *et al*. (2022), o aumento no tempo de armazenamento até 128 dias da silagem de milho realocadas em mini silos experimentais (baldes plásticos de 15L), diminui a digestibilidade in vitro da MS, aumenta as perdas de MS e carboidratos não-fibrosos (Figura 3), aumenta a concentração de ácido acético e a estabilidade aeróbia. Tais modificações foram mais acentuadas a partir de 32 dias de armazenamento.

Figura 3 – Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e perdas de carboidratos não fibrosos (CNF) durante o armazenamento de silagens milho realocadas



Fonte: Adaptado de Santos *et al.* (2022).

Dependendo da ocasião a silagem pode ser utilizada logo após a compra ou pode ficar armazenada por períodos prolongados. A silagem realocada pode ser utilizada quando ocorre erros de planejamento quanto à necessidade de consumo de alimento pelos animais, em períodos de baixa oferta de forragem, durante o transporte fluvial de bovinos exportados vivos, feiras e exposições agropecuárias. Desta forma, são importante pesquisas que evidenciem os efeitos da realocação no consumo de silagem pelos animais. Algumas pesquisas já estão sendo realizadas em ovinos, e é possível observar que a relocação de silagens de milho por 24 h não comprometeu a digestibilidade e o consumo (QUEIROZ *et al*., 2021). Por isso, é importante realocar a silagem e fornecer aos animais o mais rápido possível garantido um alimento de adequado valor nutritivo.

Condições de armazenamento para silagens realocadas

Por uma questão de logística, a utilização de sacos plásticos resistentes é uma das principais formas de armazenamento das silagens após a realocação, o que torna mais eficiente a comercialização de lotes, facilita o abastecimento e reduz o tempo de exposição da massa ao ar. Entretanto, o polietileno é o material mais utilizado na fabricação de sacos plásticos, e este elemento é permeável ao oxigênio (BORREANI; TABACCO, 2014). Desta forma, deve-se ter atenção ao local de estocagem dos sacos até que a silagem realocada seja utilizada na alimentação animal, pois por mais que o fluxo de oxigênio durante o período de estocagem seja menos intenso, trocas gasosas com o ambiente irão ocorrer, o que pode ocasionar em perdas no valor nutricional, oriundas de fermentações indesejáveis.

A incidência de radiação solar diretamente no filme plástico aumenta a permeabilidade do oxigênio, devido os poros do material dilatarem em virtude da absorção de calor (TABACCO; BORREANI, 2002). Assim, quando os sacos que são estocados no campo ficam expostos a condições ambientais o que pode estimular a troca de fluxo de oxigênio, calor e umidade da silagem com o ambiente, criando um meio favorável ao crescimento de microrganismos deterioradores. Além disso, climas quentes e úmidos também podem intensificar o processo de deterioração aeróbia, devido a maior probabilidade de aumentar o crescimento de fungos (BERNARDES *et al*., 2018).

Nas propriedades, muitas vezes, a silagem realocada em sacos plásticos é armazenada no campo, e um estudo foi realizado para avaliar os efeitos das condições de armazenamento em um galpão coberto e a campo por 10, 30, 60, 90 e 120 dias (QUEIROZ, 2018). As silagens realocadas em sacos que foram estocados no campo, ou seja, que ficaram expostas às condições ambientais, apresentaram maior população de leveduras, aumento na concentração de ácido butírico e redução drástica na estabilidade aeróbia, principalmente após 30 dias de armazenamento (QUEIROZ, 2018). Além disso, durante o armazenamento os sacos devem ser posicionados verticalmente para diminuir a zona de contato com o solo, afim de reduzir a deterioração na massa (BISAGLIA *et al*., 2011). Assim, a vida de prateleira da silagem realocada dependerá de fatores que vão desde a sua confecção até a manipulação do produto após a compra.

Efeito do uso de silagem realocada no desempenho animal

Quando observamos na literatura a resposta animal, os resultados demonstram poucas variações quando comparada a silagens sem realocação. O comportamento ingestivo (tempo de alimentação, ruminação e ócio; atividades especificas, tais como: urinando, defecando, frequência de acesso a água e sal) por ovinos (Santa Inês) não foi afetado pela realocação de silagens de milho em até 24 h, mesmo em silagens de planta inteira de milho que foram inoculadas com *Lactobacillus plantarum* e expostas ao ar por 12 h (CARDOSO *et al*., 2022). Nesse estudo houve apenas efeito do período de avaliação com altos picos de alimentação das 8:00-11:00 (54,2%) e 17:00-20:00 (54,9%), já o tempo de ruminação foi mais intenso à noite e o tempo em ócio foi longo após o fornecimento da silagem. A realocação de silagens de milho por 12 h, com ou sem *Lactobacillus plantarum*, ou por 24 h, não afetou a digestibilidade ou consumo pelos ovinos em pesquisa desenvolvida por Queiroz *et al*., (2021). Os autores relatam que reduções no consumo e no desempenho animal têm sido observadas quando as silagens são expostas ao ar por períodos mais longos, onde o processo de deterioração aeróbia é intensificado.

Os resultados apresentados no presente texto, possibilitam usar silagens realocadas como ingrediente em silagem de ração em mistura total. Em especial para ruminantes, a ensilagem de ração em mistura total ou parcial permite a comercialização de alimentos úmidos e fermentados, que é um dos grandes desafios de hoje observado pela indústria de fabricação de rações. Dentre os diferentes benefícios da ensilagem de ração em mistura

total, destaca-se, a possibilidade de inclusão de subprodutos úmidos (NISHINO *et al*., 2003) na produção desse produto, aumentar a ensilabilidade de culturas forrageiras (GUSMÃO *et al*., 2018), obter composição uniforme da formulação, melhorar o valor nutritivo com o armazenamento, aumentar a estabilidade aeróbia das dietas (Bueno *et al*. 2020), possibilitar a comercialização de alimentos úmidos principalmente volumosos, dentro outras. Além disso, a terceirização da produção de alimentos pela comercialização dessas silagens torna-se uma alternativa ao consumidor que precisa trabalhar em áreas reduzidas, com poucos equipamentos e baixo risco de perdas do alimento. A esse consumidor, necessidades de acompanhamento constante de nutricionistas seriam também reduzidas, pois com as informações das exigências nutricionais dos seus animais, como reprodutores por exemplo, será possível adquirir rações para espécies e categorias específicas. No Brasil algumas empresas já têm trabalhado com esse tipo de produto e a tendência é que o mercado continue crescendo.

Considerações finais

A realocação de silagens tem se tornado realidade nos sistemas de produção de ruminantes no Brasil. Essa prática pode alavancar ainda mais a comercialização de volumosos e alimentos na forma úmida, o que possibilita por exemplo, o comércio de silagens de ração em mistura total ou parcial.

Com o surgimento de máquinas específicas e embalagens apropriadas a perspectiva é que ocorra uma consolidação na comercialização de volumosos e rações ensiladas. Isso possibilitará o desenvolvimento de expertises na cadeia produtiva e aumento da eficiência dos recursos empregados. Em sistemas intensivos de produção de ruminantes a tendência é que esse tipo de prática aumente com o passar do tempo e na Amazônia isso não será diferente.

A realocação é uma prática que despende custos e deve ser vista com cautela quando o objetivo é mover silagens dentro da propriedade. Esse processo não resulta em ganhos nutricionais ou melhoria do alimento conservado, mas na realidade pode auxiliar quando o problema é logística.

REFERÊNCIAS

BERNARDES, T.F.; DANIEL, J.L.P.; ADESOGAN, A.T. *et al*. Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 4001–4019, 2018.

BISAGLIA, C.; E. TABACCO.; G. BORREANI.; The use of plastic film instead of netting when tying round bales for wrapped baled silage. **Biosystems Engineering**, v 108, p. 1-8, 2011.

BORREANI, G.; TABACCO, E. Effect of silo management factors on aerobic stability and extent of spoilage in farm maize silages. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 16., 2012, Helsinki. **Proceedings**... Hameenlinna: MTT Agrifood Research Finland; University of Helsinki, 2012. p. 71-72.

BORREANI, G.; TABACCO, E. Aerobic stability of maize silage stored under plastic films with different oxygen permeability. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, p. 2686-2690, 2014.

BUENO, A.V.I *et al*; Ensiling Total Mixed Ration for Ruminants: A Review. **Agronomy**. 10:1-18, 2020.

CARDOSO, M. V. S. B.; MENDONÇA, R. C. A.; QUEIROZ, A. C. M.; FERREIRA, C. M. S.; SANTOS, R. I. R.; FATURI, C.; DOMINGUES, F. N.; RÊGO, A.C. Ingestive behavior of lambs fed relocated and inoculated whole-plant corn silage. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 44, p. 1-9, 2022.

CHEN, Y.; WEINBERG, Z.G. The effect of relocation of whole-crop wheat and corn silages on their quality. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 406–410, 2014.

DA SILVA, T.C.; MENDONÇA, R.C.A.; SANTOS, R.I.R.; SOUZA, M.S.; QUEIROZ, A.C.M.; RÊGO, A.C. Realocação de silagens. I*n*: I Simpósio Paraibano de Conservação e Utilização de Forragens: tecnologias e inovações para a pecuária nordestina. **Anais**[...] Areia(PB) CCA/UFPB, 2019. Disponível em: <https//www.even3.com.br/anais/SICONFOR/197693-REALOCACAO-DE-SILAGENS>.

DER BEDROSIAN, M. C.; NESTOR, K. E.; KUNG JR, L. The effects of hybrid, maturity and length of storage on the composition and nutritive value of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 5115 –5126, 2012.

DOS ANJOS, G. V. S; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; KELLER, K. M.; COELHO M. M., MICHEL, P. H. F.; OTTONI, D.; JAYME, D. G. Effect of re-ensiling on the quality sorghum silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 1-8, 2018.

GUSMÃO, J. *et al*. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. **Grass and Forage Science**. 73: 717–726, 2018.

HERRMANN, C.; HEIERMANN, M.; IDLER, C. Effects of ensiling, silage additives and storage period on methane formation of biogas crops. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 8, p. 5153-5161, 2011.

KLEINSCHMIT, D.H.; KUNG JR.; L. A meta-analysis of the effects of Lactobacillus buchneri on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 2130-2139, 2006.

KUNG, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 4020–4033, 2018.

LIMA, E.M.; GONÇALVES, L.C.; KELLER, K.M.; RODRIGUES, J.A. DOS S.; SANTOS, F.P.C.; MICHEL, P.H.F.; RAPOSO, V.S.; JAYME, D.G. Re-ensiling and its effects on chemical composition, in vitro digestibility, and quality of corn silage after different lengths of exposure to air. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 97, p. 250-257, 2016.

LINDGREN, S.; AXELSSONA, L. T; MCFEETER, R. F. Anaerobic-lactate degradation by *Lactobacillus plantarum*. **FEMS Microbiol**, v. 66, p. 209–213, 1990.

MENDONÇA, R. C. A.; CARDOSO, M.V.S.B.; QUEIROZ, A.C.M.; SANTOS, R.I.R. FERREIRA, C.M.S. SOUZA, M.S.; SILVA, W.L. DO RÊGO, A. C. Microbiological characterization, fermentative parameters and aerobic stability of corn silages with and without inoculant, relocated after different exposure times. In: International Symposium on Forage Quality and Conservation, 2017, Piracicaba, Brasil, **Proceedings**..., Escola superior de Agricultura-ESALq-USP, 2017.

MICHEL, P.H.F.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; KELLER, K.M.; RAPOSO, V.S.; LIMA, E.M.; SANTOS, F.P.C.; JAYME, D.G. Re-ensiling and inoculant application with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* on sorghum silages. **Grass and Forage Science**, v. 72, p. 432-440, 2016.

NISHINO, N. *et al*. Evaluation of fermentation and aerobic stability of wet brewers' grains ensiled alone or in combination with various feeds as a total mixed ration. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 83: 557–563, 2003.

QUEIROZ, A.C.M. Impactos das práticas de manejo na realocação de silagens de planta inteira de milho sobre a fermentação, valor nutritivo e no consumo em ovinos. Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia). – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 73p., 2020.

QUEIROZ, A.C.M.; MENDONÇA, R.C.A.; SANTOS, R.I.R.; CARDOSO, M.V.S.B.; DOMINGUES, F.N.; FATURI, C.; SILVA, T.C.; RÊGO, C.A. Effects of whole-plant corn silage relocation on quality, Chemical, composition, and intake, digestibilitity, and nitrogen balance in sheep. **Small Ruminant Reserarch**, v. 205, 2021.

RÊGO, A. C.; MENDONÇA, R.C.A.; SOUZA, M.S.; SANTOS, R.I.R.; DOMINGUES, M. F.N.; FATURI, C.; BERNARDES, T. F.; DA SILVA, T. C. Effects of relocation and microbial inoculants on microbial population and aerobic stability of corn silage. In: XVIII International Silage Conference, 24-26 July 2018, Bonn, Germany, **Proceedings**..., Universitat Bonn, 2018.

SANTOS, R.I.R.; MENDONÇA, R.C.A.; QUEIROZ, A.C.M.; BERNARDES, T.F.; DOMINGUES, F.N.; FATURI, C.; SILV, T.C.; RÊGO, A.C. How do relocation time and length of storage after relocation affect fermentation and nutritive value of corn silage? **Revista Brasileira de Zootecnia**, v., p, 2022.

SOUZA, M.S.; de QUEIROZ, A.C.M.; BERNARDES, T.F.; FATURI, C.; DOMINGUES, F.N.; RODRIGUES, J.P.P.; da SILVA, T.C.; do RÊGO, A.C. Effects of sodium benzoate application, silage relocation, and storage time on the preservation quality of sugarcane silage. **Agronomy**, 12, 1533, 2021.

TABACCO, E.; BORREANI, G. Contrastare il deterioramento aerobico negli insilati di mais. **L'Informatore Agrario**, v. 58, p. 105-111, 2002

WALKER, G. M. Yeast physiology and biotechnology. London: Wiley Editorial Offices, 1998. 350p.

WEINBERG, Z. G.; ASHBELL, G. Engineering aspects of ensiling. **Biochemical Engineering Journal**, v. 13, n. 2-3, p. 181-188, 2003.

WILKINSON, J. M.; DAVIES, D. R. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. **Grass and Forage Science**, v. 68, n. 1, p. 1-19, 2013.

WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 68, p. 101-116, 1990.

YIN, X.; TIAN, J.; ZHANG, J. Effects of re-ensiling on the fermentation quality and microbial community of napier grass (*Pennisetum purpureum*) silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 101(12), 5028–5037, 2021.

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_008

8. AMBIÊNCIA E BEM-ESTAR ANIMAL NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES NA AMAZÔNIA

Ernestina Ribeiro dos Santos Neta[1]
Jefferson Rodrigues Gandra[2]
Monique Valéria de Lima Carvalhal[3]
Maria Cristina Manno[3]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, Parauapebas, Pará
[2] Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Desenvolvimento Agrário e Regional, Marabá, Pará
[3] Universidade Federal do Tocantins, Campus Palmas, Palmas, Tocantins

Introdução

A implantação de um sistema de produção animal requer tempo e planejamento das ações relacionadas ao desenvolvimento da criação. Os principais aspectos a serem considerados envolvem o conhecimento da espécie a ser criada, a identificação do clima da localidade a ser instalada a criação e a logística da chegada de insumos e de escoamento dos produtos gerados pelo sistema.

Neste contexto, a criação de ruminantes no Bioma Amazônia enseja cuidados, de forma a otimizar o sistema produtivo, o qual somente pode ser atingido quando os animais se encontram em situação de bem-estar, cujo conceito é complexo, não é estático, e reflete o estado de um indivíduo em relação às tentativas de se adaptar ao ambiente em que vive (BROOM; MOLENTO, 2004). O bem-estar envolve o estado de saúde física, comportamental e mental, e a ambiência que depende de controle das variáveis ambientais de forma a não tornar o ambiente um limitador da produção animal em qualquer uma das três esferas mencionadas.

Os ruminantes são considerados animais adaptáveis e resistentes a condições climáticas desafiadoras, e em função disto muitas vezes são submetidos a ambiente adverso, com condições climáticas desfavoráveis ao conforto térmico e limitantes ao ótimo produtivo. No Bioma Amazônico essas condições podem ser intensificadas, pois a temperatura e umidade do ar elevadas podem modificar o desempenho desses animais.

Muitas destas condições podem ser revertidas com a adoção de práticas simples, que requerem modificações ambientais primárias, de baixo custo, ou implantação de estratégias de manejo de fácil adoção em qualquer sistema produtivo, desde que seja de conhecimento do produtor o nível de estresse ao qual o animal está submetido, para que a tomada de decisão seja possível e precisa, de forma a reverter o agente estressor e propiciar a otimização do sistema de produção.

Conforto térmico de ruminantes

A região tropical representa um desafio na criação de animais homeotérmicos, por apresentar altas temperaturas frequentemente associadas à alta umidade relativa, o que potencialmente dificulta a termorregulação dos animais. Isto tende a acontecer em função da necessidade fisiológica dos animais, submetidos a altas temperaturas, em utilizar de funções termorregulatórias por meio de mecanismos evaporativos para aplacar o excesso de calor oriundo da produção metabólica e da dificuldade de dissipação imposta pelo ambiente térmico ao seu redor (SILVA, 2000).

Com o intuito de mensurar o estresse térmico ao qual os animais estão submetidos, é necessário o conhecimento primeiramente da espécie animal que se pretende criar, uma vez que a zona de conforto térmico – ZCT (faixa de temperatura na qual os animais não necessitam despender energia para dissipar calor excedente ou gerar mais calor para manutenção da homeotermia) varia entre espécies. Dentro de uma mesma espécie, ainda é possível que a ZCT apresente grandes variações de acordo com a fase de crescimento do animal, a raça ou linhagem utilizada, o *status* nutricional, o potencial de crescimento e até mesmo a cor do animal criado (MÜLLER, 1989).

Os ruminantes de forma geral (bovinos, bubalinos, ovinos e caprinos) apresentam a temperatura corporal variando entre 36,7 e 38,0 ºC. Comparados aos animais não ruminantes (aves e suínos), os ruminantes possuem um aparato sudoríparo eficiente, o que permite que a dissipação de calor corporal excedente ocorra sem maiores esforços fisiológicos. Contudo, com temperaturas máximas frequentemente ultrapassando os 30 ºC, o tempo de exposição destes animais ao estresse térmico coloca em risco a viabilidade do sistema produtivo proposto, caso a implantação da propriedade rural e o manejo dos animais não sejam bem projetados.

Na avaliação do ambiente no qual a instalação será inserida, se faz necessário uma análise da variabilidade das características climáticas ao longo do ano, de forma a compreender o comportamento do clima nas diferentes estações (BAÊTA; SOUZA, 2000). Esta análise é realizada por meio de carta meteorológica, a qual é constituída por meio da compilação dos dados meteorológicos médios mensais dos últimos 25 anos. Fazem parte da carta meteorológica as variáveis temperatura (média, máxima e mínima), umidade relativa do ar, velocidade do vento, número de horas de brilho solar, precipitação pluviométrica, dentre outras informações relevantes para a qualificação do ambiente no qual a criação será estabelecida (MÜLLER, 1989).

Em nosso clima tropical úmido, típico do Bioma Amazônia, na maior parte das regiões há predominância de duas estações principais, as quais variam marcadamente no regime de chuvas, ainda que estas estejam bem distribuídas ao longo do ano (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores médios mensais para temperatura média (Tmed), mínima (Tmin) e máxima (Tmax), umidade relativa do ar média (URmed), mínima (URmin) e máxima (URmax), e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) na Região Sudeste do Pará, Brasil

Variáveis	Meses do ano											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Tmed (ºC)	26	26	26	27	28	28	28	28	28	28	27	27
Tmax (ºC)	32	32	32	32	33	34	34	35	35	34	33	32
Tmin (ºC)	21	21	24	23	23	25	21	22	23	24	23	23
URmed (%)	85	86	86	85	82	76	71	70	73	77	81	83
URmax (%)	92	93	92	92	90	88	85	86	87	88	90	92
URmin (%)	79	78	81	80	76	68	60	59	61	68	74	78
ITU	78	77	78	78	80	79	78	78	79	79	79	78

Fonte: Adaptado de Guimarães *et al.*, 2020, a partir da tabulação de dados do INMET – 2º DISME, dos anos de 1992 a 2017.

Apesar de altas temperaturas associadas à umidade relativa elevada serem praticamente constantes neste bioma, existem oscilações regionais e locais as quais necessitam ser quantificadas para a determinação do período, em horas, em que os animais estarão submetidos ao estresse térmico.

A partir da definição da oscilação das variáveis climáticas por meio da análise da carta meteorológica, faz-se necessário o comparativo dos limites máximos e mínimos do clima àqueles relacionadas ao conforto térmico dos animais, procedimento que denominamos comumente de zoneamento bioclimático – ZB (SILVA, 2000). Para o ZB, os parâmetros climáticos mais utilizados como comparativos são a temperatura do ar (média, máxima e mínima) e a umidade relativa do ar (médio, máximo e mínimo). A oscilação destas variáveis é correlacionada com a zona de conforto térmico de cada animal e, em se tratando de animais homeotérmicos, a faixa umidade relativa comumente utilizada para realização do comparativo varia de 60 a 80%, conforme exemplo de ZB de vacas leiteiras criadas na Região Sudeste Paraense (Tabela 2).

Tabela 2 – Zoneamento Bioclimático da Região Sudeste paraense com base nas Médias de Temperaturas e Umidade Relativa do Ar, indicadas pelas letras I (Inferior), C (Conforto) e S (Superior) quando estiverem respectivamente inferiores, dentro ou superiores aos limites da Zona de Conforto Térmico (ZCT) para bovinos da raça holandesa. Para a classificação do ITU, foram utilizados números em que 1 caracteriza condição normal, 2 condições de alerta de estresse, e 3, condições de perigo

Variáveis	Meses do ano											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Tmed (ºC)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Tmax (ºC)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Variáveis	Meses do ano											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Tmin (ºC)	C	C	S	S	S	S	C	S	S	S	S	S
URmed (%)	S	S	S	S	S	S	S	C	S	S	S	S
URmax (%)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
URmin (%)	S	S	S	S	S	C	C	C	C	C	S	S
ITU	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Fonte: Adaptado de Guimarães *et al.*, 2020.

Ainda que seja uma excelente ferramenta a ser utilizada antes da implantação do sistema de produção, é importante observarmos que o ZB leva em consideração médias das variáveis climáticas, as quais podem oscilar de forma significativa ao longo de um dia. Ademais, variações interanuais do clima, tendem a ser subestimados, pois levamos em consideração médias de duas décadas de oscilação do clima, e os seus efeitos deletérios à saúde dos animais podem se prolongar por meses, sem termos estimado a intensidade do estresse por não entender a relevância do acompanhamento constante da variação climática diária, por meio do diagnóstico ambiental.

Para a realização do diagnóstico ambiental recomenda-se a instalação de equipamentos analógicos ou digitais de mensuração, pelo menos, das seguintes variáveis: temperatura do ar, umidade relativa, pluviosidade e velocidade do vento. Atualmente encontramos no mercado equipamentos de medição múltipla que podem transmitir os sinais de forma instantânea e sem fios, o que facilita sobremaneira a tomada de decisão do produtor rural, sobre quando intervir no manejo da criação de forma a minimizar o impacto do estresse sobre os animais.

Dependendo do nível tecnológico da criação e da capacidade de investimento do produtor rural, uma série de recursos podem ser utilizados para facilitar a tomada de decisão no que se refere a minimizar o estresse sobre os animais. Os recursos vão desde a utilização de índices bioclimáticos, os quais possuem como prerrogativa a estimativa do estresse ao qual os animais estão submetidos com base em dados climáticos coletados automaticamente. Outro fator relevante é a utilização de parâmetros mensuráveis a partir de dados dos próprios animais, e não necessariamente das variáveis climáticas, uma vez que, em muitas ocasiões, a análise comportamental pode trazer informações mais precisas sobre o sofrimento animal do que o próprio ambiente, seja ele térmico ou não. A adoção dos diferentes recursos está relacionada a quanto se pretende investir na criação, não somente na automação da tomada de decisão, mas também no tempo necessário à observação do comportamento dos animais, do clima e do manejo utilizado na propriedade.

Avaliação do bem-estar animal

A ciência do bem-estar animal envolve temas e conceitos complexos e desafiadores com relação à aplicabilidade prática nos sistemas produtivos da região Amazônica. O conceito de bem-estar animal refere-se a um estado mensurável que pode variar de muito bom a muito ruim e que deve ser medido de forma

objetiva, ou seja, com utilização de medidas baseadas em conhecimento científico, para que, dessa forma, essas avaliações possam ser comparadas em diversas situações (BROOM; MOLENTO, 2004). Em qualquer sistema produtivo e bioma, para avaliarmos o bem-estar dos animais devemos ter em conta as necessidades de cada espécie em questão.

As necessidades dos animais estão diretamente relacionadas com o seu funcionamento biológico. Quando vivem em um ambiente desafiador, há um alto custo biológico para o animal, e consequente risco de comprometimento dos índices produtivos e do seu status de bem-estar (Broom; Molento, 2010). Dessa forma, as necessidades dos animais também se relacionam com as condições de saúde, o estado fisiológico e de desenvolvimento, além da capacidade imunológica e a possibilidade de expressão de comportamentos naturais. Sendo assim, compreender e avaliar o status do bem-estar dos animais não é algo simples, mas exige amplo conhecimento sobre a espécie e suas relações com o meio, demandando uma abordagem multidisciplinar, com a integração de conceitos de diversas áreas do conhecimento.

É importante termos em mente, que em qualquer avaliação do bem-estar dos animais, independente da situação e do bioma em que vivem, devemos considerar os **cinco domínios** descritos por Mellor e Reid (1994). Para a descrição desses domínios, os autores consideraram os estados internos ou físico-funcionais dos animais e o estado mental. Os quatros estados físicos descritos são: a "Nutrição" (Domínio 1), o "Ambiente" (Domínio 2), a "Saúde" (Domínio 3) e o "Comportamento" (Domínio 4). E, quinto, o estado "Mental" (Domínio 5). Para uma avaliação efetiva do estado de bem-estar dos animais devemos reconhecer que os efeitos sobre cada um desses domínios têm reflexos, diretos ou indiretos, nos demais, portanto, com efeitos recíprocos e aditivos. Foi incluído, recentemente os estados mentais positivos no Domínio 5 e o desdobramento do Domínio 4, agora reconhecido como "Interações comportamentais" e subdividido de acordo com a natureza da interação: 1) com ambiente; 2) com outros animais não humanos e 3) com humanos (MELLOR *et al*. 2020). Dessa forma, cada avaliação e consequente conclusão do estado geral de bem-estar animal, independente da espécie e do local que está inserida, devem considerar aspectos relacionados a todos esses domínios.

Há várias formas de avaliação do bem-estar animal, conhecidas como protocolos de avaliação. Normalmente, nestes protocolos se utilizam parâmetros objetivos para a definição do status de bem-estar dos animais, incluindo nutrição, sanidade, ambiente, expressão de comportamentos naturais e sentimentos (WELFARE QUALITY®, 2009; AWIN, 2015ab). Todos os indicadores que compreendem esses protocolos são primariamente baseados nos animais e no ambiente e depois integrados em um amplo modelo de avaliação. Os protocolos supracitados fornecem informações sobre a avaliação de bem-estar de animais ruminantes.

De maneira geral, os protocolos auxiliam na identificação dos principais pontos a serem medidos, sugerindo que cada avaliador defina o intervalo mínimo e máximo de cada medida, de acordo com a realidade do local. Nenhum desses protocolos foram desenvolvidos nas condições do Bioma Amazônico e, por isso, sua aplicação nesse local requer a adaptação de algumas medidas, o que não impossibilita a sua utilização.

Os resultados obtidos para cada uma das diferentes medidas são combinados

para calcular a pontuação final que definirá o status geral de bem-estar dos animais. A forma de calcular e avaliar cada medida são pré-definidas de acordo com cada protocolo específico e sua metodologia de aplicação. Esses protocolos funcionam como ferramentas de avaliação e gerenciamento de bem-estar animal nas propriedades produtivas e até mesmo nos frigoríficos. Existem protocolos para avaliação do bem-estar animal, com aplicações específicas como, durante o transporte ou o atordoamento de animais (GRANDIN, 2010).

Todos os protocolos de avaliação representam análises complexas e mais completas do status de bem-estar dos animais. No entanto, em certos casos uma análise simplificada pode ser extremamente útil. Por exemplo, ao identificar que um animal apresenta alterações comportamentais, bem como aumento da frequência respiratória, podemos estar seguros (com esse indicador) de que o estado de bem-estar desse animal não é bom, e uma avaliação com relação ao ambiente e/ou a situação em que o animal está inserido deve ser realizada.

Por isso, o conhecimento a respeito da espécie em questão e basear os indicadores avaliados no conhecimento científico é essencial para identificar as situações que prejudicam o status de bem-estar dos animais. Melhorar os problemas de bem-estar quando a situação é crítica, é relativamente simples, se tivermos um conhecimento prévio sobre o assunto. No entanto, à medida que há melhoria nas condições de bem-estar a identificação de fatores que devem ser corrigidos se torna mais difícil, dessa forma, encontrar soluções para resolver problemas menos evidentes requer mais estudos e aprofundamento na ciência do bem-estar animal.

Em todos os domínios descritos anteriormente há uma série de indicadores que podem ser utilizados para avaliar os animais e as situações que comprometem o seu *status* do bem-estar, conforme, exemplificados no quadro a seguir:

Quadro 1 – Exemplos de indicadores de bem-estar animal de ruminantes no Bioma Amazônico

DOMÍNIO	POSSÍVEL INDICADOR
Nutrição	-Escore corporal; -Desidratação e desnutrição; -Disponibilidade/ privação de água e alimento; -Qualidade do alimento e da água disponível;
Ambiente	-Elevadas densidades; -Estresse térmico; -Disponibilidade/ ausência de proteção contra Intempéries climáticas; -Monotonia; -Disponibilidade/ ausência de espaço;
Saúde	- Intoxicação; -Doenças; -Lesões; - Comprometimento funcional
Comportamento	-Oportunidade/ privação de exploração; -Competição social; -Oportunidade/privação de sono; -Apresentação de apetite depravado; -Agressividade exagerada; -Ocorrência/ausência de ruminação;
Mental	-Dor induzida pelo manejo; -Calor; -Medo por alguma situação durante manejo; -Solidão; -Prazer em realizar atividades, como: beber água; -Curiosidade;

O desafio principal relacionado à avaliação do bem-estar animal é o estabelecimento dos indicadores que serão utilizados, por isso, a aplicação/ adaptação de protocolos já definidos é recomendada. Não devemos esquecer que as diferentes espécies animais e, até a mesma espécie, com objetivos produtivos diversos, por exemplo: bovinos de leite e bovinos de corte, requerem a aplicação de indicadores distintos.

A avaliação do bem-estar pode ser considerada eficiente, quando ocorre se consegue abordar a maior quantidade de indicadores, contemplando todos os domínios. Embora seja desafiador, muitos estudos estão sendo desenvolvidos nessa temática para aprimorar os métodos de avaliação, em busca de conhecimento que permita a melhoria do bem-estar de animais sob nossos cuidados e que considere as particularidades do Bioma Amazônico.

Reações dos animais ao estresse

O bem-estar animal, pode ser comprometido por vários fatores e dentre eles, provavelmente o estresse, ou seja, o modo como o animal reage aos agentes estressores é uma das causas mais importantes. A perturbação da homeostase no organismo pode ocorrer em decorrência de alterações de naturezas diversas como os elementos climáticos, agentes físicos, químicos e biológicos, e os fatores de âmbito psíquico e infecciosos (BROOM; JOHNSON, 1993), promovendo nos animais às respostas comportamentais, fisiológicas e imunológicas.

Respostas comportamentais

É possível que, essa seja a resposta ao estresse que menos impacta a biologia dos animais, ao menos, quando ele possui controle do seu ambiente e a possibilidade de escolha por locais de preferência. Por exemplo, um animal sob estresse pela ausência de alimento no seu ambiente pode se deslocar para um outro local para buscar a saciedade ou em caso de estresse por calor pode amenizá-lo procurando sombra, aumentando a ingestão de água, se alimentar em horário mais fresco, ficar mais tempo em pé e diminuição da atividade e movimento (SCHUTZ *et al*., 2008). Da mesma forma, um animal em desconforto por estar em um local excessivamente úmido pode mudar de lugar e amenizar a sensação, ou se estiver em situação de medo por estar próximo de animais maiores e dominantes, poderá evitá-los ficando distante.

Entretanto, essas situações podem ser mais frustrantes e desafiadoras para o animal, caso ele não possa expressar o comportamento que desejaria numa situação de estresse, por exemplo, no caso dos animais confinados em local que instalação não permita a possibilidade de escolha (ficar sob o sol ou sob a sombra, por exemplo ou até mesmo se abrigar em situações de chuva forte). Estes, por sua vez, dependem totalmente de um manejo que deve sempre objetivar um maior grau de bem-estar animal. Caso o animal, não consiga fugir do agente estressor as respostas de reação ao estresse serão intensificadas.

Respostas fisiológicas

As respostas fisiológicas envolvem mecanismos de rápida reação, de modo que a partir de um estímulo estressor qualquer os animais proverão respostas por meio de ativação do sistema nervoso central – SNC, implicando em respostas por meio do sistema nervoso autônomo (simpático – SNS e parassimpático – SNP) e respostas neuroendócrinas.

O sistema nervoso autônomo prepara o organismo para atividade física imediata, por exemplo, quando um bovino durante o embarque sofre ferroadas, seu SNC ativa o nódulo sinoatrial do coração e a medula adrenal por meio de fibras nervosas simpáticas, liberando catecolaminas (adrenalina e noradrenalina), ambas a respostas atuarão sobre o nódulo sinoatrial do coração desencadeando aumento da frequência respiratória e cardíaca, aumento da contração muscular e maior fluxo sanguíneo para os músculos do animal, possibilitando o animal de armar uma resposta física. Passado o estímulo estressante, o SNP, por meio das fibras nervosas parassimpáticas promovem inervação direta sobre o nódulo sinoatrial, reduzindo o débito cardíaco e retornando o organismo à homeostase (MARKETON; GLASER, 2008).

O sistema neuroendócrino atua na resposta aos estímulos estressantes por meio do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA), hipófise anterior e hipófise posterior. Dessa forma, quando o animal sofre um estímulo estressante, o hipotálamo libera o hormônio liberador de corticotrofina (CRH). Este por sua vez, atua sobre a hipófise anterior e promove a liberação do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) que será levado via corrente sanguínea até o córtex da adrenal estimulando-a liberar glicocorticóides para a corrente sanguínea (MOBERG; MENCH, 2000) (Figura 1). Ao chegarem no fígado, os glicocorticóides estimulam a glicogenólise e a supressão da ação da insulina, além disso, também promove a síntese de glicose a partir de outras moléculas orgânicas como piruvato, lactato, glicerol e aminoácidos, dessa forma aumentará os níveis de glicose na corrente sanguínea, possibilitando o animal de armar uma resposta física.

Portanto, a exposição crônica a altos níveis de glicocorticóides são capazes de mobilizar reservas de energia a partir de mudança de metabolismo anabólico para catabólico, por meio de catabolismo protéico, hiperglicemia e imunossupressão (CARROLL; FORSBERG, 2007), podendo ocasionar nos animais falhas reprodutivas, redução no ganho de peso, na produção de leite e maior suscetibilidade a doenças (FRIEND, 1991).

Passado o estímulo estressante – Estes hormônios têm alto poder de retroalimentação negativa, suprimindo hormônios anteriores na cascata e estabilizando os níveis hormonais. Também vale ressaltar que na prática, as respostas do sistema nervoso autônomo e neuroendócrino são reações integradas do sistema nervoso central e os efeitos deletérios podem ser observados após um período de tempo, até mesmo após o estimulo estressor ter sido cessado.

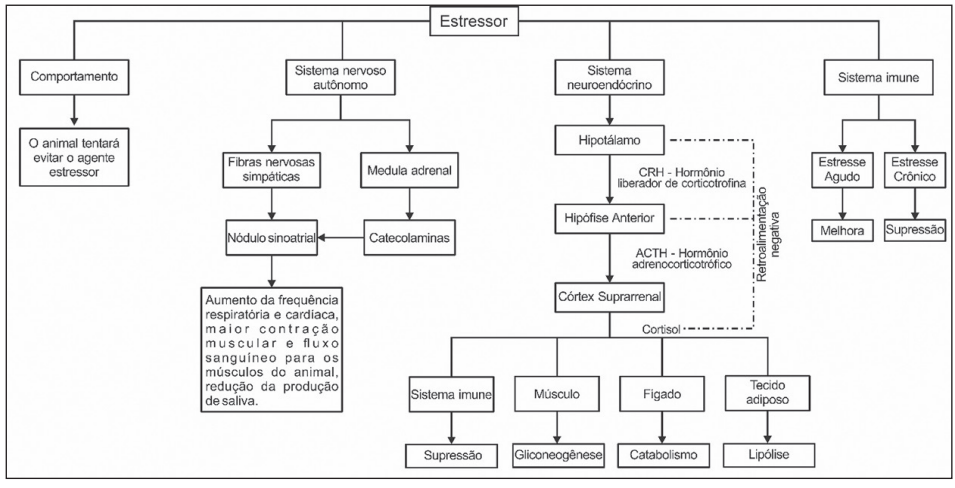
Respostas imunológicas

Os efeitos negativos do estresse sobre o sistema imune são bastante conhecidos pela comunidade científica, entretanto, recentemente tem sido discutido que estresse agudo (curto prazo) e crônico (persistente) tem efeitos completamente divergentes sobre a imunidade dos animais, podendo o estresse agudo aumentar a resposta imune e o crônico reduzir (CARROLL; FORSBERG, 2007).

Dessa forma, estresse de curta duração, como por exemplo aquele que ocorre durante a condução e manejo dos animais para a prática de vacinação, são importantes para a estimulação da expressão e secreção de citocinas, preparando o organismo para resposta a possíveis invasões por patógenos.

Por outro lado, alta frequência de manejos aversivos, a permanência dos animais em instalações inapropriadas, currais com alta densidade de lotação, lotes desuniformes ou ainda alimentação insuficiente, são exemplos de exposição prolongada dos animais a agentes estressores, configurando o estresse crônico. Nesse caso, pode ocorrer a supressão do sistema imunológico mediado pelos glicorticóides, por meio da redução na reprodução dos linfócitos, principalmente os linfócitos T (MARKETON; GLASER, 2008) e inibição do tráfego de células T, B, NK, eosinófilos, basófilos, macrófagos e monócitos, dificultando a migração destas células para o local da infecção. Em adição, os efeitos negativos dos glicocorticóides sobre o sistema imune também podem ser intensificados pelas catecolaminas (BELLINGER *et al*., 2008).

Figura 1 – Respostas dos animais submetidos a situações de estresse



Fonte: Adaptado de Moberg e Mench (2000).

As respostas ao estresse sejam eles por alterações comportamentais, fisiológicas ou no sistema imune, representam custo biológico de estresse (MOBERG, 1996), e são importantes para a avaliação do bem-estar animal, bem como, para a sua sobrevivência. De modo geral, o custo biológico do estresse implica maior gasto energético para o animal retornar a homeostase e com isso, menor quantidade de substrato a ser depositado na forma de produtos.

Por essa razão, o profissional que lida diretamente com os animais deve identificar os principais fatores de estresse aos quais os animais estão inseridos e verificar as possíveis soluções para tais. Considerando que na região amazônica os ruminantes estão submetidos a altas temperaturas e umidade relativa do ar, praticamente o ano todo estarão em estresse por calor, dessa forma, serão apresentados a seguir formas de intervenções no ambiente dos animais para reduzir os efeitos negativos do estresse por calor sobre a produção animal.

Estratégias de mitigação do estresse

Os métodos utilizados para redução ou amenização dos efeitos do aumento da

temperatura corporal dos ruminantes no bioma amazônico, devido ao estresse por calor, passam efetivamente por alterações da taxa metabólica e redução das exigências de energia de mantença dos animais.

Neste sentido, modificações no manejo geral dos animais como alteração de horários de ordenhas (para os animais leiteiros), de alimentação e modificações nas instalações são o primeiro passo visando o sucesso na mitigação do estresse calórico. Ainda nesta linha de pensamento, alterações no manejo nutricional do rebanho aplicando-se aumento da inclusão de fibras de alta digestibilidade e inclusão de fontes de lipídeos, bem como acréscimo de aditivos específicos podem reduzir o incremento calórico advindo da fermentação ruminal, são estratégias consideradas importantes.

Vale ressaltar que os estudos que fundamentaram as principais estratégias para redução dos efeitos do estresse sobre a produção de ruminantes foram desenvolvidos em outras regiões do Brasil. E embora elas sejam válidas para diferentes ambientes, é importante a realização de pesquisas no contexto da região Amazônica para orientar mais detalhadamente, modificações ambientais como a implantação de sistemas silvipastoris, integração lavoura-floresta-pecuária e sistemas agroflorestais, especificamente no bioma amazônico, as quais podem ser efetivas a médio e longo prazo para o convívio com as condições estressantes da produção de ruminantes no trópico úmido.

Estratégias de manejo

Em relação ao manejo geral dos animais com intuito da mitigação do estresse calórico, modificações na rotina do rebanho são fundamentais para atingir o sucesso do desempenho produtivo.

Possíveis alterações na rotina dos animais objetivando o manejo nas horas mais frescas do dia são fundamentais para amenizar o incremento das taxas metabólicas. Mudanças nos horários de ordenhas, principalmente para o final das tardes, fornecimento de alimentos nas horas mais frescas do dia, aumento da frequência das refeições (arraçoamento mínimo de 3 vezes ao dia), evitando-se cochos vazios. Quando a fonte de volumoso for silagem o fornecimento deve ser feito imediatamente após a retirada do silo, evitando-se o aquecimento e a fermentação da mesma. Além disso, colocar cochos e bebedouros na sombra são fundamentais para reduzir condições ambientais adversas na produção de ruminantes.

As adequações das instalações e demais ambientes destinados aos animais são, de fato, a maneira mais efetiva de êxito no combate ao estresse calórico em ruminantes. Estabelecimento de áreas sombreadas (naturais ou artificiais), resfriamento por ventilação, evaporativo com água por aspersão ou sistemas mistos de aspersão + ventilação aumentam a perda de calor por evaporação e tem melhor potencial para uma redução bem-sucedida do estresse térmico (FLAMENBAUM; GALON, 2007).

O sombreamento natural é muito eficiente para a amenização das condições estressantes. As árvores são uma excelente fonte de sombra visto que os animais geralmente buscarão a proteção das árvores em vez de estruturas artificiais. Além de bloqueadores eficazes da radiação solar, a evaporação da umidade das superfícies das folhas resfria o ar das imediações sem interferir de forma significativa na circulação de ar. Além disso, um animal adquire muito pouca carga de calor radiante da sombra de uma árvore em comparação com um telhado de

metal. Há um decréscimo de 59 cal/cm^2 por evapotranspiração de 1 mm de água. Desta forma, quando existe água no solo para a planta transpirar, o sombreamento natural é mais efetivo do que a sombra de telhados. Um telhado pode diminuir a temperatura do ar em 2 ^{o}C, enquanto a sombra de uma árvore que transpira pode reduzir a temperatura em 4 ^{o}C (BAÊTA; SOUZA, 2010).

Outro aspecto de suma importância, em relação ao sombreamento, é a significativa melhora das condições nutricionais das pastagens quando os piquetes são corretamente sombreados por árvores. Há um aumento de 25,53% na produção de matéria seca, 18,03% no conteúdo de proteína bruta e 32,40% para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em piquetes com cobertura arbórea adequada comparados a piquetes sem sombreamento (SILVA *et al*., 2008).

O sombreamento artificial é extremamente efetivo na redução do estresse calórico quando comparado a áreas não sombreadas, sendo alternativa rápida na modificação do manejo dos animais tanto em sistema de pastejo ou confinado. A efetividade da sombra é dependente do material utilizado para as coberturas, bem como para as áreas sombreadas. Foi observado redução da carga térmica radiante (CTR/m^2) de 12,30%, para telhas de fibrocimento, 9,60% para telhas galvanizadas e 7,20% para tela de polipropileno (80%), em comparação à exposição solar de novilhas submetidas a sistema de pastagem (CONCEIÇÃO, 2008).

Em relação a bovinos de corte, principalmente em sistemas de confinamento, a adoção de sombreamento está diretamente associada à melhor qualidade da carne (GONZALEZ-RIVAS *et al*. 2020). Novilhos de corte sob estresse calórico tem maior propensão ao desenvolvimento de carne DFD (*Dark, Firm and Dry*, ou seja, Escura, Firme e Seca). Sob estresse calórico, a redução do consumo de matéria influencia a reserva de glicogênio hepático por alterar a energia de mantença dos animais e desta forma animais nestas condições vão utilizar esta reserva hepática de energia para tentar buscar a homeostase corporal, restando baixa concentração deste metabólito no *pós-mortem* dificultando o abaixamento do pH da carne. DiGiacomo *et al*. (2014), observaram menor pH da carcaça de novilhos em confinamento submetidos a sombreamento artificial em relação a animais com ausência de sombra nas instalações.

Sistemas de resfriamento sejam eles por ventilação, aspersão, ventilação + aspersão ou equipamentos mais modernos como ventilação cruzada, são recursos em sua grande maioria empregados em sistemas de criação de vacas leiteiras confinadas. Para vacas leiteiras em pastejo, sistemas de ventilação e aspersão são altamente indicados na sala de ordenha. Estes recursos têm um valor agregado alto para o produtor, entretanto apresentam uma efetividade extraordinária no desempenho produtivo na atividade leiteira.

O resfriamento adequado de vacas leiteiras, principalmente no verão, aumenta a produção anual de leite em 10% e o teor de gordura e proteína do leite em 0,4 e 0,2%, respectivamente. A taxa de concepção de vacas sob resfriamento é aumentada, enquanto a taxa de descarte, causada por problemas de saúde e fertilidade, é reduzida – tudo isso leva a uma melhora acentuada na vida útil do rebanho. Além disso, em condições de resfriamento as vacas aumentam a ruminação e o tempo de descanso em comparação com vacas sem nenhum tipo de resfriamento (FLAMENBAUM; EZRA, 2007).

Para novilhos de corte em confinamento a adoção de aspersores nas horas mais quentes do dia podem aumentar o ganho de peso e consumo de matéria seca em 7,30% e 3,10%, respectivamente (DAVIS *et al*., 2001)

Estratégias nutricionais

A manipulação da dieta dos ruminantes pode ser uma alternativa a ser realizada em conjunto visando minimizar os efeitos do calor nos sistemas de produção. Para enfrentar os desafios da produção de ruminantes no trópico úmido, há uma série de estratégias nutricionais, potencialmente disponíveis como: inclusão de gordura dietética, formulação de dietas com alto conteúdo de fibra digestível e aditivos moduladores do metabolismo ruminal são as principais ferramentas de apoio na construção de dietas adaptadas a condições estressantes.

Em condições de estresse calórico, há redução significativa no consumo de matéria seca (-20%) em vacas leiteiras, resultando em balanço energético negativo e déficit de energia para atender as exigências de produção de leite, saúde e reprodução. Neste sentido, recomenda-se a substituição de parte da fonte de energia da dieta de carboidratos por lipídeos, preferencialmente semente de oleaginosas, pela capacidade deste nutriente em reduzir a termogênese e aumentar a densidade energética da dieta. A inclusão de fontes de lipídeos específicos na dieta de vacas leiteiras entre 3 e 5% pode aumentar a produção de leite em 9,44% (MIN *et al*., 2019). Adicionalmente, inclusão de sementes de oleaginosas podem aumentar a capacidade de fagocitose dos neutrófilos (GANDRA *et al*., 2016) e aumentar a qualidade oocitária e embrionária de vacas leiteiras (GANDRA *et al*., 2017).

A redução do consumo de matéria para bovinos de corte sob estresse calórico é da ordem de 25 a 10%, respectivamente em sistemas de confinamento e pastejo. Desta forma a inclusão de fontes de lipídeos nas dietas deste animal aumenta a densidade energética da ração podendo ser uma excelente alternativa para compensar o aumento das exigências de energia de animais para esta categoria de animais (MADER *et al*., 2002).

A formulação de dietas com alta digestibilidade de fibras é fundamental para a maximização do desempenho dos animais. Nos períodos de intenso incremento calórico há uma redução da produção e ingestão de saliva pelos animais, resultantes da redução do tempo de ruminação pela baixa ingestão de matéria seca; desta forma o pH ruminal transita em valores menores que 6, reduzindo a população de bactérias celulolíticas e, consequentemente, prejudicando a digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) da dieta (CONTE *et al*., 2018). Portanto, recomenda-se a inclusão de fontes de alimentos como polpa cítrica, casca de soja e outras fontes de alimentos ricas em pectina para aumentos globais da digestibilidade da fibra da dieta. Mudanças no perfil de digestibilidade do FDN de dietas de ruminantes em condições estressantes podem acarretar aumento da produção de leite da ordem de 7,19% (MIN *et al*., 2019) e 6,25% no ganho de peso de animais confinados (GOUVÊA *et al*., 2016).

Aditivos microbianos moduladores da fermentação ruminal, como as culturas de leveduras, têm sido amplamente utilizados na nutrição de ruminantes em condições de estresse por calor para manipular a fermentação ruminal e melhorar o desempenho animal. Atividade metabólica da levedura no rúmen tem capacidade de

redução do oxigênio ruminal, o que contribui para a redução da população de bactérias fibrolíticas, desta forma a inclusão de *Saccharomyces cerevisiae* pode contribuir para a redução do incremento calórico por aumentar a ingestão de FDN da dieta.

Em rebanhos confinados, a adição de culturas de leveduras entre 10 a 60 g/dia proporcionou aumento na produção de leite de 4,97% (LI MIN *et al*., 2019). Vacas leiteiras em pastejo suplementadas com aditivo a base de cultura de leveduras animais, com índice de temperatura e umidade (ITU) de 77,8 (temperatura do ar de 29,8ºC e umidade relativa de 67%), apresentaram produção de leite de 17,40 *vs* 16,60 kg/dia para animais não suplementados (controle) (GANDRA *et al*., 2019).

O uso de culturas de leveduras vivas para bovinos de corte sob estresse calórico é mais eficiente em dietas com altos níveis de concentrados (ou acidogênica). Neste contexto, o uso de *Saccharomyces cerevisiae* pode estabilizar o pH ruminal ao longo do período de alimentação, manutenção do consumo de matéria seca e homogeneidade no comportamento alimentar. Novilhos de corte sob condições extremas de calor recebendo dietas acidogênicas, suplementados com culturas de leveduras vivas apresentaram 5% ganho de peso e 2 kg de peso de carcaça a mais em relação a animais não suplementados (LOCKARD *et al*., 2020)

Outros aditivos como a niacina, betaina o blend de minerais orgânicos, os tamponantes e os extratos de herbáceas podem, de certa forma, influenciar positivamente o metabolismo termogênico de ruminantes em estresse calórico, porém com resultados e mecanismos de ação inconsistentes na literatura.

Modificações ambientais

Dentre as modificações ambientais capazes de mitigar o estresse por calor, iremos discutir ações que englobam os sistemas de produção de ruminantes no bioma amazônico em pastejo, tendo em vista que para animais confinados, as estratégias de manejo referentes a sombreamento artificial e resfriamento já foram discutidas.

Sistemas de produção de ruminantes em pastejo são predominantes na região Norte do Brasil, tendo em vista a forma extrativista com que as áreas de pastejo foram concebidas. Desta forma, a condição de mudança ambiental destes sistemas de produção com o intuito de mitigar o estresse por calor, contribuem indiretamente com a redução de metano, com a sustentabilidade e a intensificação da produção de ruminantes em todo bioma equatorial.

Adoção de sistemas produtivos integrados como: lavoura-floresta pecuária, sistemas agroflorestais (SAFs) e silvopastoris contribuem com a melhora do microclima nas áreas de pastejo e, consequentemente, amenizam o estresse calórico, contribuindo com o valor nutricional das pastagens e com o desempenho produtivo dos animais em pastejo.

Os sistemas agrossilvipastoris, de modo geral, têm sido sugeridos como estratégia de conforto térmico para a pecuária em relação às pastagens (PERI *et al*., 2016), principalmente por reduzirem as diferenças entre os microclimas sob a pastagem ao longo das estações do ano (BALISCEI *et al*. 2013). Em condições ambientais semelhantes às da região norte do país, vacas leiteiras em sistema de pastejo agrosilvopastoril apresentaram produção de leite 12,32% superior, quando comparados a animais em sistema

convencional (HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ *et al*., 2019).

Em bovinos de corte em sistema de recria no bioma amazônico, o sistema agrossilvipastoril ou integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) aumentou a ganho de peso e taxa de lotação por ha em 14,60 e 73,00%, respectivamente quando comparado a sistemas tradicionais de bovinos em pastejo (EMBRAPA, 2017).

Estudos completos sobre desempenho produtivo de ovinos, bovinos e bubalinos em sistemas agrosilvopastoris ainda são escassos na literatura brasileira, principalmente na região norte do país, sobretudo com a utilização de árvores nativas do bioma amazônico. Existe um potencial fascinante de produção de carne e de leite, atendendo às premissas do conforto térmico animal, redução de emissão de gases de efeito estufa, sustentabilidade e intensificação dos sistemas de produção de ruminantes no trópico úmido.

Considerações finais

É preciso rever a propriedade rural com olhar atento sobre as demandas dos animais, ou seja, seu funcionamento biológico, uma vez que para cada situação de estresse existe um custo biológico implicando maior gasto energético e com isso, menor quantidade de substrato a ser depositado na forma de produtos. Dessa forma, a identificação das causas de estresse é imprescindível para se oferecer maior grau de bem-estar aos animais de produção.

Na região amazônica, o estresse por calor é um desafio que merece atenção especial, seja por causa das altas temperaturas e presença constante de energia solar radiante ao longo do ano, pela dificuldade do animal em perder calor em função da alta umidade relativa do ar ou pelos efeitos combinados desses três elementos climáticos.

Dessa forma, ratifica-se a necessidade de fazer pesquisas no Bioma Amazônico, para fundamentar e responder melhor as questões específicas quanto às intervenções no ambiente de criação dos animais, seja por meio da dieta, manejo ou instalações, os quais são fundamentais para proporcionar maior grau de bem-estar e melhorar o desempenho produtivo das espécies ruminantes.

REFERÊNCIAS

AWIN (Animal Welfare Indicators). 2015a. AWIN Welfare Assessment Protocol for Goat. Disponível em: https://air.unimi.it/retrieve/handle/2434/269102/384790/AWINProtocolGoats.pdf. Acesso em 29 de março de 2021.

AWIN (Animal Welfare Indicators). 2015b. AWIN Welfare Assessment Protocol for Sheep. Disponível em: http://uni-sz.bg/truni11/wp-content/uploads/biblioteka/file/TUNI10015667(1).pdf. Acesso em 29 de março de 2021.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais – Conforto animal**. Viçosa: UFV, 2010. 246p.

BALISCEI, M.A.; BARBOSA, O. R.; SOUZA, S.; COSTA, M.A.T.; KRUTZMANN, A.; QUEIROZ, E.O. Microclimate without shade and silvopastoral system during summer and winter. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 1, p. 49-56, 2013.

BELLINGER, D. L.; MILLAR, B. A.; PEREZ, S.; CARTER, J.; WOOD, C.; RAJAN, S. T.; MOLINARO, C.; LUBAHN, C.; LORTON, D. Sympathetic modulation of immunity: Relevance to disease. **Cellular Immunology**, v. 252, n. 1–2, p. 27-56, 2008.

BESEDOSSKY, H.; DEL REY, A.; SORKIN, E.; DINARELLO, C.A. Immunoregulatory feedback between interleukin and glucocorticoid hormones. **Science**, v. 233, p. 652–654, 1986.

BROOM, D.M.; FRASER, A. F. **Comportamento e bem-estar de animais domésticos**. Barueri, SP: Manole, 2010. 452p.

BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. **Archives of Veterinary Science**, 9: 1-11. 2004.

BROOM, D. M.; JOHNSON, K. G. Stress and animal welfare. Dordrecht: Kluver Academic Publishers,1993. 138 p.

CARROLL, J.A.; FORSBERG, N.E. Influence of Stress and Nutrition on Cattle Immunity. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. v. 23, n. 1, p. 105-149, 2007.

CONCEIÇÃO, M. N. Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas em pastagens. 2008. 137f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura "Luiz d Queiroz", Piracicaba, 2008.

DAVIS, T., MADER, T.L., CERKONEY, W. Managing Heat Stress in Feedlot Cattle Using Sprinklers.Nebraska Beef Cattle Reports. Disponível em: https://digitalcommons.unl.edu/animalscinbcr/. Acesso em 28/04/2021.

DIGIACOMO, K., WANER, R.D., DUCHEA, F.R. Dietary betaine supplementation has energy-sparing effects in feedlot cattle during summer, particularly in those without access to shade. **Animal Production Science**, 54, 450–458. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA. ILPF resulta em maior ganho de peso na pecuária de corte. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/27642179/ilpf-resulta-em-maior-ganho-de-peso-na-pecuaria-de-corte. Acesso em 28/04/2021.

FLAMENBAUM I.; GALON N. Management of heat stress to improve fertility in dairy cows in Israel. **Journal of Reproduction and Development**, v. 56, p. 36-41, 2010.

FLAMENBAUM. I.; EZRA, E. The "Summer to Winter performance ratio" as a tool for evaluating heat stress relief efficiency of dairy herds. **Journal Dairy Science**, v. 90, 2007.

FRIEND, T.H. Behavioral aspects of stress. **Journal Dairy Science**, v. 74, n. 1, p. p. 292-303, 1991.

GANDRA, J.R.; BARLETTA, R.V.; MINGOTI, R.D.; VERDURICO, L.C.; FREITAS,

J.E.; OLIVEIRA, L.J.; TAKIYA, C.S.; KFOURY, J.R.; WILTBANK, M.C.; RENNO, F.P. Effects of whole flaxseed, raw soybeans, and calcium salts of fatty acids on measures of cellular immune function of transition dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 99, p. 4590-4606, 2016.

GANDRA, J.R.; TAKIYA, C.S.; VALLE, T.A.D.; ORBACH, N.D.; FERRAZ, I.R.; OLIVEIRA, E.R.; GOES, R.H.T.B.; GANDRA, E.R.S.; PEREIRA, T.L.; BATISTA, J.D.O.; ARAKI, H.M.C.; DAMIANI, J.; ESCOBAR, A.Z. Influence of a feed additive containing vitamin B12 and yeast extract on milk production and body temperature of grazing dairy cows under high temperature-humidity index environment. **Livestock Science**, v. 221, p. 28-32, 2019

GANDRA, J.R.; VERDURICO, L.C.; MINGOTI, R.D.; TAKIYA, C.S.; GARDINAL, R.; VENDRAMINI, T.H.A.; BARLETTA, R.V.; VISINTIN, J.A.; RENNÓ, F.P. Whole flaxseed, raw soybeans, and calcium salts of fatty acids supplementation for transition cows: follicle development and embryo quality. **Italian Journal of Animal Science**, v. 16, n. 4, p. 538-545, 2017.

GONZALEZ-RIVAS, P.A., SURINDER, S.C., HA, MIN., FEGAN, N., DUCHEA, F.R., WANER, R.D. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. **Livestock Science**, 162, 235-252, 2020.

GOUVÊA, V.N.; BATISTEL, F.; SOUZA, J. CHAGAS, L.J.; SITTA, C.; CAMPANILI, P.R.B.; GALVANI, D.B.; PIRES, A.V.; OWENS, F.N.; SANTOS, F.A.P. Flint corn grain processing and citrus pulp level in finishing diets for feedlot cattle. **Journal Animal Science**, v. 94, n. 2, p. 665-677, 2016.

GRANDIN, T. Recommended animal handling guidelines & audit guide: A Systematic Approach to Animal Welfare. Washington: AMI Foundation, 109 p. 2010.

GUIMARAES, K. L.; SARMENTO, P. L. C.; MANNO, M. C.; CARVALHAL, M. V. L. Zoneamento bioclimático para produção de bovinos de leite na região sudeste da Amazônia Legal. **PUBVET (LONDRINA),** v. 14, p. 141, 2020.

GUIMARÃES, K. L.; SARMENTO, P. L. C.; MANNO, M. C.; CARVALHAL, M. V. Zoneamento bioclimático para produção de bovinos de leite na região sudeste da Amazônia legal. **Pubvet, Medicina Veterinária**, v. 14, n. 12, p. 1-10, 2020.

HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, R. Effect of the silvopastoral system on milk production and composition in Siboney-Cuba cows. **Livestock Research for Rural Development**, v. 31, n. 12, p. 34-43, 2019.

LOCKARD, C.G., LOCKARD, C.I., PAULUS-COMPARTB, M.N., JENNINGS, J.S. Effects of a yeast-based additive complex on performance, heat stress behaviors, and carcass characteristics of feedlot steers. **Livestock Science**, 236, 235-142., 2020.

MADER, T. L.; HOLT, S. M.; HAHN, G. L.; DAVIS, M. S.; SPIERS, D. E. Feeding strategies for managing heat load in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 9, p. 2373 – 2382, 2002.

MARKETON, J. I. W.; GLASER, R. Stress hormones and immune function. **Cellular Immunology**, v. 252, n. 1-2, p. 16 – 26, 2008.

MELLOR, D.J.; BEAUSOLEIL, N.J.; LITTLEWOOD, K.E.; MCLEAN, A.N.; MCGREEVY, P.D.; JONES, B.; WILKINS, C. The 2020 Five Domains Model: Including Human–Animal Interactions in Assessments of Animal Welfare. **Animals**, v. 10, n. 10, 2020.

MELLOR, D.J.; REID, C.S.W. 1994. Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. Disponível em: https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/exprawel/7/. Acesso em: 24 abr 2022.

MIN, L.; CHENG, J.; ZHAO, S.; TIAN, H.; ZHANG, Y.; LI, S.; YANG, H.; ZHENG, N.;

WANG, W. Nutritional strategies for alleviating the detrimental effects of heat stress in dairy cows: a review. **International Journal of Biometeorology**, v. 63, p. 1283–1302, 2019.

MOBERG, Gary P.; MENCH, Joy A. (Ed.). **The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare**. CABI, 2000.

MOBERG, G. P. Suffering from stress: an approach for evaluating the welfare of an animal. **Acta Agriculturae Scandinavica**. **Animal Science**, v. 27, p. 46-49, 1996.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. Porto Alegre: Livraria Editora Sulina, 1989. 158 p.

PERI, P.L.; DUBE, F., VARELLA, A.C. Silvopastoral systems in the subtropical and temperate zones of South America: An overview. In: Silvopastoral systems in Southern South America, Peri P.L., Dube F., Varella A.C. (eds). Gainesville, USA, Springer, pp. 1–8, 2016.

SCHUTZ, K.E.; COX, N.R.; MATTHEWS, L.R. How important is shade to dairy cattle? Choice between shade or lying following different levels of lying deprivation. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 114, n. 3, p. 307–318, 2008.

SILVA, L.L.G.G.; RESENDE, A.S.; DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; AZEVEDO, B.C.; VIEIRA, S.M.; COLOMBARI, A.A.; TORRES, A.Q.A.; MATTA, P.M.; PERIN, T.B.; MIRANDA, C.H.B.; FRANCO, A.A. Conforto térmico para novilhas mestiças em sistema silvipastoril. EMBRAPA, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 34, p. 1-25, 2008.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 285 p.

WELFARE QUALITY® CONSORTIUM. 2009. Welfare quality® assessment protocol for cattle. Lelystad, The Netherlands, I, 180p.

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_009

9. ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA RUMINANTES NA AMAZÔNIA

Rafael Mezzomo[1]
Julián Andrés Castillo Vargas[1]
Kaliandra Souza Alves[1]
André Guimarães Maciel e Silva[2]
José de Brito Lourenço Júnior[3]
Cristian Faturi[4]
Daiany Iris Gomes[1]
Felipe Nogueira Domingues[5]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, Parauapebas, Pará
[2] Universidade Federal do Pará, Campus Castanhal, Castanhal, Pará
[3] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Amazônia Oriental Belém, Pará
[4] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, Belém, Pará
[5] Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus de Unaí, Unaí, Minas Gerais

1. Introdução

A simbiose existente entre os animais ruminantes e os microrganismos do rúmen possibilitam a utilização de diversos ingredientes pouco usuais, mesmo que esses possuam baixo valor nutricional e/ou altas quantidades de fibra em sua composição. Estes ingredientes "pouco usuais" ou "não convencionais" geralmente se inserem em um contexto regionalizado, que é dependente do bioma e da cultura da população que ali habita. Nesse sentido, a região amazônica, como muito se sabe, possuí imensa diversidade de espécies vegetais, das quais muitas delas têm potencial de utilização na alimentação animal, tanto no aspecto natural quanto na forma de resíduos da exploração econômica de outros produtos amazônicos, para diversos fins como: produção de biodiesel, alimentação humana e/ou cosméticos. Dessa forma, objetiva-se com o capítulo detalhar as características dos principais alimentos não convencionais observados no bioma amazônico brasileiro e os potenciais usos na alimentação de ruminantes.

2. Dendê e seus derivados

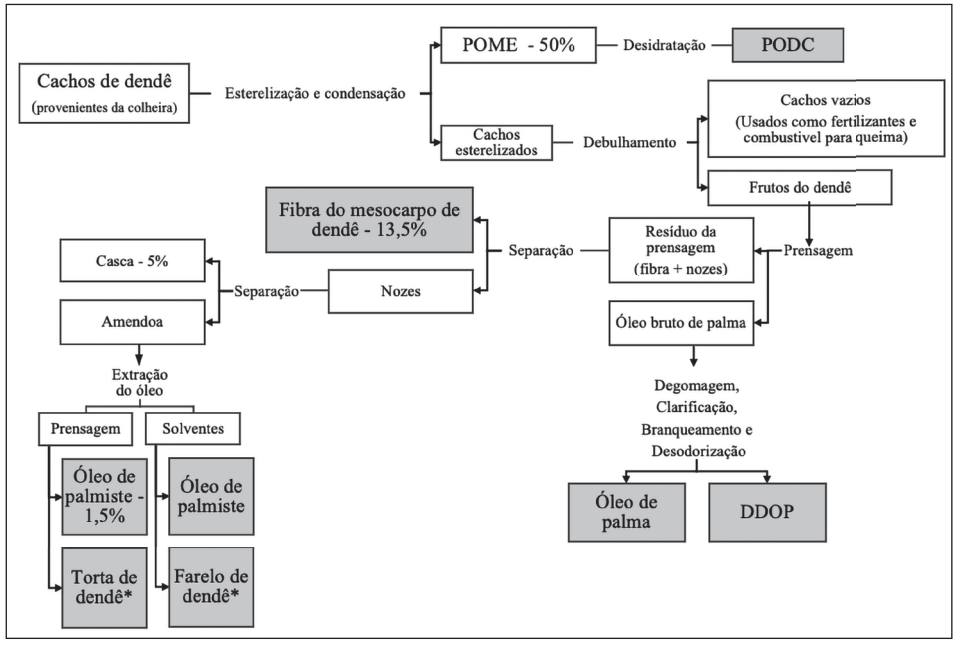
O dendêzeiro ou palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq) é originário do continente africano e seus frutos oleaginosos têm sido utilizados como alimento e fonte de energia desde a antiguidade. A inclusão da produção de dendê na região Amazônica foi estimulada por projetos governamentais, que objetivavam produção sustentável e recuperação de áreas degradadas, principalmente no estado do Pará, o qual concentra cerca de 90% das áreas cultivadas do Brasil (IBGE, 2017).

A exploração econômica do dendezeiro objetiva a extração de óleo de

palma (mesocarpo/pola) e óleo de palmiste (amêndoa), os quais são utilizados na indústria de cosméticos, biodiesel, alimentação humana e animal (QUIJANO, 1997). De acordo com a INDEXMUNDI (2020), a produção de óleo de palmiste no Brasil aumentou mais de 100% de 2009 à 2019, gerando aproximadamente 540 mil/toneladas de do óleo em 2019.

O processo de extração dos óleos possui várias etapas de beneficiamento (Figura 1), o que gera vários resíduos que possuem potencial para serem utilizados na alimentação de animais ruminantes, os quais serão apresentados a seguir.

Figura 1 – Fluxograma resumido da produção de óleo de palma, óleo de palmiste e seus derivados. Destacados em amarelo os potenciais alimentos para ruminantes. POME = Efluente da extração do óleo de palma; PODC = Sólido do tridecanter; DDOP = Destilado da desodorização do óleo de palma. Produtos marcados em amarelo possuem potencial de uso na alimentação de animais ruminantes. * Torta de dendê e farelo de dendê também conhecido como Torta de palmiste e Farelo de palmiste. (adaptado de SUBRAMANIAM *et al*., 2010)



2.1 Óleo de palma e óleo de palmiste

O óleo de palma e o óleo de palmiste, apesar de serem extraídos com o objetivo principal de ser utilizado na indústria, podem ser utilizados na alimentação de ruminantes (COSTA *et al*., 2007; SILVA *et al*., 2014; ORDONEZ-GOMEZ *et al*., 2017). Ambos os óleos são provenientes do mesmo fruto, sendo o óleo de palma extraído da polpa do fruto do dendê; e o óleo de palmiste extraído da amêndoa do fruto (Figura 1 e 2). Por isso, possuem composição de ácidos graxos (AG) bastante distintas (Tabela 1); em que o óleo de palma é rico em ácido oleico e palmítico, com aproximadamente 50% de AG saturados (AGS), e o óleo de palmiste possui

aproximadamente 82% de AGS, sendo os ácidos láurico e o mirístico os principais.

O óleo de palma pode ser dividido em duas frações: sólida (estearina de palma) e líquida (oleína de palma, Tabela 1), sendo a última mais rica em AG insaturados (AGI), apresentando maiores concentrações dos ácidos linoléico (10-23%) e oléico (42-63%). Por outro lado, a estearina de palma, contém maiores quantidades de AGS, com níveis de ácido palmítico entre 47-74% (CORLEY; TINKER, 2003).

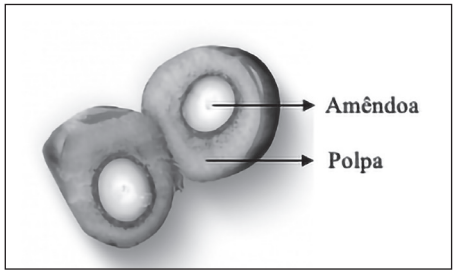
Tabela 1 – Perfil de ácidos graxos de alimentos alternativos disponíveis para utilização na Amazônia

Itens, % dos AG totais[1]	Óleo de palma	Estearina de palma	Oleína de palma	Óleo de palmiste	Torta de dendê	DDOP[2]	Óleo de babaçu	Óleo de castanha do Pará	Óleo de Buriti
Capróico (6:0)	-	-	-	0,8 – 3,5	3,2	-	-	-	-
Caprílico (8:0)	-	-	-	1,9 – 6,2	3,4 – 3,7	-	10,8	-	0,3
Cáprico (10:0)	-	-	-	-	3,48	-	8,7	-	-
Láurico (12:0)	0,0 – 0,2	0,04 – 1,3	0,06 – 0,2	40,0 – 55,0	46,5 – 47,4	0,3 – 2,0	52,5	-	0,0 – 0,7
Mirístico (14:0)	0,8 – 1,3	1,0 – 1,3	0,52 – 1,0	14,0 – 18,0	16,4 – 16,6	0,9 – 1,5	12,5	-	0,1 – 0,4
Palmítico (16:0)	43,1 – 46,3	46,5 – 74,0	9,8 – 40,8	6,5 – 10,3	7,9 – 8,5	41,5 – 46,0	5,2	13,5 – 16,7	17,3 – 19,2
Palmitoleico (16:1)	0,0 – 0,3	0,0 – 0,2	0,0 – 0,1	-	-	-	-	0,3 – 0,4	0,0 – 0,1
Esteárico (18:0)	4,0 – 5,5	4,4 – 8,4	1,4 – 3,2	1,3 – 3,0	2,6	5,0 – 6,0	1,4	9,9 – 11,8	1,5 – 3,9
Oléico (18:1)	36,4 – 40,8	18,5 – 38,4	42,7 – 63,1	12,0 – 21,0	13,6 – 15,0	37,0 – 40,0	7,1	28,0 – 29,1	73,3 – 78,7
Linoléico (18:2)	9,4 – 11,9	4,1 – 9,3	10,6 – 23,8	1,0 – 3,5	2,3	9,0 – 10,0	0,7	36,0 – 42,8	1,1 – 3,9
Linolênico (18:3)	0,1 – 0,4	0,1 – 0,2	0,0 – 0,4	0,0 – 0,7	-	0,0 – 0,3	-	0,1 – 0,2	1,1 – 2,2
Araquídico (20:0)	0,1 – 0,4	0,1 – 0.4	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,1	0,0 – 0,3	-	-	0,8
Total Saturados	49,9 – 50,2	52,1 – 76,2	40,8 – 46,7	81,9 – 87,0	80,7 – 84,1	50,4 – 53,2	91,1	23,4 – 28,5	20,0 – 25,0
Total Monoinsaturados	36,4 – 41	19,9 – 38,6	42,7 – 63,1	12,0 – 21,0	13,6 – 15,0	37,0	7,1	28,3 – 29,5	73,3 – 78,8
Total Poliinsaturados	8,8 – 13,7	4,2 – 9,5	10,6 – 24,2	1,0 – 4,2	2,3	9,3	0,7	36,11 – 43,0	2,2 – 6,1

[1] Os dados foram compilados dos trabalhos da lista de referência e de arquivos pessoais.

[2] DDOP: Destilado da desodorização do óleo de palma.

Figura 2 – Fruto de dendê com suas frações



A inclusão dos óleos na dieta de ruminantes, tem por objetivo aumentar a densidade energética da dieta e aproveitar os possíveis efeitos benéficos dos AG presentes em sua composição (Tabela 1). Os níveis máximos de inclusão devem respeitar os níveis adequados de extrato etéreo (EE) da dieta para cada espécie e/ou categoria animal.

2.2 Torta de dendê

A torta de dendê (TD), conhecida também como torta de palmiste, gerada na obtenção do óleo de palmiste por extração mecânica (prensagem da amêndoa do dendê; Figura 1 e 2) é o produto oriundo do dendê que é mais explorado na alimentação de ruminantes, estando disponível no mercado durante todo o ano. Sua composição (Tabela 1 e 2) apresenta grande variabilidade, principalmente no teor de extrato etéreo (EE), causada por despadronização do método de extração entre as usinas de processamento. Diante disso, é importante realizar uma análise laboratorial antes do seu uso como ingrediente em dietas. Destaca-se como ponto crítico da composição da TD o teor de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e ácido (PIDA; Tabela 2), as quais reduzem a disponibilidade da proteína, tanto no rúmen, para fermentação microbiana, quanto no intestino delgado, para absorção de aminoácidos.

A TD pode ser incluída na alimentação de todas as espécies de ruminantes, tanto como fonte de volumoso quando como fonte de concentrado. No entanto, sob via de regra, sua inclusão proporciona redução do consumo de matéria seca (MS) (exemplo: GALVÃO *et al*. 2020; LISBOA *et al*., 2021) e redução no desempenho animal. Apesar de alguns trabalhos da literatura terem demonstrado que a TD não altera o consumo e desempenho de ruminantes (como exemplo: RIBEIRO *et al*., 2018 e IQBAL *et al*., 2019), em uma meta-análise com utilização de TD nas mais diversas possibilidades para ruminantes, indicou redução no consumo e no desempenho de bovinos de corte tanto em pastejo quanto em confinamento (VARGAS; MEZZOMO, 2023).

A redução no consumo parece ser causada principalmente pela baixa palatabilidade da TD e pelo efeito de enchimento ruminal, já que a TD proporciona redução na digestibilidade da MS quando incluída na dieta, principalmente em substituição aos ingredientes concentrados (BRINGEL *et al*., 2011; VISONÁ-OLIVEIRA *et al*., 2015; VARGAS; MEZZOMO, 2023).

Em substituição aos ingredientes volumosos, a TD tem se mostrado com maior potencial de uso, com sugestões de inclusão de até 25% da MS da dieta (MACIEL *et al*., 2012) para novilhas leiteiras e até 15% da MS da dieta (SANTOS *et al*., 2016) para ovinos confinados. No entanto, com base em meta-análise envolvendo publicações com TD (VARGAS; MEZZOMO, 2023), verifica-se que a TD pode ser

utilizada para animais ruminantes, mas sua utilização proporciona redução no desempenho dos animais. Portanto, ao utilizar este ingrediente para animais ruminantes, deve-se considerar uma provável limitação no ganho de peso (GMD), quando comparado às dietas sem torta de dendê.

2.3 Farelo de Dendê

O farelo de dendê (FD) ou farelo de palmiste, também é oriundo da extração do óleo de palmiste e diferencia-se da TD pelo método de extração do óleo, em que o FD é gerado após a extração do óleo por solventes. É um ingrediente menos disponível no mercado, pois esse método de extração de óleo é menos comum na industrialização do dendê no Brasil.

Suas características químico-bromatológicas (Tabela 2) diferem da TD principalmente devido a maior eficiência de extração de óleos pelo método de solventes. Portanto o farelo de dendê apresenta menor teor de EE. Em relação à sua utilização, apesar de um número mais limitado de trabalhos disponíveis na literatura, observa-se que o FD é ainda menos palatável do que a TD; portanto, a sua utilização, apesar de possível, pode proporcionar ainda maior redução no consumo dos animais. Suas recomendações de uso e respostas à inclusão seguem as mesmas descritas para torta de dendê.

Tabela 2 – Composição químico-bromatológica de alimentos alternativos disponíveis para utilização na Amazônia (Parte 1)

Itens[1]	Torta de dendê	Farelo de dendê	PODC[2]	Torta de babaçu	Farelo de babaçu	Coco babaçu integral tritutado	Torta de castanha-do-Pará
MS, % da MN	89,4 – 95,2	89,6 – 91,9	72,4 – 93,7	86,8 – 94,9	89,9 – 94,2	93,3	85,9 – 93,3
MO, % da MS	91,9 – 97,9	92,2 – 95,4	87,9	92,4 – 95,8	94,6	98,0	89,5 – 91,1
PB, % da MS	10,0 – 17,6	13,6 – 24,9	15,3 – 18,6	19,8 – 25,5	12.8 – 22,7	3,2	34,2 – 40,2
PDR, % da PB	27,0 – 59,0	36,0 – 57,0	-	28,0 – 46,2	51,0	-	82,5
PNDR, % da PB	73,0 – 41,0	64,0 – 43,0	-	53,8 – 72,0	49,0	-	17,5
PIDN, % da PB	35,7 – 71,0	18,7	-	35,0 – 47,9	-	-	28,5
PIDA, % da PB	17,1 – 37,2	7,08	-	7,3 – 9,7	-	-	8,1
NNP, % N	10,9 – 15,7	15,7	-	9,0 – 12,5	29,9	-	33,9
EE, % da MS	7,7 – 19,8	0,9 – 5,1	10,9 – 11,9	6,8 – 8,4	0,2 – 3,4	13,5	15,0 – 25,1
CNF, % da MS	4,0 – 18,9	15,0 – 19,9	-	2,7 – 6,8	2,46	18,4	8,91
FDN, % da MS	42,1 – 71,6	60,3 – 81,7	25,8 – 58,9	59,3 – 65,5	62,7 – 68,9	62,8	30,5
FDA, % da MS	33,2 – 45,7	40,2 – 57,5	17,2 – 36,1	33,7 – 43,8	32,7 – 44,6	-	15,0
Lignina, %	9,8 – 19,1	7,84 – 17,5	6,8	9,5 – 14,4	3,9 – 8,8	-	4,1
NDT observado, % da MS	70,1 – 84,2	65,7 – 72,2	-	40,7	-	-	-
NDT estimado, % da MS3	74,4	60,4	-	79,8	71,7	-	82,1
Ca, g/kg da MS	1,9 – 4,2	1,7 – 3,1	4,2	1,4 – 1,5	1,2 – 1,3	-	-
P, g/kg da MS	4,2 – 7,4	1,3 – 8,5	2,5	6,9 – 9,1	3,6 – 7,6	-	-

[1] Os dados foram compilados dos trabalhos da lista de referência e de arquivos pessoais.

[2] PODC: Sólido do tridecanter oriundo do processamento do dendê.

[3] Estimado a partir das recomendações do BrCorte 2016 (Detmann *et al.* 2016).

2.4 Outros produtos derivados do dendê

Além dos produtos derivados do dendê já apresentados acima, existem outros com potencial de uso na alimentação de animais ruminantes, no entanto, ainda com poucos ou nenhum trabalho de pesquisa. São eles: Sólido do tridecanter (PODC, do inglês palm oil decanter cake); destilado da desodorização do óleo de palma (DDOP) e a fibra do mesocarpo de dendê (FMD; Figura 1), os quais serão descritos abaixo.

PODC: Ainda na fase inicial da industrialização do dendê, os frutos (ainda em seus cachos) passam por esterilização e condensação, o que gera um efluente originário do mesocarpo do fruto, também chamado de POME (do inglês, *palm oil mill effluent*). Este efluente pode ser desidratado e gerar o PODC, o qual é um potencial ingrediente para animais ruminantes, no entanto, ainda pouco conhecido (Tabela 2). Possui em torno de 15% de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de até 45% da MS. O PODC pode ser utilizado como fonte alternativa a alimentos concentrados (ALIMON *et al*., 2012; ANWAR *et al*., 2012). Apesar de alguns resultados promissores, seus níveis adequados e efeitos ainda não estão completamente estabelecidos.

DDOP: Após a extração do óleo bruto de palma (Figura 1), o óleo é refinado passando pela degomagem, clarificação e branqueamento, seguido pela desodorização. Nessa última, a matéria prima é submetida à destilação em altas temperaturas e pressões, a fim de remover AG livres e substâncias que conferem odores e sabores desagradáveis, gerando, portanto, o óleo de palma refinado (DURROW, 1983). O resíduo formado no processo de desodorização é o DDOP, que apresenta aproximadamente 42% de ácido palmítico, 5% de ácido esteárico, 43% de oleico ácido e 10% de ácido linoleico (Tabela 1; RAIOL *et al*. 2012), e pode conter até 83% AG livres (NASCIMENTO *et al*., 2011).

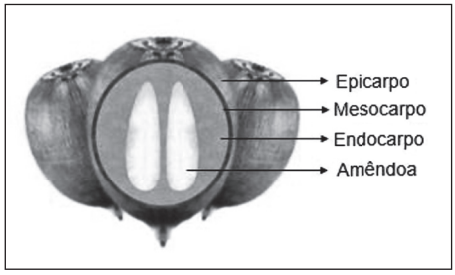
FMD: Os frutos de dendê, após o debulhamento, são prensados para a extração do óleo bruto de palma, gerando resíduo da prensagem que possuí a fibra do mesocarpo e as nozes do dendê. Após a prensagem, a fibra do mesocarpo é então separada das nozes, a qual segue para extração do óleo de palmiste (Figura 1). A fibra do mesocarpo é um resíduo que tem potencial para ser utilizada na alimentação animal. No entanto, até o momento pouco se sabe sobre ela. Seu teor de FDN é de aproximadamente 77% sendo aproximadamente 20% de celulose e 34% de lignina (LEITÃO, 2012). Portanto, suas características até então conhecidas nos indicam potencial uso da fibra do mesocarpo como fonte de volumoso.

3. Babaçu e seus derivados

O coco, fruto da palmeira de babaçu (*Orbignya speciosa* (Mart.) Barb. Rodr.) predominantemente encontrado nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, com dominância na diversidade do bioma amazônico, tem sido sugerido como estratégia alimentar para ruminantes, devido a sua disponibilidade local e baixo custo quando comparado a ingredientes convencionais como o milho e a soja (AUGUSTO *et al*., 2017).

O coco babaçu (Figura 3) possui quatro partes: epicarpo (camada mais externa e bastante rígida), mesocarpo (com 0,5 a 1,0 cm e rico em amido), endocarpo (rígido, que envolve e protege as amêndoas, de 2 a 3 cm) e amêndoa (com 2,5 a 6 cm de comprimento), que equivale respectivamente a 11, 23, 59 e 7% da massa total do fruto (MACHADO, 2018).

Figura 3 – Coco babaçu com suas frações (Adaptado de MACHADO, 2018)



Do babaçu é possível obter mais de 64 produtos e subprodutos provenientes de diferentes formas de processamento. Óleo de coco babaçu é o principal produto, do qual se tem como coprodutos o farelo ou a torta de babaçu os quais são utilizados em escala comercial, sendo esses os mais estudados para a alimentação de animais ruminantes (PARENTE *et al*., 2017; LUZ *et al*., 2019; SANTOS NETA *et al*., 2019; PARENTE *et al*., 2020). Mais recentemente, de forma empírica por produtores rurais, o uso do coco babaçu inteiro e desintegrado tem sido realizado na alimentação de ruminantes, podendo tornar-se uma importante fonte alternativa de energia para as dietas, devido à disponibilidade deste na região Amazônica em períodos de escassez de alimentos (ARAÚJO *et al*., 2019) auxiliando na manutenção ou evitando quedas excessivas da produção animal.

3.1 Óleo de babaçu

O coco babaçu produz dois tipos de óleos: comestível e para fins industriais (normalmente para produção de biodiesel). No entanto, o óleo de babaçu, do qual o biodiesel é produzido, é encontrado em maior disponibilidade para compor dietas de animais, e apresenta proporções elevadas de AGS de cadeia curta e média, com predomínio dos ácidos caprílico (C8:0), cáprico (C10:0), mirístico (C14:0) e, principalmente, o ácido láurico (C12:0; Tabela 1; PONTE *et al*., 2017). Essa elevada proporção de AGS pode ser uma vantagem em regiões de clima tropical, uma vez que óleos com predomínio de AGI (ex.: soja, girassol etc.) são mais propensos à oxidação. Parente *et al*. (2020) observou que cordeiros alimentados com óleo de babaçu reduziram a deposição de gordura e mantiveram o crescimento, sem afetar a maioria das características de qualidade da carne. No entanto, com impacto na composição de AG, com aumentos dos trans, especialmente t10-C18:1, tanto em carne quanto em gordura subcutânea. Assim, pode ser uma fonte alternativa de energia para cordeiros em crescimento, mas não melhora a composição de AG da carne (PARENTE *et al*., 2020).

3.2 Torta de babaçu

A extração do óleo de babaçu quando realizada por prensagem gera como coproduto a torta de babaçu, que compreende à aproximadamente 12-15% do óleo produzido. A torta de babaçu contém aproximadamente 19,8 a 25% de PB e alto teor de FDN (geralmente em torno de 60%; Tabela 2; SÁ *et al*., 2015; SANTOS NETA *et al*., 2017; SANTOS NETA *et al*., 2021). Suas características químico-bromatológica e seus nutrientes digestíveis totais (NDT) estimados, sugerem que a torta de babaçu é uma excelente fonte de ingrediente volumoso e sua inclusão em até 20% da dieta em substituição ao volumoso mostrou-se eficiente em manter o mesmo consumo e desempenho de cordeiros confinados (LUZ *et al*. 2019; SANTOS NETA *et al*. 2021).

A utilização da torta de babaçu como ingrediente concentrado mostrou-se eficiente, quando utilizada para ovinos, na inclusão de até 20% da dieta e

em substituição de até 80% do farelo de soja, sem afetar o consumo e retenção de nitrogênio, apesar de uma pequena redução na digestibilidade (SANTOS NETA *et al*. 2021).

3.3 Farelo de babaçu

O maior percentual da extração é obtido por solventes que produz outro coproduto, o farelo de babaçu que normalmente contém teor de 1% de óleo residual (Tabela 2; MACHADO *et al*., 2006). SANTOS NETA *et al*., (2019) relatam que o farelo de babaçu apresenta elevado potencial para uso na alimentação de ruminantes devido a sua composição químico-bromatológica e taxas de degradabilidade.

3.4 Coco babaçu integral triturado

Embora exista uma grande exploração do uso do babaçu para a produção de biodiesel, e uso dos seus coprodutos como estratégias nutricionais sustentáveis para sistemas de produção de ruminantes tropicais, o coco babaçu integral triturado, tem sido utilizado ao longo dos anos pelos produtores rurais locais da Amazônia para a alimentação de ruminantes, mas seus reais efeitos sobre a produtividade animal ainda não são completamente compreendidos. O coco babaçu possui alto teor de EE e FDN (13,5% e 62,8% com base na MS, respectivamente; Tabela 2) e altas proporções de ácido láurico (C12:0; Tabela 1; MACIEL, 2020). Essas características nutricionais tornam o coco babaçu um alimento alternativo para ruminantes com potenciais efeitos benéficos na composição dos produtos de origem animal como o leite (MACIEL, 2020) e provavelmente também na carne.

No entanto, sua utilização em substituição ao milho fubá, em suplementos para vacas leiteiras sob pastejo, proporcionou queda drástica no consumo de suplemento, provavelmente devido a questões relacionadas à palatabilidade (CASTRO, 2019).

4. Castanha-do-Pará e seus derivados

A prensagem a frio da amêndoa da castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa*), gera dois produtos distintos, com o potencial de uso na alimentação animal, sendo estes, a torta de castanha-do-Pará (TCP) e o óleo de castanha-do-Pará (OCP). O objetivo principal de extração do óleo, é sua utilização na indústria de cosméticos e de alimentos para humanos (GOMES *et al*., 2019). O rendimento de produção do óleo é de aproximadamente 56%, gerando, portanto, 440 kg de TCP por cada 1000 kg de amêndoa de castanha-do-Pará processada.

4.1 Torta de castanha-do-Pará

Além de ser um ingrediente geralmente com relativos altos teores de PB e EE (Tabela 2), a TCP destaca-se também pela concentração de selênio (7,13 mg/kg), a qual é maior do que a encontrada na própria castanha-do-Pará (2,04 mg/kg; SOUZA; MENEZES, 2004).

A TCP apresenta composição química-bromatológica bastante variável, causada pelo método de extração utilizado e, principalmente, pela adição de casca de arroz às amêndoas da castanha no momento da prensagem para otimizar a extração do óleo, podendo reduzir a concentração de PB, EE e carboidratos não fibrosos (CNF) da TCP, por efeito de diluição.

Os poucos estudos disponíveis na literatura indicam que a TCP possui proteína de boa qualidade, com 33,9% de fração “a”; 63,8% de fração “b”; 2,1% de fração “c” e 17,7%/hora de taxa de degradação da PB (SALMAN *et al*., 2014).

Além disso, Ramos (2014) observou aumento na digestibilidade da PB com a inclusão de TCP em dietas à base de silagem de milho para ovinos. No entanto, sua inclusão em substituição à silagem de milho, proporcionou redução no consumo e na digestibilidade de MS.

Considerando as características observadas até o momento, é provável que a TCP possa ser utilizada em substituição aos concentrados proteicos de forma eficiente, uma vez que não se mostrou eficiente em substituir a silagem de milho, mas ao mesmo tempo apresenta boas características proteicas.

4.2 Óleo de castanha-do-Pará

O óleo de castanha-do-Pará (OCP) é relativamente rico em AG poli-insaturados (AGPI) (até 43% dos AG totais; MAESTRI *et al*., 2020), o qual é representado principalmente pelo ácido linoleico (Tabela 1).

Até o momento, não se tem conhecimento de experimentos utilizando o OCP na alimentação de animais ruminantes. Sendo assim e ponderando a composição de AG do OCP, principalmente relacionado aos altos níveis de ácido linoleico (Tabela 1), pressupõe-se que sua utilização na alimentação de animais ruminantes pode aumentar a concentração de ácido linoleico conjugado na carne ou no leite (XU *et al*., 2008). No entanto, considerando o valor econômico atual do OCP e que outras fontes de óleos, como o óleo de milho, girassol e soja, também serem ricas em ácido linoleico (NRC, 2001), é provável que sua utilização como fonte de EE propriamente dita não seja viável economicamente.

Por outro lado, hipotetiza-se que a utilização de OCP seja possível como modulador da fermentação ruminal, uma vez que a presença de relativa alta concentração de alfa-almirina (aproximadamente 790 mg/kg de OCP; ROBBINS *et al*., 2011), que possui função antimicrobiana (MAESTRI *et al*., 2020).

5. Mandioca e seus derivados

A mandioca, aipi, aipim ou macaxeira (*Manihot esculenta*) é uma planta nativa do Brasil, que está difundida em todas as regiões do país e possui como principal produto as raízes, que são amplamente utilizadas na alimentação humana. Sua produção e processamento geram alguns subprodutos viáveis para utilização na alimentação de ruminantes.

Destaca-se a necessidade de cuidados na utilização de mandioca e seus derivados no que diz respeito à possível presença de cianeto de hidrogênio (HCN), que, apesar de extremamente volátil, é um composto tóxico e, dependendo da variedade da mandioca, pode estar presente em todas as partes da planta (RANGEL *et al*., 2008).

5.1 Raspa de mandioca

É a raiz da mandioca com casca, lavada, picada e desidratada (ao sol ou em estufa) até atingir pelo menos 14% de umidade para a eliminação do HCN e para facilitar o armazenamento. É um alimento concentrado energético (Tabela 3), rico em amido de alta degradabilidade e geralmente utilizada como fonte de energia em substituição ao milho.

Os efeitos da utilização de raspa de mandioca (RM) como fonte de energia ainda são controversos na literatura. As observações na literatura dividem-se em: (i) redução no consumo e desempenho (MARQUES *et al*., 2000; RAMALHO *et al*., 2006) e (ii) mesmo consumo e desempenho (WANAPAT *et al*., 2012; ROCHA *et al*., 2016) quando RM é utilizada em substituição ao milho.

Apesar das divergências, há consenso de que é possível utilizar a RM

para todas as espécies de ruminantes, com possível redução no consumo de MS e no desempenho, quando comparado à dietas com outras fontes de concentrados energéticos, principalmente em sistemas de produção mais intensificados.

Tabela 3 – Composição químico-bromatológica de alimentos alternativos disponíveis para utilização na Amazônia (Parte 2)

Itens[1]	Raspa de mandioca	Casca de Mandioca	Parte aérea da mandioca *in natura*, murcha	Feno da parte aérea da mandioca	Caroço de Açaí	Torta de caroço de cupuaçu	Torta de murumuru	Torta de Coco
MS, % da MN	84,2 – 92,8	85,0 – 89,2	20,1 – 51,7	84,8 – 95,3	72,5 – 88,4	82,4 – 93,1	89,0 – 93,7	88,2 – 94,8
MO, % da MS	96,0 – 96,7	94,3 – 97,8	90,1 – 93,2	77,4 – 93,4	90,0 – 98,4	90,89 – 95,6	97,7 – 98,4	93,4 – 97,4
PB, % da MS	1,4 – 4,5	3,3 – 4,7	9,1 – 22,4	9,6 – 21,3	4,4 – 6,6	17,8 – 20,2	7,7 – 9,9	10,1 – 23,4
PDR, % da PB	90,9 – 93,0	55,1	-	-	5,6 – 17,3	-	-	26,0 – 66,0
PNDR, % da PB	7,0 – 9,1	44,9	-	-	82,7 – 94,4	-	-	34,0 – 74,0
PIDN, % da PB	1,4	58,8	3,1	-	66,8	50,7	44,8	-
PIDA, % da PB	18,7	30,8	-	15,3	-	47,9	59,1	-
NNP, % N	16,9	-	-	-	12,9 – 44,9	-	-	-
EE, % da MS	0,2 – 1,4	0,4 – 1,1	2,6 – 4,8	3.2 – 6,0	1,3 – 1,6	17,3 – 20,4	11,3 – 16,3	9,4 – 34,2
CNF, % da MS	79,2 – 85,2	67,1	21,4	5,5	11,3 – 12,1	3,4	6,3 – 12,5	12,4 – 37,4
FDN, % da MS	4,1 – 24,9	15,7 – 26,1	34,2 – 63,5	38,6 – 74,3	56,2 – 80,9	51,4 – 53,5	66,2 – 83,9	40,6 – 61,7
FDA, % da MS	2,6 – 8,4	17,7	30,6 – 49,4	26,5 – 45,0	61,5 – 73,7	38,2 – 41,7	61,0 – 64,3	22,3 – 36,5
Lignina, %	0,1 – 2,8	5,5 – 7,9	12,1 – 19,4	11,7 – 21,5	7,3 – 24,7	14,2 – 15,4	17,6 – 28,6	4,5 – 12,8
NDT observado, % da MS	68,7 – 77,1	60,3 – 80,6	-	49,9 – 65,0	18,1	-	-	86,4
NDT estimado, % da MS[2]	83,6	70,1	43,7	57,3	47,4	76,2	55,5	90,6
Ca, g/kg da MS	0,6 – 3,3	4,8	13,4	12,0 – 14,7	-	-	-	0,6 – 2,2
P, g/kg da MS	0,6 – 1,8	0,6	2,1	2,7 – 6,1	-	-	-	4,5 – 6,8
Amido, % da MS	69,1 – 88,6	48,0 – 58,1	-	-	-	-	-	-

[1] Os dados foram compilados dos trabalhos da lista de referência e de arquivos pessoais.

[2] Estimado a partir das recomendações do BrCorte 2016 (Detmann *et al.* 2016).

5.2 Casca de mandioca

A casca de mandioca (CM) é oriunda principalmente da produção de fécula de mandioca e geralmente é constituída da casca, entrecasca e pedaços da raiz, a qual normalmente é desidratada ao sol ou em estufa (CAMPOS NETO; BEM, 1995; RANGEL *et al*., 2008). A variação na quantidade de raiz da mandioca, ocasionada pelo método de descasque, proporciona grande variação na composição nutricional do ingrediente (Tabela 3). Além disso, destaca-se que é muito comum a contaminação da casca de mandioca com terra, pois muitas vezes ela pode ser produzida sem ser lavada. No entanto, recomenda-se a lavagem da mandioca antes de realizar o descasque.

Apesar de apresentar teor de FDN médio de 40%, a casca de mandioca tem sido recomendada como fonte de alimento concentrado, uma vez que a boa degradabilidade da FDN garante teores de NDT entre 60 e 80% (Tabela 3).

A CM pode ser utilizada como principal concentrado energético em dietas para animais de corte, com GMD de até 1 kg/dia (PRADO *et al*., 2000), e de leite, com produção de até 10 kg/dia (AGUSTIN *et al*., 2020). Além disso, pode substituir pelo menos 50% do milho, em dietas de alto desempenho (GMD de 1,7 kg/dia) sem proporcionar redução no consumo e desempenho de bovinos confinados (MARQUES *et al*., 2000).

Por outro lado, sua utilização em substituição ao milho para vacas leiteiras de média/alta produção (20 kg/dia; SANTOS *et al*., 2015), usando ureia para ajustar a PB, proporciona redução no consumo, digestibilidade e produção de leite.

A CM fresca, normalmente possui HCN em sua composição. Apesar de ser tóxico, a suplementação de 1 kg/dia de casca de mandioca com aproximadamente 500 mg/kg de HCN na suplementação de vacas em lactação pode ser utilizada para aumentar a qualidade higiênica e a vida de prateleira do leite (SRISAIKHAM *et al*., 2018). É provável que esse mesmo efeito possa ser observado para os demais produtos oriundos da mandioca.

5.3 Parte aérea da mandioca

Constituída pelas ramas, pecíolo e folhas a parte aérea da mandioca (PAM) é alternativa de alimento volumoso para ruminantes. Sua composição químico-bromatológica é bastante variada (Tabela 3), principalmente devido às características edafoclimáticas durante a produção e à proporção de ramas:pecíolo:folha, que depende da idade da planta na colheita e da altura do corte durante a colheita. Quanto maior for a altura do corte, melhor será sua composição, já que aumentará a proporção de folhas, as quais possuem maior teor de PB e NDT (MARIE-MAGDELEINE *et al*., 2010). Destaca-se também que a PAM possui altas concentrações de taninos condensados (20-60 g/kg de MS; MARIE-MAGDELEINE *et al*., 2010), que podem prejudicar o desempenho dos animais.

Devido à possível presença de HCN, para fornecer PAM *in natura* deve-se murchá-la por pelo menos 24 horas. Além do fornecimento *in natura*, a PAM pode ser fenada ou ensilada (para informações sobre silagem de PAM, ver capítulo 6 desta obra). Para fenação, a PAM é cortada, picada (2 cm) e exposta ao sol (15 kg/m^2) até atingir 14% de umidade (SILVA e DIAS, 2003).

Devido aos seus teores de PB relativamente elevados, principalmente quando comparados às forragens perenes de clima tropical, a utilização do feno de PAM tem proporcionado redução de até 3 kg/dia

no consumo de suplemento, sem reduzir o desempenho de vacas em lactação (WANAPAT *et al*., 2000). DUNG *et al*. (2005) observou que 22% de inclusão de feno de PAM foi o nível ótimo de utilização em substituição ao concentrado.

Por outro lado, Thang *et al*. (2010a), observou que a utilização de feno de PAM com 225 mg/kg de HCN reduz o consumo e desempenho de bovinos de corte. Enquanto que, Thang *et al*. (2010b), observou que a utilização de feno de PAM substituindo gramínea de baixa qualidade melhorou o desempenho de bovinos de corte somente quando fornecida juntamente com concentrado energético.

Para ovinos em crescimento, a utilização de feno de PAM em substituição ao feno de Tifton 85, proporciona maior consumo e desempenho (BARBOZA *et al*., 2019 e SILVA *et al*., 2020).

Em relação à utilização de PAM *in natura*, Hue *et al*. (2008) e Phengvichith e Ledin (2007), recomendam substituir concentrados até 21 a 24% do consumo total de MS, sem prejuízos ao desempenho dos animais.

Marie-Magdeleine *et al*. (2010) e Minatchy *et al*. (2020) relataram que a utilização de PAM *in natura*, reduz o consumo, a digestibilidade da PB e o desempenho quando utilizada em substituição ao feno de alta ou baixa qualidade, principalmente devido à presença de taninos condensados.

Apesar de alguns resultados ainda controversos, parece que a utilização de PAM *in natura* ou fenada deve ser de no máximo 25% do total da dieta, desde que todos os nutrientes estejam balanceados.

6. Caroço de açaí

O caroço de açaí (CA) é um subproduto oriundo da despolpa do fruto de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), o qual possui produção em franco aumento em que a produção no Brasil em 2018 foi de 1,5 milhões de toneladas de açaí (IBGE, 2018), dos quais, aproximadamente entre 66-90% é caroço. Considerando a composição químico-bromatológica (Tabela 3), sabe-se que o CA pode ser viável na alimentação de ruminantes, além de possuir potenciais efeitos positivos na ensilagem de forragens tropicais (LUSTOSA, 2019).

Recomenda-se utilizar o CA como substituto de ingredientes volumosos, podendo ser utilizado triturado ou inteiro, com fornecimento dos caroços direto aos animais. No entanto, o fornecimento do CA inteiro proporciona redução no consumo de aproximadamente 10% quando comparado ao fornecimento do CA triturado (dados não publicados).

Gomes *et al*. (2012) em experimento com ovinos confinados observou que o CA pode substituir até 15% do volumoso em dietas com relação volumoso:concentrado (V:C) de 60:40. Lima *et al*. (2021a) e Oliveira *et al*. (2020) demonstraram que a inclusão de CA triturado no suplemento de bubalinos pastejando capim Mombaça, otimizou a digestibilidade da PB e a produção de leite, e que a substituição de milho por caroço de açaí em 33%, incrementou o rendimento de produção e viabilidade econômica do queijo Minas Frescal de búfalas.

Foi avaliado também a substituição da silagem de capim Mombaça pelo CA triturado em dietas de alto concentrado (V:C = 25:75) e os dados indicam que o CA pode substituir até 80% do volumoso sem reduzir a digestibilidade da MS (LACERDA, 2022) e aumentando o consumo dos animais.

Considerando as características e resultados de pesquisas observados até o momento, a utilização do caroço de açaí

constitui-se como alternativa de alimento volumoso em dietas de confinamento se constituindo adicionalmente em uma potencial fonte de suplementação volumosa para animais à pasto.

7. Torta de caroço de cupuaçu

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum) é importante planta frutífera espontânea de áreas de mata do Sul e Nordeste da Amazônia Oriental brasileira e Nordeste do Maranhão, e na região Amazônica de países vizinhos. A polpa de seu fruto é utilizada na indústria alimentar para produção comercial ou artesanal de polpa para sucos, sorvetes, doces, licores, geleias, picolés, bombons, iogurte, entre outros. A maior parte do cupuaçu comercializado era de reservas extrativistas e hoje existem significativas áreas produtivas. A indústria de polpa, produz como resíduo, as sementes, que apresentam 48% de gordura branca, semelhante à manteiga do cacau, usada na indústria de doces e podem produzir chocolate ou cupulate (MEDEIROS *et al*., 2006).

A torta de caroço de cupuaçu é obtida pela extração do óleo da semente seca, livre de resíduo da polpa, por prensagem mecânica, do qual retira-se cerca de 80% do óleo total da semente. Essa torta possuí grande potencial de uso na alimentação de ruminantes, principalmente pelo seu teor de PB, próximo de 20% (Tabela 3), seu alto teor de EE (aproximadamente 20%), e NDT (aproximadamente 76%; Tabela 3), o que possibilita a sua utilização em substituição aos ingredientes concentrados.

A análise conjunta de vários trabalhos que utilizaram torta de cupuaçu na alimentação de ovinos, bovinos e bubalinos (PEREIRA, 2009; MOTA *et al*., 2014; RODRIGUES *et al*., 2015 e SANTOS, 2018) indicam que a torta pode ser utilizada na alimentação de ruminantes, desde que os níveis de EE da dieta não sejam superiores à 7%; uma vez que observou-se queda no consumo, digestibilidade e GMD dos animais, quando a inclusão de torta de cupuaçu elevou o teor de EE acima do nível crítico.

Destaca-se também que a torta de cupuaçu pode substituir parcial e eficientemente os farelos de milho e soja na suplementação de búfalas, e proporcionar melhoras na razão de AG n-6/n-3 do leite, dentro dos valores recomendados para uma dieta humana saudável (LIMA *et al*., 2021) e sem proporcionar queda na produção de leite.

8. Torta de muru-muru

O Muru-muru (*Astrocaryum murumuru var. murumuru* Mart.) é uma palmeira típica da Amazônia, que produz palmito, óleo e cosméticos. As características do óleo de muru-muru, rica em AGS de cadeia curta, como láurico e mirístico, têm atraído à indústria de cosméticos, aumentando a demanda para sua extração.

A torta do muru-muru é resíduo da extração do óleo da semente seca, livre da polpa, por prensagem mecânica, quando são retirados 80% do óleo total (MIRANDA *et al*., 2001; NASCIMENTO *et al*., 2007; ROCHA; POTIGUARA, 2007).

Apesar dos altos teores de FDN, a torta de muru-muru possui alto teor de EE (Tabela 3), tornando-a interessante substituto de ingredientes volumosos. Menezes *et al*. (2016) observaram queda no consumo de MS de ovinos ao inclui-la em dietas a base de volumoso de média qualidade para ovinos. No entanto, esta queda acentuou-se apenas com 60% de inclusão da torta, indicando-se assim, inclusão

satisfatória em níveis de até 40% da MS da dieta. Destaca-se também que, apesar da redução no consumo, sua inclusão em dietas volumosas de média qualidade, proporcionou aumento na digestibilidade da MS e nutrientes, sem alterar a retenção de nitrogênio (MENEZES *et al*., 2016).

Pesquisas com búfalas leiteiras (LIMA *et al*., 2021b) sob pastejo concluíram que a torta de muru-muru foi eficiente em substituição de 50% do milho, apresentando mesmo consumo de suplemento e mesma produção de leite. No entanto, seu uso proporcionou produção de leite com níveis mais elevados dos ácidos láurico, mirístico e palmítico, relacionados a problemas cardiovasculares em humanos. O leite das búfalas suplementadas com torta de muru-muru apresentou boa razão ômega n-6/n-3, com valores recomendados para uma dieta humana saudável (n-6/n-3 = 2,00; LIMA *et al*. 2021).

9. Óleo de buriti

O óleo de buriti (OBU) é oriundo da extração de óleo, por prensagem, da fruta buriti (*Mauritia flexuosa* L.F.), a qual é oriunda de palmeira presente no bioma amazônico brasileiro.

Este óleo se caracteriza por apresentar em torno de 75% de ácido oleico (Tabela 1), e possuir antioxidantes naturais como carotenóides e tocoferol (MILANEZ *et al*., 2018), o que naturalmente pode aumentar a vida de prateleira do OBU.

Alguns estudos com a utilização de OBU na alimentação de ruminantes têm indicado que: (i) a inclusão de 4% de OBU na dieta de ovinos confinados proporciona aumento na quantidade de gordura e na proporção de AGPI da carne, sem alterar o GMD dos animais (PARENTE *et al*. 2020). (ii) A inclusão de até 4,5% de OBU em substituição ao milho pode ser utilizada para cabras leiteiras com tendência de aumento na eficiência alimentar e aumento no teor de gordura do leite (MORAIS *et al*. 2017). Além disso, Morais *et al*. (2017) evidenciaram que cabras que receberam 4,5% de OBU em suas dietas reduziram os AG de cadeia média e AG saturados hipercolesterolêmicos e aumentaram os AG desejáveis e o CLA do leite, auxiliando no combate de doenças cardiovasculares.

10. Torta de coco

A torta de coco é um subproduto oriundo do processamento industrial do coco (*Cocos nucifera L.*) para produção de óleo. Deve apresentar coloração esbranquiçada à marrom clara, odor característico de coco, com presença de partículas claras e escuras, provenientes da prensagem da copra. Trabalhos realizados no Brasil observaram grande variação na composição química-bromatológica da torta de coco (Tabela 3). Tal variação é causada pela diferença na eficiência do método de extração do óleo de cada empresa (SILVA, 2016), sendo recomendada análise químico-bromatológica para o correto uso na formulação de dietas para ruminantes.

Quanto a composição químico-bromatológica, destaca-se o perfil de AG da fração lipídica da torta, que segundo Correia *et al*. (2014), apresenta mais de 80% de AGS, sendo que o ácido láurico (C12:0) e o ácido mirístico (C14:0) correspondem a 40,8 e 20,3% do total, respectivamente. Tais AG são tóxicos aos microrganismos ruminais devido a sua natureza anfipática (PALMQUIST; MATTOS, 2011), assim como os AGPI de cadeia longa, e tem sido relacionados

a reduções no consumo de MS em dietas com alta inclusão de torta de coco.

Trabalhos com ovinos (BRAGA *et al*., 2009; BOSA *et al*., 2012) demonstram que a utilização de até 25% de torta de coco no concentrado em substituição ao milho e ao farelo de soja, não compromete o consumo e a digestibilidade, desde que respeitados os teores máximos de EE da dieta. Esta recomendação foi comprovada por Souza Filho (2011) que não verificou diferença no desempenho de novilhas bubalinas suplementadas com 0,6% do peso vivo no período seco com concentrado a base de milho e farelo de soja, ou concentrado com inclusão de 25% de torta de coco. Por outro lado, Silva *et al*. (2021) avaliando a inclusão de torta de coco em ovinos confinados utilizando dietas com relação V:C de 30:70 verificou redução no consumo de MS mesmo quando os teores de EE da dieta estavam abaixo de 7%.

11. Considerações finais

Observa-se grande variedade de ingredientes não convencionais disponíveis na Amazônia, e estes apresentam considerada variação da composição (dentro e entre ingredientes) e recomendações de uso. Desde alimentos que podem ser utilizados em substituição à volumosos ou à concentrados, até alimentos com potencial de modular a fermentação ruminal ou a qualidade da carne e do leite produzidos.

Destaca-se também a falta de informação de muitos dos ingredientes amazônicos com potencial de uso na alimentação de ruminantes. Sabemos que a ciência animal evoluí dia após dia e, portanto, acreditamos que com o passar do tempo essas informações serão supridas e teremos mais segurança em utilizar esses ingredientes nas dietas de ruminantes.

Entende-se que a escolha do ingrediente, além das recomendações apresentadas no decorrer do capítulo, deve levar em consideração o custo e disponibilidade para os produtores. Em alguns casos, apesar de se observar redução na produtividade dos animais, o menor custo de aquisição ou de produção do alimento pode compensar ao produtor, considerando um possível menor custo de aquisição desses alimentos em detrimento aos comumente utilizados na alimentação animal.

REFERÊNCIAS

AGUSTIN, F.; ERPOMEN; NINGRAT, R. W. S. The Use of Cassava Peel as a Source of Energy for Substituting Rice Bran in Ration Containing Gliricidia maculata Leaves in Dairy Cows. The 4th Animal Production International Seminar. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.** v. 478, p. 012077, 2020.

ALIMON, A. R. *et al*. (2012) **Recent advances in utilization of oil palm by-products as animal feed.** In: International Conference on Livestock Production and Veterinary Technology 2012, 1-4 Oct. 2012, Bogor, Indonesia. (pp. 211-219).

ANWAR, A. G. (2012) Utilization Of Palm Oil Decanter Cake As Protein And Energy Sources For Small Ruminants**. Proc. 33rd MSAP Annual Conference**, 4-7 June 2012, Langkawi, Malaysia.

ARAÚJO, R. A. *et al*. Performance of lactating cows fed with cake of babassu: ingestive behavior, intake, digestibility, production and quality of milk. **Biological Rhythm Research**, v. 00, n. 00, p. 1–11, 2019.

AUGUSTO, W.F., RIBEIRO, G.M., RESTLE, J., MISSIO, R.L., NEIVA, J.N.M., MIOTTO, F.R.C. AND ROCHA, H.P.S.L., 2017. Proportions of sugarcane and babassu mesocarp bran in diets for feedlot cattle, **Revista Brasileira de Zootecnia**, 46, 657–663.

BARBOZA, S. C. R.; OLIVEIRA, J. S.; SOUZA, M. T. C.; LIMA JÚNIOR, D. M. L.; LIMA, H. B.; GUERRA, R. R. Ovines submitted to diets containing cassava foliage hay and spineless cactus forage: histological changes in the digestive and renal systems **Tropical Animal Health and Production**, v. 51, p. 1689–1697, 2019.

BOSA, R.; FATURI, C.; VASCONCELOS, H. G. R.; CARDOSO, A. M.; RAMOS, A. F. O.; AZEVEDO, J. C. Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum**, 34: 57-62, 2012.

BRAGA, Z. C. A. C.; BRAGA, A. P.; RANGEL, A. H. N.; LIMA JUNIOR, E. M. A. D. M. Avaliação do consumo e digestibilidade aparente de rações com diferentes níveis de farelo de coco. **Revista Caatinga**, 22: 249-256, 2009.

BRINGEL, L.M.L. *et al*. 2011 Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio em borregos alimentados com torta de dendê em substituição à silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 40, n. 9, 1975-1983.

CAMPOS NETO, O.; BEM, C. H. W. Mandioca. In: PEIXOTO, A. M. A.; MOURA, J. C. e FARIA, V. P. **Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento na alimentação de bovinos.** Piracicaba: FEALQ, 1995. 215- 228p.

CORLEY, H.; TINKER, B. **The palm oil**. 4ºed. Oxford: Blackwell Science, 2003. 608p.

CASTRO, I. R. R. **Coco babaçu (orbignya speciosa) integral em substituição ao milho (zea mays) em suplementos para vacas lactantes sob pastejo**. Dissertação (Mestrado em Produção animal na Amazônia), Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.

CORREIA, I. M. S.; ARAÚJO, G. S.; PAULO, J. B. A.; SOUSA, E. M. B. D. Avaliação das potencialidades e características físico-químicas do óleo de Girassol (Helianthus annuus L.) e Coco (Cocos nucifera L.) produzidos no Nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, 10: 034201, 2014.

COSTA, P. B. *et al*. Suplementação de lipídeos de diferentes fontes em dietas para vacas Jersey na fase inicial de lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 888-895, 2007.

DUNG, N. T.; MUI, N. T. N.; LEDIN, I. Effect of replacing a commercial concentrate with cassava hay (Manihot esculenta Crantz) on the performance of growing goats. **Animal Feed Science and Technology**, v. 119, n. 3-4, p. 271–281, 2005.

DURROW, F.A. Deodorization of edible oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, n. 60, v. 2, p. 272-274, 1983.

GALVÃO L. T. O. *et al*. 2020. Performance of lactating buffaloes in pasture supplemented with palm-kernel cake. **Animal Production Science,** v. 61, n. 1, 47-54.

GOMES, S.; FINOTELLI, P. V., SARDELA, V. F.; PEREIRA H. M. G.; SANTELLI, R. E.; FREIRE, A. S. Microencapsulated Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) cake extract powder as anadded-value functional food ingredient. **LWT- Food Science and Technology**, v. 116, 108495, 2019.

GOMES, D.I., VÉRAS, R.M., ALVES, K.S., DETMANN, E., OLIVEIRA, L.R., MEZZOMO, R., DOS SANTOS. R.B., BARCELOS, S. de S. (2012). Performance and digestibility of growing sheep fed with açai seed meal-based diets. **Tropical Animal Health and Production**, v. 44, n. 7, 1751-7.

HUE, K. T.; VAN, D. T. T.; LEDIN, I. Effect of supplementing urea treated rice straw and molasses with different forage species on the performance of lambs. **Small Ruminants Research**, v. 78, n. 1-3, p. 134–143, 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **Censo Agropecuário, 2017.** Disponível em: < https://censoagro2017.ibge.gov.br >. Acesso em: 10 out. 2020.

IBGE, 2018. **Produção Agrícola Municipal** 2018 [WWW Document]. URL https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613 (accessed 12.10.20).

IQBAL, Z. 2019. Effect of feeding varying levels of palm kernel cake on production performance and blood metabolites of lactating crossbred dairy cattle. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 29, n. 2, 419-424.

INDEXMUNDI. 2020. **Brazil Palm Kernel Oilseed Producion by year.** Acesso em 16 de agosto 2021. <https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=palm-kernel-oilseed>.

LEITÃO R. C. **Biodegradabilidade anaeróbia dos resíduos provenientes das cadeias produtivas dos biocombustíveis: bagaço do dendê**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 72, 2012. 37p.

LIMA E, VARGAS JAC, MACIEL RP, ALVES KS, OLIVERA WF, AGUIAR GL, REIS GC, OLIVEIRA LRS, MEZZOMO R. (2021). Intake, digestibility, and milk yield response in dairy buffaloes fed Panicum Maximum cv. Mombasa supplemented with seeds of tropical açai palm. **Tropical Animal Health and Production**. 53:178

LIMA, S.C.G; OLIVEIRA, P.D.; MORAES, M.S.; SILVA, A.G.M.; GUIMARÃES, C.M.C.; SILVA, J.A.R.; GARCIA, A.R.; NAHÚM, B.S.; NERES, L.S.; NORONHA, G.S.; LOURENÇO JÚNIOR, J.B. Production, chemical composition, and fatty acid profile of milk from buffaloes fed with cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) cake and murumuru (*Astrocaryum murumuru*) cake in the Eastern Amazon, **Animal Science Journal**. 2021. No prelo.

LISBOA, M. M. *et al*. Replacing sorghum with palm kernel cake in the diet decreased intake without altering crossbred cattle performance. **Trop Anim Health Prod** 53, 45 (2021). https://doi.org/10.1007/s11250-020-02460-x

LUSTOSA TNM. (2019). **Caroço de Açaí (Euterpe Oleracea Mart.) como aditivo na ensilagem de Panicum Maximum cv. Mombaça.** Dissertação (Produção Animal Na Amazônia), Universidade Federal Rural da Amazônia.

LUZ, J. B. *et al*. Performance and digestibility of confined lambs fed with Babassu

cake (Orbignya speciosa) as a substitute for elephant grass silage. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 3, p. 977-982, 2019.

MACHADO, G.C.; CHAVES, J.B.P.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. Revista Cerne, v. 53, p. 463-470, 2006

MACHADO, N. A. F. **Biohidrogenação ruminal e digestão de ácidos graxos em ovinos alimentados com dietas contendo óleos de babaçu ou buriti**. (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal do Maranhão. 2018.

MACIEL, D.L. **Qualidade nutricional, físico-química e sensorial do queijo minas frescal obtido de vacas em pastejo suplementadas com diferentes níveis de coco babaçu (Orbignya speciosa).** Dissertação (Mestrado em Produção Animal na Amazônia), Universidade Federal Rural da Amazônia. 2020.

MACIEL, R. P.; NEIVA, J. N. M.; ARAUJO, V. L.; CUNHA, O. F. R.; PAIVA, J. RESTLE, J.; MENDES, C. Q.; LÔBO, R. N. B. Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de dendê. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 3, p. 698-706, 2012.

MAESTRI, D.; CITTADINI, M. C.; BODOIRA, R.; MARTÍNEZ, M. Tree Nut Oils: Chemical Profiles, Extraction, Stability, and Quality Concerns. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, Baden-Württemberg, v. 122, n. 6, 1900450, 2020.

MARIE-MAGDELEINEA, C.; MAHIEUA, M.; PHILIBERTA, L.; DESPOISB, P.; ARCHIMÈDEA, H. Effect of cassava (*Manihot esculenta*) foliage on nutrition, parasite infection and growth of lambs. **Small Ruminant Research**, v. 93, p. 10–18, 2010.

MARQUES, J. A.; PRADO, I. N.; ZEOULA, L. M. Avaliação da Mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1528-1536, 2000.

MEDEIROS, M. L. *et al*. Sorption isotherms of cocoa and cupuassu products. **Journal of Food Engineering**, v. 73, p. 402, 2006.

MENEZES, B.P.; RODRIGUES, L. S.; LOURENÇO JUNIOR, J.B.; SILVA, A. G. M. E.; SILVA, J. A. R.; ANDRADE, S. J. T.; FATURI, C.; GARCIA, A.R.; NAHÚM, B.S.; BARBOSA, A. V.; BUDEL, J. C. C.; ARAUJO, G. S. Intake, digestibility, and nitrogen balance of rations containing different levels of murumuru meal in sheep diets. **Semina. Ciências Agrárias (Impresso),** v. 37, p. 1-15, 2016.

MILANEZ, J. T., NEVES, L. C., COLOMB, R. C., SHAHAB, M., & ROBERTO, S. R. (2018). Bioactive compounds and antioxidant activity of Buriti fruits, during the postharvest, harvested at different ripening stages. **Scientia Horticulturae**, 227, 10–21.

MINATCHY, N.; MARIE-MAGDELEINE, C.; CALIF, V.; FÉLICITÉ, Y.; PERIACARPIN, F.; DELOUMEAU, C.; POMMIER, F.; ARCHIMÈDE, H. Dichanthium hay combined with green cassava foliage or pelleted cassava foliage as fed for Black Belly rams. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, p. 583–589, 2020.

MIRANDA, I. P. A.; RABELO, M.; BARBOSA, M. E.; RIBEIRO, M. N. S**. Frutos de palmeiras da Amazônia.** 1ed. Manaus: MCT INPA. p. 21-22, 2001.

MORAIS, J. S.; BEZERRA, L. R.; SILVA, A. M. A.; ARAÚJO, M. J.; OLIVEIRA, R. L.; EDVAN, R. L.; TORREÃO, J. N. C.; LANNA, D. P. D. Production, composition, fatty acid profile and sensory analysis of goat milk in goats fed buriti oil. **Journal of Animal Science.** 95:395–406. 2017

MOTA, D.A.; FRAGATA, N.P.; BRITO, E.P.; CASAGRANDE, D.R.; ROSA, B.L.; BORGES, C.R.A. Torta de cupuaçu na alimentação

de tourinhos nelore confinados. **B. Indústr. Anim.** v. 71, n. 4, p. 309-316, 2014.

NASCIMENTO, J. F.; FERREIRA, E J. L.; CARVALHO, A. L.; REGIANI, A. M. Potencial da palmeira de murumuru nativa do Acre. ***Revista Brasileira de Biociências***, v. 5, p. 90-92, jul. 2007.

NASCIMENTO, L.A.S. *et al.* Conversion of waste produced by the deodorization of palm oil as feedstock for the production of biodiesel using a catalyst prepared from waste material. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 17, p. 8314-8317, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle. 7ª edição.** Washington, DC: The National Academies Press, 2001. 405 p.

OLIVEIRA WF, LIMA EM, FREITAS DR, SANTOS SS, REIS GC, GOMES DI, ALVES KS, MACIEL RP, VARGAS JAC, MEZZOMO R (2020). Production, chemical composition, and economic viability of Minas Frescal cheese from buffaloes supplemented with açai seed. **Tropical Animal Health and Production.** 52(1): 2379-2385.

ORDONEZ-GOMEZ, C. *et al*., Growth performance, carcass characteristics, meat quality of growing pigs fed diets supplemented with crude glycerin derived from palm oil. **Ciência Animal Brasileira**, v. 18, 2017.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. **Metabolismo de lipídeos.** In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (2a Ed.) Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 299-321.

PARENTE, H. N. *et al*. Effect of increasing levels of Babassu mesocarp flour on feed intake, nutrient digestibility, and rumen fermentation in sheep. **Journal of Animal Science**, v. 95, n. suppl_4, p. 335–336, 2017.

PARENTE, M. O. M. *et al*. Effects of the dietary inclusion of babassu oil or buriti oil on lamb performance, meat quality and fatty acid composition. **Meat science**, v. 160, p. 107971, 2020.

PEREIRA, E.O.P. **Torta de cupuaçú (*Theobroma grandiflorum*) na alimentação de ovinos**. Tese de doutorado (Doutorado em Zootecnia). 2009.

PHENGVICHITH, V.; LEDIN, I. Effect of a diet high in energy and protein on growth, carcase characteristics and parasite resistance in goats. **Tropical Animal Health and Production**, v. 39, p. 59–70, 2007.

PONTE, F. A. F. *et al*. Physical-chemical evaluation of babassu oil (Orbinya speciosa) and coconut oil (Cocos nucife) with high acidity and fatty acids (C6 to C16). **Scientia Plena.** v. 13, p. 1-8, 2017.

PRADO, I. N.; MARTINS, A. S.; ALCALDE, C. R.; ZEOULA, L. M.; MARQUES, J. A. Desempenho de Novilhas Alimentadas com Rações Contendo Milho ou Casca de Mandioca como Fonte Energética e Farelo de Algodão ou Levedura como Fonte Protéica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 278-287, 2000.

QUIJANO, J. A. T. Óleo de Palma: Um produto Natural. **Revista Óleos & Grãos,** Mar/Abr. pp. 19 – 23, 1997.

RAIOL, L. C. B. *et al*. Nutrient intake and digestibility of the lipid residue of biodiesel from palm oil in sheep. **Rev. Bras. Zootec.** (2012). doi:10.1590/S1516-35982012001100010

RAMALHO, R. P.; FERREIRA, M. A.; VERAS, A. S. C.; SANTOS, D. C.; CAVALCANTI, C. V. A.; ROCHA, V. R. R. A. Substituição do farelo de soja pela mistura raspa de mandioca e uréia em dietas para vacas mestiças em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1212-1220, 2006 (supl.).

RAMOS, A. F. O. **Valor nutritivo da torta de castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa Bonpl.*) para alimentação de ruminantes**. 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência

Animal) – Universidade Federal do Pará, Castanhal, 2014.

RANGEL, A. H. N.; LEONEL, F. P.; BRAGA, A. P.; PINHEIRO, M. J. P.; LIMA JUNIOR, D. M. L. Utilização da mandioca na alimentação de ruminantes. **Revista Verde**, v. 3, n. 2, p. 01-12, 2008.

RIBEIRO, R. D. X. 2018 Palm kernel cake from the biodiesel industry in diets for goat kids. Part 1: nutrient intake and utilization, growth performance and carcass traits. **Small Ruminant Research**, v. 165, 17-23.

ROBBINS, K. S.; SHIN, E.; SHEWFELT, R. L.; EITENMILLER, R. R.; PEGG, R. B. Update on the Healthful Lipid Constituents of Commercially Important Tree Nuts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 59, n. 22, p. 12083–12092, 2011.

ROCHA, C. B. R.; POTIGUARA, R. C. V. Morfometria das fibras das folhas de *Astrocaryum murumuru* var. murumuru Mart. (Arecaceae). ***Acta Amazônica***, v. 37, n. 4, p. 511-516, 2007.

ROCHA, T. C; FONTES, C. A. A.; SILVA, R. T. S. S.; PROCESSI, E. F.; VALLE, F. R. A. F.; LOMBARDI, C. T.; OLIVEIRA, R. L.; BEZERRA, L. R. Performance, nitrogen balance and microbial efficiency of beef cattle under concentrate supplementation strategies in intensive management of a tropical pasture. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, p. 673–681, 2016.

RODRIGUES, L.S; MENEZES, B. P.; SILVA, A.G.M.,; FATURI, C.; GARCIA, A,R; NAHUM, B.S.; SILVA, J.A.R.; LOURENÇO JÚNIOR, J.B. Ovine feed intake, digestibility, and nitrogen balance in feeds containing different amounts of cupuaçu meal. **Semina-Ciencias Agrárias**, v. 36, p. 2.799-2.808, 2015.

SÁ, H.C.M.; BORGES, I.; MACEDO JUNIOR, G.L. *et al*. Consumo e comportamento ingestivo de ovinos mestiços alimentados com torta do babaçu (orbignya spp.). **Bioscience Journal,** v. 31, p. 107-113, 2015.

SALMAN, A. K. D.; SANTOS, M. G. R.; SANTOS, L. O.; TOWNSEND, C. R. **Avaliação nutricional de subprodutos do processamento agroindustrial de cupuaçu, pupunha e castanha-do-brasil em Porto Velho, Rondônia.** Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2014. 15p.

SANTOS NETA E.R.; GOMES, D.I.; OLIVEIRA L.R.S.; MEZZOMO, R.; LUZ, J.B.; BENTES, G.N.; OLIVEIRA, W.F.; ALVES, K.S. Use of babassu cake and pineapple byproduct silage in the diets of feedlot sheep. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 795-808, 2021.

SANTOS NETA, E. R. *et al*. Chemical composition and rumen degradability of byproducts available in the Amazon region. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. Supl, p. 3605-3616, 2019.

SANTOS NETA, E.R.S.; ALVES, K.S.; MEZZOMO, R. *et al*. Behavior of sheep fed babassu cake (Orbygnia speciosa) as a substitution for elephant grass silage. **Animal Science Journal,** v. 88, p. 1171-1177, 2017.

SANTOS, M.J. **Substituição de milho por torta de cupuaçu na dieta de bubalinos confinados.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal do Pará. 2018.

SANTOS, R. C.; ALVES, K. S.; MEZZOMO, R. OLIVEIRA, L. R. S. CUTRIM, D. O. GOMES, D. I. LEITE, G. P.; ARAÚJO, M. Y. S. Performance of feedlot lambs fed palm kernel cake-based diets. **Tropical Animal Health Production**. v. 48, p. 367–372, 2016.

SANTOS, V. L. F.; FERREIRA, M. A.; SANTOS, G. T.; DAMASCENO, G. C.; OLIVEIRA, K.; AGOSTINO, B. C.; OLIVO, P. M.; SOARES, L. F. P.; SILVA, J. L. Cassava peel as a replacement for corn in the diet of lactating cows. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, p. 779–781, 2015.

SILVA, A. D. A.; DIAS, F. M. Utilização da mandioca na alimentação animal. **IPA Instituto Agronômico de Pernambuco**, Recife,

PE. 2003. Disponível em: http://www.ipa.br/resp16.php. Acesso em 01 mar. 2021.

SILVA, G.R. *et al*. Adição de óleo de palma na dieta sobre a lipidemia e a qualidade do sêmen de bubalinos (Bubalus bubalis). **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 66, n. 1, p. 152-160, 2014.

SILVA, J. F. S.; SOUZA, M. T. S.; VIEIRA, M. S. P.; PRAXEDES, R. F.; ALMEIDA, V. V. S.; OLIVEIRA, A. C.; RANGEL, A. H. N.; CARVALHO, F. F. R.; LIMA JÚNIOR, D. M. The replacement of grass hay by cassava foliage hay or spineless cactus improves lamb performance. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, p. 1623–1630, 2020.

SILVA, P.F.M. **Torta de coco na alimentação de ovinos.** 2016. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 2016.

SILVA, P.F.M; PANTOJA, S.O.S.; DOMINGUES, F.N.; REGO, A.C.; Faturi, C. Coconut meal inclusion in high concentrate sheep diets affects feed digestibility and intake. **Revista Caatinga,** v. 34, p. 692-701, 2021.

SOUZA FILHO, W. **Suplementação com subprodutos da agroindústria na dieta de novilhas bubalinas recriadas em pasto de capim-marandu.** 2011. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 2011.

SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamentos de amêndoa da castanha-do-Brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 120-128, 2004.

SRISAIKHAM, S.; SUKSOMBAT, W.; LOUNGLAWAN, P. Fresh cassava peel in dairy cattle diet: Effects on milk production, hygienic quality of raw milk and somatic cell counts. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 40, n. 4, p. 977-984, 2018.

SUBRAMANIAM, V.; MAY, C.Y.; MUHAMMAD, H.; HASHIM, Z.; TAN, Y.A.; WEI, P.C. Life cycle assessment of the production of crude palm oil (part 3). **Journal of Oil Palm Research.** V. 22 p. 895-903. 2010.

THANG, C. M.; LEDIN, I.; BERTILSSON, J. Effect of feeding cassava and/or Stylosanthes foliage on the performance of crossbred growing cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v. 42, p. 1–11, 2010a.

THANG, C. M.; LEDIN, I.; BERTILSSON, J. Effect of using cassava products to vary the level of energy and protein in the diet on growth and digestibility in cattle. **Livestock Science**, v. 128, p. 166–172, 2010b.

VARGAS, J. A. C.; MEZZOMO, R. 2023. Effects of palm kernel cake on nutrient utilization and performance of grazing and confined cattle: a meta-analysis. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, p. 110.

VISONÁ-OLIVEIRA, M.; FERREIRA, I. C.; MACEDO JUNIOR, G. L.; SOUSA, L. F.; SOUSA, J. T. L.; SANTOS, R. P. 2015 Consumo e digestibilidade de nutrientes da torta de Dendê na dieta de ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n. 2

WANAPAT, M.; FOIKLANG, S.; ROWLINSON, P.; PILAJUN, R. Effect of carbohydrate sources and cotton seed meal in the concentrate: II. Feed intake, nutrient digestibility, rumen fermentation and microbial protein synthesis in beef cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v. 44, p. 35–42, 2012.

WANAPAT, M.; PURAMONGKON, T.; SIPHUAK, W. Feeding of cassava hay for lactating cows. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 13, n. 4, p. 478–482, 2000.

XU, C. X.; OH, Y. K.; LEE, H. G.; KIM, T. G.; LI, Z. H.; YIN, J.L.; JIN, Y. C.; JIN, H.; KIM, Y. J.; KIM, K. H.; YEO, J. M.; CHOI, Y. J. Effect of feeding high-temperature, microtime-treated diets with different lipid sources on conjugated linoleic acid formation in finishing Hanwoo steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL, v. 86, n. 11, p. 3033–3044, 2008.

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_010

10. AVANÇOS EM BIOTÉCNICAS DA REPRODUÇÃO E SUA APLICABILIDADE NA REGIÃO AMAZÔNICA

Luis Rennan Sampaio Oliveira[1]
Janaina Barros Luz[2]
José Carlos Ferreira da Silva[3]
Cláudia Siqueira Caldas[1]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, Parauapebas, Pará
[2] Prefeitura Municipal de Parauapebas, Parauapebas, Pará
[3] Universidade Federal Rural de Pernambuco, Campus Dois Irmãos, Recife, Pernambuco

1. Introdução

O constante aumento dos custos de produção tem obrigado os produtores a buscarem por tecnologias que promovam o aumento da produtividade da pecuária bovina, o que tem levado a aplicação de várias biotécnicas reprodutivas. A correta utilização destas, traz como benefício o aumento da produtividade em decorrência da maior eficiência reprodutiva do rebanho (BARUSELLI *et al*., 2016). Além disso, a aceleração do melhoramento genético dos rebanhos brasileiros, uma vez que o uso dessas biotecnologias possibilita a dispersão massiva do material genético com características de interesse zootécnico para os sistemas de produção de corte ou leite (DE LIMA; STERZA, 2016).

No âmbito da reprodução animal, as biotecnologias que apresentam impacto direto são: congelamento de sêmen, inseminação artificial (IA), a inseminação artificial em tempo fixo (IATF), transferência de embriões (TE) e a fecundação *in vitro* (FIV), as quais têm sido utilizadas para melhorar os índices reprodutivos da pecuária nacional (Carvalho; Zen, 2017).

Baseado nisto, será discutido neste capítulo os aspectos relacionados aos avanços nas principais biotécnicas reprodutivas, como IATF, criopreservação do sêmen e produção *in vivo* e *in vitro* de embriões e suas aplicabilidades na região amazônica.

2. Inseminação artificial em tempo fixo (IATF)

O uso de protocolos hormonais para a inseminação de um grande número de animais de forma sincronizada, tem por princípio, sincronizar a emergência de uma nova onda de crescimento folicular, terminar a fase luteínica e sincronizar as ovulações (RIBEIRO FILHO, 2001).

Para otimizar a produtividade do sistema de cria, o ideal é que a maioria das vacas fiquem prenhes o mais breve possível, diminuindo o intervalo entre partos (IEP), elevando o índice de bezerros

nascidos por matriz/ano. Tendo como base os 9 meses de duração da gestação, o ideal é que a estação de monta (EM) seja de no máximo 90 dias, permitindo um IEP de 12 meses (FERREIRA *et al*., 2018), resultando em uma cria/vaca/ano. Para a mitigação desses desafios, o uso da IATF no início da EM em primíparas com bezerro ao pé e vacas acíclicas tem melhorando a quantidade de ovulação e gestação, diminuindo o anestro pós-parto, o período de serviço e o IEP, em comparação a animais da mesma categoria expostos a touros (CUNHA *et al*., 2013).

Além disso, a IATF possibilita de 40 a 60% de prenhez, logo no primeiro dia da EM (ROSA *et al*., 2017). Também confere maior proporção de prenhez no repasse com touros após a IATF, em função da estimulação hormonal exógena, o que induz a saída mais rapidamente do anestro pós-parto e retorno a ciclicidade (BARUSELLI *et al*., 2004). Assim, a utilização de uma IATF no início da EM, seguida de monta natural aumenta a taxa de prenhez final, antecipa a ciclicidade das fêmeas e, consequentemente, aumenta o número de concepções no início da EM (FERREIRA *et al*., 2018).

Em suma, a adoção da IATF traz como vantagens ao sistema de produção, a inseminação com tempo predeterminado; a exclusão do manejo de observação cio; a possibilidade de inseminação 40 dias após o parto; a inseminação de um grande número de vacas em um único dia; a inseminação de vacas com bezerro ao pé; promover o retorno a ciclicidade em animais em anestro pós parto; a redução no IEP; a chance emprenhar um maior número de vacas logo no início da EM; obter um bezerro por vaca/ano; maior acompanhamento reprodutivo do rebanho possibilitando descarte de animais improdutivos; maior uniformidade nos lotes de bezerros nascidos; redução do período da EM e número de reprodutores utilizados para o repasse; melhor aproveitamento de mão de obra (PERUFFO; BARROSO, 2018). Todas essas vantagens proporcionadas pela utilização da IATF, tem impulsionado o uso da inseminação artificial no Brasil.

Os modelos de protocolos-padrão tem um período médio de 09 a 11 dias, tendo início no chamado dia zero (D0) com a implantação no fundo da vagina de um dispositivo de liberação de P4, e concomitante, a aplicação intramuscular de 2 mg de BE (CAVALIERI *et al*., 2006). Mantém-se o dispositivo por um período de 7 a 9 dias (BARUSELLI *et al*., 2004; MENEGHETTI *et al*., 2009) e, simultâneo a sua remoção, é administrada uma dose de pgf2α, com a opção de se administrar ainda a gonadotrofina coriônica equina (eCG) ou Hormônio Folículo Estimulante (FSH), projetando um aporte de LH para o desenvolvimento final do folículo dominante (FD), especialmente em vacas no pós-parto. Com a finalidade de induzir da ovulação, é administrado BE administrado 24 horas após a retirada do dispositivo (quatro manejos) (SALES *et al*., 2012), ou CP administrado no ato da retirada do dispositivo (protocolo três manejos) (TORRES-JÚNIOR *et al*., 2014) ou o Hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) imediatamente após a IATF (SÁ FILHO *et al*., 2010)

Apesar de consolidada, os resultados de prenhez por IATF, ainda são bastante variáveis, dependendo de diversos fatores como, o escore de condição corporal (ECC), saúde do rebanho, capacidade técnica e eficiência da mão de obra (BARUSELLI *et al*., 2016) e a fertilidade do sêmen (SILVA *et al*., 2014). O sémen utilizado para a IATF é comercializado por empresas privadas que avaliam e atestam a qualidade espermática, no entanto,

muitas vezes os próprios touros podem proporcionar diferentes resultados quando utilizado em um mesmo IATF (LUZ *et al*., 2018).

3. Qualidade do sêmen e sucesso em grandes programas de IATF

3.1 Processamento do sêmen e criopreservação

A criopreservação seminal é a princípio para a utilização de outras tecnologias aplicadas a reprodução animal, pois facilita o armazenamento e o transporte de sêmen de animais melhoradores, também maximiza a utilização dos reprodutores doadores, visto que um ejaculado pode produzir várias doses de sêmen. Assim, permite-se acelerar o aprimoramento genético pela disseminação de animais testados em progênies ou por marcadores moleculares, o que promove aumento da produtividade e o ganho de características produtivas desejáveis, como maior produção de leite e carne (GRÖTTER *et al*., 2019).

O princípio básico da criopreservação espermática é retardar ou reduzir a atividade metabólica e preservar a viabilidade e funcionalidade dos espermatozoides por longo período de tempo em temperaturas reduzidas (VISHWANATH; SHANNON, 2000), o que possibilita seu uso em programas de IATF até mesmo em longas distâncias.

O processo de criopreservação do sêmen, envolve etapas distintas que incluem a coleta do sêmen, análise, diluição, envase, refrigeração e congelação, as quais devem ser realizadas com máxima cautela para que seja possível obter ejaculados de qualidade e adequados a criopreservação e posterior utilização.

A coleta do sêmen pode ser realizada por diferentes métodos, como vagina artificial, eletroejaculação, massagem das vesículas seminais e ampolas dos ductos deferentes. Entretanto, o método de vagina artificial é o mais utilizado, por ser o que mais próximo do processo de monta natural e resulta em ejaculados com maior porcentagem de espermatozoides móveis, além de menor quantidade de plasma seminal e contaminação (MOORE; HASLER, 2017).

Depois da coleta, o ejaculado deve ser mantido a 37 ºC, para proceder a avaliação dos aspectos físicos, morfológicos e processo de diluição, as quais precedem a criopreservação. Adicionalmente, alguns protocolos de criopreservação utilizam uma pré diluição do sêmen em diluidor (1:1), antes de iniciar as avaliações iniciais.

Na avaliação do sêmen para criopreservação observam-se parâmetros macroscópicos como volume, cor, aspecto e microscópicos, tais como o turbilhonamento ou movimento de massa, motilidade, vigor, concentração, morfologia espermática. O volume (mL) pode ser determinado por visualização direta em tubo cônico graduado, e este será importante para o cálculo da dose espermática (estimativa do número total de células) e determinação da quantidade de palhetas com sêmen que serão produzidas por ejaculado (HENRY; NEVES, 2013).

A coloração do ejaculado apresenta correlação com a concentração espermática, e pode ser classificada como branco, marfim, acinzentado ou amarelo citrino. O aspecto também possui relação com a concentração de espermatozoides e pode ser classificada em cremosa, leitosa, serosa ou aquosa por meio da visualização da amostra seminal em próprio tubo usado para coletar o ejaculado (VALE, 2011).

O turbilhonamento é resultado da movimentação das células espermáticas observado em forma de ondas, e pode ser verificado em microscópio óptico ou com dispositivo de contraste de fase, com objetiva de 10x, depositando-se uma gota de sêmen não diluído (5 a 10 µL) sobre uma lâmina. A interpretação do resultado é subjetiva e expressa em uma escala, em que zero representa a ausência de movimento e 5 o valor máximo atribuído, podendo ser um indicador de alta concentração espermática, principalmente no ejaculado de ruminantes (ZORZETTO *et al*., 2018).

A motilidade é a representação da porcentagem (0 a 100) de espermatozoides móveis em um ejaculado, que pode ser determinado de forma subjetiva ou objetiva por meio de análise computadorizada, sendo um parâmetro fundamental para determinar a qualidade do ejaculado. A avaliação subjetiva é uma estimativa visual, sendo uma técnica rápida, simples e de fácil execução, realizada em microscópio ótico de campo claro ou de contraste de fase, com objetiva de 20 ou 40X, colocando-se uma alíquota de sêmen entre lâmina e lamínula (HENRY; NEVES, 2013).

A avaliação subjetiva da motilidade espermática, apresenta maior ou menor acurácia em função da experiencia do técnico, o que dificulta a correta determinação da capacidade de fecundação de um ejaculado ou dose de sêmen. Neste sentido, foram desenvolvidos sistemas automatizados para análise do sêmen animal, como o Sistema de Análise Espermática Assistida por computador (Computer-assisted Sperm Analysis – CASA) (AMANN; WABERSKI, 2014).

O CASA consiste em um sistema computadorizado automático, capaz de obter informações mais precisas sobre o movimento espermático em comparação a avaliação subjetiva. Este, captura várias imagens dos espermatozoides, as quais são analisadas por um *software* computacional, que traça uma trajetória para cada célula, obtendo-se vários parâmetros do movimento espermático (AMANN; WABERSKI, 2014).

Além da motilidade, os ejaculados devem ser avaliados quanto ao vigor espermático, que representa a intensidade/velocidade com que os espermatozoides se movem, sendo classificado em uma escala de 1 (exclusivamente oscilatório) a 5 (muito rápido), sendo desejável acima de 3. A avaliação pode ser efetuada sob microscopia com aumento de 100x, utilizando-se uma alíquota de sêmen entre lâmina e lamínula ou câmera de Makler (VALE, 2011).

A concentração espermática também constitui uma das análises essenciais aplicada ao processamento do sêmen, e compreende o quantitativo de células por milímetro ou centímetro cúbico. O método mais utilizado para se proceder a contagem das células é a através do uso da câmara de Neubauer, podendo-se ainda fazer o uso de espectrofotometria ou métodos computadorizados como o CASA, para determinação precisa da concentração principalmente nas centrais de coleta, processamento e comercialização de sêmen congelado (CRESPILHO *et al*., 2017).

Para contagem em câmara de Neubauer, o sêmen poderá ser diluído em solução formol-salina, citrato de sódio formalado ou água destilada, em diferentes proporções (1:10 até 1:400). A contagem é realizada em microscópio com contraste de fase com objetiva de 40, 100 ou 200, contabilizando-se os espermatozoides presentes em cinco quadrados de cada lado da câmara (HENRY; NEVES,

2013). Posteriormente faz-se o cálculo da concentração e o valor encontrado deverá ser multiplicado por 1000 para expressar a quantidade em mL, conforme a fórmula e exemplo.

Cálculo da concentração espermática (SILVA *et al*., 2017).

Concentração: *N x* 5 *x* 200 *x* 10 *x* 1000.

Exemplo:
Concentração = 80 x 5 x 200 x 10 x 100 = 800 x 10^6 espermatozoides/ mL.

Em que:
N = Número médio de células contabilizadas nas duas bandas da câmara;
5 = Número de quadrados contatos em 1mm^2;
200 = Fator de diluição (1:200);
10 = Altura da câmara (0,1 mm);
1000 = transformar em mL (espermatozoides/mL).

A qualidade do ejaculado destinado a criopreservação também depende das características morfológicas (cabeça, peça intermediária e flagelo) dos espermatozoides, pois estas influenciam diretamente no potencial de fecundação dos espermatozoides. Portanto, para avaliar a morfologia espermática poderão ser utilizados diferentes métodos, como esfregaços corados ou preparação úmida.

Na preparação úmida, adiciona-se sêmen em solução formol salina 1,6% e, posteriormente, avalia-se em microscópio de contraste de fase em objetiva com aumento de 100x com óleo de imersão. No método de esfregaços corados, utiliza-se eosina-nigrosina, rosa bengala ou outro corante, sendo a lâmina analisada sob imersão a um aumento de 1000x em microscópio óptico (MARTINS *et al*., 2016).

Nos dois métodos, analisando-se os defeitos de forma e estrutura, os quais podem ser classificados em defeitos maiores ou menores, primários ou secundários, ou ainda considerando-se o segmento do espermatozoide afetado (cabeça, peça intermediária e flagelo). Após a avaliação, espera-se 70% de espermatozoides morfologicamente normais para que o sêmen possa ser criopreservado (HENRY; NEVES, 2013).

Além das avaliações rotineiras, alguns laboratórios realizam outras análises, como as destinadas a estimar a integridade de membrana plasmática, utilizando associação de corantes (teste supravital) e solução hiposmótica (teste hiposmótico) (HENRY *et al*., 2017).

Na análise supravital realiza-se um esfregaço com o sêmen, o qual é adicionado de solução de eosina-nigrosina na proporção de 1:1. A eosina, ao adentrar na membrana plasmática danificada, adere-se aos ácidos nucleicos colorindo de rosa os espermatozoides com membrana lesada, enquanto que aquele com membrana integra (vivo) irá se apresentar claro ou sem coloração (MARTINS *et al*., 2016).

O teste hiposmótico, baseia-se nas características de manutenção do equilíbrio osmótico entre o meio intra e extracelular. Assim, a célula espermática com membrana integra ao ser exposta a uma solução com osmolaridade inferior à do seu interior, sofre um processo de influxo de água (edema) que resulta em dobramento ou enrolamento da cauda. No caso da membrana lesada, o equilíbrio osmótico se estabelece rapidamente, sem aumento de volume, conservando a cauda em seu estado original (MARTINS *et al*., 2011).

A análise da membrana plasmática também tem sido realizada utilizando a associação de sondas de diacetado de 6-carboxifluoresceína e iodeto de propídeo. Neste método, os espermatozoides são incubados em solução contendo as sondas e em seguida 200 células espermáticas são analisadas em microscopia de fluorescência em aumento de 1000 x. Assim, as células com membrana íntegra emitirão fluorescência verde e as com membrana danificada emitirão coloração vermelha (HARRISON; VICKERS, 1990).

A próxima etapa do processamento tecnológico do sêmen é a diluição, que é realizada utilizando-se diluidores comerciais, os quais combinam vários componentes que são incluídos em diferentes porcentagens em sua formulação. Estes componentes, têm por finalidade proteger as células espermáticas durante a criopreservação, minimizando o desenvolvimento de organismos potencialmente patogênicos pela adição de antibióticos (penicilina e estreptomicina) e promovendo a manutenção da osmolaridade e pH do meio (citrato de sódio, Tris, Tes). Aos diluidores de sêmen, também são adicionados fontes de lipoproteínas ou moléculas de alto peso molecular que atuam previnindo o choque frio (gema do ovo e leite), e fontes energéticas como glicose e frutose. Possuem ainda em sua constituição, crioprotetores como glicerol, etilenoglicol e amidas, e outros aditivos como os antioxidantes (SOUZA; MORAES; TONIOLLI, 2017).

A maioria dos diluidores utilizados na criopreservação contêm citrato-gema de ovo, Tris-gema (Hidroximetil-aminometano) e Tes-gema (N-tris-hidroximetil--aminometano ácido sulfônico), além de leite desnatado e glicerol como crioprotetores (Quadro 1).

Quadro 1 – Fórmula do diluente Tris-gema de ovo utilizado para criopreservação de sêmen

SOLUÇÃO A	Quantidade
Tris (Hidroximetil-aminometano)	38,10 g
Ácido cítrico monohidratado	19,70 g
D-frutose	15,50 g
Estreptomicina	1,00 g
Penicilina G potássica	5 x 10^5 UI
Água bidestilada	1000 mL
SOLUÇÃO B	
Solução A	73 mL
Gema de ovo	20 mL
Glicerol	7 mL

Fonte: VALE (2011).

A diluição é baseada na concentração do ejaculado, a qual levando-se em conta o volume coletado, a quantidade de células viáveis pode palheta, a motilidade e o volume da palheta utilizada para o envase, conforme exemplo abaixo. A diluição é realizada em uma ou duas etapas para obter uma concentração final que varia de 10 a 150 x 10^6 espermatozoides/dose, isso considerando as diferentes espécies de ruminantes (HENRY; NEVES, 2013).

Cálculo da diluição do sêmen para a criopreservação (SILVA *et al*., 2017).

Total de células móveis = concentração espermática x volume ejaculado x motilidade (1)
Número de doses = total de células móveis/dose inseminante por palheta (2)
Volume total = número de doses x volume da palheta (3)

Volume a acrescentar de diluente = volume total – volume do ejaculado (4)

Para fins de exemplo iremos considerar:

- Volume do ejaculado = 7 mL
- Concentração espermática = 800 milhões de espermatozoides/mL ($800x10^6$)
- Dose inseminante = 25 milhões de espermatozoides/mL ($25x10^6$)
- Volume da palheta utilizada = 0,25 mL;
- Motilidade = 80% (0,80)

Exemplo:

(1) Total de células móveis = [(800.10^6) x(0,80)x7] = $448*10^7$ milhões de espermatozoides/mL.
(2) Número de doses = $448.10^7/25.10^6$ = ~ 180 doses.
(3) Volume total = 180 x 0,25 = 45 mL.
(4) Volume a acrescentar do diluidor = 45 – 8 = 37 mL.

Logo, o volume do diluidor acrescentado para realizar a diluição do sêmen será de **37 mL.**

O envase do sêmen diluído, será a próxima etapa do processamento do sêmen para criopreservação. Este pode ser realizado utilizando palhetas francesas de 0,25 mL ou 0,5 mL. Posteriormente, o sêmen passará ao protocolo de congelamento, que incluem a etapa de refrigeração e a de congelação. Os métodos e técnicas utilizadas são variados e podem envolver sistemas automatizados (DIAS *et al*., 2018) ou manuais, com o uso materiais de baixo custo para gerar a curva de refrigeração, tais como caixa de isopor com nitrogênio líquido, o qual é utilizado para realizar a curva de congelação (ABUD *et al*., 2014).

No processo de criopreservação utilizam-se diferentes combinações de curva de refrigeração e congelação. A refrigeração é realizada partindo-se da temperatura ambiente até atingir 4 a 5 ºC, a uma redução 0,25 a 0,5°C/minuto. Posteriormente realiza-se o período de equilíbrio, que é necessário para que as membranas espermáticas se adaptam a baixa temperatura, esse tempo pode variar de 30 minutos até 72 horas, dependendo do diluente utilizado (FLEISCH *et al*., 2017).

A curva empregada para a congelação varia de -15 a -20 ºC minuto, até atingir -120 a -140 ºC, quando as doses são mergulhadas em nitrogênio líquido a -196 ºC, e posteriormente estocadas em botijão criogênico. Finalmente, para que um lote de sêmen congelado seja aceito para o uso em programas de IA deve possuir características desejáveis, como apresentar pelo menos 30% de motilidade e vigor de 2-3 (HENRY; NEVES, 2013).

3.2 Pesquisas visando a melhoria da viabilidade espermática após o processo de criopreservação, utilizando produtos da flora Amazônica

A viabilidade espermática após a criopreservação ainda enfrenta grandes obstáculos, apesar do progresso científico e tecnológico nos últimos anos (BATISSACA *et al*., 2020). Os principais fatores que influenciam o desempenho biológico dos espermatozoides pós descongelação são a manipulação do sêmen, os diluidores e concentração de crioprotetores, método de congelação e descongelação, além das diferenças de sensibilidade a congelação das células espermáticas entre as espécies e indivíduos (YEST, 2016).

Diante disto, torna-se necessário adotar estratégias que minimizem os danos ocasionados as células espermáticas no decorrer do processo de criopreservação, como a adição de antioxidantes ao diluente de congelação, pois durante a etapa de diluição do sêmen parte da capacidade protetora dos espermatozoides é removida. Além disso, os espermatozoides são vulneráveis as espécies reativas ao oxigênio (ERO), devido à baixa capacidade antioxidante citoplasmática e ao alto conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados na membrana celular, e esta pode levar a peroxidação lipídica (SAPANIDOU *et al*., 2015), sendo necessário garantir proteção adicional, pela adição de substâncias com ação antioxidante aos diluidores (SOUZA *et al*., 2017).

Adicionalmente, a preocupação global com a contaminação microbiológica e com os danos provocados aos espermatozoides durante a criopreservação, tem impulsionado as pesquisas que visam buscar alternativas que substituam parcialmente ou integralmente o uso da gema do ovo e leite como componentes dos diluidores de criopreservação, além de estratégias de suplementação com o uso de aditivos de origem vegetais, principalmente aqueles com potencial antioxidante (SANTOS *et al*., 2018).

Os produtos de origem vegetal como componentes dos diluidores de criopreservação do sêmen de ruminantes, tem sido utilizados na forma de óleos, como o coco (TARIG *et al*., 2017) de palma (DEL VALE *et al*., 2013), extratos, como o de melancia (CASTILHO, 2012) e *Aloe Vera* (FARIAS *et al*., 2019), em pó, como a água de coco liofilizada (CAVALCANTE *et al*., 2014), e no formato de substâncias extraídas a partir de frutas e plantas, como crocin presente no açafrão (SAPONIDEU *et al*., 2015).

Neste âmbito, existe uma abundância de frutos e plantas da flora Amazônica, que apresentam composição química que desperta interesse para aplicação em biotecnologias do sêmen. Dentre estas, o açaí (*Euterpe oleracea Martius*), fruto abundante na Região Amazônica, constituído por proteínas, colesterol, açucares, vitaminas A C e E, compostos fenólicos e polifenólicos, como as antocianinas, as quais apresentam potencial para promover a melhoria na qualidade do sêmen criopreservado, devido a associação com ações antioxidantes e, portanto, merece atenção especial na reprodução animal (LUZ *et al*., 2018).

Em pesquisas com biotecnologias do sêmen, o açaí liofilizado foi utilizado para obtenção de um extrato para ser adicionado a diluentes de criopreservação de sêmen bovino com baixa tolerância ao processo de congelação. O extrato de açaí, proporcionou maior preservação da integridade da membrana plasmática dos espermatozoides, sendo esta atribuída a presença de substâncias com potencial antioxidante, principalmente as antocianinas, que atuam doando elétrons ou átomos de hidrogênios para radicais livres, o que contribui para maior estabilização destes, e consequentemente previne os danos provocados pelas espécies reativas ao oxigênio (LUZ *et al*., 2018). Além do mais, a presença de ácidos graxos (linoleico e linolênico) pode ter atuado para aumentar a quantidade desses na membrana dos espermatozoides. Portanto, o extrato de açaí, demonstrou ser uma estratégia promissora para conservar a integridade da membrana plasmática dos espermatozoides no sêmen de animais com baixa tolerância a criopreservação (LUZ *et al*., 2019).

Outro produto pertencente a flora amazônica empregada em pesquisas com biotecnologias do sêmen, é a amêndoa da

castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) utilizada na forma de extrato, para substituir a gema do ovo em até 100% no diluente de congelação do sêmen bovino (SILVA *et al*., 2017). Neste estudo, hipotetizou-se que a castanha-do-brasil por apresentar abundante porção lipídica, aminoácidos essenciais e minerais como o selênio, pudesse contribuir com a redução do estresse oxidativo. Entretanto, a substituição da gema por extrato de castanha comprometeu a qualidade espermática e refletiu negativamente na fertilidade avaliada *in vitro*.

A redução da motilidade espermática tem sido atribuída ao aumento da viscosidade do diluidor devido a fração de ácidos graxos e possivelmente ao tamanho das partículas geradas pelo processamento do extrato, o que pode ter dificultado a movimentação dos espermatozoides. Além disso, não conseguiram comprovar a ação antioxidante do selênio, visto que o extrato resultou em menor integridade da membrana plasmática e menor capacidade fecundante dos espermatozoides, verificado pela redução na taxa de clivagem *in vitro*.

Diante do exposto, verifica-se que ainda existem muitas lacunas que precisam ser preenchidas quando se trata da criopreservação do sêmen de ruminantes para uso em programas de IATF. Mesmo com os avanços nos protocolos de criopreservação, ainda há uma gama de estudos para desenvolver estratégias que minimizem os efeitos negativos que comprometem a qualidade do sêmen descongelado, como pesquisas voltadas para alternativas que empregam produtos regionais.

4. Produção *in vivo* e *in vitro* e sua aplicabilidade na região amazônica

Na atualidade, a produção de embriões *in vivo* por superestimulação ovariana (SOV) e a produção de embriões *in vitro* (PIVE) se constituem como as principais tecnologias utilizadas para a propagação acelerada do material genético de fêmeas bovinas (SALILEW-WONDIM *et al*., 2015).

4.1 Produção de embriões *in vivo*

A Transferência de Embriões (TE) envolve diversas etapas necessárias para recolher os embriões do interior útero de vacas doadoras e transferi-los para o útero das vacas receptoras para completarem o tempo da gestação, com a finalidade de ampliar o número de descendentes com características genéticas desejáveis, aumento a pressão de seleção para o melhoramento genético (MORAES *et al*., 2002), pois aumenta em média, 10 vezes o número de crias/vaca/ano.

O termo TE, no sentido mais amplo, engloba todas as etapas do processo, que incluem a hiperestimulação ovariana, inseminação, coleta, isolamento, classificação, envase e posterior transferência ou congelamento dos embriões obtidos, que serão descritos a seguir.

4.2 Superovulação e sincronização das doadoras com as receptoras

A principal meta de um programa de TE é obter um número elevado de embriões viáveis por doadora, por maio da maior quantidade de óvulos liberados após aplicação de hormônios exógenos e posterior transferência dos embriões obtidos. Os hormônios que constituem a base dos protocolos hormonais de superovulação são o FSH, que é o mais empregado atualmente e a eCG ou PMSG (GONÇALVES *et al*., 2008), para se sobrepor aos estímulos fisiológicos que desencadeiam uma única ovulação.

A administração de FSH nos protocolos de superovulação (SOV), deve ser realizada no início da onda de desenvolvimento folicular, antes que ocorra a seleção do FD. Programas atuais de superovulação utilizam a técnica de sincronização da onda folicular – Superovulação em Tempo Fixo (SOVTF). Para iniciar a SOV no melhor momento possível, isto é, no início do desenvolvimento dos folículos. Além de controlar a dinâmica folicular, os novos protocolos controlam também o momento do início das ovulações, possibilitando a IATF nas doadoras sem observação de cio.

Para que haja sucesso na implantação dos embriões no útero endométrio das receptoras, é necessário que seu ciclo estral estejam no mesmo estágio que o das doadoras no momento da coleta dos embriões. Quanto maior o grau de sincronia de condição uterina, maiores serão as taxas de gestação. A margem tolerável de desigualdade do ciclo das doadoras com o das receptoras é de 24 horas, contudo, o ideal é que seja inferior a 12 horas (VIEL JUNIOR, 2007). Assim, os protocolos de IATF, associados a SOV, permitem a sincronização das doadoras com as receptoras permitindo a transferência dos embriões em tempo fixo.

4.3 Coleta dos embriões

A coleta dos embriões é efetuada no sétimo dia após a inseminação da doadora. Nesta fase, os embriões ainda não estão aderidos ao endométrio e se encontram flutuando no lúmen da ponta dos cornos uterinos, e comumente estão no estádio de mórula ou blastocisto (OLIVEIRA *et al*., 2014).

Após a contenção da doadora no tronco é realizado o esvaziamento do reto e assepsia da região vulvar, seguida de uma anestesia epidural para facilitar a manipulação do aparelho reprodutivo. Após completo relaxamento da cauda, uma sonda de Foley com o auxílio de um mandril deve ser inserida via transcervical e posicionada no corpo uterino, quando o balão presente na extremidade da sonda deve ser inflado para sua fixação. Em seguida um sistema tipo Y é acoplado à um cateter de Foley. São fixados ao cateter a bolsa contendo o liquido de coleta (Tampão Fosfato Salino Modificado por Dulbecco – *DMPBS)* e o filtro coletor de embriões.

O Sistema permite regular da entrada e saída do meio de coleta, gerando uma força negativa que permite saída do meio contendo os embriões por sifonagem (oliveira *et al*., 2014). Após a lavagem do útero de cada doadora, o coletor com os possíveis embriões vai para o laboratório, no qual o conteúdo é passado para uma placa de Petri para o rastreamento e classificação dos embriões de acordo com parâmetros apontados da IETS (INTERNATIONAL EMBRYO TRANSFER SOCIETY; STRINGFELLOW; GIVENS, 2010)

Ainda que da TE *in vivo* produza embriões com qualidade superior, é importante que seja respeitado um intervalo mínimo de 40 dias entre protocolos de SOV, pois o emprego sucessivo do FSH altera os padrões do ciclo estral, interferindo nos resultados das superovulações posteriores. Em contra partida, na produção *in vitro*, consegue-se realizar a obtenção de ovócitos semanalmente por meio da aspiração folicular guiada por ultrassonografia (OPU) (SPRÍCIGO; DODE, 2017).

4.4 Produção de embriões *in vitro*

A PIVE tem sido consolidado como uma ferramenta para multiplicação e

difusão de genética superior, pela capacidade de aumentar drasticamente a progênie de uma doadora durante sua vida produtiva. Para se ter ideia, do seu potencial, estima-se a IA permite a obtenção de um (1) bezerro/ano; a TE clássica, (1) bezerro/mês; enquanto a PIVE é capaz de produzir um (1) bezerro por semana.

Com a ampliação do número de profissionais e empresas de biotecnologias no Brasil, a PIVE tem se tornado mais acessível aos produtores consolidando sua utilização em nosso país. O Brasil é referência na técnica e se destaca no cenário mundial, com 345.528 embriões bovinos produzidos *in vitro* em 2017 (VIANA *et al*., 2017).

Em 2019 completou 20 anos das primeiras prenhezes advindas de PIVE realizadas empresas Brasileiras (VIANA *et al*., 2017). Durante esse tempo, ocorreram expressivas mudanças na indústria de embriões no país, levando-se em conta além dos números absolutos, a dinâmica do comércio de produtos e serviços, nos valores cobrados, margem de lucro e no perfil dos profissionais dos prestadores de serviço. O uso em grandes quantidades de embriões por PIVE, tem impactado positivamente nos programas de melhoramento e evolução genética dos rebanhos brasileiros (VIANA *et al*., 2017).

O processo de produção in vitro de embriões (PIVE) consiste nas seguintes etapas: OPU para obtenção dos complexos cumulus-oophorus (COCs); seguida pela maturação (MIV); a fecundação *in vitro* (FIV) desses oócitos, o cultivo embrionário *in vitro* (CIV) e a TE para as receptoras (GONÇALVES *et al*., 2008).

4.5 Obtenção, seleção e classificação de oócitos

A obtenção de oócitos, pode ser feita de vacas vivas ou post-mortem. Ovários obtidos em frigoríficos representam uma importante fonte de oócitos para pesquisas científicas e produção de embriões em larga escala por apresentar grande quantidade e baixo ou nenhum custo. Entretanto, essa opção se torna inviável em programas de melhoramento genético visto que a genealogia e histórico de produção dos animais são, na maioria das vezes, desconhecidos (SANTOS *et al*., 2017).

A OPU é a técnica consolidada para a obtenção de oócitos de doadoras vivas e consiste na aspiração de folículos ovarianos das vacas doadoras, por penetração do ovário por uma agulha e remoção do fluido folicular com os oócitos (SILVA *et al*., 2019).

A aspiração é realizada utilizando-se um aparelho de ultrassom com transdutor micro convexo de 7,5 MHz acoplado a uma guia para agulha de aspiração (calibres 18 a 20 G), interligada a uma bomba de vácuo por meio de um circuito de aspiração (MARIANO *et al*., 2015).

O procedimento de aspiração é efetuado, posicionando-se a guia de aspiração montada, no fundo da vagina, direcionando-a ao lado do ovário a ser aspirado. Os oócitos são aspirados em PBS acrescido de 5% de Soro Fetal Bovino e 1 μL/mL de heparina sódicaa 36°C. A bomba de vácuo deve apresentar pressão entre 13 a 15 mL/min. para garantir a aspiração mantendo a qualidade dos oócitos. O liquido folicular obtido deve passar em filtros de 80 μm para remoção de células sanguíneas. Os CCOs recuperados serão classificados em estereomicroscópio (SPRICIGO; DODE, 2017).

A classificação dos oócitos tem como base sua morfologia, levando-se em conta a quantidade de camadas de células do cumullus e aparência do citoplasma, sendo classificados em graus I, II e III (GI, GII e GIII), oócitos sem cumullus (s/c), expandidos (exp), degenerados (deg) e atrésicos (atr), segundo Lonergan (1994). Os classificados como GI, GII e GIII são banhados em meio TCM 199 com Hepes, com adição de com 10% Soro Fetal Bovino (SFB), 2,2 μg de piruvato de sódio e 50 μg de gentamicina, depois transferidos para placas de petri ou microtubos contendo meio de maturação.

A qualidade dos oócitos obtidos, consiste num aspecto crucial para o sucesso nas etapas subsequentes da PIV, visto que quanto melhor a qualidade, maiores serão as chances de que esses oócitos sejam fecundados e cheguem ao completo desenvolvimento embrionário (CROCOMO *et al*., 2019).

4.6 Maturação *in vitro* (MIV)

A maturação oocitária compreende transformações nucleares, citoplasmáticas e moleculares, permitindo que os gametas femininos torne-se capazes de serem fecundados e completem sua evolução até a fase de embriões (WRENZYCKI, 2016). Em laboratório, a maturação dos oócitos ocorre entre 18 e 24 horas, saindo do estádio de diplóteno da prófase I da primeira divisão meiótica para o estádio de metáfase II (THOMPSON *et al*., 2000).

Afim de que que os eventos da maturação oocitária ocorram *in vitro* com secesso, é imprescindível controlar a umidade, a atmosfera gasosa e a temperatura, além de garantir que que os meios de maturação usados durante este processo simulem as mesmas condições do processo de maturação *in vivo* (SANGILD, 2000). Diversos estudos tem sido feitos, avaliando meios para a MIV dos oócitos, como o Synthetic Oviductal Fluid – SOF, Ham's F-12 e o Tissue Culture Medium 199 (TCM 199®). Contudo, o TCM199® é o mais utilizado nos laboratórios de PIVe, geralmente, suplementado com SFB, FSH, LH, estradiol-17β, aminoácidos, bicarbonato de sódio, piruvato de sódio, lactato, vitaminas e antibióticos (PALMA, 2008).

Para a maturação em condições laboratoriais, um máximo 30 oócitos são postos gotas de 100 μL de meio de maturação, sob óleo mineral, em incubadora à 38,5 ºC com atmosfera controlada contendo 5% de CO2, 5% de O2 e 90% de N, com umidade saturada por 22 à 24 horas (PISTILLO *et al*., 2019).

4.7 Fecundação *in vitro* (FIV)

Para a fecundação *in vitro,* os gametas masculinos e femininos são incubados em meio de fecundação. Entretanto, as células espermáticas logo após a ejaculação, não são capazes de fecundar os oócitos, precisando ainda passar pelo processo de capacitação espermática que ocorre durante o percurso pelo aparelho reprodutivo da fêmea, até o terço médio da tuba uterina onde ocorre a fecundação. Durante esse trajeto a existência de glicosaminoglicanos (GAG) provoca a capacitação das células espermáticas (MELLO *et al*., 2016).

No caso da FIV, os espermatozoides são adicionados diretamente aos gametas femininos, utiliza-se o meio TALP-FERT que contém heparina que atua na capacitação espermática (SIRARD, 2017). Além disso, para se obter maiores taxas de fecundação, é excencial que previamente, seja realizada uma seleção espermática, recuperando a maior quantidade possível

de espermatozoides aptos a fecundarem e descarte dos inaptos, além de subtrair elementos prejudiciais contidos no plasma seminal ou em diluidores de sêmen. O método de seleção espermática mais utilizado é a centrifugação do sêmen em *gradiente* de densidade de *Percoll* (ARIAS *et al*., 2017).

Em suma, passado o período de 24 horas de maturação, os CCO's, devem ser lavados em meio de fertilização e posteriormente transportados para gotas de meio de fecundação, sob óleo mineral testado para cultura de células. Concomitantemente, o sêmen deve ser descongelado a 35°C por 30 segundos e em seguida depositado sobre colunas de gradiente Percoll 45-90% e centrifugado. O sedimento de espermatozoides deve ser ressuspendido em meio de capacitação CAP e centrifugado novamente, o pellet formado deve ser diluído em meio de fertilização e após observação da motilidade e vigor, cada gota deve ser fertilizada com concentração final de 1,0 x 106 espermatozoides vivos/mL. Em seguida, as placas devem ser incubadas nas mesmas condições em que ocorreu a maturação por 16 a 18 horas.

4.8 Cultivo *in vitro* (CIV)

Decorrido o período de FIV, por meio de sucessivas pipetagens ou uso de vortex as células dos cúmulos devem ser removidas dos possíveis zigotos, os quais devem em seguida devem ser lavados em meio de fluido de oviduto sintético (SOF) e cultivados em meio SOF suplementado com aminoácidos essenciais e não essenciais, sodium tri citrato, myo-inositol e 5% SFB nas mesmas condições de umidade, temperatura e atmosfera das etapas anteriores (SILVA *et al*., 2019).

No segundo dia de cultivo deve ser determinada a taxa de clivagem (clivados/total em cultivo), e no sextou ou sétimo dia, o índice de embriões que chegara ao estádio de blastocisto (blastocistos/total em cultivo), a classificação dos embriões obtidos deve ser realizada como descrita no Manual da IETS (ROBERTSON; NELSON, 1998), para transferência imediata para vacas receptoras ou criopreservados e armazenados para transferências futuras.

4.9 Produção de embriões em larga escala e em longas distâncias na realidade amazônica

O rebanho bovino brasileiro no período de 1975 a 2017 passou de 101.673.753 para 171.858.168 de animais, com um crescimento de 69%. No mesmo período, o número de bovinos na Amazônia passou de 5.119.585 para 59.682.788 de cabeças, representado 77% do crescimento do rebanho brasileiro no referido período (OHASHI *et al*., 2018). Na mesma proporção ocorreu crescimento de derrubada da floresta para formação de pastagem cultivada, cuja área passou de 4.105.488 para 44.766.547 ha (IBGE, 2018).

É importante ressaltar a importância socioeconômica da bovinocultura na região sendo praticada por grandes, médios e pequenos produtores. Entretanto, um dos fatores restritivos a atividade agropecuária na região Amazônica é a baixa eficiência reprodutiva e animais pouco especializados para produção de carne ou leite (MINERVINO *et al*., 2006). Assim, se faz necessária a utilização de tecnologias apropriadas, como na reprodução animal, para o aumento de produtividade com redução dos impactos ambientais permitindo produzir mais, sem a obrigação de se abrir novas áreas diminuindo o desmatamento (SANTOS *et al*., 2013).

Nesse cenário, ressalta-se que na Amazônia há predominância da monta natural como sistema de acasalamento, e na região Norte, somente 2,03% do rebanho é inseminado artificialmente, enquanto que a média nacional de uso da IATF é de 13,1% do total de matrizes (SANTOS *et al*., 2017). Adicionalmente, a PIVE é uma das técnicas que pode ser empregada com vistas a aumentar a produtividade dos sistemas, pois permite produzir tourinhos melhoradores para agregar ganho genético em um rebanho. Assim, possibilita-se, tanto o melhoramento genético de animais zebuínos, quanto o cruzamento industrial, produzindo animais mais pesados e com melhores carcaças, por meio da introdução de raças taurinas tropicais que podem ser multiplicados na própria região por meio de programas de PIVE.

Outra importância relevante do uso da PIVE é a possibilidade do uso racional do semên sexado, por permitir que uma menor quantidade de espermatozoides fecunde vários oócitos em curto espaço de tempo, o que pode potencializar o desempenho econômico da pecuária leiteira e de corte, pela possibilidade de definição do sexo dos bezerros, considerando o maior interesse no nascimento de fêmeas e/ou machos, para as respectivas atividades (SERAFIM *et al*., 2018).

O domínio da técnica favoreceu a expansão do uso da fecundação *in vitro* no Brasil, permitindo sua utilização em larga escala e a exportação desse modelo para vários países latino-americanos e de outros continentes. Porém, a expansão do uso dessa técnica na região amazônica apresenta alguns fatores limitantes, como a distância das maiores empresas de PIV, que em sua grande maioria são localizadas nas regiões sul e sudeste e as grandes propriedades produtoras de gado da região Norte do Brasil (SILVA *et al*., 2014).

Apesar da região amazônica, ficar distante dos grandes laboratórios de PIVE quando comparado com outras regiões, essa localização geográfica não impede a adoção dessa biotecnologia por produtores rurais amazônicos (LOIOLA *et al*., 2014). Entretanto, o custo do embrião produzido, em função da logística despendida ainda são bastante elevados, o que tem desencorajado muitos produtores de investir nessa biotecnologia. Além disso, o tempo gasto no transporte dos oócitos, da fazenda para o laboratório e dos embriões no caminho inverso, pode trazer prejuízos a taxa e a qualidade de embriões ao final do processo, ocasionando baixa taxa de prenhez. Desta forma, requer técnica especializada para transportar os embriões, exigindo meio de cultivo e atmosfera com controlada (CAVALIERI *et al*., 2015).

Diante disto, uma alternativa para as longas distâncias, é o transporte de embriões no próprio meio de cultivo, com controle da atmosfera gasosa, em incubadora portátil. Os embriões são transportados em meio de cultivo com tempo programado de acordo com o tempo de transporte para cada localidade (PONTES *et al*., 2010). O transporte por até 48 horas (CAVALIERI *et al*., 2015) ou por 200 quilômetros entre a fazenda e laboratório (LOIOLA *et al*., 2014), não provocaram efeitos negativos aos embriões, validando assim os programas de PIVE mesmo para produtores que se encontram distantes dos laboratórios.

Adicionalmente, algumas empresas nacionais têm produzido incubadoras de bancada de menor porte e menor custo em relação as incubadoras de grandes volumes utilizadas em por laboratórios comerciais. Silva *et al*. (2019) analisaram a capacidade de dois diferentes sistemas de incubação (incubadora de bancada convencional com oxigênio elevado e mini incubadora de bancada com baixa tensão

de oxigênio) e demonstraram a eficiência da mini incubadora de fabricação nacional para obtenção *in vitro* de embriões. Assim, elimina-se a necessidade de transporte oócitos e embriões em longas distâncias, permitindo que todas as etapas da PIVE possam ser realizadas nas próprias fazendas, se adequando as peculiaridades da pecuária bovina na região amazônica.

Recentemente relatada por Spricigo e Dode (2017), a transferência intrafolicular de ovócitos imaturos (TIFOI), desponta como uma nova alternativa para produção de embriões bovinos. Nesta técnica, os são obtidos por OPU, isolados e preparados para serem introduzidos em um folículo dominante perto da ovulação de uma vaca receptora, que será chamada de ovuladora, a qual será inseminada. A vaca ovuladora será uma receptora intermediária, em que onde se dará desenvolvimento embrionário até o estádio de mórula e blastócito e por volta do sétimo ou oitavo dia serão coletados para serem transferidos para receptoras que levarão a gestação até o final, ou podem ser criopreservados e armazenados em nitrogênio (SPRÍCIGO; DODE, 2017). A consolidação dessa técnica eliminará a necessidade do uso de laboratório e meios de cultivo complexos, favorecendo o uso da PIVE na região amazônica. Vale ressaltar que a mesma ainda se encontra em fase de estudos e ainda não tem sua aplicação em escala comercial.

5. Considerações finais

Apesar dos avanços e da grande contribuição das biotécnicas reprodutivas para os sistemas de produção animal, sua disseminação na região amazônica encontra-se aquém do verdadeiro potencial, pois verifica-se que ainda há predominância da monta natural como sistema de acasalamento nas propriedades rurais. Tal realidade, muitas vezes tem sido atribuída as dificuldades que os produtores da Amazônia encontram, como as longas distâncias existentes entre o mercado produtor de sêmen congelado e embriões, como relatado neste capítulo.

Baseado nisto, torna-se necessário a união de esforços para desenvolver mais estratégias, além das explicitadas anteriormente, que possam minimizar estas dificuldades. Diante disto, a adoção destas, por produtores da região amazônica, contribuíra para a obtenção de sistemas cada vez mais eficientes, do ponto de vista, produtivo e reprodutivo, com maior ofertada de produtos de origem animal, e maior sustentabilidade da atividade.

REFERÊNCIAS

ABUD, C. O. G.; ABUD, L. J.; NETO, J. D. O. C.; DODE, M. A. N.; SERENO, J. R. B.; MARTINS, C. F. Comparação entre os sistemas automatizado e convencional de criopreservação de sêmen bovino. **Ciência Animal Brasileira**, 15(1), 32-37, 2014.

AMANN, P. A.; WABERSKI, D. Computer-assisted sperm analysis (CASA): capabilities and potential developments. **Theriogenology**, v. 81, n. 1, p. 5-17, 2014.

ARIAS, M.E., ANDARA, K., BRIONES, E., FELMER, R. Bovine sperm separation by Swim-up and density gradients (Percoll and BoviPure): Effect on sperm quality, function and gene expression. **Reprod Biol**, v. 17, p. 126-132, 2017.

BARUSELLI, P. S. IATF supera dez milhões de procedimentos e amplia o mercado de trabalho. **Revista Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV**) Brasília, DF, v. 22, n. 69, p. 57-60, 2016.

BARUSELLI, O. S.; REIS, E. L.; MARQUES, M. O.; *et al*. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrous beef cattle in tropical climates. **Animal Reproduction Science**, v. 82/83, p. 479-486, 2004.

CARVALHO, T. B.; ZEN, S. A cadeia de pecuária de corte no Brasil: evolução e tendências. **Revista iPecege**, v. 3, n. 1, p. 85-99, 2017.

CASTILHO, E. F. **USO DO EXTRATO LÍQUIDO DE MELANCIA (Citrullus lanatus) NA CRIOPRESERVAÇÃO DE SÊMEN DE TOUROS DA RAÇA NELORE**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

CAVALCANTE, J. M. M.; BRASIL, O. O.; SALGUEIRO, C. C. D. M.; SALMITO-VANDERLEY, C. S. B.; NUNES, J. F. Criopreservação do sêmen ovino em meio diluente à base de água de coco em pó (ACP-102c). **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 3, p. 344-353, 2014.

CAVALIERI, J.; HEPWORTH, G.; FITZPATRICK, L. A.; SHEPHARD, R. W.; MACMILLAN, K. L. Manipulation and control of the estrous cycle in pasture-based dairy cows. **Theriogenology**, v. 65, p. 45-64, 2006.

CAVALIERI, F. L. B.; ANDREAZZI, M. A.; COLOMBO, A. H. B.; EMANUELLI, I. P.; MORESKI, D. A. B.; *et al*. Estudo Sobre o Cultivo In Vitro de Embriões Bovinos Durante o Transporte. **Ars Veterinaria**, v. 31, n. 1, p. 07-11, 2015. Disponível em:. doi: 10.15361/2175- 0106.2015v31n1p07-11.

CRESPILHO, A. M.; CHIARADIA, L.; CORTEZ, A.; DINELLI, M.V.; PAPA, F.O.; GOMES, G.M. PEIXOTO-JÚNIOR, K.D.C.P. Avaliação da sensibilidade da técnica computadorizada de análise (CASA) para a determinação da concentração espermática do sêmen bovino congelado. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 54, n. 3, p. 247-252, 2017.

Crocomo, L. F.; Landim-Alvarenga, F. C.; Bicudo, S. D.; Compeência oocitária: importância e fatores determinantes in vivo e in vitro. **Medicina Veterinária** (UFRPE), Recife, v. 13, n. 1 (jan-mar), p. 117-125, 2019.

CUNHA, R. R.; FERNANDES, C. A. C.; GARCIA, J. A. D.; GIOSO, M. M. Inseminação artificial em tempo fixo em primíparas nelores lactantes acíclicas. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** vol.65 no.4 Belo Horizonte Aug. 2013.

DE LIMA, A. C. B.; STERZA, F. M. A produção in vitro de embriões de genética especializada da raça girolando. **Anais do Semex**, n. 8, 2016.

DIAS, E. A. R.; CAMPANHOLI, S. P.; ROSSI, G. F.; DELL'AQUA, C. D. P. F.; JUNIOR, J. A. D. A.; PAPA, F. O.; ZORZETTO, M.F.; PAZ, C.C.P.; OLIVEIRA,

L.Z.; MERCASANTE, M.E.Z.; MONTEIRO, F. M. Evaluation of cooling and freezing systems of bovine semen. **Animal reproduction science**, v. 195, p. 102-111, 2018.

FARIAS, C. F. A.; TORK, A. L. P.; RIQUE, A. S.; FRANCELINA, A.; QUEIRÓS, S. V. S.; SILVA S.V. Estudo da eficácia da *Aloe vera* como crioprotetor vegetal na refrigeração de espermatozoides epididimários de bovinos. **Rev Bras Reprod Anim**, v. 43, n. 3, p. 787-794, 2019.

FERREIRA, R. M.; CONTI, T. L.; GONÇALVES, R. L.; SOUTO, L. A.; SALES, J. N. S.; SÁ FILHO, M. F.; ELLIF, F. M.; BARUSELLI, P. S. 2018. Synchronization treatments previous to natural breeding anticipate and improve the pregnancy rate of postpartum primiparous beef cows. **Theriogenology**, 114:206-211.

FLEISCH, A; Malama, E.; Witschi, U.; Leiding, C.; Siuda, M.; Janett, F.; Bollwein, H. Effects of an extension of the equilibration period up to 96 hours on the characteristics of cryopreserved bull semen. **Theriogenology**, v. 89, p. 255-262, 2017.

GONÇALVES, P. B. D.; FIGUEIREDO, J. R.; FIGUEIREDO FREITAS, V. J. **Biotécnicas aplicadas à reprodução animal**. São Paulo: Roca, 2008.

GRÖTTER, L. G.; CATTANEO, L.; MARINI, P. E.; KJELLAND, M. E.; FERRÉ, L. B. Recent advances in bovine sperm cryopreservation techniques with a focus on sperm post-thaw quality optimization. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 54, n. 4, p. 655-665, 2019.

HARRISON, R.A.P.; VICKERS, S.E. Use of fluorescente probes to assess membrane integrity in mammalian spermatozoa. **Journal of Reproduction and Fertility**. 88, 343- 352, 1990.

HENRY, M., NEVES J. P., JOBIM, M. I. M. (2013). Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal/Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. (3nd ed.). Belo Horizonte, MG. 104 p.

HENRY, M.; BRITO, M. F.; NEVES, B. P.; AULER, P. A.; ALMEIDA, J.; ANDRADE, G. O.; BECERRA; V. B.; BERGMANN, L. Exame andrológico de bubalinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 41, n. 1, p. 188-194, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília: IBGE, 2018. Disponível em: www.ibge.gov.br.

LOIOLA, M. V. G.; CHALHOUB, M.; RODRIGUES, A. S.; FERRAZ, P. A.; BITTENCOURT, R. F.; *et al*. Validação de um Programa de Produção In Vitro de Embriões Bovinos com Transporte de Oócitos e de Embriões por Longas Distâncias. **Ciência Animal Brasileira**. Goiânia, v. 15, n. 1, p. 93-101, 2014. Disponível em:. doi: 10.5216/cab.v15i1.23327>

LONERGAN, P.; MONAGHAN, P.; RIZOS, D.; BOLAND, M.P.; GORDON,I. Efect of follicle size on bovine oocyte quality and development competence following maturation, fertilization and culture in vitro. **Mol. Reprod. Dev**., v. 37, p. 48-53, 1994.

LUZ, J. B.; OLIVEIRA, L. R. S.; CRESPILHO, A. M.; GOMES, D. I.; ANDRADE, M. A.; VIEIRA, J. I. T.; CHAVES, M. S.; BASTO, S. R. L.; ALVES, K. S. The use of açaí as a potential antioxidant for bovine semen cryopreservation. **Medicina Veterinaria-Recife**, v. 12, n. 2, p. 143, 2018.

LUZ, J. B.; ALVES, K. S.; CRESPILHO, A. M.; MEZZOMO, R.; CALDAS, C. S.; GOUVEIA FILHO, P. C. B.; SILVA, J. C. F.; OLIVEIRA, M. A. L.; OLIVEIRA, L. R. S. The Addition of Açaí Palm Fruit Extract in the Cryopreservation Diluent of Bull's Semen with Low Performance on Freezing. **Cryoletters**, v. 40, n. 5, p. 299-304, 2019.

MARTINS, C. F.; DODE, M. A. N.; SILVA, A. E. D. F. Avaliação espermática laboratorial. In: **Atlas de morfologia espermática bovina.**

1 ed. Brasília-DF: EMBRAPA, 2016. V. 1, p. 10-33.

MARTINS, L. F.; PINHO, R. O.; PARAIZO, R. M.; OLIVEIRA, R. R.; CASTILHO, E. F.; GUIMARÃES, J. D. Avaliação de diferentes osmolaridades de soluções hiposmóticas e tempos de incubação no teste hiposmótico do sêmen de touros Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1519-1525, 2011.

Mariano, R. S. G.; Uscategui, A. R.; Nociti, R. P.; Barros, F. F. C. **Aspiração Folicular em Ruminantes** – Revisão de Literatura. Investigação, 14(6):46-53, 2015.

MELLO, R. R. C.; FERREIRA, J. E.; SOUSA, S. L. G. D.; MELLO, M. R. B. D.; PALHANO, H. B Produção in vitro (PIV) de embriões em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, p. 6458-6458, 2016.

Meneghetti, M.; Sá Filho, O. G.; Peres, R. F. G.; Lamb, G. C.; Vasconcelos, J. L. M. Fixed--Time artificial insemination with estradiol and progesterone for Bos indicus cows I: Basis for development of protocols. **Theriogenology**, v. 72, p. 179–189, 2009.

MINERVINO, A. H. H.; RIBEIRO, H. F. L.; BARRÊTO JÚNIOR, R. A.; ANTONELLI, A. C.; ORTOLANI, E. L. Eficiência reprodutiva de animais da raça Nelore puros de origem (p.o.) na Amazônia. In: 6º Conferencia Sul-Americana de Medicina Veterinária, 2006, Rio de Janeiro. **Revista da Universidade Rural – Série Ciências da Vida**. Seropédica – RJ, v. 26. p. 477-478, 2006.

MORAES, J.C.F., SOUZA, C.S.F., GONÇALVES, P.B.D., Controle do estro e da ovulação em Bovinos e Ovinos. In: GONÇALVES, P.B.D., FIGUEIREDO, J.R., FREITAS, U.J.F. **Biotécnicas aplicadas a reprodução animal**. São Paulo: Varela, 2002. p 25-56.

MOORE, S. G.; HASLER, J. F. A 100-Year Review: Reproductive technologies in dairy science. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 12, p. 10314-10331, 2017.

Ohashi, O. M.; Cordeiro M. S.; Santos, S. S. D; Almeida, N. N. C; Silva, T. V. G; Filho, S. T. R. **Desafio da Pecuária na Amazônia frente ao novo código florestal brasileiro.** Anais do IX Congresso Norte e Nordeste de Reprodução Animal (CONERA 2018); Belém, PA, 10 a 12 de setembro de 2018.

Oliveira, C. S., SERAPIÃO. R. V., QUINTÃO, C. C. R. Biotécnicas da reprodução em bovinos. Embrapa Gado de Leite, Documentos 175, 54 p., 2014.

PERUFFO, U. A.; BARROSO, A. C. Analíse dos Aspectos Bioeconômicos da IATF**. Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 10, n. 3, 2018.

Pistillo, L. Z.; Mendes, A. F.; Pinatti, Eder.; Fonseca, J. C. M.; Silva, L. F. Avaliação distribuição mitocondrial na maturação in vitro de oócitos bovinos de ovários com baixa e alta contagem de folículos antrais. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 6, Nov-Dez, 2019, p. 97-103.

PONTES, J. H; MELO-STERZA, F. A; BASSO, A. C; FERREIRA, C; SANCHES, B. V; RUBIN, K. C; SENEDA, M. M. 2010. Ovum pick up, in vitro embryo production, and pregnancy rates from a large-scale commercial program using Nelore cattle (Bos indicus) donors. **Theriogenology** 75, 1640-1646.

RIBEIRO FILHO, A. L. Indução, sincronização e resincronização do estro em vacas zebuínas. 2001. 113 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – **Universidade Federalde Minas Gerais**, Belo Horizonte.

ROSA, A.N. F.; NOGUEIRA, E.; JÚNIOR, CAMARGO. P.P. **Estação de Monta em Rebanhos de Gado de Corte**. Campo Grande, EMBRAPA -CNPGC, 2017. 7p. (Comunicado Técnico, 1324).

SÁ FILHO, M. F. *et al*. Equine chorionic gonadotropin and gonadotropin-releasing hormone enhance fertility in a norgestomet--based, timed artificial insemination protocol in suckled Nelore (Bos indicus) cows. **Theriogenology**, v. 73, p. 651-8, 2010.

SALES, J. N. *et al*. Effects of two estradiol esters (benzoate and cypionate) on the induction of synchronized ovulations in Bos indicus cows submitted to a timed artificial insemination protocol. **Theriogenology**, v. 78, p. 510-6, 2012.

Salilew-Wondim, D.; Fournier, E.; Hoelker, M.; Saeed-Zidane, M.; Tholen, E.; Looft, C.; Neuhoff, C.; Besenfelder, U.; Havlicek, V.; Rings, F.; Gagne, D.; Sirard, M. A.; Robert, C.; Shojaei Saadi, H. A.; Gad, A.; Schellander, K.; Tesfaye, D. Genome-Wide DNA Methylation Patterns of Bovine Blastocysts Developed In Vivo from Embryos Completed Different Stages of Development In Vitro. **PLoS One**, v. 10, p.e0140467, 2015.

SANGILD, P.T., SCHMIDT, M., JACOBSEN, H., et aI. Blood chemistry, nutrient metabolism, and organ weights in fetal and newborn calves derived from in vitro produced bovine embryos. **Biol. Reprod**., v. 62, p. 1495-1504, 2000.

SANTOS, E.E.; ALVES, S. B. V.; TRECENTI, R. Plano Nacional para uma Agricultura de Baixo Carbono–Plano ABC: análise financeira de modelos típicos de produção com e sem adoção de práticas de baixo carbono. Brasília, DF: **SENAR**. 53 p., 2013.

SANTOS, M.V.O.; QUEIROZ NETA, L.B.; BORGES, A.A.; PEREIRA, A.F. Influence of commercially available follicle stimulating hormone on the in vitro maturation of bovine oocytes. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina. v. 38, p. 1393-1402, 2017.

SANTOS, J. F. D.; SANTOS, K. J. G.; SANTOS, A. P.P.; BACKES, C.; FERRO, R. A da C.; FERRO, D. A. da C.; PEIXER, P. F. Qualidade do sêmen bovino criopreservado. **Revista Espacios,** v. 39, n. 14, p. 18, 2018.

SAPANIDOU, V.; TAITZOGLOU, I.; TSAKMAKIDIS, I.; OURTZELIS, I.; FLETOURIS, D.; THEODORIDIS, A.; TSANTARLIOTOU, M. Antioxidant effect of crocin on bovine sperm quality and in vitro fertilization. **Theriogenology**, v. 84, n. 8, p. 1273-1282, 2015.

Serafim, PR; Gomes, GM; Gomes, LPM; Born, JLB; Borges, MS; Crespilho, AM. Sêmen bovino sexado: A produção in vitro de embriões pode ser influenciada pelo touro doador do material genético? **Revista de Saúde**. 2018 Jan./Jun.; 09 (1): 04-08.

SIRARD, M. A. The influence of in vitro fertilization and embryo culture on the embryo epigenetic constituents and the possible consequences in the bovine model. Journal of Developmental Origins of Health and Disease, v. 8, p. 411-417, 2017.

Silva, H.L.M.; Silva, H. L.; JESUS, R. F.; SANTOS, L. F. **Aspectos técnicos da obtenção de oócitos**. Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar, 2019.

SILVA, W. M.; MARTINS, A. T. S.; A. COLOMBO, H. B.; CAVALIEIRI, F. L. B.; MORESKI, D. A. B.; SEKO, M. B. **Efeito do transporte de embriões bovinos a longas distâncias cultivados in vitro a fresco**. VII Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica 21 a 24 de outubro de 2014.

SILVA, J. C. B.; NOGUEIRA, E.; SILVA, M. R. Processamento de sêmen bovino refrigerado. **Embrapa Pantanal-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2017.

SOUZA W.L.; MORAES, E.A.; TONIOLLI R. Adição de antioxidantes ao sêmen de carneiros e seus efeitos após a descongelação. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 471-478, 2017.

Spricigo, J. F. W.; Dode, M. A. N. Transferência intrafolicular de ovócitos imaturos (TIFOI): uma alternativa para produção de embriões bovinos. Brasília, DF: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2017.

STRINGFELLOW, D.A.; GIVENS, M.D. Manual of the International Embryo Transfer Society. **Illinois: International Embryo Transfer Society**, 2010. 200p.

TARIG, A. A WAHID, H., ROSNINA, Y., YIMER, N., GOH, Y. M., BAIEE, F. H.,... & EBRAHIMI, M. Effect of different

concentrations of egg yolk and virgin coconut oil in tris-based extenders on chilled and frozen-thawed bull semen. **Animal reproduction science**, v. 182, p. 21-27, 2017.

THOMPSON, J.G. In vitro culture and embryo metabolism of cattle and sheep embryos – a decade of achievement. **Anim. Reprod**. Sci, v. 60-61, p. 263-275, 2000.

Torres-Júnior, J. R. S.; Penteado, L.; Sales, J. N. S.; Sá Filho, M. F.; Ayres, H.; Baruselli, P. S. A comparison of two different esters of estradiol for the induction of ovulation in an estradiol plus progestin-based timed artificial insemination protocol for suckled Bos indicus beef cows. **Animal Reproduction Science**, v. 151, p. 9-14, 2014.

VALE, W. G. Avances biotecnológicos en reproducción de búfalos. **Revista tecnologia en marcha**, v. 24, n. 5, p. 89, 2011.

VIANA, J.H.M.; FIGUEIREDO, A.C.S.; SIQUEIRA, L.G.B. Brazilian embryo industry in context: pitfalls, lessons an expectations for the future. **Animal Reproduction.** Belo Horizonte. v. 14, p. 476-481, 2017.

VIEL JUNIOR, J.O. Transferência de Embriões Bovinos. Curso de Especialização Latu Sensu em produção e reprodução de bovinos. Universidade Castelo Branco, Três Lagoas, 2007.

VISHWANATH, R.; SHANNON, P. Storage of bovine semen in liquid and frozen state. **Animal reproduction science**, v. 62, n. 1-3, p. 23-53, 2000.

WRENZYCKI, C. Sistemas de cultivo in vitro: quão longe estamos das condições ideais? **Anais**... Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões, Foz do Iguaçu, v. 30, p. 155-159. 2016.

ZORZETTO, M. F.; SANCLER-SILVA, Y. F. R.; CODOGNOTO, V. M.; BOAKARI, Y. L.. Reproductive Biotechnologies of Buffaloes. In: Tácia Gomes Bergstein-Galan. (Org.). **Reproduction Biotechnology in Farm Animals.** 1ed.Berlin: Avid Science, 2018, v., p. 261-297.

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_011

11. PRODUÇÃO DE BOVINOS EM PASTEJO NA AMAZÔNIA LEGAL

José Neuman Miranda Neiva[1]
Maryanne Silva Cunha[1]

[1] Universidade Federal do Tocantins, Campus de Araguaína, Araguaína, Tocantins

Introdução

Quando se trata da Amazônia brasileira de forma genérica, poucos se dão conta da existência de duas "Amazônias". Existe uma Amazônia que é representada Amazônia legal que não passa de uma denominação geopolítica e existe o bioma Amazônia.

A Amazônia Legal corresponde à área de atuação da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia – SUDAM delimitada no Art. 2o da Lei Complementar n. 124, de 03.01.2007. A região é composta por 52 municípios de Rondônia, 22 municípios do Acre, 62 do Amazonas, 15 de Roraima, 144 do Pará, 16 do Amapá, 139 do Tocantins, 141 do Mato Grosso, bem como, por 181 Municípios do Estado do Maranhão situados ao oeste do Meridiano 44º, dos quais, 21 deles, estão parcialmente integrados à Amazônia Legal. Possui uma superfície aproximada de 5.015.067,749 km², correspondente a cerca de 58,9% do território brasileiro (IBGE, 2019).

Já o Bioma Amazônia, Segundo o IBGE (2004), é: *"Maior reserva de diversidade biológica do mundo, a Amazônia é também o maior bioma brasileiro em extensão e ocupa quase metade do território nacional (49,29%). A bacia amazônica ocupa 2/5 da América do Sul e 5% da superfície terrestre. Sua área, de aproximadamente 6,5 milhões de quilômetros quadrados, abriga a maior rede hidrográfica do planeta, que escoa cerca de 1/5 do volume de água doce do mundo. Sessenta por cento da bacia amazônica se encontra em território brasileiro, onde o* ***Bioma Amazônia*** *ocupa a totalidade de cinco unidades da federação (Acre, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima), grande parte de Rondônia (98,8%), mais da metade de Mato Grosso (54%), além de parte de Maranhão (34%) e Tocantins (9%)."*

Hoje, por desconhecimento ou por interesses políticos não tem havido a devida separação do que seria bioma Amazônia e Amazônia Legal. Quando se deseja tratar de desastres ambientais ou mesmo a origem de produtos como carne bovina e soja, usam a área da Amazônia legal para ampliar e impactar principalmente o público leigo. Nesse capítulo trataremos da Amazônia Legal.

Importância da Amazônia Legal

Nos últimos anos todas as questões ligadas ao tema Amazônia tem despertado interesses nacionais e, principalmente, internacionais. É fato que a Amazônia

brasileira tem despertado interesses de várias nações ao redor do mundo. Embora haja muita discussão acerca do real motivo desse interesse, não há como não aceitar que as ações desenvolvidas na região podem impactar positiva ou negativamente nosso país. Dessa forma, conhecer os potenciais e as ações executadas ao longo dos anos nessa região são de suma importância para que políticas de estado sejam implementadas.

Um aspecto importante a ser destacado é o rebanho bovino que ocupa essa região. Conforme pode ser visto no Quadro 1, existem na região em torno de 89 milhões de cabeças de bovinos o que representa algo em torno de 41,5% dos 214 milhões de cabeças que compõem o rebanho nacional. Conforme pode ser visto na mesma tabela, de 1999 para o ano de 2019, ou seja, em 20 anos o rebanho saiu de 43 milhões de cabeças para 89 milhões de cabeças um aumento de 106%.

Quadro 1 – Efetivo bovino dos estados da Amazônia Legal ao longo de 20 anos

Unidade da Federação	1999	2009	2019
Acre	929.999	2.511.285	3.509.682
Amapá	76.734	104.977	54.296
Amazonas	826.025	1.350.816	1.455.842
Pará	8.862.649	16.856.561	20.881.204
Rondônia	5.441.734	11.532.891	14.349.219
Roraima	480.500	475.380	879.007
Tocantins	5.813.170	7.605.249	8.480.724
Maranhão	3.966.430	6.885.265	8.008.643
Mato Grosso	17.242.935	27.357.089	31.739.896
Total Anual	**43.640.176**	**74.679.513**	**89.358.513**

Fonte: IBGE – Pesquisa da Pecuária Municipal.

No entanto há que se destacar que esse crescimento se deu, parte em função da abertura de novas áreas. Conforme pode ser visto no Quadro 2, entre 2009 e 2019 foram desmatados na Amazônia legal 7,5 milhões de hectares. No entanto, quando se analisa os dados com mais detalhes, observa-se a expansão não ocorreu apenas via expansão sobre as áreas de florestas.

Quadro 2 – Áreas de desmatamento entre 2009 e 2019 por Estado e total, área estimada para expansão do rebanho bovino, área necessária para expansão da soja, área de bovinos + soja e a diferença entre desmatamento e área demandada para o plantio de soja e criação de bovinos

Estados	Desmatamento[1]	Bovino	Soja	Bovino+Soja	Produção – Desmatamento
	A	B	C	B + C	D=(B + C) – A
	Hectares	Hectares	Hectares	Hectares	Hectares
PA	3.152.700	4.024.643	450.061,71	4.474.705	1.322.005
MT	1.385.400	4.616.767	4.079.898,29	8.696.665	7.311.265
RO	1.039.300	2.816.328	238.102,57	3.054.431	2.015.131
AM	842.900	105.026	1.968,00	106.994	- 735.906
MA	408.700	1.123.378	468.285,43	1.591.663	1.182.963
AC	356.000	998.397	1.396,00	999.793	643.793
TO	52.000	875.475	497.071,43	1.372.546	1.320.546
RR	230.600	403.627	24.135,43	427.762	197.162
AP	39.200	- 50.681	13.389,14	37.292	- 76.492
Total	7.506.800	14.912.960	5.774.308,00	20.687.268	13.180.468

A= Desmatamento do bioma Amazônia; B= Demanda em hectares para suportar o aumento da população bovina entre 2009 e 2019; C= Demanda em hectares para suportar o aumento da produção de soja entre 2009 e 2019; D= Déficit de hectares quando subtraímos da área desmatada o que ocorreu de expansão em pecuária de corte e produção de soja.

No quadro 2 são apresentadas as quantidades de hectares desmatados entre 2009 e 2019 e também a área necessária para expansão da pecuária e para expansão da cultura da soja. O cálculo da área necessária para a pecuária foi obtida assumindo uma lotação de uma cabeça por hectare, enquanto para a soja assumiu-se uma produtividade de 3.500 kg por hectare. Com base nesses parâmetros calculou-se que, para abrigar a expansão da pecuária e da soja seriam necessários 20.687.268 de hectares, porém o total do desmatamento no bioma Amazônia foi de 7.506.800 hectares. Com isso gera-se um déficit de 13.180.468 de hectares. Vendo esse déficit, pergunta-se: De onde vêm a área para expansão da soja e da pecuária uma vez que o total desmatado não suportaria esse crescimento? A seguir colocaremos alguns pontos a serem observados, principalmente quando essas atividades são acusadas de provocar desmatamento na Amazônia brasileira.

Quando são divulgadas notícias sobre o desmatamento na Amazônia e coloca na conta da pecuária de corte esse desmatamento, deveria ser feito o exercício de se calcular o que esse desmatamento representa. Em 10 anos foram desmatados 7.506.800 hectares ou 750.600 hectares por ano. Embora não esteja em questão o desmatamento da Amazônia é importante deixar claro o que isso representa em termos percentual. Se assumirmos que o bioma Amazônia

tem uma área de 420 milhoes de hectares e que em torno de 20% dessa área já se encontra desmatada, teremos um área remanescente de 340 milhões de hectares. Dessa forma, esse desmatamento anual de 750 mil hectares representa algo como 0,22% do bioma Amazônia remanescente. Embora o desmatamento do Bioma Amazônia deva estar fora de questão, pois não há necessidade de novas áreas, se o desmatamento continuar nesse ritmo de 750 mil hectares por ano demoraria 454 anos para a sua extinção. Mas dizer que são desmatados 750 mil hectares por ano, não é algo que assuste a maioria dos produtores, mas é algo assustador para um leigo que houve no conforto de sua casa num condomínio de luxo que estão desmatando 750 mil campos de futebol ou, para chocar mais e exagerar nos números, que estão desmatando no Brasil, 750 mil estádios do Maracanã a cada ano.

Infelizmente, por questões políticas, o desmatamento na Amazônia tem colocado um ônus desnecessário na conta da pecuária de corte. Embora no meio técnico seja consenso de que não há necessidade de abertura de novas áreas, o desmatamento ilegal ainda ocorre e tem sido colocado na conta dos produtores. No entanto, conforme mostrado no Quadro 2, se a expansão da soja e da pecuária se dessem apenas pela expansão de novas áreas teríamos que ter desmatado 13.180.468 de hectares a mais nos últimos 10 anos.

Conforme comentado anteriormente é necessário elucidar de onde vem o crescimento da soja e da pecuária na Amazônia Legal. Há duas possibilidades para justificar a essa expansão além da ocupação do bioma Amazônia. O primeiro seria com ocupação de áreas de cerrado dentro da Amazônia legal. Um exemplo típico é o Estado do Tocantins, que está inserido dentro da Amazônia legal, mas tem apenas 9% de sua área dentro do Bioma Amazônia. Com isso, boa parte da expansão do Estado entra na expansão da pecuária e da soja na Amazônia Legal, sem no entanto estar dentro do Bioma Amazônia.

Outro aspecto relevante e que será tratado a seguir é a substituição de áreas de pastagens por cultivo de soja e maior intensificação do manejo de pastagens para compensar as áreas ocupadas pela soja. Essa intensificação é um fato real e a seguir discutiremos os principais trabalhos desenvolvidos na região e que garantem maior lotação e produtividade de carne bovina por hectare.

Aumento da Produtividade das Pastagens na Amazônia Legal

Com o objetivo de elucidar sobre os sistemas de produção de bovinos na Amazônia Brasileira, Santos *et al*. (2017) calcularam indicadores da adoção de tecnologias a partir de dados oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e esses fatores evidenciaram que a adoção de tecnologias tradicionais, relacionadas ao uso extensivo de pastagens, suplementação com sal mineral e o cumprimento de vacinações obrigatórias predominam frente às tecnologias inovadoras, cuja adoção ainda é incipiente entre os pecuaristas da região. Constatou-se que 54,48% dos municípios possuem pecuária bovina com baixo nível tecnológico e apenas 9,34% níveis tecnológicos mais elevados. O estado de Mato Grosso possui o maior número de municípios com pecuária bovina de maior nível tecnológico, seguido pelos estados de Rondônia, Tocantins e Pará.

Bogaerts *et al*. (2017) entrevistaram 40 pecuaristas localizados no bioma Amazônico brasileiro que participavam ou não de programas de sustentabilidade

da pecuária com produção intensificada. Esses programas tinham como foco o aumento da produtividade, aumento nas taxas de lotação, redução na idade de abate, melhor manejo da pastagem, entre outros. Os autores verificaram que as fazendas que participavam desses programas produziram 8,3 kg de CO_2/kg de peso da carcaça a menos do que as fazendas que não participavam, reduzindo em 19% as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Além disso, as fazendas que participaram de um programa de sustentabilidade por pelo menos dois anos apresentaram maiores diferenças nas emissões, com redução de 19,0 kg de CO_2/kg peso da carcaça, ou seja, 35,8% menos emissões. Estes dados em nível de fazenda apoiam a intensificação como uma possível estratégia para reduzir as emissões por quilograma de carne bovina produzida.

Na Amazônia, a alimentação dos rebanhos ocorre quase que exclusivamente à base de pastagens (nativas e/ou cultivadas) que constituem a principal forma de ocupação do solo para fins pecuários, apesar disso a prática de adubação de pastagens é incipiente entre os pecuaristas da região (SANTOS *et al*. 2017). Na busca por melhores índices produtivos na produção de gado de corte em sistemas baseados em pastagens sem expandir terras agrícolas é de fundamental importância utilizar tecnologias adaptadas às condições ambientais da região. Pesquisas realizadas na Amazônia Legal têm desenvolvido práticas de manejo adequadas à região e apontam para a produção de bovinos em pastagem com alta produtividade.

No estado do Mato Grosso, Farias *et al*. (2019) desenvolveram pesquisa com capim Piatã (*Brachiaria brizantha* cv. Piatã) sob lotação rotacionada, adubado com níveis crescentes de nitrogênio (0, 150, 300 e 450 kg ha^{-1}) durante o final do verão/outono (8 de fevereiro a 20 de junho), inverno (21 de junho a 21 de setembro), primavera (22 de setembro a 20 de dezembro) e verão (21 de dezembro a 19 de março). Os autores verificaram resposta linear crescente para a taxa de alongamento foliar, taxa de aparecimento foliar, comprimento final da folha e filocromo em resposta à adubação. Dessa forma, o aumento da adubação com nitrogênio promoveu recuperação mais rápida do índice de área foliar remanescente, reduzindo o intervalo de pastejo e, consequentemente, promovendo aumento no número de ciclos de pastejo, o que garante pastagem perene. No entanto, também foi observada redução linear na vida foliar e aumento linear na taxa de senescência. As repostas à adubação nitrogenada foram otimizadas durante os períodos chuvosos na primavera e no final do verão/outono, devido as condições climáticas favoráveis, de luz, temperatura e, principalmente, água.

Também avaliando os efeitos de níveis crescentes de adubação nitrogenada (0, 125, 250, 375 e 500 kg ha^{-1}) sobre as características estruturais e produtivas do capim Piatã, Dourado *et al*. (2015) verificaram efeito quadrático da adubação nitrogenada para a altura do dossel, comprimento final da lâmina foliar, densidade de perfilho, índice de área foliar, produção de matéria seca total e matéria seca de folha, colmo e material morto. As produções de matéria seca da lâmina foliar, densidade de perfilhos, comprimento da lâmina foliar e índice da lâmina foliar, variáveis relacionadas aos aspectos estruturais e à qualidade da pastagem, atingiram seus maiores valores na aplicação média de nitrogênio de 380 kg ha^{-1}, o que representou aumento de 131%, 54%, 31% e 167%, respectivamente, em relação

ao tratamento que não recebeu adubação com nitrogênio.

Estudo semelhante foi desenvolvido no estado do Maranhão por Costa *et al*. (2017), os quais avaliaram doses crescentes de nitrogênio (0, 100; 200; 300 e 400 kg de nitrogênio ha^{-1}) no capim Massai (*Megathyrsus maximus* cv. Massai) diferido de abril a agosto. Os autores observaram resposta quadrática para a altura, produção de matéria seca total e massa de material morto. A composição química respondeu de forma linear crescente, sendo observado aumento significativo em matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina. Com base nessas respostas, conclui-se que a maior produção ocasionada pelo maior nível de adubação aumenta as taxas metabólicas, o que, por sua vez, aumenta a taxa de senescência. Assim, em virtude do aumento das perdas, visto os aumentos de material senescente e das frações fibrosas do pasto, é de fundamental importância para a eficiência do sistema de produção que o aumento da adubação seja acompanhado do aumento correspondente da carga animal para o consumo da forragem, caso contrário há aumento nas perdas.

O aumento na carga animal em pastejo em resposta à adução nitrogenada foi observado por Oliveira *et al*. (2020) ao avaliarem os efeitos do aumento dos níveis de nitrogênio (150, 300 e 450 kg ha^{-1} de nitrogênio ano^{-1}) em *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça pastejado por touros Nelore (9 meses; 173 kg) no estado do Tocantins. Os autores verificaram que o maior nível de adubação nitrogenada aumentou a produção de matéria seca de forragem (8068,2; 7204.7; 6767,5 kg ha^{-1}), massa foliar (5754,2; 5144,7; 4302,1 kg ha^{-1}), altura do dossel (82,0; 79,3; 70,9 cm) e taxa de acúmulo de forragem (254,7; 211,7; 188,4 kg ha^{-1} dia^{-1}). E ao avaliarem a composição química da folha foi identificado aumento no teor de proteína bruta (204,1; 192,5; 128,9 g kg^{-1}), e redução nos teores de fibra em detergente neutro (675,1; 686,2; 709,8 g kg^{-1}), fibra em detergente ácido (331,9; 356,9; 358,7 g kg^{-1}) e lignina (56,6; 56,7; 60,7 g kg^{-1}). Como consequência, a taxa de lotação (7,48; 6,36 e 5,47 UA ha^{-1}) e o ganho de peso total por hectare em 112 dias (906,61; 799,24 e 587,21 kg ha^{-1}) foram maiores, evidenciando o potencial do uso da adubação nitrogenada na intensificação dos sistemas produtivos na Amazônia.

Desta forma, observa-se que se for feito o uso racional de adubação nitrogenada, há espaço para expansão da produção agrícola na região da Amazônia legal sem necessidade de abertura de áreas de florestas. Hoje o uso de adubação na região citada é ínfima como comentado acima e, só com sua adoção, abriríamos uma grande oportunidade de produção da pecuária de corte.

Para avaliar o uso de insumos biológicos no cultivo de gramíneas em regiões tropicais, Leite *et al*. (2019) em estudo desenvolvido no estado do Tocantins avaliaram diferentes doses de adubação com nitrogênio (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha^{-1}) combinadas ou não à inoculação com *Azospirillum brasilense*. Os autores verificaram que a inoculação aumentou o perfilhamento em 41, 52 e 58% nas doses de nitrogênio de 25, 50 e 100 kg ha^{-1}, respectivamente; aumento de 108% na produção de raízes na dose de 75 kg ha^{-1} de nitrogênio, e mesmo na ausência da adubação nitrogenada a massa radicular das plantas inoculadas atingiu 96% de incremento em relação às plantas não inoculadas. O maior desenvolvimento radicular permite aumentar a área de absorção de água e nutrientes, o

que explicou o aumento de 36% no acúmulo diário de forragem sem adubação nitrogenada inoculada em relação a não inoculada. Esses dados, apontam para o potencial da inoculação com *A. brasilense* combinada à adubação nitrogenada para aumentar o perfilhamento do capim, o qual é fundamental para mitigar a erosão, devido à redução na exposição do solo e no impacto de gotas de chuva.

Silva *et al*. (2019) avaliaram o uso da farinha de casco e chifre, farinha de sangue e ureia, cinco doses de nitrogênio (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha^{-1} de nitrogênio) no capim Mombaça em vasos em estudo desenvolvido no estado do Tocantins. Os autores verificaram que a aplicação da farinha de casca com chifre e da farinha de sangue promoveram aumento de atributos como área foliar, número de perfilhos, proteína bruta e massa de forragem. Os resultados mostram que as fontes orgânicas têm potencial para serem aplicadas como fontes de nitrogênio em solos sob pastagem, o que promoveria uma destinação ecologicamente correta para esses resíduos.

Avaliando estratégias de manejo do pasto, Lima *et al*. (2020) avaliaram diferentes frequências (50, 70 e 90 cm) e intensidades de corte (50 e 70%) do capim andropógon (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina) no estado do Maranhão. No pasto manejado com altura de corte de 90 cm observou-se maior taxa de crescimento foliar (5,20; 6,05 e 6,89 cm $folha^{-1}$ dia^{-1}) e massa seca de folha (1334,7; 1405,2 e 1762,4 kg ha^{-1}), mas também se observou maior taxa de senescência foliar (0,336; 0,318 e 0,957 cm dia^{-1}), massa seca do colmo (725,4; 885,8 e 1864,5 kg ha^{-1}) e massa material morto (464,6; 486,5 e 913,0 kg ha^{-1}). Consequentemente, a relação lâmina foliar/colmo nas alturas de 50 e 70 cm foi superior a de 90 cm (1,94; 1,168 e 1,07), devido à menor proporção de colmos nos pastos manejadas nas alturas mais baixas. Da mesma forma, a intensidade de corte de 50% apresentou maior massa de material morto que a de 70%, em virtude da maior altura de resíduo (25, 35 e 45 cm). A maior altura reduz a incidente de luz que atinge o estrato basal da gramínea, o que promove maior acúmulo de material senescente. Com base nas informações obtidas, as autores recomendam que o capim andropógon seja manejado com altura de corte de 70 cm e intensidade de corte de 50%.

A frequência de desfolhação do capim massai (*Megathyrsus maximus* cv. Massai) foi avaliada por Sousa *et al*. (2019), os quais trabalharam com diferentes frequências de desfolhação (24; 32; 48 e 96 dias de intervalo de corte) durante o período chuvoso no estado do Tocantins. A frequência de corte de 96 dias resultou nos maiores valores para taxa de senescência foliar (16,27 mm $folha^{-1}$ dia^{-1}), taxa de alongamento do colmo (4,07 mm $perfilho^{-1}$ dia^{-1}), massa seca do colmo (2255,15 kg ha^{-1}), massa seca de material morto (1138,42 kg ha^{-1}) e filocromo (21,04 dia $folha^{-1}$ $perfilho^{-1}$). Enquanto, nas frequências de 24 e 32 dias foram observadas maiores taxa de aparecimento de foliar, densidade populacional de perfilhos e matéria seca da lâmina foliar. Os autores recomendam a frequência de corte do capim Massai com 24 dias, visto que nessa frequência foi verificada maior produção de lâmina foliar, e menores produções de colmo e material morto de 6132,20; 118,64 e 80,12 kg ha^{-1}, respectivamente.

No estado do Maranhão, Sânches *et al*. (2019) realizaram avaliação de diferentes frequências de corte (30, 45, 60, 75 e 90 dias após o corte) do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) e

verificaram que a interceptação luminosa (Y = 88.44 + 0,1632X) e índice de área foliar (Y = 2.97 + 0.027X) responderam de forma linear crescente, consequentemente na frequência de corte de 90 dias houve maior produção total de forragem (46.238,43 kg ha^{-1} ano^{-1}), produção de colmo (28.736,8 kg ha^{-1} ano^{-1}) e altura (2,90 m), mas também foi identificada maiores quantidades de perfilhos mortos (9,10e percentuais de fibra em detergente neutro (81,92%), fibra em detergente ácido (66,99%) e lignina (17,93%). Dessa forma, as características produtivas e químicas do capim elefante foram influenciadas pelo aumento na frequência de corte, visto que o corte mais frequente resultou em menor produção de matéria seca, porém com maior valor nutricional. Assim, os autores recomendam frequência de corte para essa forrageira de 60 dias, pelo melhor equilíbrio entre produção e qualidade.

Silva Neto *et al*. (2018) avaliaram as características morfogênicas e estruturais do capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetido a quatro estratégias de manejo do pastejo (25-10 cm; 25-15 cm; 35-15 cm; e 45-15 cm para as alturas de pré e pós-pastejo, respectivamente). A frequência de desfolhamento de 25-15 apresentou menor taxa de aparecimento de folhas (0,041 vs. 0,048 folhas perfilho.dia^{-1}), e maiores filocromo (30,53 vs. 24,39 dias $folha^{-1}$), taxa de alongamento de colmo (0,65 vs. 0,37 mm dia^{-1}) e vida útil das folhas (146,6 vs. 114,93 dias $folha^{-1}$) em relação as demais frequências, as quais não diferiram entre si. Em relação ao mês do ano, foi verificado que de fevereiro a abril houve maior taxa de aparecimento foliar (0,057 vs. 0,028 folhas perfilho.dia^{-1}) e menor filocromo (18,56 vs. 36,97 dias $folha^{-1}$) em relação aos meses de maio a julho, enquanto no mês de julho foi verificado maior vida útil da folha (192,9 dias $folha^{-1}$), resultado do período de balanço hídrico negativo e, portanto, menor renovação do tecido foliar. Dessa forma, os autores recomendam que durante os períodos chuvosos o capim marandu seja manejado com maiores frequências de desfolhamento (25-15 cm), enquanto nos meses de baixa pluviosidade deve ser manejado com menor frequência (45-15 cm) para não esgotar as reservas orgânicas da planta.

Dim *et al*. (2015) avaliaram a influência de diferentes alturas (30, 45 e 60 cm) de pastejo da *Brachiaria brizantha* cv. Piatã manejada sob lotação intermitente no período das chuvas. O período de descanso variável proporcionou quantidades diferentes de ciclos de pastejo, sendo obtidos três ciclos nas alturas de 30 e 45 cm e apenas dois ciclos na altura de 60 cm ao longo do período experimental. Assim, apesar de ser verificada maior produtividade de massa seca total por ciclo na altura de 60 cm, com média de 4612,51 kg ha^{-1}, os dosséis manejados com 30 e 45 cm de altura produziram em média 11,5 T ha^{-1} e os manejados a 60 cm foram 20% menos produtivos (9,2 T ha^{-1}).

Para avaliar duas estratégias de diferimento da pastagem para a terminação de bovinos anelorados (20 meses; 400 kg) em semi-confinamento no estado do Tocantins, Paula Neto *et al*. (2018) realizaram diferimento do pasto por 40 dias (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) e 80 dias (*Urochloa brizantha* cv. Mulato II) e forneceram para os animais 4 kg de concentrado $animal^{-1}$ dia^{-1}. Foi verificado que o maior período de diferimento da pastagem por 80 dias garantiu 20% a mais de massa de forragem (7422 vs. 6228 kg ha^{-1}), apesar disso não foram observadas diferenças no peso final, ganho médio diário, rendimento de carcaça quente, área de

olho de lombo e percentual de músculo na carcaça, com médias de 468 kg; 0,73 kg d^{-1}; 55,72%; 71,29 cm^2 e 66,06%, respectivamente. Assim, os autores concluíram que o maior período de diferimento não foi justificado, pois não gerou melhora no ganho em carcaça. Além disso, esse manejo aumentou o período improdutivo do pasto com a depreciação de 40 dias causada pelo diferimento ao longo do período das águas.

Avaliando a suplementação proteico-energética de 4 g kg^{-1} de peso vivo para touros Nelore (332 kg) em pasto de capim marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) no estado do Mato Grosso, Socreppa *et al*. (2017) estudaram os efeitos de diferentes níveis de glicerina bruta (0, 330, 660 e 1000 g kg^{-1}) em substituição ao milho moído e ao uso exclusivo de suplementação mineral. Os autores verificaram que a substituição do milho moído pela glicerina bruta como fonte de energia não alterou o consumo de pasto, digestibilidade e aproveitamento do nitrogênio, mas foram observadas diferenças significativas em relação a suplementação mineral. Os animais que receberam suplementos proteico-energéticos tiveram maiores ingestões da matéria seca (5,6 vs. 4,7 g kg^{-1}), proteína bruta (0,7 vs. 05 g kg^{-1}), extrato etéreo (0,15 vs. 0,1 g kg^{-1}) e matéria orgânica digestível (3,5 vs. 2,7 g kg^{-1}), bem como maior digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes em relação aqueles que receberam apenas suplementação mineral. Consequentemente, houve maior consumo de nitrogênio (108 vs. 48 g dia^{-1}), maior concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen (17 vs. 7 mg dL^{-1}) e melhor balanço de nitrogênio (26 vs. 6 g dia^{-1}). Esses resultados indicam melhora do status de nitrogênio no corpo dos animais, que podem promover maiores ganhos e maior eficiência no uso de nutrientes em sistemas de produção de bovinos em pastejo.

Silva-Marques *et al*. (2015a) também avaliaram suplementos com níveis de substituição parcial do milho por glicerina bruta (0, 10, 20, 30, 40, 50 e 60%), fornecidos na quantidade de 1 kg $animal^{-1}$ dia^{-1} para novilhos Nelore (12 meses; 203,12 kg) recriados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o período seco do ano no Mato Grosso. Foi verificado massa de forragem média de 3775,81 kg ha^{-1} e incremento médio de 0,333 kg $animal^{-1}$ dia^{-1} no ganho de peso dos animais suplementados em comparação àqueles que consumiram apenas suplemento mineral (0,223 kg dia^{-1}). Em relação aos níveis de glicerina, os melhores resultados de desempenho foram obtidos com os níveis de 30, 40, 50 e 60% de substituição. Sendo assim, a estratégia de 60% de substituição do milho pela glicerina apresentou o menor custo diário com a suplementação, sendo a mais viável economicamente. O ganho de peso proporcionado pelo suplemento com 60% de substituição do milho pela glicerina (0,611 kg dia^{-1}) demonstrou a viabilidade econômica de se promover abate mais precoce de animais em pastejo no período seco do ano, promovendo desocupação da área para outras categorias ou para descanso, garantindo maior giro do capital.

Também no estado do Mato Grosso, Cabral *et al*. (2008) avaliaram o efeito de diferentes níveis de suplementação (0; 0,2; 0,4 e 0,6% do peso corporal) sobre o desempenho de touros Nelore (18 meses; 374 kg) em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia durante o período das águas. O ganho de peso dos animais não foi influenciado pelo aumento do nível de suplementação, com média de 1,05 kg $animal^{-1}$. Esses resultados indicaram que a utilização do capim Tanzânia, com

elevada oferta de forragem, com média de 12,88 T ha^{-1} e 9,62% de proteína bruta, permiti obter elevado desempenho mesmo sem suplementação concentrada. Consequentemente, ao realizar avaliação simples do desempenho econômico considerando apenas os gastos com os suplementos e estimando rendimento de carcaça igual entre os animais, foi verificada piora na margem bruta com o aumento do nível de suplementação. No entanto, deve-se considerar que a suplementação pode aumentar a taxa de lotação animal e melhorar a qualidade da carcaça, atributos que não foram avaliados nesse estudo. Mas, esses dados reforçam o potencial de ganho de peso de bovinos em pastejo de gramínea tropical.

Paula *et al*. (2010) em experimento no estado do Mato Grosso avaliaram os efeitos da frequência de suplementação (diariamente ou três vezes por semana) e duas fontes proteicas (farelo de soja e farelo de algodão de alta energia). Os autores suplementaram tourinhos anelorados (10 meses; 208,43 kg) com 1 kg $animal^{-1}$ dia^{-1} em pasto de capim marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) durante o período seco do ano. Foi verificada disponibilidade de matéria seca da forragem média de 5.682 kg ha^{-1} e em relação à fonte proteica houve efeito apenas sobre o consumo de extrato etéreo, com maior média para os animais que foram suplementados com farelo de algodão (0,07 vs. 0,05 kg dia^{-1}), em decorrência da maior concentração desse nutriente no grão. Mas, não houve alteração na digestibilidade da matéria seca (48,09%) e da fibra em detergente neutro (38,22%) em decorrência do maior ingestão de extrato etéreo, assim como não houve efeito sobre o ganho de peso (0,585 kg dia^{-1}).

Mas, em relação à frequência do fornecimento do suplemento, Paula *et al*. (2010) verificaram que o fornecimento três vezes por semana melhorou o ganho (0,67 vs. 0,50 kg dia^{-1}) e reduziu os custos da suplementação. Assim, o fornecimento do suplemento com menor frequência permiti ao pecuarista obter melhor relação custo:benefício, pois otimiza a mão de obra, o combustível e maquinários associados ao processo de suplementação. Com a ausência de efeitos negativos das fontes proteicas e da frequência de suplementação sobre o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, os autores demonstram a possibilidade de adequação dos parâmetros nutricionais dos animais por meio da utilização do farelo de algodão de alta energia e do fornecimento de suplemento 3 vezes por semana.

Silva-Marques *et al*. (2015b) avaliaram o fornecimento de suplemento mineral e níveis de suplementação de 2, 4, 6 e 8 kg $animal^{-1}$ dia^{-1} para novilhas Nelore (22 meses; 344 kg) em pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no estado Mato Grosso e verificaram que os consumos de matéria seca ($\hat{Y}$=4,98+0,496X) e nutrientes digestíveis totais ($\hat{Y}$=2560,32+434,969X) aumentaram linearmente com os níveis de suplementação, enquanto o consumo de matéria seca de forragem reduziu linearmente ($\hat{Y}$=4,80-0,327X). À medida que foi aumentando a quantidade ofertada de suplemento, a digestibilidade da forragem aumentou linearmente ($\hat{Y}$=52,61+2,623X), indicando que o fornecimento de suplemento para bovinos em pastejo potencializa a digestão dos nutrientes da forragem. O melhor aproveitamento dos nutrientes foi atribuído ao maior aporte de nitrogênio e energia, que pode ter atendido às exigências dos microrganismos ruminais e, como consequência, incrementou a atividade das bactérias celulolíticas ruminais.

Conclusões

Embora o foco das discussões no Brasil seja o desmatamento na Amazônia, o que a ciência produziu e continua produzindo de conhecimento tecnológico, permite que a produção agrícola e pecuária continue a se expandir na região, porém não há necessidade de abertura de áreas. O uso intensivo de pastagens permitirá que mais áreas sejam cedidas para a cultura da soja e a produção animal ainda continue em expansão.

A pecuária de corte na Amazônia, quando bem conduzida é uma importante ferramenta para reduzir o impacto ambiental causado outras atividades econômicas.

REFERÊNCIAS

Bogaerts, M, Cirhigiri, L, Robinson, I, Rodkin, M, Hajjar, R, Costa Junior, C, Newton, P, Climate change mitigation through intensified pasture management: Estimating greenhouse gas emissions on cattle farms in the Brazilian Amazon, **Journal of Cleaner Production**, v. 162, p. 1539-1550, 2017, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.06.130

Cabral, L. S., Zervoudakis, J. T., Coppedê, C. M., Souza, A. L., Caramori Júnior, J. G., Polizel Neto, A.,Oliveira, I. S. Suplementação de bovinos de corte mantidos em pastagem de Panicum maximum cv. Tanzânia no período das águas, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 2, p. 293-302, 2008.

Costa, C. S., Rodrigues, R. C., Araújo, R. A., Cândido, M. J. D., Santos, F. N. S., Rodrigues, M. M., Costa, F. O., Silva, I. R., Alves, A. A., Lima, N. M. Agronomic and nutritional characteristics of Massai grass subjected to deferred grazing and nitrogen fertilization, **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 1617-1624, 2017, doi: 10.5433/1679-0359.2017v38n3p1617

Dim, V.P., Alexandrino, E., Santos, A.C., Mendes, R.S., Silva, D.P. Agronomic characteristics, structural and chemical characteristics of grass in Piata stocking with intermittent rest periods vary depending on the sward height. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 1, p. 10-22, 2015, doi: 10.1590/S1519-99402015000100002

Dourado, R.L., Souza, A.L., Zanine, A.M., Toral, F.L.B., Ferreira, D.J. and Abreu, J.G. Structural and Production Characteristics of Piatã Grass Forage Submitted to Levels of Nitrogen. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 693-701, 2015, doi: 10.4236/ajps.2015.65075

Farias, L. N., Zanine, A. M., Ferreira, D. J., Ribeiro, M. D., Souza, A. L., Geron, L. J. V., Ricardo Martins Araujo Pinho, R. M. A., Santos, E.M. Effects of nitrogen fertilization and seasons on the morphogenetic and structural characteristics of Piatã (Brachiaria brizantha) grass. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias**, v. 51, n. 2, p. 42-54, 2019.

Leite, R.C., Santos, A.C., Santos, J.G.D., Leite, R.C., Oliveira, L.B.T., Hungria, M. Mitigation of Mombasa grass (Megathyrsus maximus) dependence on nitrogen fertilization as a function of inoculation with Azospirillum brasilense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 43, p. 180-234, 2019, doi: 10.1590/18069657rbcs20180234

Lima, J. R. L., Rodrigues, R. C., Sousa, G. O. C., Costa, C S., Parente, H. N., Santos, F. N. S. Ecophysiology of Andropogon grass subjected to different cutting frequencies and intensities. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 9, p. 610-615, 2020, doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v24n9p610-615

Oliveira, R. S., Miotto, F.R.C., Neiva, J.N.M., Silva, L. F. M., Freitas, I. B., Araújo, V. L., Restle, J. Effects of increasing nitrogen levels in Mombasa grass on pasture characteristics, chemical composition, and beef cattle performance in the humid tropics of the Amazon. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, p. 3293-3300, 2020, doi: 10.1007/s11250-020-02360-0

Paula Neto, J.J., Alexandrino, E., Costa Junior, W.S., Rezende, J.M., Silva, A. A.M., Melo, J.C., Performance and carcass characteristics of feedlot-finished Zebu cattle in different feeding systems. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 4, p. 1725-1736, 2018, doi: 10.5433/1679-0359.2018v39n4p1725

Paula, N.F., Zervoudakis, J.T., Cabral, L.S., Carvalho, D.M.G., Hatamoto-Zervoudakis, L.K., Moraes, E.H.B.K., Oliveira, A.A. Frequência de suplementação e fontes de proteína para recria de bovinos em pastejo no período seco: desempenho produtivo e econômico.

Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 4, p. 873-882, 2010.

Sanchês, S. S. C., Rodrigues, R. C., Araújo, R. A., Santos, F. N. S., Silva, I. R., Figueredo, E. S., Cabral, L. S., Araújo, J. S., Costa, C. S. Anatomical characterization of elephant grass under different defoliation frequencies and levels of insertion on the tiller. **Biological Rhythm Research**, v. 50, n. 3, p. 1-10, 2019, doi: 10.1080/09291016.2019.1583500

Santos, M. A. S., Lourenço Júnior, J. B., Santana, A. C., Homma, A. K. O., Andrade, S. J. T., Silva, A. G. M. Caracterização do nível tecnológico da pecuária bovina na Amazônia brasileira. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 1, p. 103-111, 2017, doi: 10.4322/rca.60103

Silva Neto, I. M., Souza, A. L., Zanine, A. M., Abreu, J. G., Ferreira, D. J., Toral, F. L. B., Alves, G. R., Castro, W. J. R., Pinho, R. M. A. Morphogenetic and structure characteristics of marandu grass subjected to grazing management strategies, **Biological Rhythm Research**, v. 51, n. 6, p. 898-906, 2020, doi:10.1080/09291016.2018.1558738

Silva, R. R., Leite, R.C., Carneiro, J. S. S., Freitas, G. A., Santos, A. C. M., Santos, A. C., Kuyumjian, L. A. Application of slaughterhouse residues as nitrogen source replacing commercial fertilizers on mombasa grass (Megathyrsus maximus), **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 02, p. 294-299, 2019, doi: 10.21475/ajcs.19.13.02.p1459

Silva-Marques, R. P. S., Zervoudakis, J. T., Hatamotozervoudakis, L. K., Cabral, L. S., Alexandrino, E., Neto, A. J., Werner Koscheck, J. F., Rondena Pesqueira Silva, L. C., Goncalves Da Silva, R. F. Substituição do milho pela glicerina em suplementos múltiplos para novilhos Nelore em pastejo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, p. 497-508, 2015a, doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n1p497

Silva-Marques, R. P., Zervoudakis, J. T., Hatamoto-Zervoudakis, L. K., Cabral, L. S., Alexandrino, E., José Neto, A., Soares, J. Q., Melo, C. B. Suplementos múltiplos para novilhas de corte a pasto no período seco: características nutricionais. **Semina: ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 509-524, 2015b, doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n1p509

Socreppa, L. M., Moraes, K. A. K., Oliveira, A. S., Batista, E. D., Drosghic, L. C. A. B., Botini, L. A., Paula, D. C., Stinguel, H., Bento, F. C., Moraes, E. H. B. K. Crude glycerine as an alternative energy feedstuff for beef cattle grazing tropical pasture. **Journal of Agricultural Science**, v. 155, p. 1-8, 2017, doi:10.1017/S0021859617000119

Sousa, G. J., Alexandrino, E. Santos, A, C., Freitas, M. V. L. Megathyrsus Maximus cv. Massai at different cutting frequencies, **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 5, p. 1913-1924, 2019, doi: 10.5433/1679-0359.2019v40n5p1913

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_012

12. ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS PARA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO NA BOVINOCULTURA DE CORTE

Daiany Iris Gomes[1]
Philipe Moriel[2]
Fabrícia Rocha Chaves Miotto[3]
Wescley Faccini Augusto[3]
Natália Gomes Lacerda[1]
Marcelo Vedovatto[4]
Cristian Faturi[5]
Rafael Mezzomo[1]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia – Campus de Parauapebas
[2] University of Florida, Range Cattle Research & Education Center, Ona, FL, USA
[3] Universidade Federal do Norte do Tocantins
Campus Araguaína, Araguaína, Tocantins
[4] University of Vermont, College of Agriculture
and life science, Burlington, VT, USA
[5] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, Belém, Pará

1. Introdução

Ao falar sobre bovinocultura de corte na Amazônia Legal brasileira, rapidamente duas indagações podem surgir na cabeça do leitor. A primeira, envolve a associação da produção de bovinos ao aumento do desmatamento na região, a segunda, passa pela associação entre extensas áreas de terras com capacidade para gerar fluxo de caixa e enriquecimento rápido, considerando principalmente o menor valor da terra comparado a outras regiões do país.

Contudo, a bovinocultura de corte estabelecida nesta região passou e passa por várias mudanças ao longo das três últimas décadas (DIAS-FILHO, 2016). É inegável que a pecuária de corte seguiu o processo de ocupação semelhante a outras regiões do Brasil, impulsionada pelo baixo valor da terra em fronteiras agrícolas, além da busca inicial por solos de maior fertilidade após a ocupação das áreas pela indústria madeireira (NEIVA *et al*., 2016). Entretanto, atualmente a intensificação da produção de bovinos criados a pasto tem contribuído para a melhoria das pastagens por meio do aumento da fixação do nitrogênio no solo, preservação da vegetação natural e consequentemente menor uso de áreas nativas para produção pecuária (DICK *et al*., 2021).

No cenário da produção eficiente de bovinos em pastagens, o ajuste da intensidade de pastejo e utilização de suplementos têm sido usados como estratégias para obter maiores ganhos de peso e por área, assim como menor emissão de metano (KOSCHECK *et al*., 2020). Além disso, as pressões internacionais e

nacionais para manutenção das áreas de floresta, custo elevado dos grãos para uso em dietas na maior parte dos estados, e ao mesmo tempo a competição de áreas produtivas com outras commodities agrícolas, exportação de bovinos vivos e aumento da demanda de carne bovina pelo mercado exportador, tem acompanhado a atividade pecuária na Amazônia Legal brasileira. Todas essas alterações têm impactos positivos e negativos sobre as estratégias tecnológicas para reduzir os ciclos produtivos, tanto para machos quanto para fêmeas. Neste sentido, a nutrição, a genética, a reprodução e o ambiente de manejo entre outras variáveis podem alterar significativamente os resultados das fazendas, contudo neste capítulo será descrito com mais detalhe sobre as estratégias nutricionais para reduzir ao primeiro parto e a idade de abate.

2. Desafios e estratégias para aumentar os índices reprodutivos de fêmeas

2.1 Consumo de energia após o desmame

O aumento no consumo de energia após o desmame pode causar impactos positivos na fisiologia reprodutiva das novilhas (MORIEL *et al*., 2017). Têm sido observado que novilhas suplementadas com concentrado na proporção de 1,75% (base matéria seca – MS) do peso corporal, durante todo o período de desenvolvimento (setembro até março) apresentaram maior ganho médio diário (GMD) geral, taxa de puberdade antes do início da estação de monta e taxa de prenhez comparado com novilhas suplementadas com concentrado a 1,25% do seu peso corporal (Tabela 1). O tempo de vida produtiva é significativamente aumentado quando as novilhas parem mais cedo na sua primeira estação de parição (CUSHMAN *et al*., 2013). A suplementação com 1,75% também aumentou a percentagem de novilhas parindo durante as primeiras quatro semanas da estação de parição. A quantidade total de suplemento consumido durante o estudo foi de 613 kg e 857 kg por novilha suplementada a 1,25% e 1,75% do peso corporal, respectivamente. O custo do suplemento foi de $0,33/kg (dólares). O custo total com o suplemento foi $203 e $283 dólares por novilha suplementada com 1,25% e 1,75%, respectivamente. Assumindo que todos os bezerros filhos destas novilhas, foram desmamados com 249,48 kg à $3,08/kg, o retorno líquido por novilha foi de $87 a mais por novilha suplementada a 1,75% vs. 1,25% do peso corporal.

Desempenho reprodutivo de novilhas suplementadas com 1,25% ou 1,75% do seu peso corporal (PC; base MS) por 167 dias (setembro até março; Moriel *et al*., 2020a)

Item	1,25% do PC	1,75% do PC	EPM	*P*
Ganho médio diário, kg/dia	0,65	0,71	0,015	0,02
% do total				
Novilhas púberes no início da estação de monta	81	92	4,0	0,05
Taxa de prenhez final	65	83	5,3	0,02
Novilhas parindo dentro das primeiras 4 semanas da estação de parição	68	51	7,7	0,05

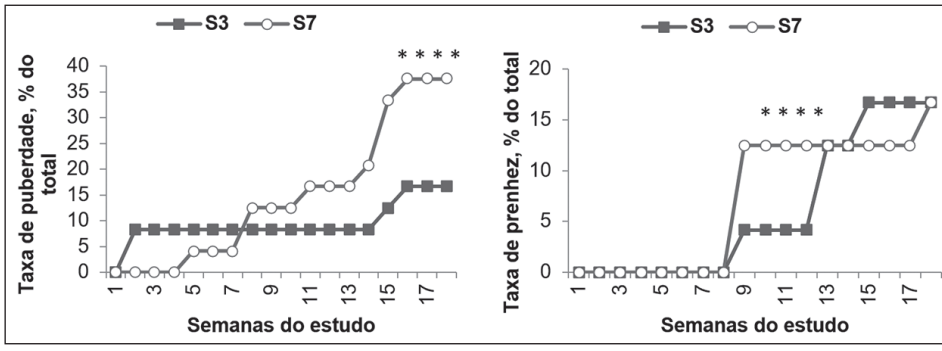
2.2 Frequência de suplementação concentrada

Reduzir a frequência de suplementação de diariamente para 3 vezes na semana contribui com a redução dos custos de fornecimento de concentrado. Quando a frequência de suplementação é reduzida, a quantidade de suplemento fornecido na semana é a mesma (por exemplo, 21 kg/semana), mas a quantidade de concentrado fornecido em cada evento de alimentação é aumentada comparado com o fornecimento de concentrado diário (3 kg/dia por 7 dias vs. 7 kg/dia nas segundas, quartas e sextas-feiras).

Estudos anteriores reportaram que reduzir a frequência de suplementação energética de diariamente para 3 vezes por semana não teve impacto (MORIEL *et al*., 2016) ou reduziu o GMD de bezerros de corte de 10 a 21% (COOKE *et al*., 2008; ARTIOLI *et al*., 2015; MORIEL *et al*., 2020a). As diferenças no consumo diário de matéria seca de forragem entre bovinos recebendo suplementação frequente ou infrequente é o fator primário que explica a variação de desempenho entre estes estudos. Quando a frequência de suplementação é reduzida, bovinos consomem uma grande porção de concentrado em um único dia e não recebem suplementação concentrada no dia seguinte. Esse esquema menos frequente de suplementação leva a flutuações na ingestão de forragem e nutrientes.

A redução da frequência de suplementação também pode ser prejudicial à reprodução. Moriel *et al*. (2012) avaliaram o impacto da suplementação energética fornecida diariamente (novilhas S7) ou 3 vezes por semana (novilhas S3; segunda, quarta e sexta-feira) sobre o crescimento e desempenho reprodutivo de novilhas consumindo Cynodon. Os suplementos foram fornecidos em taxas semanais de 16 kg de MS/novilha. Nos dias em que ambos os tratamentos foram suplementados, novilhas S3 tiveram menor consumo de feno comparadas com novilhas S7 (2,55 vs. 3,36 kg/dia, respectivamente). Nos dias que somente as novilhas S7 foram suplementadas, as novilhas S3 também tiveram menor consumo de MS (3,15 vs. 3,38 kg/dia para novilhas S3 e S7, respectivamente). Consequentemente, o consumo médio geral de MS do feno foi 15,4% menor para novilhas S3 vs. S7 (2,85 vs. 3,37 kg/dia, respectivamente). O consumo de energia líquida para ganho (ELg) seguiu o mesmo padrão observado para o consumo de MS, e o consumo geral estimado de ELg foi ligeiramente superior para as novilhas S7 vs. S3 (2,75 vs. 2,59 Mcal/dia, respectivamente). No entanto, a magnitude das diferenças sobre o consumo de ELg geral estimado não foi suficiente para alterar o GMD entre os tratamentos (0,28 vs. 0,27 kg/dia para S3 e S7, respectivamente). Apesar do GMD similar, a taxa de puberdade foi atrasada devida a redução da frequência de suplementação energética (Figura 1). No final da estação de monta, aproximadamente 38% das novilhas S7 estavam púberes, no entanto, somente 17% das novilhas S3 estavam púberes ao final da estação de monta. A taxa de prenhez final não diferiu entre tratamentos, mas as novilhas S7 ficaram prenhez mais cedo comparado com novilhas S3 (Figura 1).

Figura 1 – Alcance semanal da puberdade (esquerda) e de prenhez (direita) de novilhas de corte alimentadas com forragem de clima quente e suplementadas com concentrado diariamente (S7) ou 3 vezes na semana (S3; Moriel *et al*., 2012). *$P \leq 0.05$



A melhora na performance reprodutiva tem sido associada com o aumento da concentração sanguínea de glicose, insulina, e fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1**;** Hess *et al*. 2005). Por exemplo, as concentrações plasmáticas de glicose e insulina foram maiores para novilhas S3 vs. S7 nos dias em que apenas as novilhas S7 receberam suplementação, mas não nos dias em que ambos os grupos foram suplementados. Mais importante, novilhas suplementadas todos os dias tiveram menor variação diária nas concentrações plasmáticas de glicose e IGF-I do que novilhas suplementadas 3 vezes por semana (MORIEL *et al*., 2012). As diferenças nas concentrações plasmáticas de glicose e insulina foram atribuídas ao padrão de consumo dos nutrientes de cada tratamento, e essa menor flutuação nos parâmetros sanguíneos com um esquema de suplementação mais frequente, provavelmente colaborou para a melhora no alcance da puberdade comparado com a suplementação infrequente (MORIEL *et al*., 2012).

Recentemente, Moriel *et al*. (2020a) tentaram corrigir os efeitos negativos da frequência de suplementação aumentando a quantidade de suplemento oferecida às novilhas. Nesse estudo de 2 anos, as novilhas foram suplementadas com concentrado (base MS) em: 1,25% do PC oferecido 3 vezes na semana (1.25-3X); 1,25% do PC oferecido 7 vezes na semana (1.25-7X); 1,75% do PC oferecido 3 vezes na semana (1.75-3X); ou 1,75% do PC oferecido 7 vezes na semana (1.75-7X). Os efeitos de frequência de suplementação × quantidade não foram detectados ($P \geq 0.71$) para nenhuma variável. Similar aos nossos estudos anteriores, crescimento e desempenho reprodutivo de novilhas suplementadas 3 vezes na semana foram reduzidos comparados com novilhas suplementadas diariamente (Tabela 2). Assim sendo, apesar de incluir maiores quantidades de suplementação, o desempenho reprodutivo das novilhas foi significativamente prejudicado quando a frequência de suplementação foi reduzida de diária para 3 vezes por semana.

Tabela 2 – Desempenho reprodutivo de novilhas suplementadas diariamente (7X) ou 3 vezes na semana (3X) por 167 dias (setembro até março; Moriel *et al*., 2020a)

Item[1]	7X	3X	EPM	*P*
Ganho médio diário, kg/dia	0,65	0,71	0,014	0,007
% do total				
Novilhas púberes no início da estação de monta	86	80	4,0	0,03
Taxa de prenhez final	75	72	5,2	0,70
Novilhas parindo dentro das primeiras quatro semanas da estação de parição	76	43	7,7	<0,01

[1]O concentrado foi oferecido para as novilhas a 1,25% ou 1,75% do seu peso corporal (base MS).

2.3 Desmame precoce

O desmame precoce é uma prática de manejo que consiste na remoção permanente do bezerro da vaca em idades geralmente inferiores a 5 meses. Por outro lado, o desmame normal ocorre tradicionalmente quando os bezerros estão com 7 e 9 meses de idade. O desmame precoce possibilita aumento do crescimento dos bezerros (MORIEL *et al*. 2014) eficiência alimentar e desempenho reprodutivo das vacas (ARTHINGTON; KALMBACHER, 2003).

Em estudo conduzido durante dois anos para avaliar diferentes sistemas de manejo para bezerros de corte desmamados precocemente e as suas consequências a longo prazo sobre o crescimento e a reprodução das novilhas, verificou-se melhores índices reprodutivos nas bezerras desmamadas precocemente (MORIEL *et al*., 2014).

Em janeiro de cada ano (dia 0 do estudo), bezerras Brangus foram distribuídas aleatoriamente entre quatro tratamentos. O grupo controle representado por bezerras que permaneceram com suas mães até 250 dias de idade (dia 180 do estudo). Um grupo de bezerras desmamadas precocemente com 70 dias de idade e aleatoriamente atribuídas para 1 de 3 sistemas de manejo de desmame precoce do dia 0 a 180 do estudo: (1) pastejo em azevém e Paspalum por 180 dias (DP – 1); (2) dieta com alto concentrado em confinamento por 180 dias (DP – 2); e (3) dieta com alto concentrado em confinamento por 90 dias, e na sequência pastejo em Paspalum por 90 dias adicionais (DP – 3). Quando as bezerras desmamadas precocemente estavam no confinamento, elas tiveram a alimentação restrita à 3,5% do PC (matéria seca) com dieta com alto concentrado. Quando as bezerras desmamadas precocemente estavam no pasto, estas foram suplementadas com a mesma dieta de alto concentrado a 1,0% do PC (matéria seca). As bezerras que foram mantidas com as mães até a desmama (250 dias de idade), não receberam suplementação entre os 70 e 250 dias de idade.

Nós observamos que as novilhas desmamadas precocemente (DP) e submetidas ao sistema de manejo 3 (DP 3), 2 (DP 2) e 1 (DP 1) apresentaram crescimento similar ou superior do dia 0 até 180 comparados com novilhas desmamadas com 250 dias (Tabela 3). Do dia 180 do estudo até o final da estação de monta (dia 395), todas as novilhas foram suplementadas com concentrado a 1,5% do PC (matéria

seca). Durante este período, não foram detectadas diferenças no GMD entre os tratamentos (média = 0,68 kg/dia). Interessantemente que, a dieta restrita de alto concentrado no confinamento por pelo menos 90 dias aumentou o percentual de novilhas ciclando no início da estação de monta comparado com as novilhas desmamadas com 250 dias de idade (Tabela 3). Mais especificamente, um maior percentual de novilhas desmamadas precocemente e alimentadas com dieta de alto concentrado no confinamento atingiram a puberdade no início da estação de monta, apesar de possuírem similar PC e GMD comparadas com as novilhas desmamadas com 250 dias. Essa resposta indica que nós podemos acelerar a puberdade de novilhas com influência *Bos indicus* ao expor temporariamente as bezerras a dietas com alto concentrado e a altas taxas de crescimento aos 70 dias de idade.

Tabela 3 – Desempenho e reprodução de bezerras desenvolvidas em diferentes sistemas de manejo desde o momento do desmame precoce (dia 0 do estudo) até o momento do desmame convencional (dia 180 do estudo; Moriel *et al*., 2014)

	Tratamentos					
Item	**C**	**DP[1]**	**DP[2]**	**DP[3]**	**EPM**	***P-value***
Peso corporal, kg						
dia 90	139[a]	135[a]	164[b]	171[b]	3,7	<0,001
dia 180	212[a]	178[b]	262[c]	216[a]	6,4	<0,001
dia 335	323[a]	292[b]	363[c]	327[a]	7,9	<0,001
Idade a puberdade, dias	429[a]	418[a]	298[b]	358[c]	14,9	<0,001
Peso corporal a puberdade, kg	342[a]	306[b]	286[b]	292[b]	11,9	0,09
Novilhas púberes no início da estação de monta. % do total	30[a]	40[a]	100[b]	80[b]	13,2	0,002
Taxa de prenhez, % do total	60	50	78	70	15,6	0,64

C = grupo controle (desmamadas aos 250 dias), DP1 = Desmame precoce (70 dias) e alimentadas em pastagem de azevém e bahiagrass por 180 dias, DP2 = Desmame precoce (70 dias) e alimentadas com dieta com alto concentrado em confinamento por 180 dias, DP3 = Desmame precoce (70 dias) e alimentadas com dieta com alto concentrado em confinamento por 90 dias, e na sequência pastejo em bahiagrass por 90 dias adicionais. [a-c] Dentro das linhas, médias sem superescrito semelhante diferem ($P \leq 0.05$).

2.4 Microminerais injetáveis

Os microminerais possuem várias funções reprodutivas em vacas, e uma delas é reduzir o estresse oxidativo no corpo (incluindo nos órgãos reprodutivos). A forma convencional de fornecimento de minerais para vacas de corte é através de misturas minerais em pó. Este método possui algumas limitações, como alta variabilidade de consumo da mistura, e consequentemente, alta variabilidade no status de microminerais dos animais do mesmo lote. Desta forma, a adoção de estratégias que melhorem ou padronizem o status de microminerais de fêmeas em

sistemas de produção semelhantes a este podem ser justificáveis.

A suplementação com microminerais (cobre, zinco, selênio e manganês) injetáveis tem sido uma prática bastante utilizada nos EUA e com grande potencial para as condições brasileiras. Como a aplicação é feita na forma injetável, se garante que todos os animais do mesmo lote recebam um aporte específico destes elementos. Estes microminerais aplicados na forma injetável são parcialmente armazenados no fígado, possibilitando posterior utilização. Vários experimentos avaliaram o efeito da suplementação com microminerais injetáveis em vacas de corte durante a estação de monta sobre a taxa de prenhez (Tabela 4). Os resultados apresentados na Tabela 4 são variáveis, e provavelmente ocorreram devido aos diferentes status de microminerais que estas vacas estavam no momento da injeção. Vacas mais deficientes em microminerais podem responder melhor a suplementação injetável. No entanto, na média dos resultados dos experimentos publicados, a taxa de prenhez foi de 53,5% e 58,8% para vacas Controle vs. Suplementadas com microminerais injetáveis, respectivamente.

Tabela 4 – Taxa de prenhez (% do total) de vacas que receberam uma injeção de solução salina (Controle) ou de microminerais (Mineral injetável) durante a estação de monta

Tratamentos[1]		*P*	Local	Autores
Controle	Mineral injetável			
51,2	60,2	0,05	EUA	Mundell *et al.*, 2012
61,0	65,0	0,74	EUA	Stokes *et al.*, 2017
45,0	62,0	0,07	EUA	Stokes *et al.*, 2017
66,0	61,0	0,50	EUA	Stokes *et al.*, 2017
55,0	50,0	0,72	EUA	Willmore *et al.*, 2015
36,0	48,0	0,01	Brasil	Sales *et al.*, 2011
46,8	58,4	0,09	Brasil	Vedovatto *et al.*, 2019a
67,6	71,8	0,36	Brasil	Vedovatto *et al.*, 2019a
48,1	53,7	0,06	Brasil	Vedovatto *et al.*, 2019b
58,1	57,9	0,99	Brasil	Vedovatto *et al.*, 2019b
53,5	58,8	Média de todos os experimentos		

Tanto a aplicação de suplemento mineral injetável 30 dias anterior ao dia da inseminação artificial (VEDOVATTO *et al*., 2019a), como no início do protocolo de inseminação artificial (VEDOVATTO *et al*., 2019b), aumentaram a taxa de prenhez somente de vacas magras (escore de condição corporal – ECC < 5). Mostrando que animais desta categoria respondem melhor a estes produtos. Em ambos os estudos (VEDOVATTO *et al*., 2019ab), a aplicação de suplemento

mineral injetável aumentou a concentração das enzimas antioxidantes glutationa peroxidase e superóxido dismutase no plasma, mostrando que a suplementação pode reduzir o estresse oxidativo e melhorar a reprodução. Em um outro trabalho que estamos conduzindo atualmente (dados ainda não publicados), a aplicação de minerais injetáveis em vacas de corte no dia da inseminação artificial reduziu a taxa de prenhez (56,1% e 44,6% para vacas controle e que receberam minerais injetáveis, respectivamente) de vacas com alto ECC (> 5). Essa redução provavelmente seja reflexo de uma pequena reação inflamatória causada pela injeção. Assim, a aplicação de microminerais injetáveis quando feita 30 dias anterior ou no início do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo pode aumentar a taxa.

3. Recria e terminação de bovinos em pastagem

A escolha do programa de suplementação depende de vários fatores, contudo, objetivando sempre menores idades ao abate. Neste sentido, a criação de bovinos no contexto da sustentabilidade da atividade pecuária deve ser vista como um sistema que envolve várias fases: cria, recria e terminação, bem como vários ambientes produtivos. Portanto, as estratégias nutricionais ou ausências delas na primeira fase (cria) impactam todo o ciclo produtivo. Portanto, antes de detalhar estratégias para recria, vale descrever sobre o creep-feeding, caracterizado pelo fornecimento de concentrado às crias na fase de aleitamento, o qual têm-se mostrado vantajoso em proporcionar aumento no GMD dos bezerros, em torno de 200 g/bezerro/dia a mais para os machos (receberam entre 6 e 7 g/kg/PC de suplemento) e 100 g/bezerra/dia para as fêmeas (receberam 3 e 5 g/kg/PC de suplemento), comparado aos bezerros/as não suplementados (CARVALHO *et al*., 2019). Neste sentido, os bezerros oriundos do creep-feeding iniciam a recria mais pesados, o que garante uma vantagem no tempo necessário para terminação.

3.1 Pastagem como recurso primário

A produção de bovinos em pastagem na Amazônia Legal brasileira envolve alguns desafios inerentes à quantidade e qualidade das pastagens tropicais, que variam consideravelmente em função de estações bem definidas de seca e chuva. Diferenças na precipitação entre estas duas estações alteram os componentes do dossel forrageiro, envolvendo aumento na relação colmo folha e consequentemente maior grau de lignificação das gramíneas, podendo ser mais intenso de acordo com a espécie forrageira escolhida (FEITOSA *et al*., 2022). Porém, por estar próximo à linha do equador, o bioma Amazônico tem como característica pouca variação no fotoperíodo, elevada umidade e temperaturas mais uniformes ao longo do ano (PEEL *et al*., 2007; DIAS-FILHO, 2011). Todos esses fatores climáticos citados interferem sobre as estratégias nutricionais adotadas nos sistemas de produção a pasto.

Duas principais estratégias para a redução do ciclo produtivo de bovinos em pastagem estão relacionadas: 1) a produção e qualidade de forragem e 2) atendimento das exigências dos animais via suplemento para metas planejadas (item 3.2). As estratégias relacionadas ao primeiro item envolvem: escolha da espécie forrageira; altura do dossel forrageiro para entrada e saída dos animais da área; níveis de adubação e controle das plantas invasoras.

Outro fator importante a ser considerado no manejo das pastagens tropicais, principalmente em regiões com características climáticas do bioma Amazônia é a adubação nitrogenada. Claro, antes disso, não deve ser negligenciado a correção do solo e adubação de implantação da forragem (DIAS-FILHO, 2016). A adubação nitrogenada de manutenção efetuada durante os meses chuvosos tem sido uma estratégia utilizada para aumentar a produção de forragem e consequentemente as variáveis que estão relacionadas a este aumento, como o ganho de peso por animal e por área/hectare (BARBERO *et al*., 2015). Diferentes níveis de adubação podem ser utilizados com objetivo de aumentar a produtividade do sistema (planta/animal), havendo variação dependendo da espécie forrageira (Tabela 5).

Tabela 5 – Ganho de peso por animal e por hectare em função dos níveis de adubação nitrogenada

Níveis de nitrogênio (Kg/ha/ano)	GMD (kg/animal/dia)	Taxa de lotação (UA/ha)	GPH (Kg/ha/dia)	GPN (Kg/N)	Autor
150	0.420	5.47	587	3.91	Silva *et al.*, 2020
300	0.510	6.36	799	2.66	
450	0.485	7.48	909	2.02	
Controle	0.939	3.37	514	.	Delevatti *et al.*, 2019
90	0.985	4.64	769	2.84	
180	0.879	5.81	848	1.86	
270	0.898	6.55	967	1.68	

GMD = ganho médio diário; UA = unidade animal = 450 kg de peso corporal; PC = peso corporal; GPH = ganho de peso corporal por hectare; GPN = ganho de peso corporal por kg de nitrogênio aplicado; N = nitrogênio.

Portanto, manejar o pasto consiste no exercício de administrar a variabilidade natural dos sistemas de produção, para garantir disponibilidade de material verde compatíveis com altos níveis de utilização do pasto e desempenho animal.

3.2 Programas de suplementação

Como princípio, os programas de suplementação surgem para minimizar as deficiências dos animais alimentados apenas com forragem, que ao longo do ano varia a qualidade e quantidade da massa disponível. Além disso, são utilizados como ferramentas para alcançar as metas de desempenho planejadas, com base na exigência de cada categoria animal (DETMANN *et al*., 2016). Dessa forma, na pecuária de corte intensiva, a qual visa reduzir a idade de abate dos animais, torna-se imprescindível o uso de alternativas nutricionais que minimizem o crescimento descontínuo do rebanho, caracterizado por manutenção ou perda de peso durante o período seco (SAMPAIO *et al*., 2017).

Considerando a maioria dos sistemas produtivos, o teor de proteína bruta do pasto, apresenta-se como principal limitante do desempenho dos animais,

com maior intensidade durante o período seco, justamente por ter menor proporção de folhas e maior lignificação dos colmos nesse período. Nesses casos, a suplementação deverá proporcionar concentração mínima de 8 mg/dL de nitrogênio amoniacal que seria alcançado em dietas com aproximadamente 100 g/kg de proteína bruta (PB) na matéria seca (MS) (DETMANN *et al*., 2014). Neste sentido, a disponibilidade de nitrogênio aos microrganismos ruminais proporcionaria maior crescimento e atividade enzimática destes, com efeitos sobre a digestão dos carboidratos da forragem e consequente ampliação no consumo de matéria seca do pasto (SAMPAIO *et al*., 2010).

Portanto, em programas de suplementação, que o objetivo consiste em atender a exigência de compostos nitrogenados para o crescimento microbiano, geralmente fornece-se baixas quantidades de suplementos (1- 4g/kg do peso corporal) com elevada quantidade de compostos nitrogenados entre 200 à 300 g/kg com base na MS (ALMEIDA *et al*., 2018; ORTEGA *et al*., 2020; ALMEIDA *et al*., 2022). Porém, para obtenção de maior desempenho durante o período seco (entre 500 e 800 g/dia) a quantidade de suplemento fornecida será maior (entre 6 a 12 g/kg do PC) (ZERVOUDAKIS *et al*., 2018). No entanto vale ressaltar que a resposta à suplementação nitrogenada será inversamente proporcional à concentração de proteína disponível na forragem (DETMANN *et al*., 2016).

Nos trabalhos realizados no Brasil pode ser observado que a intensificação da produção de bovinos via programas de suplementação proporciona maior peso ao desmame de machos e fêmeas (CARVALHO *et al*., 2019), menor tempo dos animais na recria e maiores níveis de desempenho na recria e terminação, independente da estação do ano em que são suplementados (ALMEIDA *et al*., 2022). Os resultados de desempenho (ganho médio diário – GMD) podem ser maiores ou menores dependendo de fatores, como: disponibilidade e qualidade da forragem, que em casos de não utilização de adubação nitrogenada varia consideravelmente em função da disponibilidade de chuvas da região. Outro fator importante será a meta de desempenho e categoria animal, os quais associados à composição da forragem serão importantes para decisão do nível e o tipo de suplemento. Na tabela 6 pode ser observado o nível de suplemento utilizado associado aos níveis de proteína bruta e fibra em detergente neutro da forragem em programas de suplementação em estados da região Amazônica, os quais geram diferentes taxas de GMD para machos e fêmeas

Tabela 6 – Desempenho de machos e fêmeas e níveis de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de pastagens em estados da região Amazônica

Classe sexual	Nível de suplemento (g/kg PC)	Proteína Bruta da forragem (%MS)	FDN da forragem (%MS)	GMD (g/dia)	Autores
Fêmeas	SM	11,2	64,1	0,355	Mata *et al.*, 2022
	4	11,2	64,1	0,493	
	8	11,2	64,1	0,579	

Classe sexual	Nível de suplemento (g/kg PC)	Proteína Bruta da forragem (%MS)	FDN da forragem (%MS)	GMD (g/dia)	Autores
Machos	SM	4,2	65,1	0,390	Botini *et al.*, 2015
	11	4,2	65,1	0,920	
Machos	8,5	3,6	69,9	0,816	Alonso *et al.*, 2013
Machos	1	-	-	0,630	Domiciano *et al.*, 2016
Machos	SM	7,3	64,2	0,698	Alonso *et al.*, 2014
	1,4	7,3	64,2	0,626	
Machos	SM	8,6	67,8	0,407	Diniz, 2017
	8	8,6	67,8	0,740	
	SM	11,3	58,8	0,389	
	8	11,3	58,8	0,733	

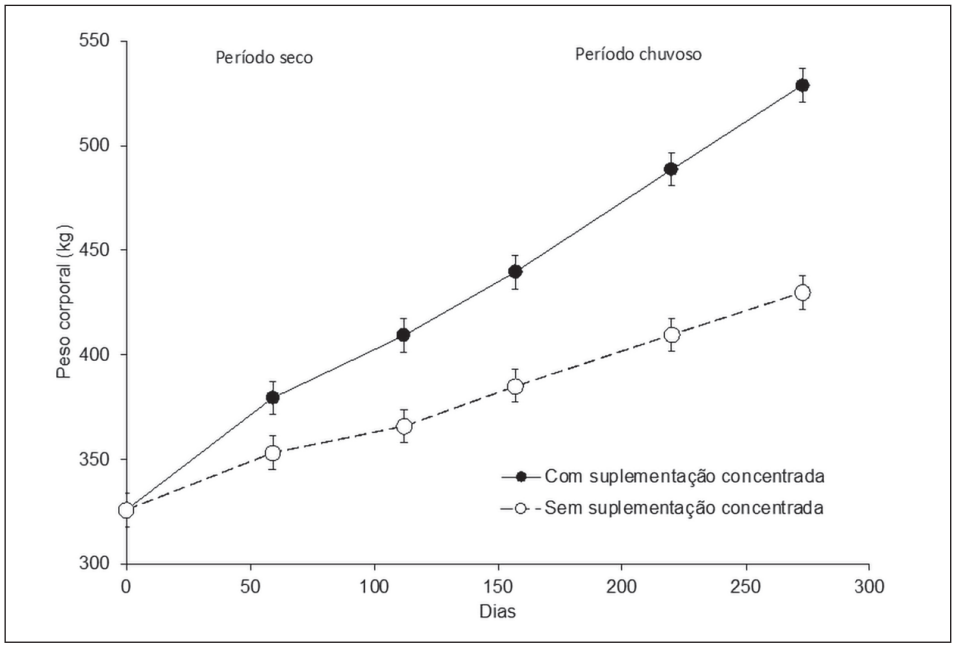
SM = suplemento mineral, GMD = ganho médio diário, FDN = fibra em insolúvel em detergente neutro, MS = matéria seca.

De maneira geral, várias respostas sobre o consumo podem ser obtidas pela associação pasto/suplemento, a qual pode interferir de forma complexa sobre a colheita, consumo e digestibilidade da dieta. Sabe-se que desde o ponto de vista teórico, existem efeitos associativos que são inevitáveis quando se trabalha com o conjunto pasto/suplemento, e dependendo da situação produtiva, os efeitos podem ser positivos ou negativos sobre o consumo de forragem. Dentre os efeitos descrito na literatura (MOORE *et al*., 1999), o substitutivo, geralmente observado em situações em que o consumo de forragem é reduzido, mas o consumo total de nutrientes digestíveis totais (NDT) mantém-se inalterado, pode ser facilmente observado em condições que a disponibilidade de forragem se encontra limitada ou se o nível de suplemento ofertado for elevado, ou os dois. O outro efeito geralmente desejado pelos os nutricionistas que trabalham com suplementação a pasto, denomina-se aditivo, neste, o consumo de forragem se manteria inalterado, mas o consumo de NDT aumentaria justamente em função das vantagens energética adicional do suplemento. Esta situação, em termos práticos, acontece quando a disponibilidade e qualidade da forragem mantém-se como um componente prioritário dentro dos programas de suplementação. E por fim, existe a possibilidade do efeito combinado, em que há redução no consumo de forragem com aumento no consumo de NDT, o qual pode ser reflexo do aumento da taxa de lotação.

De fato, a utilização de suplementos em sistemas de produção sob pastejo pode contribuir de forma direta para o aumento do desempenho dos animais comparado a sua não utilização (Figura 3). Os sistemas tradicionais de produção de bovinos, caracterizados por não utilização de suplementos concentrado ou a não utilização

de estratégias que aumentem a produção e qualidade da forragem como, adubação nitrogenada e ou irrigação, podem incorrer em maior tempo necessário para os animais alcançarem o peso ao abate ou gerarem carcaças mais leves (Figura 3).

Figura 3 – Desempenho de machos não-castrados Nelore terminados em pastagem alimentados com suplemento concentrado (linha sólida) na proporção de 8 g/kg peso corporal e sem suplemento concentrado (linha pontilhada), durante o período seco e chuvoso (Diniz, 2017)



No intuito de usar estratégias que aumentem o desempenho em relação ao uso do suplemento mineral, existem várias alternativas que contemplam o uso de fontes de nitrogênio não-proteico e suplemento mineral, geralmente utilizadas em situações em que se deseja manutenção ou ganhos de peso em torno de 100 g/animal/dia. Para ganhos maiores do que 400 g/animal/dia a mistura utilizada geralmente contempla mistura mineral, fonte de energia, proteína verdadeira e nitrogênio não-proteico. Além das diferentes fontes de nutrientes, torna-se necessário o fornecimento de níveis de suplementação maiores do que 3 g/kg/PC (PAULINO *et al*., 2016).

Especificamente na fase de terminação dos animais, a partir do momento em que alcançam entre 340-400 kg PC, estratégias com maiores níveis de concentrado são usadas no intuito de garantir maior densidade energética na dieta, carcaças com maiores teores de gordura (acima de 3 mm), e clara redução na idade de abate. Nesta estratégia, o pasto assume o papel primordial de manutenção da saúde do rúmen (mastigação, manutenção do pH e população microbiana fibrolítica) uma vez, que as exigências nutricionais dos animais passam a ser atendida pelo o consumo de concentrado, geralmente ofertado entre 1,5 -2,0% do PC (TORRECILHAS *et al*., 2021).

A terminação intensiva a pasto, como tem sido denominado o fornecimento de altos níveis de concentrado em sistema de pastejo, tem resultado em maiores rendimento de carcaças, menor teor e cor mais amarela da gordura subcutânea do que animais terminados em confinamento (SIMIONI *et al*., 2021; TORRECILHAS *et al*., 2021). Além das diferenças produtivas, pode-se destacar o menor custo com estrutura comparativamente ao confinamento.

Para a escolha do programa de suplementação a ser adotado, muitas questões envolvendo o binômio pasto/suplemento, categoria animal e desempenho planejado devem ser avaliadas em conjunto com a disponibilidade e valor dos grãos disponíveis na região. Além disso, fatores como bonificação de carcaças oriunda de animais jovens e bem-acabadas (teor de gordura) podem ser incentivadores de programas de suplementação durante a recria e/ou terminação. Portanto, os valores descritos acima devem ser vistos como exemplos de sistemas produtivos existentes no Brasil; contudo, a decisão relacionada ao tipo de suplemento e nível de suplementação deve ser tomada com base na análise do sistema como um todo, considerando os aspectos econômicos e produtivos (forragem e meta animal planejada).

4. Confinamento de bovinos para a produção de carne

O confinamento é uma estratégia consolidada para aumento da produtividade animal e intensificação da produção de bovinos de corte, e está baseado na elevação da oferta de nutrientes aos animais. Esta estratégia visa acelerar a taxa de ganho de peso dos animais com objetivo de alcançar a meta produtiva estabelecida (PAULA NETO *et al*., 2018). Adicionalmente, o confinamento pode ser utilizado de forma estratégica como auxiliar no manejo das pastagens e como forma de padronizar e melhorar a qualidade de carcaça e carne bovina.

Confinar os animais significa restringir sua locomoção a um determinado espaço físico e oferecer todo o alimento, seja ele concentrado e/ou volumoso, no cocho, assim como a oferta de água. A melhoria no desempenho animal ocorre pela economia energética em função da redução do esforço físico na procura de alimento, mas, principalmente, pelo uso de dietas que, em sua grande maioria, são concentradas em energia e proteína visando o consumo máximo de nutrientes para ganho de peso estipulado. Como exemplo, no Brasil, os nutricionistas (97%) tem recomendado a terminação em confinamento com dietas contendo proporção de concentrado entre 71 e 90% e níveis de proteína bruta entre 12 a 15% (SILVESTRE; MILLEN, 2021).

Como principais benefícios do confinamento podem ser listados:

- Terminação mais rápida dos animais e, consequente, redução da idade de abate;
- Redução do ciclo de produção;
- Melhoria de índices zootécnicos da propriedade;
- Liberação de área, sendo utilizado como auxiliar no manejo de pastagem;
- Melhoria do acabamento das carcaças e padronização dos animais para venda;
- Planejamento de abate para venda de animais nos períodos de maior valor da arroba;
- Maior giro de capital.

Contudo, há desafios consideráveis para a implantação de um confinamento

como: altos investimentos com instalações e maquinários/equipamentos; a produção de silagem; o treinamento e especialização da mão-de-obra; o planejamento e logística para aquisição de insumos e compra/venda de animais. Neste sentido, para tornar a estratégia do confinamento mais competitiva economicamente, torna-se importante o planejamento para aquisição de insumos e animais, pois sabe-se que o custo com alimentação corresponde a mais de 70% do custo total da operação (SARTORELLO *et al*., 2018), ou seja, trabalhar com confinamento tem menos espaço para erros nas tomadas de decisão.

No confinamento, a formulação da dieta e escolha dos ingredientes são fundamentais para o alcance dos resultados esperados. Os dados inseridos para a formulação da dieta devem ser o mais precisos possível, informações dos animais como raça/grupo genético, peso inicial e final (meta), categoria animal (fêmea, macho inteiro, macho castrado), ganho de peso esperado e ou tempo de confinamento, entre outros. Contudo, as informações a serem inseridas depende do programa de formulação/exigência utilizado, desta forma, não haverá vantagens em formular em um programa que utilize informações detalhadas sobre as características dos animais ou alimentos, se as informações inseridas não forem fidedignas.

Semelhante atenção deve se ter com as informações sobre os ingredientes da dieta; alimentos convencionais como milho e farelo de soja têm poucas variações em sua composição. Porém, os subprodutos, utilizados extensivamente para baratear os custos da alimentação, são produtos secundários da industrialização, e apresentam consideráveis variações em sua composição nutricional decorrentes de mudanças, principalmente, no processo de produção/extração. Da mesma forma, os volumosos produzidos e utilizados devem ser analisados quanto à sua composição, já que a composição nutricional varia de acordo com o ponto de colheita da planta e com a eficiência do processo de ensilagem/armazenamento.

Segundo a pesquisa de Millen *et al*. (2009), apenas 6,5% dos nutricionistas dos confinamentos recomendavam dietas de terminação com mais de 66% de grãos por kg de matéria seca (MS), número que aumentou para 38,9% em 2021 (SILVESTRE; MILLEN, 2021). O maior uso de grãos nas dietas eleva os riscos de problemas metabólicos e redução do desempenho animal. Tal fato, ocorre pelo acúmulo dos ácidos orgânicos em função do desbalanço entre produção/utilização pelos microorganismos e absorção destes substratos no rúmen.

Para contornar os problemas metabólicos como acidoses, timpanismos, laminites e ruminites sugere-se cuidados com a adaptação dos animais à dieta, pois visa disponibilizar os substratos de alta fermentação de forma gradativa para que haja adequada mudança no ambiente ruminal, não só o desenvolvimento da microbiota, mas também adaptação do epitélio ruminal para a absorção da maior quantidade de ácidos orgânicos produzidos na fermentação destes, e manutenção do pH dentro da faixa considerada normal para animais alimentados com altas quantidades de grãos (5,6 a 6,5) (NAGARAJA; TITGEMEYER, 2007).

Algumas estratégias para a adaptação dos animais em confinamentos brasileiros são utilizadas como: 1 – mistura de duas dietas; 2 – dieta com menor nível de energia que a dieta final; 3 – aumento gradativo do nível de concentrado ou tipo escada; 4 – restrição da oferta da dieta final; 5 – e a associação entre estes

dois últimos. Adicionalmente, o tempo de adaptação também é importante para evitar os problemas metabólicos citados acima. Desse modo, tempos menores com a dieta de adaptação permite que o animal passe mais tempo consumindo a dieta final; porém, o tempo insuficiente para a adaptação pode provocar problemas para saúde do rúmen, o que irá reduzir o consumo de MS durante todo o confinamento. Parra *et al*. (2019) verificaram que bovinos Nelore adaptados por 21 dias tiveram maior superfície absortiva da parede ruminal no final da adaptação em comparação a animais adaptados por 14 dias, contudo, o peso da carcaça quente foi maior nos animais adaptados por 14 dias, uma vez que estes passaram mais tempo recebendo a dieta final.

4.1 Estratégias para terminação de bovinos de corte: confinamento e semiconfinamento

Conforme discutido anteriormente, elevadas participações de grãos e concentrado em dietas de terminação são cada vez mais praticadas, e isso eleva a energia na dieta e acelera a terminação. Em estudo, o qual avaliou o aumento no teor de NDT da dieta via inclusão de glicerina bruta verificou aumento no GMD em 23% (1,2 para 1,53 kg/dia), resultando em maior peso de carcaça de tourinhos Nelore (MOREIRA *et al*., 2016). Além disso, redução no NDT de dietas de confinamento frequentemente elevam o consumo de MS, uma vez que estas apresentam elevada proporção de concentrado e baixo fator de enchimento (MIOTTO *et al*., 2013). Em não havendo possibilidade de aumento no consumo de forma proporcional à redução da energia, a redução do GMD e piora da eficiência alimentar podem ser esperadas, com isso há redução no peso de carcaça quente e acabamento (MIOTTO *et al*., 2012). Este resultado pode ser mais esperado quando se trabalha com animais de frames grandes, pois exigem maior quantidade de energia para deposição de músculos e gordura na carcaça.

Por outro lado, variações pequenas na relação volumoso:concentrado podem não resultar em diferenças significativas de desempenho e consumo (CRUZ *et al*., 2014, Tabela 8), enquanto, variações maiores nessa relação podem levar o animal a elevar o consumo de MS para suprir suas exigências para produção, o que permitirá a manutenção do ganho de peso, embora haja piora na conversão alimentar (MISSIO *et al*., 2017).

O confinamento sem o uso de volumoso e com o uso de com concentrado contendo milho grão inteiro é uma opção que permite menor investimento em equipamentos e armazenagem dos ingredientes, além de reduzir operações com moagem do milho e com a produção de silagem, pois esta só é utilizada na adaptação dos animais. Nestas dietas sem o uso do volumoso, é usado apenas dois ingredientes, um pellet (proteico, mineral e vitamínico) e o grão de milho inteiro, isso possibilita aos pequenos e médios confinadores terminarem seus animais sem grandes investimentos com a produção de silagem. Porém, o desafio nestas situações é a adaptação dos animais à pouca fibra fisicamente efetiva na dieta, o que exige controle mais rigoroso do consumo, oferta de alimento e comportamento dos animais ao cocho.

As dietas sem volumoso apresentam consumo de MS em torno de 1,8 a 2,4% do PC de MS, a depender da idade do animal e grupo genético utilizado (Tabela 7). Além disso, a inclusão de bagaço de cana *in natura* reduziu a digestibilidade em dieta de grão inteiro, a inclusão deste volumoso buscava aumentar a fibra

efetiva da dieta, o tempo de ruminação e o consumo pelos animais, o que não foi observado (CUNHA *et al*., 2021), com isso, verificou-se igual desempenho e igual acabamento para ambas as dietas (Tabela 7).

Tabela 7 – Desempenho de machos bovinos confinados sob diferentes estratégias de terminação

Autor	V:C/Dieta	Grupo genético	CMS, kg/dia	NDT, %	Peso final, kg	GMD, kg/dia	RCQ, %	EGS, mm
Cunha *et al.* (2021)	3:97	Nelore	8,25	81,3	474,7	1,30	56,2	5,14
	0:100		7,6	83,0	478,6	1,33	56,8	5,17
	3:97	Angus × Nelore	9,23	81,3	499,3	1,88	53,3	2,00
	0:100		8,87	83,0	485,6	1,87	54,2	2,79
Rocha (2017)	0:100	Akaushi × Nelore-não castrado	-	80,0	514,2	1,50	55,1	3,83
		Akaushi × Nelore – castrado	-	80,0	483,4	1,32	54,9	4,55
Missio *et al.* (2017); Silva (2014)	40:60	Aptidão leiteira	9,51	69,0	478,9	1,60	54,8	3,30
	10:90		8,19	80,0	486,1	1,70	55,8	4,10
	40:60	Nelore	9,87	69,0	473,6	1,50	56,6	4,20
	10:90		8,91	80,0	476,1	1,50	56,3	3,90
Maciel *et al.* (2016)	9:91	Holandês × Nelore	8,1	83,0	430,2	1,39	50,4	4,05
Moreira *et al.* (2016 a e b)	20:80	Nelore	7,8	69,0	450,0	1,36	53,9	4,14
Oliveira (2015)	30:70	Aptidão leiteira	9,2	74,0	446,6	1,49	51,6	-
		Nelore	9,3	74,0	449,8	1,46	53,4	-
Paula Neto *et al.* (2018)	24:76	Anelorados	-	-	536,8	1,48	56,1	-
Santana *et al.* (2014) e Santana *et al.* (2015)	0:100/ milho moído	Aptidão leiteira	-	10,8	435,7	1,71	54,0	2,29
	0:100/ milho moído		-	8,8	420,0	1,4	52,5	2,32
Cruz *et al.* (2014); Cruz *et al.* (2015)	35:65	Nelore	70,6	9,9	464,8	1,31	53,0	3,78
	29:71		72,4	10,0	465,4	1,28	52,7	3,41

Autor	V:C/Dieta	Grupo genético	CMS, kg/dia	NDT, %	Peso final, kg	GMD, kg/dia	RCQ, %	EGS, mm
Cutrim (2016)	0:100/milho	Holandês × Nelore	71,16	3,91	299,7	1,0	52,9	1,71
	0:100/sorgo		69,17	4,54	313,5	1,05	52,9	1,67
	0:100/milheto		65,8	4,56	309,9	1,02	50,2	1,86

V:C – relação volumoso:concentrado; CMS – consumo de matéria seca; NDT – nutrientes digestíveis totais; GMD – ganho médio diário; RCQ -rendimento de carcaça quente; EGS: Espessura de gordura subcutânea.

A oferta à vontade da dieta de grão inteiro para machos Nelore terminados em confinamento e semiconfinamento permitiu maior consumo de matéria natural e maior GMD (2,43% PC e 1,56 kg/dia) em comparação à oferta restrita (1,9% do PC e 1,2 kg/dia). Adicionalmente, o fator "dieta sem volumoso" durante a adaptação e fase final elevou o GMD dos animais (1,68 vs. 1,42 kg/dia) e o rendimento da carcaça quente (MENDES FILHO, 2016). Em ambos os casos o pior desempenho pode ser justificado pelo menor consumo de energia.

A oferta de grão inteiro nas dietas sem o uso do volumoso se dá por dois motivos: primeiro disponibilizar gradativamente o amido contido no grão de milho para reduzir variações bruscas do pH ruminal e, segundo, para conferir ao grão de milho maior efetividade e melhor estímulo à ruminação. Como ponto negativo está a possibilidade de menor aproveitamento do milho com maior perda de amido nas fezes. Com intuito de melhorar o aproveitamento do milho pelo o trato gastrointestinal dos animais tem sio utilizado o processamento do grão na forma moído fino, que em algumas situações (MENDES FILHO, 2016) não tem sido observado diferenças do processamento sobre o desempenho e características da carcaça de machos Nelore em confinamento ou semiconfinamento

A substituição parcial do milho grão inteiro por grãos alternativos, sorgo e milheto inteiro, para a cria e terminação em confinamento de bezerros mestiços leiteiros dos 56 dias aos 9 meses, levou ao mesmo GMD, eficiência alimentar e peso de carcaça quente (CUTRIM, 2016). Ao substituir totalmente o milho inteiro por sorgo inteiro no semiconfinamento de novilhas houve tendência ao maior consumo do concentrado com sorgo, com maior GMD e EGS na dieta com milho. O concentrado com sorgo foi três pontos percentuais menor em NDT (78 vs. 81%) nestas mesmas dietas. Portanto, a moagem dos grãos melhorou o GMD (1,2 vs. 1,7 kg/dia) e a eficiência alimentar, elevando o rendimento de carcaça fria (50,6 vs. 51,5) (SOUZA, 2016).

Aparentemente, quando a dieta é composta por grão inteiro, sem a presença de volumoso, a moagem do grão de milho não apresenta vantagens em termos de desempenho (SANTANA, 2016), já que o NDT das dietas está sempre acima de 81% da MS, e o consumo de matéria seca é, normalmente, limitado pela exigência dos animais. Porém, a moagem dos grãos facilita o acesso aos substratos energéticos e melhora a digestibilidade da dieta (SANTANA *et al*., 2015). Dessa forma, pode ser vantajoso a moagem do milho quando se tem volumoso de baixa qualidade na composição da dieta, uma

vez que o volumoso adicionado promove efetividade física à dieta.

Animais de aptidão leiteira são uma alternativa para a produção de carne, porém tendem a apresentar maior consumo de matéria seca, menor eficiência alimentar e menor rendimento de carcaça em relação a animais de raças ou cruzados de corte. Entretanto, são observados resultados variáveis, em que se verificou ganhos de pesos moderados a altos, semelhantes aos dos animais Nelore (OLIVEIRA, 2015), e maior dificuldade de acabamento em comparação aos animais Nelore ou "anelorados". Contudo, parece haver efeito do tratamento que estes animais receberam previamente na cria e recria, embora ainda não tenhamos testado este fator experimentalmente.

Ao confinar mestiços leiteiro do desaleitamento aos 10 meses de idade com dieta exclusivamente concentrada, Cutrim (2016) abateu os animais com pesos baixos (288,4 kg) e obtiveram bons rendimentos de carcaça; contudo, o acabamento dos animais foi baixo (Tabela 7). Melhor acabamento para machos de aptidão leiteira foi observado por Maciel *et al*. (2016) com animais mais pesados, porém, com pior rendimento de carcaça. O uso de animais mestiços leiteiros pode ser uma opção viável (MISSIO *et al*., 2017), principalmente quando o custo da reposição está elevado, pois estes animais têm menores valores de mercado, mas apresentam grande variação fenotípica na região norte dificultando a padronização. Assim, deve-se buscar baratear a dieta com uso de alimentos alternativos.

4.2 Terminação intensiva de novilhas: confinamento e semicon-finamento

A precocidade para acabamento da carcaça, maior teor de gordura intramuscular e a maciez da carne, em comparação com os machos são pontos importantes a serem explorados em fêmeas bovinas (MOORE *et al*., 2012; REDDY *et al*., 2014; ROTTA *et al*., 2009). Devido à capacidade de atingir menor peso à maturidade comparadas aos machos (BERG; BUTTERFIELD, 1976), associada à utilização de dietas de alto concentrado, as novilhas podem ser terminadas em menor tempo, em especial em sistema intensivo de produção, acelerando o ciclo produtivo e o retorno do capital. Quando alinhada às exigências de mercado, a remuneração da carcaça de novilhas pode atingir aquela dos machos, ou remunerações mais elevadas quando inseridas em programas de qualidade.

Sabe-se que há ordem na deposição de tecido adiposo e que a deposição de gordura intramuscular ocorre com maior ímpeto mais tardiamente que a deposição de tecido adiposo subcutâneo (independente da classe sexual), porém, a predisposição genética para deposição de gordura é primordial. Por exemplo, a raça Akaushi (Japanese Brown) tem maior predisposição para deposição de gordura intramuscular, mas depende do manejo alimentar e do consumo de energia para sua expressão.

Rocha (2017) observaram maior marmoreio (8,90 pontos vs. 4,80) e espessura de gordura (6,55 vs. 3,83 mm) em novilhas Akaushi x Nelore em comparação a machos não castrados terminados em confinamento por 139 dias (Tabela 8). Entretanto, Augusto *et al*. (2019) observaram similares GMD (1,44 vs. 1,38 kg/dia), peso de carcaça quente (284,62 vs. 268,16 kg) e a espessura de gordura subcutânea (12,09 vs. 13,05 mm) entre machos castrados e novilhas F1 (Angus x Nelore) terminados em confinamento com 80% concentrado na MS da dieta.

Uma outra vantagem da terminação de novilhas consistem em maior maciez

quando comparadas a machos castrados, com diferença média de 10,14 pontos na força de cisalhamento (força necessária empregada para cortar o bife) entre estas duas classes sexuais (AUGUSTO *et al*., 2019). Segundo os autores, a qualidade da carcaça das novilhas, reforça a importância das fêmeas para os sistemas de produção de gado de corte, em que novilhas F1 provenientes do cruzamento Aberdeen Angus x Nelore, além de apresentarem similar potencial de produção apresentam boa qualidade da carne.

O potencial para elevados desempenhos em resposta às dietas com elevado teor de energia pôde ser verificado quando Novilhas F1 Angus x Nelore terminadas em semiconfinamento (pastagem diferida + 2,3% do PC em concentrado), em que as novilhas alcançaram excelentes ganhos de peso e espessura de gordura subcutânea, (SOUZA, 2016; Tabela 8). Ao comparar a terminação em confinamento e semiconfinamento (consumo 1,25% PC de concentrado), novilhas Nelore apresentaram semelhante GMD, ganhos e rendimento de carcaça (48% média), não havendo diferença nas características de qualidade, espessura de gordura subcutânea, maciez, marmoreio e cor da carne.

Tabela 8 – Desempenho de novilhas terminadas em confinamento ou semiconfinamento

Autor	V:C/Dieta	Grupo genético	Sistema	CMS, kg/dia	Peso final, kg	GMD, kg/dia	RC, %	EGS, mm
Augusto *et al.* (2019)	20:80	Angus × Nelore	Confinamento	9,24	482,1	1,38	55,5	13,05
Pires (2021)	20:80	Nelore	Confinamento	6,28	321,3	0,820	53,0	5,54
	2% PC concentrado		TIP	6,4	319,1	0,79	53,34	5,22
Moura (2021)	Alto grão	Nelore	Semiconfinameto	4,73*	391,3	1,00	52,6	4,14
			Confinamento	4,62*	353,3	0,60	53,3	3,43
Rocha (2017)	Alto grão	Akaushi × Nelore	Confinamento	-	434,2	1,17	53,5	6,55
Parente (2019)		Nelore	Semiconfinameto	4,3*	348,5	0,75	52,5	3,77
	Alto grão		Confinamento	4,6*	348,8	0,77	52,0	4,58
Souza (2016)	Alto grão/ milho	Angus × Nelore	Semiconfinameto	7,45*	368,88	1,6	-	4,82
	Alto grão/ sorgo			4,8*	376,4	1,3	-	3,93
Santos (2021)	15:85	Nelore	Confinamento	7,1	363,2	1,23	53,5	6,30
	0:100			5,76	360,6	1,33	53,9	6,50
			Média		372,31	1,06	53,31	5,65

V:C – relação volumoso concentrado; TIP: Terminação intensiva a pasto; CMS – consumo de matéria seca; NDT – nutrientes digestíveis totais; GMD – ganho médio diário; RCQ -rendimento de carcaça quente; EGS: Espessura de gordura subcutânea; PC – peso corporal; * Consumo de matéria seca de concentrado.

Ao avaliar duas estratégias de terminação de novilhas Nelore, Moura (2021) verificou que a terminação com dieta exclusivamente concentrada em confinamento, em comparação ao semiconfinamento, proporcionou aos animais semelhante consumo de concentrado, 1,4% do PC em 98 dias de terminação, contudo, o desempenho em confinamento foi inferior (Tabela 8). Neste experimento descrito acima, a fase de adaptação demonstrou ser um período crítico no confinamento para a terminação, o que levou as novilhas do semiconfinamento apresentaram maior peso de carcaça, embora tenha-se obtido semelhante acabamento. Dessa forma, a oferta de altos níveis de concentrado se mostrou mais viável para terminação em pastagem diferida.

5. Conclusão

Algumas práticas de manejo nutricional para fêmeas e machos podem contribuir drasticamente com a redução da idade ao primeiro parto e ao abate. Dentre as estratégias, destacam-se o aumento da quantidade de concentrado (1,25% para 1,75%, base MS) para as novilhas; expor precocemente as bezerras a dietas com alto concentrado e, aplicação de microminerais injetáveis.

Para recria e terminação de animais em pastagem as alternativas envolvem tipo e nível de suplementação para que tenham o desempenho planejado. A suplementação concentrada aumenta o GMD em todas as estações do ano, considerando os sistemas de produção em pastagens tropicais; contudo, maiores ganhos são observados em períodos em que os teores de proteína bruta da forragem estão mais baixos. As técnicas de manejo da forragem visando quantidade (massa) e qualidade permitem maiores ganhos por área e por animal.

As estratégias de terminação estão relacionadas ao nível de energia da dieta, proporção volumoso:concentrado, classe sexual, raça, bem como, estrutura da fazenda disponível. Os resultados de desempenho (peso corporal e carcaça, consumo de matéria seca e eficiência alimentar) são dependentes das variáveis descritas acima. Diante do exposto, pode se verificar que existem várias estratégias que podem ser adotadas para intensificar o sistema de produção de bovinos na Amazônia.

REFERÊNCIAS

Almeida, D. M., Marcondes, M. I., Rennó, L. N., Silva, L. H. P., Martins, L. S., Marquez, D. E. C., Villadiego, F. A. C. Saldarriaga, F. V., Franco, J. D. C., Moreno, D. P. S., Moura, F. H., Paulino, M. F. 2018. Nutritional planning for Nellore heifers post-weaning to conception at 15 months of age: performance and nutritional, metabolic, and reproductive responses. Tropical Animal Health and Production. https://doi.org/10.1007/s11250-018-1662-z.

Almeida, D. M., Silva, A. L., Paulino, M. F., Silva, T. E., Detmann, E., Marcondes, M.I. 2022. Performance of Bos indicus beef cattle supplemented with mineral or with concentrates in tropical Urochloa decumbens pastures: A meta-regression approach. Animal Feed Science and Technology. 283:115178.

Alonso, M. P., Moraes, E. H. B. K., Pina, D. S., Pereira, D. H., Mombach, M. A., Gimenez, B. M., Wruck, F. J. 2014. Suplementação concentrada para bovinos de corte em sistema de integração lavoura e pecuária no período das águas. Revista Brasileira de Saúde Produção Animal.15:339-349.

Arthington, J. D., Kalmbacher, R. S. 2003. Effect of early weaning on the performance of three-year-old, first-calf beef heifers reared in the subtropics. Journal of Animal Science. 81:1136-1141.

Artioli, L. F. A., Moriel, P. Poore, M. H., Marques, R. S., Cooke, R. F. 2015. Decreasing the frequency of energy supplementation from daily to three times weekly impairs growth and humoral immune response of preconditioning beef steers. Journal of Animal Science. 93:5430-5441.

Augusto, W.F., Bilego, U.O., Missio, R.L., Guimarães, T.P., Miotto, F.R.C.; Rezende, P. L. P., Neiva, J. N. M., Restle, J. 2019. Animal performance, carcass traits and meat quality of F1 Angus-Nellore steers and heifers slaughtered in feedlot with a similar carcass finishing. Semina. Ciências Agrárias. 40:1681.

Barbero, R.P., Malheiros, E.B., Araújo, T.L.R., Nave, R.L.G., Mulliniks, Berchielli, T.T., Ruggieri, A.C., Reis, R.A. 2015. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. Animal Feed Science and Technology. 209:110-118.

Berg, R.T., Butterfield, R.M. **New concepts of cattle growth.** Sydney: Sydney University, 1976. 240 p.

Botini, L. A., Moraes, K. A. K., Moraes, E. H. B. K., Pina, D. S., Paula, D. C., Hoffmann, A., Stinguel, H., Socreppa, L. M., Meneses, D. M. 2015. Glicerina bruta em suplementos para bovinos de corte a pasto no período seco. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 50:242-249.

Carvalho, V. V., Paulino, M. F., Detmann, E., Valadares Filho, S. C., Lopes, S. A., Rennó, L. N., Sampaio, C. B., Silva, A. G. 2019. A meta-analysis of the effects of creep-feeding supplementation on T performance and nutritional characteristics by beef calves grazing on tropical pastures. Livestock Science. 227:175-182.

Cooke, R. F., Arthington, J. D., Araujo, D. B., Lamb, G. C., Ealy, A. D. 2008. Effects of supplementation frequency on performance, reproductive, and metabolic responses of Brahman-crossbred females. Journal of Animal Science. 86:2296–2309.

Cruz, R.S., Alexandrino, E., Missio, R.L.M., Restle, J., Melo, J.C., Paula Neto, J.J., Silva, A.A.M.; Silva, D.P. 2015. Níveis de concentrado e farelo do mesocarpo de babaçu sobre as características da carcaça de tourinhos confinados. Bioscience Journal. 31:73.

Cruz, R.S., Alexandrino, E., Restle, J., Missio, R.L. 2014. Desempenho bioeconômico de tourinhos alimentados com níveis de concentrado e farelo do mesocarpo de babaçu. Semina. Ciências Agrárias. 35:2159.

Cushman, R. A., Kill, L. K., Funston, R. N., Mousel, E. M., Perry, G. A. 2013. Heifer calving date positively influences calf weaning weights through six parturitions. Journal of Animal Science. 91:4486–449.

Cunha, O.F.R., Restle, J., Miotto, F.R.C., Sousa, L. F., Bozorg, V.L.A., Elejalde, D.A.G., Maciel, R.P., Neiva, J.N.M. 2021. Productive responses of European crossbred and zebu cattle fed whole shelled corn diets, with or without sugarcane bagasse. Animal Production Science. 61:1460.

Cutrim, D.O. **Uso de dietas com grão inteiro para terminação de bezerros de origem leiteira**. 2016. 165 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical). Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2016.

Delevatti, L. M., Cardoso, A. S., Barbero, R. P., Leite, R. G., Romanzini, E. P., Ruggieri, A.C., Reis, R. A. 2019. Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, and animal performance in a tropical pasture. Scientific Reports. 9:7596.

Detmann, E., Gionbelli, M. P., Paulino, M. F., Valadares Filho, S. C., Rennó, L. N. 2016. Considerações sobre métodos de pesquisa com ruminantes em pastejo. Nutri.Time.13. ISSN: 1983-9006.

Detmann, E., Valente, E.E.L., Batista, E. D., Huhtanen, P. 2014. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. Livestock Science. 162:141-153.

Dias-Filho, M. B. 2011. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. Revista Brasileira de Zootecnia. 40:243-252.

Dias-Filho, M. B. 2016. Uso de Pastagens para a Produção de Bovinos de Corte no Brasil: Passado, Presente e Futuro. (Documentos, 418). Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental.

Dick, M., Silva, M. A., Silva, R. R. F., Ferreira, O. G. L., Maia, M. S., Lima, S. F., Paiva Neto, V. B., Dewes, H. 2021. Environmental impacts of Brazilian beef cattle production in the Amazon, Cerrado, Pampa, and Pantanal biomes. Journal of Cleaner Production. 311:127750.

Diniz, E. A. L. **Planos nutricionais no período seco e chuvoso sobre a taxa de crescimento e características reprodutivas de machos em pastejo**. 2017. 48 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2017.

Domiciano, L. F., Mombach, M. A., Carvalho, P., Silva, N. M. F., Pereira, D. H., Cabral, L. S., Lopes, L. B., Pedreira, B. C. 2016. Performance and behaviour of Nellore steers on integrated systems. Animal Production Science. http://dx.doi.org/10.1071/AN16351.

Feitosa, O. S., Leite, R. C., Alexandrino, E., Pires, T. J. S., Oliveira, L. B.T, Paula Neto, J. J., Santos, A. C. 2022. Forage performance and cattle production as a function of the seasonality of a Brazilian tropical region. Acta Scientiarum. Animal Sciences. 44:53779.

Hess, B. W., Lake, S. L., Scholljegerdes, E. J., Weston, T. R., Nayigihugu, V., Molle, J. D. C., Moss, G. E. 2005. Nutritional controls of beef cow reproduction. Journal of Animal Science. 83:E90-106E.

Koscheck, J. F. W., Romanzini, E. P., Barbero, F, R. P., Delevatti, L. M., Ferrari, A. C., Mulliniks, J. T., Mousquer, C. J., Berchielli, T. T., Reis, R. A. 2020. How do animal performance and methane emissions vary with forage management intensification and supplementation?. Animal Production Science. 60:1201–1209.

Mata, V. J. V., Oliveira, L. R. S., Alves, K. S., Mezzomo, R., Detmann, E., Lacerda, N. G., Santana, K. R. S., Gomes, D. I. 2022. Does a high or moderate nutritional supplementation affect the puberty and productive performance of Nellore heifers? Bionscience Journal. 38:e38079.

Maciel, R.P., Neiva, J.N.M., Restle, J., Miotto, F.R.C., Sousa, L.F., Cunha, O.F.R., Moron, S.E.; Parente, R.R.P. 2016. Performance and

carcass characteristics of dairy steers fed diets containing crude glycerin. Revista Brasileira de Zootecnia. 45:677.

Mendes Filho, G.O. **Sistemas de alimentação na terminação de bovinos.** 2016. 149 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína – TO. 2016.

Millen, D.D., Pacheco, R.D.L., Arrigoni, M. D. B., Galyean, M. L., Vasconcelos, J.T. 2009. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. Journal of Animal Science. 87:3427.

Miotto, F. R.C., Restle, J., Neiva, J. N. M., Castro, K. J., Sousa, L.F.; Silva, R.O., Freitas, B. B.; Leão, J.P. 2013. Replacement of corn by babassu mesocarp bran in diets for feedlot young bulls. Revista Brasileira de Zootecnia. 42:213.

Miotto, F.R.C., Restle, J., Neiva, J.N.M., Lage, M.E., Castro, K. J., Alexandrino, E. 2012. Farelo do mesocarpo de babaçu na terminação de tourinhos: características da carcaça e cortes secundários do traseiro especial. Ciência Animal Brasileira. 13:440.

Missio, R.L., Alexandrino, E., Silva, D.P., Paula Neto, J.J., Rezende, J.M., Silva, A.A. M., Silva, D. V. 2017. Productive performance of confined young bulls fed proportions of 'Mulato II' grass silage in the diet. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 52:670.

Moore, J. E., Brant, M. H., Kunkle, W. E., Hopkins, D. I. 1999. Effects of Supplementation on Voluntary Forage Intake, Diet Digestibility, and Animal Perfromance. Journal of Animal Science. 77: 2/J.

Moore, M.C., Gray, G.D., Hale, D.S., Kerth, C.R., Griffin, D.B., Savell, J.W., O'connor, M.E. 2012. National Beef Quality Audit–2011: in-plant survey of targeted carcass characteristics related to quality, quantity, value, and marketing of fed steers and heifers. Journal of Animal Science. 90:5143.

Moreira, W.S., Miotto, F.R.C., Restle, J., Missio, R.L., Neiva, J.N.M., Elejalde, D.A.G., Parente, R.C.P., Augusto, W.F. 2016 b. Physical composition of carcass, commercial cuts and meat characteristics of young bulls fed millet-based diets containing increased crude glycerin levels. Semina. Ciências agrárias. 37:2463.

Moreira, W.S., Miotto, F.R.C., Restle, J., Missio, R.L.; Neiva, J.N.M., Moreira, R.V. 2016a. Crude glycerin levels in pearl millet-based diets for Nellore young bulls in feedlot. Revista Brasileira de Zootecnia. 45:32.

Moriel P., Palmer, E., Vedovatto, M., Piccolo, M. B., Ranches, J., Silva, H. M., Mercadante, V. R. G., Lamb, G. C., Vendramini, J. M. B. 2020a. Supplementation frequency and amount modulate post-weaning growth and reproductive performance of Bos indicus-influenced beef heifers. Journal of Animal Science. 98:1-11.

Moriel, P., Artioli, L. F. A., Piccolo, M. H., Poore, M. H., Marques, R. S., Cooke, R. F. 2016. Decreasing the frequency and rate of wet brewer's grains supplementation did not impact growth but reduced humoral immune response of preconditioning beef heifers. Journal of Animal Science. 94:3030-3041.

Moriel, P., Cooke, R. F., Bohnert, D. W., Vendramini, J. M. B., Arthington, J. D. 2012. Effects of energy supplementation frequency and forage quality on performance, reproductive, and physiological responses of replacement beef heifers. Journal of Animal Science. 90:2371-2380.

Moriel, P., Johnson, S. E., Vendramini, J. M. B., Mercadante, V. R. G., Hersom, M. J., Arthington, J. D. 2014 Effects of metabolic imprinting and calf management systems on growth and reproductive performance of beef heifers. Journal of Animal Science. 92:3096-3107.

Moriel, P., Lancaster, P., Lamb, G. C., Vendramini, J. M. B., Arthington, J. D. 2017. Effects of post-weaning growth rate and puberty induction protocol on reproductive

performance of Bos indicus-influenced beef heifers. Journal of Animal Science. 95:3523-3531.

Moriel, P., Vedovatto, M., Palmer, E. A., Oliveira, R. A., Silva, H. M., Ranches, J., Vendramini, J. M. B. 2020b. Maternal supplementation of energy and protein, but not methionine hydroxy analogue, enhanced postnatal growth and response to vaccination in Bos indicus-influenced beef calves. Journal of Animal Science. 98:1-12.

Moura, J.H.A. **Grão de soja em substituição ao núcleo peletizado na terminação de novilhas Nelore em semiconfinamento ou confinamento.** 2021. 115 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2021.

Mundell, L. R., Jaeger, J. R., Waggoner, J. W., Stevenson, J. S., Grieger, D. M., Pacheco, L. A., Bolte, J. W., Aubel, N. A., Eckerle, G. J., Macek, M. J., Ensley, S. M., Havenga, L. J., Olson, K. C. 2012. Effects of prepartum and postpartum bolus injections of trace minerals on performance of beef cows and calves grazing native range. Journal of Animal Science. 28: 82–88.

Nagaraja, T.J., Titgemeyer, E.C. 2007. Ruminal Acidosis in Beef Cattle: The Current Microbiological and Nutritional Outlook. Journal Dairy Science. 90(E. Suppl.):E17.

Neiva, J. N. M., Neiva, A. C. G. R., Bringel, L.M., Pedrico, A., Restle, J. 2016. Produção sustentável de carne bovina na Amazônia: fundamentos e prática. In: Simpósio de produção de gado de corte, 10, Viçosa. Anais... Viçosa: Departamento de Zootecnia/UFV, 2016. p. 199-220.

Oliveira, R.M. **Respostas produtivas e fisiológicas de bovinos mestiços de origem leiteira e Nelore submetidos a ambiente sombreado ou a pleno sol.** 2015. 78 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2015.

Ortega, R. M., Paulino, M. F., Detmann, E., Rennó, L. N., Moreno, D. S., Márquez, D. C., Almeida, D. M., Melo, L. P., Moura, F. H. 2020. Nutritional strategies for heifers under grazing system: productive and nutritional performance, metabolic profile and ovarian activity. Tropical Animal Health and Production. 52:1013–1022.

Parente, R.R.P. **Confinamento e semiconfinamento de novilhas alimentadas com dietas contendo milho inteiro ou moído.** 2019. 66 f. Dissertação. (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, 2019.

Parra, F.S., Ronchesel, J.R., Martins, C. L., Perdigão, A., Pereira, M.C.S., Millen, D.D., Arrigoni, M.D.B. 2019. Nellore bulls in Brazilian feedlots can be safely adapted to high-concentrate diets using 14-day restriction and step-up protocols. Animal Production Science. 59:1858.

Paula Neto, J.J., Alexandrino, E., Costa Junior, W.S., Rezende, J.M., Silva, A.A. M., Melo, J.C. 2018. Performance and carcass characteristics of feedlot-finished Zebu cattle in different feeding systems. Semina:. Ciências. Agrárias. 39:1725.

Paulino, M. F., Detmann, E., Silva, A. G., Almeida,D. M., Márquez, D. E. C., Moreno, D. P. S., Moura, F. H., Cardenas, J. E. G., Lima, J. A. C., Martins, L. S., Manso, M. R., Ortega, R. E. M., Lopes, S. A., Carvalho, V. V. 2016. Bovinocultura Otimizada. In: Simpósio de produção de gado de corte, 9, Viçosa. Anais... Viçosa: Departamento de Zootecnia/UFV, 2016. p. 140-164.

Peel, M. C., Finlayson, B. L., McMahon, T. A. 2007. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. Hydrology and Earth System Sciences. 4:439-473.

Pires, T.J.S. **Alternativas para a terminação de bovinos em pastejo em relação ao confinamento.** 2021. 55 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2021.

Reddy, B.V., Sivakumar, A.S., Jeong, D.W., Woo, Y., Park, S., Lee, S.Y., Byun, J.Y., Kim, C. H., Cho, S. H., Hwang, I. 2014. Beef quality traits of heifer in comparison with steer, bull and cow at various feeding environments. Animal Science Journal. 86:1.

Rocha, H.P.S.L. **Características de carcaça e qualidade da carne de bovinos Akaushi × Nelore de diferentes classes sexuais**. 2017. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2017.

Rotta, P.P., Prado, R.M.D., Prado, I.N.D., Valero, M.V., Visentainer, J.V., Silva, R.R. 2009. The Effects of Genetic Groups, Nutrition, Finishing Systems and Gender of Brazilian Cattle on Carcass Characteristics and Beef Composition and Appearance: A Review. Asian-Australasian Journal of Animal Science. 22:1718.

Sales, J. N. S., Pereira, R. V. V., Bicalho, R. C., Baruselli, P. S. 2011. Effect of injectable copper, selenium, zinc and manganese on the pregnancy rate of crossbred heifers (Bos indicus × Bos taurus) synchronized for timed embryo transfer. Livestock Science. 142:59-62.

Sampaio, C.B., Detmann, E., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C., Souza, M.A., Lazzarini, I., Paulino, P.V.R., Queiroz, A.C. 2010. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. Tropical Animal Health Production. 42:1471–1479.

Sampaio, R. L., Resende, F. D., Reis, R. A., Oliveira, I. M., Custódio, L., Fernandes, R. M., Pazdiora, R. D., Siqueira, G. R. 2017. The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. Tropical Animal Health Production. 49:1015–1024.

Santana, A.E.M. **Utilização de casca de soja e milho inteiro ou moído como alternativa na dieta de bovinos machos super jovens.** 2016. 150 f. Tese. (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2016.

Santana, A.E.M., Neiva, J.N.M., Restle, J., Miotto, F.R.C., Sousa, L.F., Araújo, V.L., Parente, R.R.P., Oliveira, R.A. 2015. Productive performance and blood parameters of bulls fed diets containing babassu mesocarp bran and whole or ground corn. Revista Brasileira de Zootecnia. 44:27.

Santana, A.E.M., Neiva, J.N.M., Restle, J.,http://lattes.cnpq.br/4653514398045610 Sousa, L.F., Miotto, F.R.C., Araújo, V. L., Alencar, W.M., Augusto, W.F. 2014. Babassu mesocarp bran levels associated with whole or ground corn grains in the finishing of young bulls: carcass and meat characteristics. Revista Brasileira de Zootecnia. 43:607.

Santos, M.V. **Redução do nível de proteína bruta e inclusão de volumoso em dieta de alto grão na terminação de novilhas nelore.** 2021. 83 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2021.

Sartorello, G.L., Bastos, J.P.S.T., Gameiro, A.H. 2018. Development of a calculation model and production cost index for feedlot beef cattle. Revista Brasileira de Zootecnia. 47.

Silva, R. O., Miotto, F. R. C., Neiva, J. N. M., Silva, L. F. F. M., Freitas, I. B., Araújo, V. L., Restle, João. 2020. Effects of increasing nitrogen levels in Mombasa grass on pasture characteristics, chemical composition, and beef cattle performance in the humid tropics of the Amazon. Tropical Animal Health and Production. https://doi.org/10.1007/s11250-020-02360-0.

Silvestre, M.A., Millen, D.D. 2021. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. Revista Brasileira de Zootecnia. 50.

Simioni, T. A., Torrecilhas, J. A., Messana, J. D., Granja-Salcedo, Y. T., San Vito, E., Lima, A. R. C., Sanchez, J. M. D., Reis, R. A., Berchielli, T. T. 2021. Influence of growing-phase

supplementation strategies on intake and performance of different beef cattle genotypes in finishing phase on pasture or feedlot. Livestock Science. 251:104653.

Souza, A.T. **Terminação de novilhas em semiconfinamento com grão de milho ou sorgo, inteiro ou moído.** 2016. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2016.

Stokes, R. S., Ralph, A. R., Mickna, A. J., Chapple, W. P., Schroeder, A. R., Ireland, F. A., Shike, D. W. 2017. Effect of an injectable trace mineral at the initiation of a 14 day CIDR protocol on heifer performance and reproduction. Translacional Animal Science. 1:458-466, 2017.

Torrecilhas, J. A., San Vito, E., Fiorentini, G., Castagnino, P. S., Simioni, T. A., Lage, J. F., Baldi, F., Duarte, J. M., Silva, L. G., Reis, R. A., Berchielli, T. T. 2021. Effects of supplementation strategies during the growing phase on meat quality of beef cattle finished in different systems. Livestock Science. 247:104465.

Vedovatto, M., Moriel, P., Cooke, R.F., Costa, D.S., Faria, F.J.C., Cortada Neto, I.M., Pereira, C.S., Bento, A.L.L., Almeida, R.G., Santos, A.S., Franco, G.L. 2019a. Effects of a single trace mineral injection on body parameters, ovarian structures, pregnancy rate and components of the innate immune system of grazing Nellore cows synchronized to a fixed-time AI protocol. Livestock Science. 225: 123-128.

Vedovatto, M., Moriel, P., Cooke, R.F., Costa, D.S., Faria, F.J.C., Cortada Neto, I.M., Bento, A.L.L., Rocha, R.F.A.T., Ferreira, L.C.L., Almeida, R.G., Santos, A.S., Franco, G.L. 2019b. Effects of a single trace mineral injection at beginning of fixed-time AI treatment regimen on reproductive function and antioxidant response of grazing Nellore cows. Animal Reproduction Science. 211: 106234.

Willmore, C. J., Hall, J. B., Harrison, S., Drewnoski, M. E. 2015. Effect of a trace mineral injection on pregnancy rate of Angus beef heifers when synchronized using the 14-day controlled internal drug-releasing insert–prostaglandin F2α protocol at a commercial feedlot. The Professional Animal Scientist. 31:588–592.

Zervoudakis, J. T., Paula, N. F., Silva, P. I. J. L. R., Marques, R. P. S., Freiria, L. B., Silva, M. I. L., Oliveira, E. B., Possamai, A. J. 2018. cenário atual e perspectivas da suplementação de bovinos em pastejo do desmame ao abate. In: Simpósio de produção de gado de corte, 11, Viçosa. Anais... Viçosa: Departamento de Zootecnia/UFV, 2018. p. 132-158.

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_013

13. PRODUÇÃO DE OVINOS NA AMAZÔNIA

Kaliandra Souza Alves[1]
Janaina Barros Luz[2]
Sandra de Sousa Barcelos[1]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, Parauapebas, Pará
[2] Prefeitura Municipal de Parauapebas, Parauapebas, Pará

1. Introdução

A ovinocultura brasileira representa uma atividade importante para o desenvolvimento da produção animal nacional, principalmente no contexto das regiões Sul e Nordeste do país, onde concentram-se os maiores rebanhos comerciais (IBGE, 2018). Entretanto, na região amazônica, especificamente no Norte do Brasil, a criação de ovinos ainda ocorre de forma insipiente, por pequenas unidades produtivas, em sistemas com baixo nível de intensificação, alimentação exclusivamente a pasto e conduzida como atividade secundária à bovinocultura (PAZDIORA *et al*., 2019).

A produção de ovinos na região amazônica também é caracterizada pela pouca atenção dos criadores, quanto ao controle zootécnico, a escolha da genética, ao escoamento da produção e enfermidades relacionadas pelas condições climáticas e de manejo. Aliado a isso, o fator cultural do consumo de carne ovina apenas em datas festivas, também constitui um dos entraves relacionados ao desenvolvimento da ovinocultura nesta localidade.

Quanto aos grupos raciais, a ovinocultura desenvolvida na Amazônia utiliza principalmente, animais pertencentes as raças Santa Inês, Dorper, Morada Nova, e seus cruzamentos, visto que são animais que apresentam rusticidade sendo bem adaptados ao clima tropical. Entretanto, a maioria dos produtores tem utilizado animais que apresentam maturidade tardia, e, portanto, atingem o peso preconizado para abate na região (30-40 kg), com idade superior a 12 meses.

A ovinocultura nessa região também tem sido influenciada por fatores relacionados principalmente a alimentação, visto que o uso exclusivo de pastagens pode ser limitante do desempenho, devido a estacionalidade da produção das forrageiras tropicais, a qual resulta em variações nas suas quantidade e qualidade ofertadas aos animais ao longo do ano, o que impacta diretamente nos índices reprodutivos e condição sanitária dos rebanhos. Esses entraves podem ser atenuados pela utilização de diferentes estratégias de manejos a serem adotadas por ovinocultores.

Baseado nisto, discutiremos neste capítulo, os aspectos relacionados as principais estratégias alimentares e de manejo, como o manejo da pastagem e do pastejo, suplementação e confinamento, estratégias reprodutivas e de sanidade com vistas a intensificar a ovinocultura na região amazônica.

2. Estratégias alimentares e de manejo

2.1 Manejo da pastagem e do pastejo de ovinos

Os ovinos apresentam particularidades quanto ao hábito alimentar e comportamento de pastejo, as quais estão relacionadas principalmente a apreensão da forragem com auxílio dos dentes, língua e lábios, o que lhes confere pastejo seletivo e rente ao solo. Além disso, possuem preferência por gramíneas forrageiras e tendência de efetuar a coleta da forragem de cabeça baixa, associado ao fato de serem animais gregários, e que por isso tem a necessidade de visualização uns dos outros enquanto pastejam (ROGÉRIO *et al*., 2016). Compreender estas características auxilia na escolha da gramínea e manejo dos animais em pastejo.

Neste sentido, as principais espécies forrageiras tropicais utilizadas para a alimentação de ovinos em pastejo na região amazônica são *Panicum Maximum* (Tanzânia, Aruana, Massai, Mombaça), *Cynodon* (Tifton-85, Coast cross, Gramão, Estrela Africana), *Pennisetum sp.* Adicionalmente, muitas propriedades rurais que possuem criações mistas (bovinos e ovinos), têm pastagens compostas pelo gênero *Urocloa*, porém estas não devem ser recomendadas, devido a quadros de fotossensibilização, principalmente em *Brachiaria decumbens* (PEREIRA *et al*., 2014; VIEIRA *et al*., 2018; CARDOSO *et al*., 2019).

Em relação ao manejo destas forrageiras, deve-se atentar principalmente, para as gramíneas do gênero *Cynodon* e que possuem crescimento prostrado, pois estas proporcionam microclima favorável ao desenvolvimento de larvas de helmintos. Portanto, deve-se maneja-las em alturas mais baixas (ex. capim Tifton de 15 a 30 cm), para promover maior incidência de radiação solar e temperatura ao perfil mais baixo da forragem e consequentemente afetar o desenvolvimento destas larvas. Além disso, pode-se associar esta estratégia, ao uso de lotação intermitente para proporcionar a interrupção do ciclo de desenvolvimento dos parasitas gastrointestinais, devido ao período de descanso proporcionado a forrageira (TONTINI *et al*., 2019).

Além do manejo do pastejo, a intensificação da produção animal em pastagem também requer o uso de estratégias que maximizem o desempenho dos sistemas. Para isto, pode-se adotar como ferramenta o uso de adubações de cobertura e correção, principalmente com nitrogênio, a qual tem demonstrado aumentar a produção de forragem e taxa de lotação, resultando em maior ganho por área (arrobas/hectare/ano) (ROCHA *et al*., 2020).

O uso de pastagens irrigadas, é outra técnica que contribui para o crescimento das plantas forrageiras e aumento da taxa de lotação nos períodos de menor incidência de chuvas, o que pode minimizar os efeitos gerados pela menor disponibilidade de forragem aos animais, neste período. Entretanto, os maiores limitantes para a ovinocultura, são o custo de implantação, disponibilidade de água e as parasitoses gastrointestinais (VIEIRA *et al*., 2018).

2.2 Estratégias de suplementação

Na maioria das vezes, as exigências nutricionais dos animais não são atendidas na sua totalidade devido a oscilação na quantidade e qualidade das forrageiras ao logo do ano, o que acaba exigindo o uso de suplementação alimentar, que pode ser realizada pelo fornecimento de volumosos, concentrados ou volumosos

+ concentrados tradicionais. Além desses, têm-se utilizados coprodutos com potencial para substituir volumosos e concentrados (ROGÉRIO *et al*., 2016).

A suplementação de ovinos em pastagens tropicais geralmente, pode permitir ganhos de até 310 g/dia (SILVA *et al*., 2012), no entanto, na região amazônica não têm sido observado ganhos de peso superiores a 200g por dia quando os ovinos são suplementados a pasto. As estratégias adotadas serão dependentes do custo de aquisição e tipo de suplemento utilizado (mineral, proteico, energético ou múltiplo), da meta de desempenho animal, genética dos animais, quantidade e qualidade da forragem disponível e interação entre o consumo de pasto e o suplemento.

No geral a suplementação proteica para ovinos na época seca é uma possibilidade de reduzir a perda de peso dos animais ou alcançar ganhos moderados em torno de 70 g/dia (FERNANDES *et al*., 2020b), devido a melhoria na degradação da forragem de baixa qualidade (CARVALHO *et al*., 2011), pois nesse período os níveis de proteína das pastagens são reduzidos podendo chegar a valores inferiores a 7% na matéria seca.

Na estação chuvosa, o fornecimento de suplementos energéticos tem sido recomendado, visto que as forragens apresentam valor proteico adequado, porém o teor de energia na maior parte do ano (inclusive no período chuvoso) constitui a maior limitação nutricional para ganhos elevados dos animais (DETMANN *et al*., 2010). Apesar disso, esta estratégia não é muito utilizada, pelo fato de haver maior disponibilidade de forragem nesta época, o que diminui o interesse dos ovinocultores da região Norte do país em investir na suplementação.

O uso de suplementos múltiplos possibilita o maior atendimento das exigências nutricionais por fornecer simultaneamente os nutrientes e melhorar a sincronia de utilização entre eles, podendo ser utilizado durante todo ano. No geral, a suplementação múltipla e proteica em sistemas de pastejo com forragens tropicais durante o período seco do ano, são responsáveis pelo incremento no consumo e digestibilidade (CARVALHO *et al*., 2011) e consequente elevação dos ganhos.

As estratégias de suplementação podem ser adotadas de forma isolada ou combinada. O *creep feeding* que consiste na suplementação concentrada privativa para cordeiros na fase de aleitamento, é uma ferramenta que auxilia no incremento nutricional das crias, aumenta a taxa de crescimento e desenvolvimento do rúmen, proporciona melhoria das funções reprodutivas das matrizes pela manutenção de seu escore de condição corporal e pode oportunizar ganhos de peso de 300 g/animal/dia (SILVA *et al*., 2012).

2.3 Confinamento de ovinos

Um dos entraves da cadeia produtiva da ovinocultura na Amazônia é a oferta regular de carne de cordeiro ao mercado. Uma alternativa aplicável seria o confinamento para a terminação, que apresenta como vantagens a redução da idade ao abate, homogeneização e padronização dos lotes e carcaças, diminuição da incidência de endoparasitoses e problemas associados ao alto custo de aquisição de áreas rurais destinadas a produção animal (MONTEIRO *et al*., 2015).

Em geral, o confinamento deve ser realizado com animais após o desmame (até 90 dias de idade) e peso corporal de 20 kg. Entretanto, na região Norte do Brasil, essa é uma realidade que precisa ser trabalhada e monitorada, pois a genética

dos animais, associado ao inadequado manejo alimentar e de desmame resulta em animais disponíveis ao confinamento com seis a oito meses de idade. Adicionalmente, o planejamento alimentar é essencial, devido a maior proporção dos custos de produção está atrelada a mão de obra e à alimentação, principalmente em regiões que não produzem grãos (PAZDIORA *et al*., 2019).

Neste aspecto, a região amazônica apresenta uma diversidade de matérias primas que gera coprodutos com potencial para a inclusão na dieta de ovinos, como o dendê (*Elaeis guineensis*), açaí (*Euterpe oleracea, Mart.*), babaçu (*Orbignya speciosa, Mart*.), Murumuru (*Astrocaryum murumuru* var. murumuru, Mart.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa)*, abacaxi (*Ananas comosus*), acerola (*Malpighia emarginat),* maracujá (*Passiflora edulis*) (Ver capítulo 9).

Diante disto, Santos Neta *et al*. (2019), avaliaram a composição química e degradabilidade ruminal dos coprodutos disponíveis na flora amazônica, oriundos do dendê (torta, amêndoa e fibra de dendê), açaí (caroço de açaí), babaçu (torta da amêndoa) e abacaxi (casca, coroa e bagaço ensilado) e os agruparam com base nas características. Concluíram que a torta de babaçu e a silagem de bagaço de abacaxi apresentaram maior potencial para inclusão na alimentação de ovinos, devido à composição química (teor de fibra em detergente neutro e proteína) e maiores taxas de degradadabilidade.

Dentre os coprodutos disponíveis na flora amazônica, a torta de babaçu, pode ser uma opção utilizada como fonte de alimento volumoso na dieta de ovinos confinados, pois possui baixo valor comercial, facilidade de armazenamento/utilização, além de proporcionar ganho de peso médio de aproximadamente 227 g/dia e não causar efeito negativo nas características de carcaça e qualidade de carne (LUZ *et al*., 2017; LUZ *et al*., 2019).

Outros coprodutos resultantes da indústria de polpa de frutas, como o abacaxi (cascas e coroa), acerola (sementes e frutos descartados), cupuaçu (amêndoa do fruto) e maracujá (casca), desidratados e processados têm sido adicionados em dietas de cordeiros na região amazônica na proporção de 75% de volumoso (feno de capim-Tifton + coproduto) e 25% de concentrado (PAZDIORA *et al*., 2019).

Apesar dos entraves em relação a alimentação, tem-se observado nos últimos anos a expansão da fronteira agrícola e aumento da produção de grãos nas regiões pertencentes a Amazônia, o que pode ser um ponto favorável a adoção de outras estratégias nestas localidades. Neste contexto, uma prática constante no confinamento é a utilização de dietas de alto grão para terminação de cordeiros, que pode proporcionar oferta de alimentos padronizados ao longo do ano, além de minimizar os efeitos da estacionalidade produtiva das forrageiras, e possibilidade de utilizar coprodutos agroindustriais nas formulações. Entretanto, esta estratégia deve ser voltada para grupos genéticos que apresentam potencial de resposta rápida, e ser administrada por um período de 60 a 90 dias, devido à eficiência alimentar para deposição corporal de tecido adiposo ser menor.

3. Estratégias reprodutivas

O desenvolvimento do sistema reprodutivo animal inicia desde a fase embrionária e todas as influências ocorridas nesse período desempenham papel fundamental na vida reprodutiva do animal, na produtividade e crescimento

dos rebanhos (HATCHER *et al*., 2018), componentes responsáveis pelo sucesso da produção. Sendo assim, é necessário a coordenação e conclusão dos eventos, que incluem a taxa de ovulação, número de fetos, pesos ao nascer e ao desmame, e números de cordeiros nascidos e desmamados. Medindo-se os resultados destas etapas é possível determinar a eficiência reprodutiva do rebanho, que é definida como o somatório da fertilidade, da prolificidade e da sobrevivência dos cordeiros ao desmame.

A ausência de dados confiáveis sobre todos eventos reprodutivos é um dos principais entraves no planejamento da produção de ovinos na região amazônica. Apesar do desconhecimento sobre a produtividade em rebanhos comerciais, os índices obtidos em rebanhos de pesquisas científicas indicam que a ovinocultura possui potencial de crescimento na região. Na Tabela 10.2 são apresentados índices produtivos e reprodutivos de estudos realizados em estados pertencentes à Amazônia para raças deslanadas, criadas em diferentes sistemas de produção de ovinos de corte.

A taxa de parição média nacional relatada na literatura para a raça Santa Inês é de 93%, enquanto as observadas estão entre 78 e 97% (Tabela 1). Em geral a prolificidade apresenta valores em torno de 150% e 126% para raças Morada Nova e Santa Inês, respectivamente (SELAIVE-VILLARROEL; FERNANDES, 1994; MEXIA *et al*., 2004), percentual próximo ao verificado na região amazônica de 125% para a raça Santa Inês (Tabela 1). Este dado não significa dizer que altas taxas de prolificidade seja um indicador de eficiência produtiva, visto que deve ser analisada conjuntamente com a taxa de mortalidade e o desempenho produtivo das crias (BRAGA; MENDONÇA, 2019).

As altas taxas de mortalidade das crias, levam à diminuição na eficiência reprodutiva, que demonstra a necessidade de atenção nessa fase. Na Tabela 10.2 observa-se menos de um cordeiro desmamado por matriz acasalada (0,73).

Tabela 1 – Desempenho reprodutivo e produtivo de ovinos de corte criados em condições experimentais em alguns estados da região amazônica

Estados	Acre	Amapá	Pará	Pará1	Pará1	Rondônia	Roraima
Raças	Santa Inês	Santa Inês	Santa Inês	Santa Inês	Santa Inês	Morada Nova	Barriga Negra
Duração da estação (dias)	-	-	-	45	60	90	105
Indicadores reprodutivos (%)							
Ciclicidade aos 15 dias	-	-	-	100	76	-	-
Ciclicidade aos 30 dias	-	-	-	31	34	-	-
Parição	82	83	97	80	78	90	94

Estados	Acre	Amapá	Pará	Pará1	Pará1	Rondônia	Roraima
Raças	Santa Inês	Santa Inês	Santa Inês	Santa Inês	Santa Inês	Morada Nova	Barriga Negra
Partos simples	77	75	96	98	86	62	27
Partos múltiplos	23	25	4	3	15	38	73
Prolificidade	124	127	157	103	113	139	180
Falha reprodutiva	1	6	-	8	8	4	-
Desempenho (kg)							
Peso ao nascer							
Macho	2,95		2,98	3,24	2,97	2,50	2,81
Fêmea	2,86		2,90	3,07	2,95	2,30	2,62
Peso ao desmame							
Macho – parto simples	-	-	16,78	14,79	-	12,30	16,20
Fêmea – parto simples	-	-	16,73	14,47	-	11,69	14,40
Peso aos 12 meses	-	-	-	-	-	27,17	35,20
Mortalidade (%)							
Cria até 30 dias	-	6,31	-	8,03	37,30	-	46,70
Cria aos 90 dias	16,30	-	-	9,45	-	-	-
Aos 12 meses	-	34,03	-	-	-	26,87	-
Eficiência Reprodutiva (cordeiro desmamado/ matriz acasalada)	-	-	-	0,73	-	-	-

[1] Valores médios obtidos no período seco e período chuvoso.

Fonte: Moura Carvalho *et al.* (1984); Paiva (1987); Magalhães *et al.* (1989); Maia; Dias, (1992); Moura *et al.* (2014); Soares *et al.* (2015); Braga e Mendonça (2019).

A sobrevivência dos cordeiros, entre outros fatores, está relacionada à habilidade materna da ovelha, peso ao nascer, tipo de parto, época de nascimento e manejo geral (BRAGA; MENDONÇA, 2019). Se comparada às raças europeias, as deslanadas, como a raça Santa Inês possui acentuada habilidade materna e rusticidade e não apresenta estacionalidade reprodutiva em clima tropical, devido à pouca variação de horas de luz por dia durante o ano (MEXIA *et al*., 2004).

Neste sentido, o sucesso de um programa reprodutivo depende das condições oferecidas para que os animais manifestem seu potencial. Por isso, algumas medidas devem ser tomadas tais como: escrituração e controle zootécnico, adoção de manejo sanitário, alimentação e nutrição adequada às diferentes categorias, descarte dos animais improdutivos, além da infraestrutura e mão de obra capacitada (MAIA; NOGUEIRA, 2019).

A nutrição tem sido apontada como estratégia para melhorar o desempenho reprodutivo dos rebanhos (HATCHER *et al*., 2018), pois promove mudanças no peso e no escore de condição corporal dos animais, o qual deve situar-se idealmente em 2,5 e 3, em uma escala de 1 a 5. Fêmeas que estão em boas condições corporais apresentam maiores taxa de prenhez, número de partos múltiplos, e produção de leite e melhor qualidade do colostro. Manter a condição corporal próxima ao ideal ainda é um desafio para produtores, por isso lançar mão de estratégias de alimentação é uma maneira de superar esse problema.

Uma prática de manejo recomendada é o *flushing,* que consiste em fornecer uma dieta de alta qualidade para os animais de duas a três semanas antes do acasalamento para melhorar a condição corporal e taxa de ovulação. A dieta de alta qualidade eleva os níveis de colesterol e glicose, importantes para o metabolismo reprodutivo (NURLATIFAH *et al*., 2020). Para machos em reprodução, uma dieta com 24% a mais energia que o indicado para a categoria (NRC, 2007), proporciona maior circunferência escrotal e biometria testicular e favorece a qualidade seminal (BARRETO *et al*., 2019). O *flushing* deve continuar duas a três semanas após a estação de monta, com a finalidade de diminuir a mortalidade embrionária e elevar o número de cordeiros nascidos. Os cuidados com a nutrição devem permanecer em todas as fases da gestação, para atender as exigências nutricionais da ovelha, favorecendo o crescimento fetal.

Outro fator que favorece a eficiência reprodutiva são as ações relacionadas ao acasalamento. Em geral, utiliza-se na região amazônica a monta natural contínua, e como resultado tem-se nascimento em vários meses. Produtores mais organizados adotam a monta controlada ou dirigida. Existe também a possibilidade de uso da inseminação artificial, ainda pouco aplicada em rebanhos comerciais, sendo mais utilizada em animais de elite. Com a adoção do sistema de acasalamento mais eficiente para cada realidade, é possível implementar uma ou várias estações de monta, no intuito de concentrar os nascimentos, facilitando o manejo geral e o escoamento da produção. É importante manter um histórico do desempenho reprodutivo dos machos e fêmeas, observar a taxa de retorno ao cio e o intervalo de partos, para servir de suporte para um programa de descarte.

A época e a duração da estação de monta deve ser dimensionada tendo por base a relação de reprodutores e matrizes do plantel optando-se por 1:25 a 1:50 (para monta natural), a demanda do mercado e

se, após o nascimento e desmame, as ovelhas e crias terão alimentação garantida (SELAIVE-VILLARROEL, 2014). Os acasalamentos podem ser planejados de forma a se obter um intervalo de partos de oito meses (três partos em dois anos). Para isso, o período de acasalamento deverá ter uma duração média de 45 dias. Na Figura 10.1 é exemplificado um esquema de monta e partos em dois anos, para ovinos de corte. Em rebanhos leiteiros, o planejamento é diferente, o intervalo de partos pode ser de 10 a 14 meses. No entanto, até onde se sabe, não há rebanhos ovinos para produção de leite na região amazônica.

Figura 1 – Exemplo de estação de monta e nascimentos (parto) com intervalo de partos de oito meses para um período de dois anos, para ovinos de corte

Ano 1												Ano 2											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	Monta 1					Parto 1			Monta 2					Parto 2			Monta 3					Parto 3	

Fonte: Nogueira *et al.* (2011).

Acredita-se que a estratégia de redução do ciclo de produção com três partos em dois anos seja adequada para a região amazônica, pois os fatores climáticos não exercem influências significativas nos parâmetros reprodutivos, evidenciando a adaptação dos ovinos deslanados ao ambiente tropical (MOURA *et al*., 2014; SOARES *et al*., 2015). No estado do Pará, por exemplo, tem sido sugerido a possibilidade de acasalamentos ao longo do todo o ano. Porém, a melhor época para o nascimento e sobrevivência dos cordeiros é o período seco e a estação chuvosa requer maior cuidado nutricional e sanitário com as matrizes durante a reprodução e o parto (MOURA *et al*., 2014).

4. Estratégias de sanidade

4.1 Estratégias relacionados ao controle de parasitoses gastrintestinais

Nos sistemas de produção de ovinos existem alguns gargalos que devem ser avaliados e monitorados, como estado sanitário dos animais, visto que este é um dos principais fatores para assegurar sucesso da atividade econômica. No que diz respeito a sanidade, diversas doenças desafiam a ovinocultura no país e no mundo, como a linfadenite caseosa, ceratoconjutivite infecciosa, ectima contagioso e broncopeneumonias. Entretanto, as parasitoses gastrointestinais e a pododermatite infecciosa são as principais adversidades para a criação de ovinos na região amazônica (PEREIRA *et al*., 2014).

Os animais acometidos por parasitoses gastrintestinais, manifestam diferentes sinais clínicos, que variam em função do grau de infecção, tipo de parasita, faixa etária, status nutricional e imunológico do animal. Animais com infecção mais intensa possuem altas taxas de mortalidade e morbidade, por apresentarem anemia, perda de peso, diarreia, pelos arrepiados e sem brilho, mucosas ocular, gengival e vulvar extremamente pálidas. Na maioria das vezes as verminoses não causam sinais clínicos, mas caracterizam-se por provocar retardo no crescimento, diminuição do ganho de peso, diminuição da produção leiteira, retardo nas atividades reprodutivas e predisposição a outras doenças.

Por isso, a compreensão dos aspectos de epidemiologia das espécies de endoparasitas e sua incidência em ovinos

é fundamental para a orientação das medidas de controle nos rebanhos. O *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformes* e *Strongyloides papillosus* são os nematóides de maior prevalência nas diferentes categorias e causadores de impacto econômico à ovinocultura na região Norte do país (OLIVEIRA *et al*., 2019).

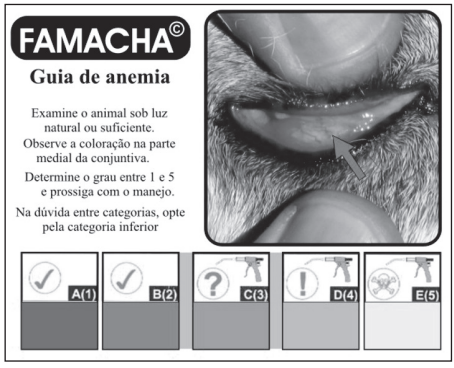
O controle das parasitoses gastrintestinais torna-se mais difícil, principalmente em sistema de produção à pasto, pois apenas 5% da população parasitária encontram-se nos animais, enquanto os 95% restantes estão nas pastagens (TONTINI *et al*., 2019). O grande desafio consiste em desenvolver soluções eficientes, possíveis de serem implementadas na prática da criação e sustentáveis a longo prazo.

Dentre as estratégias para redução da incidência de parasitoses em rebanhos ovinos, a separação dos animais em lotes por faixa etária, constitui um manejo primordial, visto que animais jovens e matrizes em lactação merecem atenção especial, pois os cordeiros sofrem maior parasitismo devido a fragilidade do sistema imunológico e eliminam maior quantidade de ovos que ovelhas e carneiros (OLIVEIRA *et al*., 2019). Por outro lado, em fêmeas prenhes e recém-paridas ocorre uma imunossupressão relacionada aos períodos de gestação e periparto (MINHO, 2014). Portanto, a vermifugação das matrizes de duas a quatro semanas antes da data prevista para o parto é recomendada (VIEIRA *et al*., 2014), para diminuir a carga parasitária dos animais e a contaminação do ambiente no qual os cordeiros serão mantidos durante os primeiros meses de vida.

A rotação das pastagens com o consórcio de bovinos e ovinos, tem sido sugerida como ferramenta de controle das parasitoses gastrintestinais e traz resultados significativos na redução da carga parasitária (TORRES *et al*., 2009). Além disso, o controle estratégico considerando os fatores ambientais como a precipitação, constitui uma medida eficiente (OLIVEIRA *et al*., 2019). No período seco, o número de helmintos adultos presentes no trato digestório dos animais é maior do que no período chuvoso, indicando uma relação inversa entre o número de larvas infectantes nas pastagens e o número de helmintos adultos nos ovinos (PEREIRA *et al*., 2008). Uma alternativa para a região amazônica seria uma vermifugação no início do período seco (maio a junho), uma no meio (julho a agosto) e outra no final (setembro a novembro), a quarta medicação deve ser administrada no período chuvoso (dezembro a março). Diante disto, as vermifugações realizadas no período seco controlam os parasitas nos hospedeiros e reduz gradualmente a contaminação das pastagens

Apesar de eficiente o controle estratégico, quando utilizado a longo prazo (mais de 5 anos), tende a levar a resistência anti-helmíntica pelas alterações genéticas nas populações de endoparasitas (MINHO, 2014). Neste caso, uma alternativa é monitorar o rebanho para identificar os animais que necessitam de tratamento, afim de manter aproximadamente 10% dos animais (categoria ou lote) sem tratamento químico, e assim diminuir a pressão para seleção de helmintos resistentes aos fármacos químicos (MINHO, 2014).

Figura 2 – Cartão FAMACHA de avaliação da conjuntiva em ovinos e caprinos



Fonte: Minho e Molento, (2014).

Uma forma de seleção na propriedade é o Famacha que classifica os ovinos conforme o nível de anemia (Figura 10.2). Entretanto, este método indica a contaminação apenas por parasitas hematófagos, devendo ser usado com outra técnica de identificação como o OPG (ovos por grama) (SANTANA *et al*., 2016). Deve-se utilizar o teste de redução na contagem de ovos uma vez ao ano, com o objetivo de monitorar a eficácia, e substituir produtos que apresentem percentuais abaixo de 80%. O produtor deve usar o OPG como critério para o tratamento seletivo, selecionando animais menos infectados ou mais resistentes (OPG 0 a 400). Quando a determinação do número de OPG é realizada por amostragem (exemplo: 20% do rebanho), os animais são tratados pela média do grupo, ou seja, é estabelecido um número discriminativo (500 ou 700) e se a média do OPG dos animais estiver acima do ponto de corte, todos os ovinos serão tratados (MINHO, 2014). O tratamento seletivo diminui o gasto com anti-helmíntico, minimiza a contaminação das pastagens e os que constantemente necessitarem de tratamento são retirados do rebanho.

A realização do OPG vem sendo utilizada como indicador de resistência anti-helmíntica e como indicador fenotípico de resistência do hospedeiro (AMARANTE *et al*., 1999). Apesar do desenvolvimento de técnicas moleculares modernas, o OPG ainda é a ferramenta mais utilizada para a identificação precisa da resistência do hospedeiro aos parasitas (ZARAGOZA-VERA *et al*., 2019). Na prática, os programas de melhoramento genético baseados no OPG já funcionam em países como Austrália, Nova Zelândia e Uruguaia e fornecem aos produtores a possibilidade de aumentar a resistência dos seus rebanhos (BENAVIDES *et al*., 2016).

Portanto, o controle das parasitoses deve ser baseado em diferentes estratégias, visto que na região amazônica os sistemas de produção apresentam particularidades, em relação ao nível tecnológico e material genético utilizado.

4.2 Estratégias relacionadas ao controle da pododermatite infecciosa

Animais com lesões podais apresentam dificuldade para se locomover, afetando as atividades de alimentação e reprodução (PROSSER *et al*., 2019). Dentre as lesões que acometem os cascos dos ovinos, a pododermatite infecciosa (podridão dos cascos, pietin, footrot, peeira), é a mais frequente, e possui como agente primário a bactéria *Dichelobacter nodosus*, exclusiva dos dígitos de ruminantes, porém existe ação sinérgica com a *Fusobacterium necrophorum* que está presente naturalmente no trato gastrointestinal e fezes dos animais (AGUIAR *et al*., 2011).

O desenvolvimento da pododermatite infecciosa ocorre quando existem condições adequadas, que são inerentes a virulência das bactérias envolvidas,

adequação do ambiente para o desenvolvimento dos agentes patogênicos e transmissão da doença, como elevada umidade e temperatura (acima de 25 ºC), períodos intensos de precipitações pluviométricas, presença de fezes no ambiente, lesões prévias, associado a susceptibilidade do hospedeiro (ovino). Portanto, a combinação destes fatores é essencial para definir a expressão, severidade e duração da pododermatite em rebanhos ovinos (AGUIAR *et al*., 2016).

Baseado nisto, na região amazônica o agente causador desta doença encontra o ambiente ideal para proliferação e prevalência, pois na maior parte do ano a temperatura, umidade e precipitação são elevadas, o que constitui um dos principais motivos de abandono da atividade por parte dos produtores.

Ovinos acometidos por pododermatite infecciosa geralmente apresentam claudicação, pele interdigital com exsudato amarelado, perda de pelos na região afetada e odor fétido característico. A ação das bactérias pode resultar na degradação das camadas mais profundas do casco, e provocar a separação da lâmina sensitiva da porção córnea do dígito (descolamento do casco), o que caracteriza a forma mais grave da doença (AGUIAR *et al*., 2016).

O programa de controle das lesões podais, deve basear-se no padrão sazonal da doença na região geográfica que o rebanho está inserido, de modo que existem épocas no ano que os esforços devem ser intensificados, por exemplo, na região amazônica as medidas preventivas devem ser aplicadas intensivamente antes e durante o período chuvoso.

Neste sentido, o casqueamento dos ovinos, é uma estratégia que auxilia na prevenção e tratamento de animais acometidos. Essa prática é empregada para controlar o crescimento excessivo, as lesões traumáticas e evitar o acúmulo de matéria orgânica nos cascos dos animais, o que predispõe à pododermatite. Além disso, o caqueamento remove o tecido doente e expõe a *D. nodosus* ao oxigênio e a ação de substâncias bactericidas. Essa técnica deve ser realizada no mínimo uma vez por ano, com revisões a cada seis meses, principalmente antes do período chuvoso (ALVES *et al*., 2014).

Outra medida que pode ser adotada na região amazônica, é o uso de pedilúvios de passagem, com soluções de formalina 5 a 10%, sulfato de cobre de 5 a 10%, sulfato de zinco para proporcionar efeito adstringente e uma camada protetora superficial, o que ocasiona o endurecimento da pele lesada, com redução das secreções, além de agirem como antisséptico (RAASDMA; EGERTON, 2013). Ademais, a frequência de uso deve ser de pelo menos uma vez por semana durante o período de alto risco, como na época chuvosa amazônica.

O uso de pedilúvios, associado ao manejo em lotação intermitente constituem métodos de controle da pododermatite, pois a bactéria *D. nodosus* não permanece viável no ambiente, fora do casco dos animais, por mais de 14 dias. Diante disto, após a passagem dos animais pelo pedilúvio, tem-se recomendado a condução dos ovinos para piquetes que tenham passado por período de descanso de pelo menos duas semanas (MUZAFAR *et al*., 2016).

As estratégias para controlar a pododermatite nos rebanhos de ovinos, também envolvem a imunização dos animais, pois a vacinação previne a infeção e acelera a cura dos que já estão infectados (RAADSMA; EGERTON, 2013). Apesar dos benefícios, as vacinas oferecem um período curto de imunidade (até 12 semanas) e possuem custo elevado,

o que constitui uma limitação para a utilização desta alternativa (WINTER; GREEN, 2017).

O controle e/ou erradicação da pododermatite infecciosa no rebanho, requer a adoção do descarte de animais cronicamente infectados, uma vez que geram custos com o tratamento reincidente e atuam como fonte de infecção para outros animais durante os períodos de transmissão.

5. Considerações finais

Nos sistemas de produção convencionais, há maior permanência dos animais nos rebanhos, com idades de abate superiores a 12 meses, resultando em menor lucratividade e maior impacto sobre o meio ambiente. Assim, o aumento da taxa de desfrute por meio da intensificação da produção pode trazer benefícios econômicos, sociais e ambientais para a Amazônia brasileira. Além disso, a possibilidade de produzir o ano inteiro constitui um ponto forte dessa região. A chave para a intensificação concilia os efeitos da manipulação de fatores genéticos, nutricionais (alimentos, manejos alimentares e suplementos), reprodutivos e sanitários, objetivando a elevação da eficiência biológica dos animais.

No entanto, considerando que a maioria da produção nacional de ovinos é em sistemas extensivos, a falta de uma visão geral dos produtores, aliada aos processos históricos que definem os sistemas de hoje e a ausência de controle das etapas que compõem a atividade, representam grande revés e obstáculos para a aplicação das técnicas que visam intensificar a produção. Portanto, é necessário que as estratégias apresentadas sejam difundidas e aplicadas por criadores e colaboradores, para elevar a velocidade de oferta de carne ovina na Amazônia.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, G. M. N.; SIMÕES, S. V. D.; FRANKLIN, R. I. E. T. Pododermatite infecciosa e outras doenças podais em caprinos. **Ciência Veterinária**, v. 19, n. 3, p. 101-112, 2016.

AGUIAR, G.; SIMÕES, S. V.; SILVA, T.R.; ASSIS, A.C., MEDEIROS, J. GARINO, J.; RIET-CORREA, F. Foot rot and other foot diseases of goat and sheep in the semiarid region of northeastern Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n. 10, p. 879-884, 2011.

ALVES, F. S. F.; RIBEIRO, L.A.O.; PINHEIRO, R. R. Principais enfermidades infecciosas em rebanhos ovinos no Brasil In: SELAIVE-VILLARROEL, A. B. e OSÓRIO, J. C. S. (Ed.). **Produção de ovinos no Brasil**. 1ed. São Paulo: Roca, 2014. v. 1, p. 344-354.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. D., EUCLIDES, V. P. B., SILVA, S. C. D., ZIMMER, A. H., JÚNIOR, T., DE ALMEIDA, R. A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e freqüência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 329-340, 2007.

BARRETO, A. D. N.; SILVA, A. G. M.; ESTEVES, S. N.; JACINTO, M. A. C.; BARIONI JUNIOR, W.; BRANDÃO, F. Z.; PANTOJA, M. H. A.; BOTTA, D.; ROMANELLO, N.; LEMES, A. P. Productive performance and reproductive characteristics of Morada Nova male lambs fed with high-energy diet. **Tropical Animal Health and Production**, v. 51, n. 8, p. 2481-2491, 2019.

BENAVIDES, M. V.; SONSTEGARD, T. S.; VAN TASSELL, C. Genomic regions associated with sheep resistance to gastrointestinal nematodes. **Trends in parasitology**, v. 32, n. 6, p. 470-480, 2016.

BRAGA, R.; MENDONCA, C. Desempenho Produtivo de Ovinos Barriga Negra em Roraima: 2017/2018. **Embrapa Roraima-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2019.

CARDOSO, R. R. SOUSA, L. F., FERREIRA, A. C. H., NEIVA, J. N. M., FERREIRA, D. A., MACIEL, A. G.; NOBREGA, B. E.; SILVA, T. V. S. Short-term evaluation of Massai grass forage yield and agronomic characteristics and sheep performance under rotational grazing with different pre-grazing canopy heights. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 1339-1356, 2019.

CARVALHO, D. M. G.; CABRAL, L. D. S., ZERVOUDAKIS, J. T., ARNOLDO, T. L. Q., BENATTI, J. M. B., KOSCHECK, J. F. W.; PIONA, M. N. M.; OLIVEIRA, A. A. D. Suplementos para ovinos mantidos em pastos de capim-marandu. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 46, n. 2, p. 196-204, 2011.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. SIMCORTE. 7., 2010. Anais. Viçosa – MG. UFV. 2010.

FERNANDES, L. S.; DIFANTE, G. S; EMERENCIANO NETO, J. V.; ARAUJO, I.M.M.; VERAS, E. L.L.; COSTA, M.G. Performance of sheep grazing Panicum maximum cv. Massai and supplemented with protein sources during the dry season. **South African Journal of Animal Science**, v. 50, n. 1, p. 1-8, 2020b.

HATCHER, S.; DOMINIK, S.; RICHARDS, J. S.; YOUNG, J.; SMITH, J.; TEARLE, R.; BRIEN, F. D.; HERMANN, N. Ewe culling and retention strategies to increase reproductive rates in Merino sheep. **Animal Production Science**, v. 58, n. 8, p. 1545-1551, 2018.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática SIDRA. **Censo agropecuário 2017;** resultados definitivos. [Rio de Janeiro, 2019]. Disponívelem:<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 10 de junho 2020.

LUZ, J. B.; MEZZOMO, R.; SANTOS NETA, E. R.; GOMES, D. Í.; OLIVEIRA, L. R. S.;

SILVA. J. C.; CARVALHO, F. F. R. Carcass characteristics and meat quality of lambs fed babassu cake (Orbignya speciosa) as a replacement for elephant grass silage. **Tropical animal health and production**, v. 49, n. 1, p. 113-119, 2017.

LUZ, J. B; GOMES, D. I., NETA, E. R., MEZZOMO, R., OLIVEIRA, L. R. S., SILVA, R. C., REIS, G.C.; ALVES, K. S. Performance and digestibility of confined lambs fed with Babassu cake (Orbignya speciosa) as a substitute for elephant grass silage. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 3, p. 977-982, 2019.

MAGALHÃES, J.B.; LIMA FILHO, A.B. de; COSTA, N. de L.; PEREIRA, R.G. de A.;

TAVARES, A.C. **Desempenho produtivo de ovinos deslanados no Estado de Rondônia.** EMBRAPA-UEPAE Porto Velho, 1984. 3p. (EMBRAPA.UEPAE Porto Velho. Comunicado Técnico, 73).

MAIA, M. D. S.; DIAS, R. Desempenho produtivo de ovinos da raça Santa Inês, no Acre. Rio Branco: **EMBRAPA-CPAF-Acre**, 1992.

MAIA, M. D. S.; NOGUEIRA, D. Manejo reprodutivo de caprinos e ovinos em regiões Tropicais. **Embrapa Semiárido-Documentos (INFOTECA-E)**, 2019.

MEXIA, A. A.; MACEDO, F. A. F.; ALCALDE, C. R.; SAKAGUTI, E. S.; MARTINS, E. N.; ZUNDT, M.; YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, R. M. G. Desempenho reprodutivo e produtivo de ovelhas Santa Inês suplementadas em diferentes fases da gestação. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, n. 3, p. 658-667, 2004.

MINHO, A. Endoparasitoses de ovinos: conhecer para combater. **Embrapa Pecuária Sul-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2014.

MINHO, A.; MOLENTO, M. Método Famacha: uma técnica para prevenir o aparecimento da resistência parasitária. **Embrapa Pecuária Sul-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2014.

MONTEIRO, A.L.G.; POLI, C.H.E.; SCUATTO, T.; PRADO, O. R.; HENTZ, F.; SILVA, C. J. A. SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE OVINOS EM PASTAGENS: O USO DO PASTO E OUTRAS ESTRATÉGIAS ALIMENTARES. In: Edson Azambuja Ribeiro; Livia Mangili; Camila Constantino *et al*. (Org.). Anais do SIMPOVINO- Simposio de Ovinocultura da UEL. 1ed.Londrina: Editora da UEL, 2015, v. 1, p. 12-29.

MOURA, A.; TEIXEIRA, P. P. M.; COUTINHO, L. N.; PAZ, C. C.; SANTOS, V. J. C.; SOARES, F. N.; OLIVEIRA, M. E. F.; VICENTE, W. R. R.; ARAÚJO, A. A.; RODRIGUES, L. F. S. Reproductive performance of Santa Inês ewes during dry and rainy seasons in eastern Amazon. **Animal Reproduction**, p. 44-48, 2014.

MOURA CARVALHO, L.O.D.; COSTA, N. A.; NASCIMENTO, C.N.B.; TRISTO, D. F.; PIMENTEL, E. S. **Desempenho produtivo de ovinos deslanados da raça Santa Inês em pastagem de quicuio da Amazônia (Brachiaria humidicola).** Belém, EMBRAPACPATU,1984. 3p. (EMBRAPA.CPATU. Pesquisa em Andamento, 132).

MUZAFAR, M., GREEN, L. E., CALVO-BADO, L. A., TICHAUER, E., KING, H., JAMES, P., WELLINGTON, E. M. Survival of the ovine footrot pathogen Dichelobacter nodosus in different soils. **Anaerobe**, v. 38, p. 81-87, 2016.

NOGUEIRA, D. M.; ELOY, A. M. X.; SÁ, C. O.; LOPES JÚNIOR, E. S.; FIGUEIREDO, H. O. S.; SÁ, J. L.; SOUSA, P. H. F. Manejo reprodutivo. Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE), 2011, Petrolina, PE. In: VOLTOLINI, TV (Ed.). Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. p. 385-420.

NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids.** Washintgton, DC: National Academies Press 2007. 362.

NURLATIFAH, A.; KHOTIJAH, L.; KOMALASARI, K.; ASTUTI, D.A. The effect of flushing with fatty acid supplementation in

ewes ration on folliculogenesis. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, IOP Publishing. p. 012036.

OLIVEIRA, R. S. D.; SILVA, A. M. D.; RIBEIRO, F. L. A. Status de parasitas gastrintestinais em rebanhos ovinos, no estado de Rondônia. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 13, n. 3, p. 401-410, 2019.

PAIVA, M. das G. de S. **Criação de ovinos deslanados em área de cerrado do Amapá.** EMBRAPA-UEPAE de Macapá, 1987. 6p. (EMBRAPA.UEPAE de Macapá. Comunicado Técnico, 03).

PARENTE, M.de O. M.; ROCHA, K. S., BESSA, R. J. B., PARENTE, H. N., ZANINE, A.M., MACHADO, N. A. F.; LOURENÇO-JUNIOR, J. B.; BEZERRA, L. R.; LANDIM, A. V.; ALVES, S. P. Effects of the dietary inclusion of babassu oil or buriti oil on lamb performance, meat quality and fatty acid composition. **Meat science**, v. 160, p. 107971, 2020.

PAZDIORA, R. D.; PAZDIORA, B. R. C N.; FERREIRA, E.; MUNIZ, I. M.; ANDRADE, E. R.; SIQUEIRA, J. V. S.; SCHERER, F.; VENTUROSO, O. J.; SOUZA, P. J. Digestibilidade, comportamento ingestivo e desempenho de ovinos alimentados com resíduos de agroindústrias processadoras de frutas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 6, p. 2093-2102, 2019.

PEREIRA, R. G. A.; TOWSEND, C.R.; COSTA, N. L.; MAGALÃHES, J. A.; SILVA NETO, F. G; TAVARES, A. C. Sistemas de produção de ovinos na Região Norte do Brasil. In: SELAIVE-VILLARROEL, A. B. e OSÓRIO, J. C. S. (Ed.). **Produção de ovinos no Brasil**. 1ed. São Paulo: Roca, 2014, v. 1, p. 139-149.

PEREIRA, R. H. M. A.; AHID, S. M. M.; BEZERRA, A. C. D. S.; SOARES, H. S.; FONSECA, Z. A. A. S. Diagnóstico da resistência dos nematoides gastrintestinais a anti-helmínticos em rebanhos caprino e ovino do RN. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 2, n. 1, p. 16-19, 2008.

PROSSER, N.; PURDY, K. J.; GREEN, L. E. Increase in the flock prevalence of lameness in ewes is associated with a reduction in farmers using evidence-based management of prompt treatment: A longitudinal observational study of 154 English sheep flocks 2013–2015. **Preventive veterinary medicine**, v. 173, p. 104801, 2019.

RAADSMA, H. W.; EGERTON, J. R. A review of footrot in sheep: aetiology, risk factors and control methods. **Livestock Science**, v. 156, n. 1-3, p. 106-114, 2013.

ROCHA, G. O.; SANTOS, M. E. R., VILELA, H. H., CARVALHO, B. H. R., DE LANA SOUSA, B. M., FAGUNDES, J. L., BACKES, A.A.; FONTES, P. T. N. Structure of piatã palisadegrass deferred for two periods and fertilised with nitrogen. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 995-1006, 2020.

ROGÉRIO, M.C.P.; ARAÚJO, A.R.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, A. G. M.; MORAIS, E.; MEMÓRIA, H.Q.; OLIVEIRA, D.S. Manejo alimentar de caprinos e ovinos nos trópicos. **Veterinária e Zootecnia**, v. 23 n. 3, p. 326-34, 2016.

SANTANA, T. M.; DIAS, F. J.; SANTELLO, G. A.; LOPES, M. M.; MELO, T. T.; PANTOJA, M. C.; ALMEIDA, L. M. A. Utilização de métodos auxiliares na identificação endoparasitária em ovelhas no Amazonas. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 10, n. 3, p. 436-446, 2016.

SANTOS NETA, E. R. dos; OLIVEIRA, L. R. S., MEZZOMO, R., GOMES, D. Í., LUZ, J. B., MACIEL, D. L., SANTANA, K. R. S.; ALVES, K. S. Chemical composition and rumen degradability of byproducts available in the Amazon region. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6Supl3, p. 3605-3616, 2019.

SANTOS, C. R.; ALVES, K. S.; MEZZOMO, R.; OLIVEIRA, L. R. S.; CUTRIM, D. O.; GOMES, D. I.; LEITE, G. P.; ARAÚJO, M. Y. S. Performance of feedlot lambs fed palm kernel cake-based diets. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 2, p. 367- 372, 2016.

SANTOS, M. E. R.; AFONSO, L. E. F., CARVALHO, B. H. R., RÊGO, A. C., QUEIROZ, G. J. S., MEDICA, J. A. S., MORAES, L.S.; CARMO, L. L. S. Apparent selectivity of sheep in deferred marandu palisadegrass pastures with variable initial heights. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 5, p. 1727-1734, 2019.

SANTOS, M. E.R. Manejo do pastejo de gramíneas utilizadas na alimentação do gado de leite: bases teóricas e implicações práticas. In: SILVA, J. C. P. M. Manejo e Administração em bovinocultura leiteira. 2 ed. Ampliada e atualizada. Viçosa-MG, 2014 p. 315-326.

SELAIVE-VILLARROEL, A. B. Manejo Ovino. In: SELAIVE-VILLARROEL, A. B. e OSÓRIO, J. C. S. (Ed.). **Produção de ovinos no Brasil**. 1ed. São Paulo: Roca, 2014. cap. 26, p. 358-375.

SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; FERNANDES, A. A. O. Avaliação da condição corporal ao acasalamento e sua influência no desempenho reprodutivo de ovelhas Morada Nova no semi-arido do Estado do Ceara. **Ciência Animal**, v. 1, p. 9-14, 1994.

SENGER, P. Pathways to pregnancy and parturition 3rd edition. Redmond, OR: Current Conceptions, Inc, 2012.

SILVA SOBRINHO, A. G. Nutrição e alimentação de ovinos. In: SELAIVE-VILLARROEL, A. B. e OSÓRIO, J. C. S. (Ed.). **Produção de ovinos no Brasil**. 1ed. São Paulo: Roca, 2014, v. 1, p. 237-259.

SILVA, C. J.; MONTEIRO, A. L. G., FERNANDES, S. R., POLI, C. H. E., PRADO, O. R., SOUZA, D. F. Efeito do creep feeding e creep grazing nas características da pastagem de tifton e azevém e no desempenho de ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 2, p. 165-174, 2012.

SOARES, F. N.; OLIVEIRA, M. E. F.; PADILHA-NAKAGHI, L. C.; OLIVEIRA, L. G.; FELICIANO, M. A. R.; OLIVEIRA, F. B. B.; TEIXEIRA, P. P. M.; RUSSIANO, V. W. R.; FATURI, C.; RODRIGUES, L. F. S. Reproductive and productive performances of Santa Ines ewes submitted to breeding in different periods of the Amazonian humid tropical climate. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, n. 8, p. 1465-1471, 2015.

TONTINI, J. F. l.; POLI, C. H. E. C., DA SILVA HAMPEL, V., FAJARDO, N. M., MARTINS, A. A., MINHO, A. P., MUIR, J. P. Dispersal and concentration of sheep gastrointestinal nematode larvae on tropical pastures. **Small ruminant research**, v. 174, p. 62-68, 2019.

TORRES, S. E. F. A.; MCMANUS, C.; AMARANTE, A. F. T.; VERDOLIN, V.; LOUVANDINI, H. Nematódeos de ruminantes em pastagem com diferentes sistemas de pastejo com ovinos e bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 9, p. 1191-1197, 2009.

VIEIRA, L. S.; TEIXEIRA, M.; MINHO, A. P.; BORBA, M. F. S.; VASCONCELOS, A. L. C. F.; BEVILÁQUA, C. M. L. Doenças parasitárias de ovinos In: SELAIVE-VILLARROEL, A. B. e OSÓRIO, J. C. S. (Ed.). **Produção de ovinos no Brasil**. 1ed. São Paulo: Roca, 2014. v. 1, p. 310-342.

VIEIRA, V. D., RIET-CORREA, W., VILELA, V. L., MEDEIROS, M. A., BATISTA, J. A., MELO, L. R., SANTOS, A.; RIET-CORREA, F. Controle de parasitas gastrintestinais em ovinos e análise financeira de uma fazenda com sistema de pastejo rotacionado irrigado no semiárido nordestino. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, n. 5, p. 913-919, 2018.

WINTER, J. R.; GREEN, L. E. Cost–benefit analysis of management practices for ewes lame with footrot. **The Veterinary Journal**, v. 220, p. 1-6, 2017.

ZARAGOZA-VERA, C. V.; AGUILAR-CABALLERO, A. J.; GONZÁLEZ-GARDUÑO, R.; ARJONA-JIMÉNEZ, G.; ZARAGOZA-VERA, M.; TORRES-ACOSTA, J. F. J.; MEDINA-REYNÉS, J. U.; BERUMEN-ALATORRE, A. C. Variation in phenotypic resistance to gastrointestinal nematodes in hair sheep in the humid tropics of Mexico. **Parasitology research**, v. 118, n. 2, p. 567-573, 2019.

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_014

14. CAMINHOS PARA A PRODUÇÃO INTENSIVA DE BOVINOS LEITEIROS NO BIOMA AMAZÔNICO

Felipe Nogueira Domingues[1]
Afonso Aurélio de Carvalho Peres[2]
Ismail Ramalho Haddade[3]

[1] Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus de Unaí, Unaí, Minas Gerais
[2] Universidade Federal Fluminense, Campus Volta Redonda, Volta Redonda, Rio de Janeiro
[3] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Santa Teresa, Santa Teresa, Espírito Santo

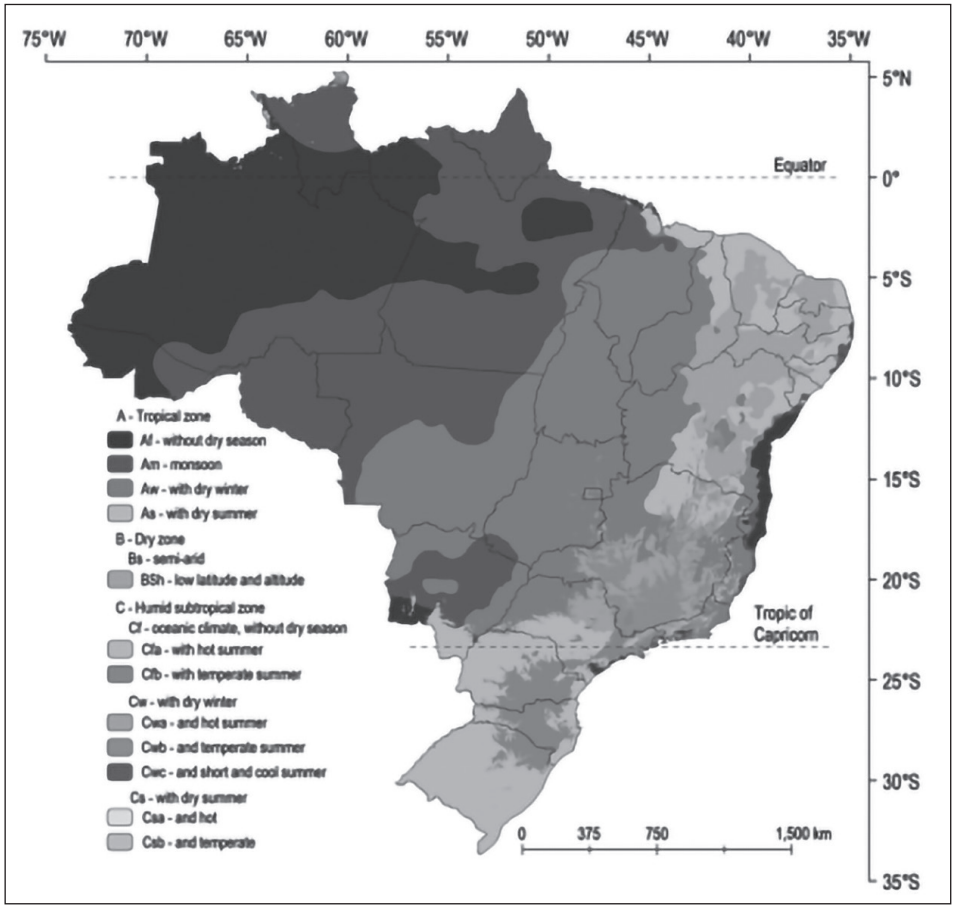
1. Introdução

Nos últimos anos, as pesquisas sobre a cadeia produtiva do leite no Brasil demonstraram uma redução no número de produtores e vacas ordenhadas. No entanto, a quantidade total de leite produzido pelo País tem aumentado (EMBRAPA, 2020). Isso demonstra que os produtores que se mantêm na atividade estão cada vez mais eficientes, ou seja, estão provavelmente intensificando os seus sistemas de produção.

Infelizmente, boa parte dos produtores que estão deixando a atividade são classificados como de pequeno porte. No Bioma Amazônico isso é ainda mais acentuado, haja vista que, nessa região, a maior parte dos produtores esteja inserida na pecuária familiar (NETO *et al*., 2020). Dessa forma, acreditamos que a saída para melhorar a vida dos produtores de leite no Bioma Amazônico seja a intensificação do sistema de produção, podendo estes serem conduzidos em pastagens ou em confinamento. É importante ressaltar que, quando falamos em intensificação de sistemas de produção, não se refere a construção de instalações caras e luxuosas, mas, na aplicação de técnicas já existentes e de eficácia comprovada por vários grupos de pesquisa espalhados pelo Brasil.

O Bioma Amazônico é dividido em três tipos climáticos segundo a classificação de Köppen, todos eles iniciados com a letra A (Figura 1), o que significa que a temperatura mínima média mensal seja sempre igual ou superior a 18ºC. Os três tipos climáticos iniciados com a letra A são: Af – clima tropical úmido, caracterizado por não apresentar uma estação seca, Am – clima de monsão, caracterizado por apresentar uma redução nas chuvas no período de inverno, ainda com ocorrência de precipitação e, Aw – clima tropical com estação seca no inverno (ALVARES *et al*., 2013).

Figura 1 – Classificação climática do Brasil de acordo com a classificação de Köppen (1936)



Fonte: Alvares *et al.* (2013).

Portanto, admitimos que: ao entender o clima onde estamos produzindo (este é um ponto de extrema relevância para o bioma amazônico). Iremos escolher animais produtivos que melhor se adaptem a esse clima, manejaremos estes animais de acordo com suas características (exigências nutricionais) e desta forma, selecionaremos o sistema de produção que potencialize as vantagens da região e minimize as desvantagens.

Sabemos que existem diversas possibilidades para se implantar e conduzir sistemas de pecuária de leite. Todavia, decidimos abordar apenas aqueles que acreditamos serem mais exequíveis para as peculiaridades do Bioma Amazônico. Assim, focaremos nas vantagens e desvantagens de cada sistema. Deste modo, os assuntos discutidos neste capítulo não se tratam das únicas soluções, sendo apenas aquelas que os autores acreditam serem mais viáveis.

2. Indicação de sistemas de produção intensiva para o Bioma Amazônico

Considerando que neste capítulo, iremos tratar apenas de sistemas intensivos, alguns manejos devem ser executados pelo produtor para que o sucesso seja alcançado, sendo essas condições básicas para que se alcance o êxito. Assim, todos os quesitos aqui discutidos são praticados por produtores de leite de sucesso em qualquer lugar do Brasil e do Mundo, independente do volume de leite produzido e, portanto, não existindo dúvida de que funcionará no Bioma Amazônico. Além disso, essas práticas de manejo são simples e não requerem grandes investimentos, bastando o aprendizado e a decisão para executá-los.

Acreditamos que caso o pecuarista não queira colocá-los em prática, a chance de sucesso na pecuária de leite intensiva seja mínima. Segue abaixo as práticas indispensáveis:

- **Controle leiteiro:** é a medição da produção de leite por animal. Realizar essa medição diariamente ou pelo menos a cada 14 ou 28 dias permite um maior acompanhamento da produção leiteira e realização do ajuste nutricional das vacas. A adoção de dias múltiplos de 7 permite maior gerenciamento das atividades de rotina na propriedade e maior planejamento financeiro no dispêndio do capital financeiro na compra de insumos. Para executar o controle leiteiro, basta em sistemas de ordenha manual comprar uma balança e nos sistemas de ordenha mecânica instalar um medidor, além disso, também é preciso caneta e papel para os registros. A atividade leiteira para se ter sucesso é preciso que se respeite a rotina de funcionamento.
- **Adoção de lotes de vacas leiteiras:** esse manejo consiste em separar as vacas em lactação por grupo de produção, de forma a alimentá-las de acordo com a sua exigência nutricional, de forma simplória, isto é, colocarei a comida melhor e em maior quantidade para as vacas que produzem mais leite. Isso só é possível de ser feito com a informação do quanto de leite cada vaca produz, ou seja, voltamos ao tópico anterior.
- **Controle zootécnico e financeiro:** "O Brasil é um país onde as pessoas acham muito, observam pouco e não medem praticamente nada". Essa frase do Engenheiro Agrônomo e pecuarista Fernando Penteado Cardoso é genial para iniciarmos esse tópico. O que queremos afirmar é: para que se tenha retorno da atividade é preciso ter conhecimento do que está acontecendo na fazenda e isso só é possível com anotações diárias dos dados zootécnicos e financeiros. Além disso, lembrem-se: sem dados você é apenas uma pessoa qualquer com opinião (William Edward Deming – Estatístico, professor, escritor e palestrante).

- **Controle das condições climáticas:** fazer o acompanhamento e anotação das informações sobre temperatura e precipitação (chuva), pois permite um melhor planejamento nas atividades da propriedade, como o manejo da irrigação, a expectativa da produção forrageira, o controle do bem-estar dos animais, entre outros. Para isso, é necessário que o produtor adquira um pluviômetro e um termômetro para realizar as medições e o acompanhamento, o que auxilia na tomada de decisão. Os dados devem ser registrados diariamente.

2.1 Sistemas intensivos de produção de leite

Como dito na introdução deste capítulo, o Bioma Amazônico é composto por três tipos climáticos: Af, Am e Aw. Cada um com suas respectivas características, conforme detalhes sobre os tipos climáticos e seu impacto na produção de forragem no Capítulo 3, 4 e 5 desta obra.

Partindo da premissa de que devamos escolher o sistema de produção mais adequado ao clima local, julgamos que os locais com os tipos climáticos Af e Am sejam os mais indicados para os sistemas a pasto (explicaremos detalhadamente a seguir) e no tipo climático Aw poderia ser destinado tanto ao sistema a pasto quanto ao sistema confinado. No entanto, isto não quer dizer que nos climas Af e Am não se possa criar os animais de forma confinada.

Uma das grandes vantagens dos tipos climáticos Af e Am é a distribuição regular de chuvas e as elevadas temperaturas ao longo do ano, permitindo uma produção de forragem menos sazonal quando comparada a aquela dos demais tipos climáticos. Essa menor sazonalidade foi demonstrada por Oliveira *et al*. (2020), que ao estudarem a dinâmica de crescimento do capim Mombaça no clima Af, observaram que no período de menor precipitação, o acúmulo diário de forragem foi 58% do acúmulo diário de forragem no período chuvoso. Além disso, neste estudo, ficou claro que temos em torno de 9 meses com grande oferta de forragem disponível ao pastejo, sendo um grande diferencial, principalmente quando observamos as demais regiões do Brasil, onde normalmente o período de pastejo fica em torno de no máximo 6 meses. Na prática isso indica que consigamos manter os animais na pastagem por um maior período ao longo do ano, o que implica em menor custo com suplementação volumosa.

Salientamos que, as soluções apresentadas não são as únicas possíveis, são apenas aquelas que os autores acreditam ser as principais e mais recomendadas.

a) Escolha da forrageira e manejo do pastejo

Ano após ano são lançadas diversas forrageiras no Brasil, umas melhores, outras piores, o principal dessa história é: não existe forrageira milagrosa, todas possuem vantagens e desvantagens. No entanto, algumas características dos capins não são alteradas, por exemplo: quanto mais velho o capim (mais alto), maior a proporção de colmo e material morto e menor a proporção de folhas. Outro ponto seria quanto melhor o capim do ponto de vista produtivo e qualitativo, mais exigente ele será em relação a fertilidade do solo etc.

Portanto, na escolha da forrageira correta para o seu sistema de produção, não procure a forrageira milagrosa, você deve escolher a forrageira que mais se adapte ao sistema de produção escolhido. Para isso, você deve observar os seguintes pontos: qual o método de pastejo irei utilizar? Contínuo (gêneros *Brachiaria* e *Cynodon*) ou rotativo (gêneros *Brachiaria, Panicum* e *Cynodon*). A minha área tem muita ou pouca umidade no solo? Quais as doenças e pragas que acometem na minha região? Irei fazer adubações frequentes?

Para não errar no manejo do pastejo, uma coisa é certa, acerte a taxa de lotação, a frequência e a intensidade do pastejo, como destacado no Capítulo 4 e 5 desta obra. Isso sempre tomando por base as alturas de manejo indicadas, alturas de entrada dos animais e do resíduo pós-pastejo no caso de pastejo rotativo e alturas médias no caso de pastejo contínuo. Diversas são as referências das alturas indicadas para o manejo das mais diferentes forrageiras, sendo estes muito similares, independentemente da localização da propriedade.

b) Adubação da pastagem

Se estamos pensando em produção intensiva a pasto, a fertilização das pastagens é uma condição básica para o sucesso. Não existe a possibilidade de se ter uma produção de leite eficiente baseada em pastagens que não sejam corrigidas e adubadas. Para que a adubação seja feita de forma correta, deve-se fazer análise de solo e realizar as adubações, as quais, sempre devem ser baseadas na taxa de lotação que deseja regular na fazenda.

Portanto, devemos desconstruir alguns conceitos enraizados entre os produtores e os técnicos que atuam no Bioma Amazônico. Talvez o principal deles seja: basta colocar Arad no plantio e no decorrer dos anos, que o meu pasto irá produzir muito. O Arad é um tipo de fosfato natural reativo largamente utilizado no Bioma Amazônico, ele é oriundo da moagem de rochas sedimentares e possui como características: reação em pH ácido, liberação lenta do fósforo para o solo, poder residual e baixo custo em relação ao fósforo solúvel.

Lage Filho *et al*. (artigo submetido), demonstraram que ao comparar distintas adubações no momento da formação da pastagem, no sistema que foi utilizado calcário dolomítico + fósforo (P) na forma de superfosfato simples (SS) + potássio (K) na forma de cloreto de potássio (KCl) + nitrogênio (N) na forma de ureia, a produção de perfilhos foi 200% superior quando comparada aquela do sistema controle (sem calcário e sem adubação) e ao sistema usando somente o Arad. Além disso, outra informação relevante deste estudo foi que na maioria das variáveis avaliadas, o tratamento controle foi similar ao Arad, demonstrando que esta fonte, não auxilia em nada na formação da pastagem e ainda, eleva os custos operacionais da atividade.

Arad nada mais é que um fosfato natural reativo e, como o próprio nome já diz, o seu principal componente é o fósforo e que nesse caso, de liberação lenta. Mas e aí? O pasto precisa somente de fósforo? E no nosso caso que pretendemos colocar 5, 6 ou até mais vacas em lactação por ha, só o fósforo é o suficiente?

Acreditamos que em nenhum lugar do planeta isso é possível. Além do fósforo, precisamos pelo menos corrigir a acidez do solo utilizando corretivos (calcário ou gesso), e inserir no sistema fertilizantes nitrogenados (nitrogênio) e potássicos (potássio). Portanto, para acertar na

adubação, faça análise de solo e siga as recomendações de aplicação de corretivos e fertilizantes baseando-se na quantidade de animais que se pretende colocar por ha (unidade animal – U.A./ha).

Outro fator importante, a ser observado pelos técnicos e produtores, quando se aduba áreas de produção de forragem no Bioma Amazônico é o efeito do adubo sobre a composição química da forragem.

Nas regiões Sudeste e Centro-oeste, onde a maioria dos trabalhos é feito no Brasil, quando aplicadas doses mais elevadas de adubos, principalmente do nitrogênio, é comum encontrarmos teores de proteína bruta (PB) acima de 15% na matéria seca (MS). Isso ocorre, porque nestas regiões, as adubações são feitas somente na época das chuvas, período compreendido entre os meses de dezembro/janeiro a março/abril, dessa forma há uma concentração de adubo nitrogenado em apenas quatro meses aproximadamente, o que eleva muito o teor de PB das plantas nessa época.

Já no Bioma Amazônico, principalmente nos climas Af e Am a adubação nitrogenada pode ser aplicada praticamente o ano todo, o que implicaria em doses mais leves por aplicação, provocando assim um menor teor de PB nas plantas, este fato é demonstrado no trabalho de Oliveira *et al*. (2020). Já, nas regiões de clima Aw, os resultados são similares aos encontrados para as regiões Sudeste e Centro-oeste.

c) Suplementação volumosa

Apesar de o Bioma Amazônico ser abundante em chuvas ao longo do ano, é possível que nos períodos de menor precipitação seja necessária a suplementação volumosa de algumas das categorias de animais na propriedade. Neste ponto, temos que tomar muito cuidado em relação à fonte de volumoso a ser escolhida, haja vista que, a escolha da forrageira suplementar é um dos entraves para intensificar a produção, principalmente nos locais de clima Af e Am.

No Brasil, os produtores de leite utilizam como volumoso suplementar basicamente, silagem de milho, silagem de sorgo, cana-de-açúcar *in natura* ou na forma de silagem, além de outras forrageiras tropicais na forma de capineira ou de silagem. Será que todas essas fontes de volumoso irão produzir bem nos tipos climáticos Af, Am e Aw?

Nas regiões onde os tipos climáticos Af e Am são predominantes, essa questão de volumoso suplementar tem se demonstrado mais complexa. Isto porque, as produtividades por área de produção de milho e sorgo são muito baixas, o que implica em um elevado custo por tonelada produzida, além de ser necessário áreas maiores de lavoura. Isto é causado principalmente pela falta de híbridos adaptados a região, baixa altitude das áreas e dificuldade de manejo da cultura e de colheita da lavoura para a produção de silagem devido ao grande volume de chuvas.

A cana-de-açúcar também não é uma das melhores opções nestas condições (climas Af e Am). Esta forrageira produz grandes quantidades de matéria verde, podendo chegar a mais de 300 t/ha, o que é interessante, porém, esse grande potencial produtivo causa tombamento das plantas na lavoura e isto dependendo da situação, pode ser caracterizado como um problema, pois inviabiliza a colheita mecanizada. Além disso, devido a grande quantidade de chuvas ao longo do ano, o acúmulo de açúcar na planta é baixo, apresentando Brix em torno de 15º, quando o ideal seria algo em torno de 18º (MIRANDA *et al*., 2015 e 2020).

Portanto, caso o produtor faça a opção do uso da cana-de-açúcar, cuidados devem ser tomados em relação a sua composição química para a formulação das dietas. Isto porque, as referências de composição bromatológica para essa forrageira encontradas na literatura não se repetem nas regiões de clima Af e Am.

O uso de capineiras para corte também é um processo complicado em qualquer tipo climático. Isto ocorre, porque no período de menor precipitação, os capins destinados ao corte se encontram com o porte muito alto, o que indica alta produção de MV/ha com baixíssima qualidade nutricional, implicando na necessidade de maiores proporções de concentrado na dieta, resultando no aumento do custo operacional de produção.

Talvez a melhor saída seja o uso das silagens de capins tropicais, porém, para que a mesma seja bem feita, teremos que tomar alguns cuidados, como por exemplo: elevar o teor de matéria seca da forragem na ensilagem, seja por meio da pré-secagem das plantas no campo ou do uso de aditivos sequestrantes de umidade; ou o uso de aditivos microbianos que melhorem o processo fermentativo. Além disso, é provável que, devido ao baixo conteúdo de energia da silagem de capim tropical, seja necessário também, o maior uso de concentrado na dieta dos animais.

Nas regiões de clima Aw, a produção de volumoso suplementar não é um problema. É possível produzir, em quantidade e qualidade todos os tipos de volumosos suplementares citados anteriormente. Neste caso, os resultados encontrados nas regiões Sudeste e Centro-oeste são muito similares aos de clima Aw, bastando se atentar aos meses de maior pluviosidade, quando pode ter alguma variação entre as regiões. Portanto, como estamos falando de sistemas intensivos, julgamos que as silagens de milho e de sorgo quando feitas de forma correta, ou seja, com grande proporção de grãos bem processados e com o tamanho de partículas correta, sejam boas opções.

d) Fornecimento de concentrado

Neste tópico temos um mito a ser considerado. Muitos produtores acreditam que é possível ser produtor de leite sem utilizar concentrado na dieta das vacas. Isto é um grande engano. Além disso, sinto lhes informar, se você tem por objetivo intensificar a produção de leite em sua fazenda, terá que usar concentrado de forma estratégica o ano inteiro. Isto, porque todas as forrageiras tropicais quando bem fertilizadas, manejadas e, ofertadas em quantidades suficientes aos animais, apresentam a capacidade de atender uma demanda nutricional de aproximadamente 10 a 12 litros de leite por vaca por dia, ou seja, em um sistema de produção intensivo, onde queremos vacas com pico de lactação superior a esse, com certeza precisaremos utilizar concentrado nas dietas.

Consequentemente, saber o momento certo de comprar o concentrado ou os ingredientes para fazê-lo na fazenda, talvez seja um passo muito importante para a redução dos custos das dietas.

O uso de subproduto é uma opção interessante para baixar o custo das dietas. Todavia, no Bioma Amazônico, o subproduto mais abundante, característico na região, é a torta de dendê, rica em fibra, o que pode limitar o consumo pelos animais (ver Capítulo 9 desta obra). Ademais, é muito importante calcular o custo destes ingredientes em relação a aqueles considerados tradicionais, baseando-se no custo por kg de MS e por kg de nutriente, além de considerar a facilidade de manuseio de cada subproduto.

Para fornecer o alimento aos animais, além de formular e misturar corretamente as dietas, devemos tomar cuidado com o fornecimento e com o espaço disponível para cada animal. Pois, de nada adianta formular e misturar corretamente um alimento concentrado, se o fornecimento estiver sendo feito de forma errada. O bovino é um animal que gosta de rotina, logo, o alimento deve sempre ser fornecido da mesma forma e nos mesmos horários do dia.

A estrutura utilizada pelos animais é outro ponto importante. Os cochos devem ser de fácil acesso para os tratadores e para os animais, além de ser de fácil limpeza. Em sistemas de alimentação onde as vacas têm acesso ao cocho por 24 horas, o espaço linear de cocho deve ser de aproximadamente 60 cm lineares por vaca, para fornecimento apenas de concentrado, manejo comum para vacas a pasto, onde o acesso ao cocho é por tempo restrito, o espaço deve ser de aproximadamente um metro linear por vaca.

Faça sempre a leitura de cocho. Ele nunca deve estar limpo, o que denota que estamos fornecendo pouca comida. Assim, sempre deve haver alguma sobra, obviamente pequena, demonstrando que os animais comeram até saciar a fome sem que haja desperdício de alimentos, com consequência no aumento dos custos de produção.

e) Irrigação de pastagem

Sempre que um produtor demonstre interesse em intensificar o seu sistema de produção, ele pensa em irrigar a pastagem. No Bioma Amazônico existem diversos sistemas de irrigação implantados, no entanto, raros são aqueles bem planejado e manejado. Às vezes, o sistema estava até bem planejado, porém o manejo é incorreto. Portanto, irrigar não é simples, isso requer planejamento, técnica, método e organização. Além disso não estamos falando de algo barato, de baixo custo.

Então, fujam de vendedores que queiram planejar o seu sistema de irrigação no balcão da loja, ou de técnicos que copiem sistemas de uma fazenda para outra. Isso não existe. O correto é que cada fazenda tenha o seu sistema de irrigação planejado individualmente.

A irrigação é sem dúvida uma ferramenta importante quando se pensa em intensificar o sistema de produção. Tomando isso como verdade, voltemos ao raciocínio inicial do nosso capítulo. Será que nos climas Af, Am e Aw a forrageira irrigada responderá da mesma maneira?

Infelizmente não temos trabalhos científicos para responder a estas perguntas. Porém, algumas características desses climas podem ajudar a responder e a imaginar o que iria ocorrer caso o produtor optasse pela irrigação.

Nos climas Af e Am, como já dito anteriormente, temos pelo menos 9 meses com boa disponibilidade hídrica, podendo, em algumas regiões de clima Af, os meses com boa precipitação serem ainda maiores, consequentemente, se implantarmos um sistema de irrigação, teríamos um período de uso pequeno, que seria os outros 3 meses de período seco e mais alguns períodos de veranicos. Logo, a questão é: vale a pena investir em um sistema de irrigação para ser usado por tão pouco tempo? Peça essa resposta ao seu técnico de confiança para tomar a decisão correta.

Em locais de clima Aw, acreditamos que a irrigação seja uma ferramenta espetacular. Para explicar essa afirmação, vamos tomar como exemplo a cidade de Marabá no estado do Pará, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),

Marabá apresenta estação seca de maio a setembro, sendo que nestes meses a precipitação média é de 20,28 mm e a média de temperatura é 22,2ºC. Ou seja, no período em que a irrigação é necessária pela falta de chuvas, a temperatura média não limita o crescimento das forrageiras tropicais, de forma que a produção de forragem neste período pode ser similar a do período de maior precipitação, tornando a irrigação uma tecnologia interessante.

f) Conforto térmico das vacas

Antes de falarmos de conforto térmico propriamente, lembrem-se da seguinte afirmação, quanto mais produtiva for a vaca, mais sensível ela será em relação ao estresse térmico, então não existe um sistema intensivo de produção sem promover conforto térmico aos animais.

Por estarmos falando de sistemas intensivos, estamos necessariamente falando de vacas com maior potencial produtivo. Isto implica, na grande maioria das vezes, na escolha de animais com um certo grau de sangue europeu, não que não seja possível ter sistemas intensivos com animais puramente zebuínos, mas mesmo que o produtor faça a opção pelos animais zebus, o cuidado com conforto térmico é importante.

Animais com aptidão leiteira no Bioma Amazônico sempre estarão em estresse térmico. Isso porque a média de temperatura na maioria dos meses do ano está acima de 26ºC e a umidade do ar superior a 80%. Portanto, temos que remediar esses problemas.

As saídas mais comuns encontradas nos sistemas intensivos de produção de leite são: áreas de sombra com boa ventilação, uso de ventiladores e aspersores de água.

Falando especificamente de sombra em sistemas a pasto. Ao visitar as propriedades rurais temos visto muitos produtores providenciando sombra, porém um erro é muito frequente. As sombras são mal planejadas e dimensionadas, tanto em sua posição e sentido de implantação, quanto no espaço por vaca. Lembre-se que estamos em uma região com um índice pluviométrico muito elevado, chegando a precipitações acima de 3000 mm anuais e, com meses em que a precipitação ultrapassa 400 mm em algumas regiões. Dessa forma, a formação de lama é um fato. Para mitigar esse problema, temos que colocar maior espaço de sombra para as vacas e, em muitos casos, projetarmos essas áreas em mais de um local. Além disso, devemos implantar a sombra nos piquetes, sentido Norte-Sul. Desta forma em pelo menos um período do dia terá sol na área de sombra, o que consequentemente diminuirá a quantidade de lama.

O dimensionamento da área de sombra nos sistemas a pasto é muito importante, o pé direito deve ter pelo menos quatro metros de altura, porém, a área disponível de sombra por vaca é muito variável segundo a literatura, sendo encontrada recomendações variando de 1,8 a 16 m^2/vaca. Pela nossa experiência de campo, no Bioma Amazônico, 10 m^2/vaca seria um espaço interessante.

Ainda falando dos sistemas a pasto, temos visto a implantação de aspersores de água nas salas de espera. Isso pode causar melhor conforto térmico para as vacas? Sim, porém de nada adianta a vaca ter conforto térmico durante 30 a 60 minutos por ordenha, se durante o dia ela fica no sol quente e quando tem sombra, essa fica em pé na lama sem conseguir deitar-se.

Vaca que produz muito leite precisa descansar a maior parte do dia, isso

implica em local confortável e seco para deitar-se, se a vaca está em pé na sombra nos horários mais quentes do dia ela não está descansando como deveria.

Nos sistemas confinados bem dimensionados e bem manejados, normalmente as vacas têm melhor conforto térmico. Hoje existem sistemas automatizados que ligam os aspersores e ventiladores de acordo com a temperatura ambiente, isso traz muito conforto para as vacas. Ademais, nestes sistemas, o manejo das camas proporciona ambientes secos e limpos para o descanso dos animais.

Vale ressaltar que os sistemas de arrefecimento das vacas foram elaborados normalmente em locais de clima seco, já no nosso caso, o clima é muito úmido, o uso de aspersores pode não ser tão eficientes, principalmente se não se pensar nos sistemas de ventilação.

A partir do exposto acima, uma coisa é certa: nas condições climáticas do bioma amazônico, o cuidado com o bem-estar animal deve ser redobrado.

g) Melhoramento genético

Para que tenhamos um sistema de produção de leite intensivo, temos sempre que ter em mente que o melhoramento genético do nosso rebanho é uma ferramenta primordial. Se hoje eu tenho vacas que produzem 20 litros de leite por dia, daqui a alguns anos eu tenho que ter vacas que produzam mais que isso.

Uma das formas mais relevantes para aumentar a receita de uma fazenda é aumentar a produção individual das vacas, e a produtividade por área. De nada adianta investir em pasto, concentrado, suplemento volumoso e ambiência, se as vacas que eu possuo não possuem potencial genético para responder a esse investimento.

Portanto, acreditamos que o melhoramento genético do rebanho pode ser feito de duas maneiras, são elas: através da compra frequente de vacas e novilhas de reposição ou através da construção do rebanho a partir das matrizes da própria fazenda.

No caso em que compramos os animais para a reposição, iremos reproduzir as vacas apenas para que se mantenha um alto percentual de vacas em lactação, todos os animais nascidos na fazenda serão descartados, para que esse sistema funcione é necessário que existam fazendas próximas com genética superior, nas quais possamos comprar as vacas de reposição da fazenda, lembrando-se que em média, entre 20 e 25% das vacas do rebanho são substituídas anualmente.

Já na situação que optamos por fazer o melhoramento com os animais oriundos da própria fazenda, devemos sempre basear essa melhoria genética na compra de sêmen e uso da inseminação artificial (IA), com a grande disponibilidade de sêmen de touros provados no mercado nacional, não é concebível, que nos dias de hoje, a reprodução de uma fazenda de leite seja baseada na compra de touros, a chance de um touro a venda possuir material genético superior a um touro em um catálogo de uma empresa séria é muito baixo. Neste caso, o touro em uma fazenda de leite deve ser usado apenas para repasse, isto é, após algumas tentativas de IA.

Outras biotecnologias da reprodução podem ser empregadas, tais como: Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), reprodução com Fertilização In Vitro (FIV) e Transferência de Embrião (TE). No entanto, a adoção dessas biotecnologias deve ser avaliada de acordo com o nível de profissionalismo e da intensificação do sistema de produção. De nada

adiantará o investimento em biotecnologias da reprodução as quais a execução seja mais complexa, se manejos simples como por exemplo, a escrituração zootécnica não é realizada.

3. A importância dos controles zootécnico e econômico-financeiro na intensificação da pecuária leiteira

A pecuária leiteira é uma atividade que está totalmente dependente dos indicadores zootécnicos e econômico-financeiros produzidos. O sucesso da atividade, que pode ser avaliado pela rentabilidade econômico-financeira, está sujeito as oscilações de preços ocorridas no mercado.

Segundo Peres *et al*. (2009), em estudo realizado sobre três sistemas a pasto o item com maior influência nos resultados dos indicadores de rentabilidade foi o do preço do leite. Estes indicadores identificam a saúde econômico-financeira da atividade e auxiliam o pecuarista na tomada de decisão. Assim, item venda de leite foi o de maior relevância, fazendo com que os pecuaristas se tornem totalmente dependentes das empresas captadoras e beneficiadoras da matéria prima e produção de derivados que estão localizadas próximas a propriedade. No entanto, é possível que a atividade apresente rentabilidade econômico-financeira atrativa, se o pecuarista realizar acompanhamento e a gestão da atividade com base nos resultados produzidos nos indicadores zootécnicos e econômico-financeiros.

Então, o que podemos considerar como indicadores zootécnicos essenciais a pecuária leiteira? Inicialmente, o principal indicador zootécnico é a produtividade de leite por área (kg de leite/ha), seguido pela produção de leite individual dos animais (kg de leite/vaca/dia). Esses dois indicadores zootécnicos impactam diretamente no custo operacional de produção, refletindo no fluxo de caixa mensal da atividade. No entanto, deve-se salientar que não existe um modelo de sistema de produção para a atividade leiteira classificado como ideal e sim aquele sistema de produção que apresenta peculiaridades compatíveis ao perfil de cada produtor e as características da propriedade onde será explorado. Diante disso, é preciso que cada pecuarista identifique o sistema que melhor se adapta as condições da propriedade e ao seu nível tecnológico.

Sendo assim, em cada propriedade rural teremos opções adequadas a realidade, com indicadores zootécnicos que permitam definir o ponto de equilíbrio da produção leiteira que deve ser a referência no dia a dia, indicador este considerado como o mínimo necessário que se deve produzir para que seja gerada receita suficiente para cobrir os custos de produção envolvidos (RESENDE; AGUIAR, 2015).

E em relação aos indicadores econômico-financeiros? Quais são aqueles essenciais a um bom gerenciamento da atividade leiteira? Bom, para compreender e entender a saúde econômico-financeira da atividade é preciso que dois indicadores econômico-financeiros sejam determinados: a lucratividade e a rentabilidade. A lucratividade trata diretamente do lucro líquido obtido, considerando as vendas realizadas, ao passo que, a rentabilidade considera todo o investimento realizado sobre este mesmo lucro líquido. Este segundo indicador econômico-financeiro é considerado o de maior relevância, pois considera o valor da terra e sua utilização na atividade, não somente considerar a terra como um bem de consumo que foi recebido como herança, por exemplo. E ainda, é possível considerar e comparar

com o custo de oportunidade do capital financeiro imobilizado na atividade, se este poderia estar em outras opções de investimentos, disponíveis no mercado.

Outro indicador de extrema importância é o ponto de equilíbrio de sua atividade, que indica a produção mínima para tornar a atividade rentável, onde a receita gerada é suficiente para cobrir o custo total de produção, recuperar investimentos e o capital imobilizado no patrimônio, servindo de ponto de partida para a garantia da saúde financeira da atividade.

Para a realização de uma análise zootécnica e econômico-financeira é essencial que o produtor, gestor da propriedade lance mão de registros dos indicadores da atividade. Deve-se criar a rotina de anotações, fazer as medições da produção individual por vaca e da produção por área, e ainda, registrar todos os preços pagos por insumos e os valores recebidos pela comercialização dos produtos. Relacionar o patrimônio existente, a partir de um inventário e registrar os investimentos realizados.

Então, como planejar um sistema de produção? Qual o potencial produtivo da propriedade? As respostas podem ser obtidas quando o gestor tem como meta, a eficiência produtiva. Um objetivo do planejamento passa pela determinação do potencial de alguns indicadores zootécnicos e financeiros que sensibilizem diretamente, tanto a geração de renda, quanto o uso intensivo e eficiente dos recursos disponíveis. Dentre os recursos escassos, podem-se citar: área disponível para a produção de forragem, recursos hídricos destinados aos sistemas de manejo e irrigação, mão de obra, instalações, número de animais, entre outros.

Dentre esses indicadores, merecem destaque a produção por vaca em lactação, bem como o do número de vacas lactantes por hectare, sendo obtidos a partir do acompanhamento e registro de uma série de outros indicadores, com peso na eficiência técnica e financeira no desempenho da atividade. Isto, pois resumem as eficiências parciais, em capacidade de suporte das áreas de produção de forragem, em eficiência reprodutiva (IEPs), bem como, na aptidão produtiva dos animais especializados à produção leiteira (produção eficiente e compatível ao sistema de produção e período de lactação próximo aos 305 dias, este último indicador muito dependente da persistência de lactação da vaca, que deve estar acima de 90%). A persistência de lactação é a capacidade do animal manter a produção leiteira próxima daquela obtida no pico de lactação. Exemplificando, uma vaca que produza 20 kg de leite no pico de lactação, deverá produzir 18 kg de leite no mês subsequente, apresentando queda proporcional na produção de leite, mensalmente.

4. O planejamento de um sistema de produção: a definição de potencial produtivo

Para o alcance da eficiência produtiva na pecuária leiteira é fundamental planejar o sistema produtivo com base em seu potencial, dependendo das condições encontradas em cada propriedade e do nível tecnológico do produtor. Estas devem ser baseadas em alguns indicadores que definam diretamente, tanto a geração de renda, quanto o uso eficiente dos recursos disponíveis na propriedade. Dentre eles, podem ser citados: a área disponível para a produção de leite (produção de forragem e manejo dos animais), os recursos hídricos destinados aos sistemas de manejo e à irrigação, a mão-de-obra disponível, as instalações ligadas ao

manejo, o número de animais ligados ao sistema, dentre outros.

Na definição desses indicadores referência, merecem destaque aqueles relacionados a produção por vaca em lactação, bem como o do número de vacas lactantes por hectare. Com isso, a produção por vaca em lactação e o número de vacas lactantes por ha representam uma síntese das eficiências parciais, tanto na capacidade de suporte das áreas disponíveis para a produção leiteira (potencial de produção de forragem), quanto na eficiência reprodutiva das vacas (intervalo de partos), na aptidão produtiva dos animais especializados para a produção de leite (produção eficiente, compatível com as condições de cada sistema, advinda de animais com uma produção persistente e com duração próxima dos 305 dias de lactação).

Além disso, outra referência importante seria a estrutura de rebanho, definida principalmente pelo percentual de vacas lactantes em relação ao total de animais no sistema. De fato, este índice define fortemente a eficiência produtiva na produção leiteira, por meio da maior proporção de animais que respondam pelo custeio do rebanho, ou seja, aquelas vacas que estejam em lactação. Para entender melhor sua importância é interessante raciocinar como se você fosse o dono de um estabelecimento comercial com quatro funcionários sendo pagos e que, somente um funcionário trabalhasse. Os demais ficariam ociosos, só consumindo os benefícios gerados. Isso é o que acontece na grande maioria das propriedades leiteiras pelo Brasil afora. Em média, entre 20 e 28% do rebanho total nas propriedades é composto por vacas em produção, ou pagando a conta (GOMES, 2006).

Com essa concepção, encarando a propriedade como uma empresa, não se deve permitir a inclusão ou manutenção de animais que representem despesas sem que se gere instantaneamente receita no sistema, como é o caso de garrotes leiteiros e demais animais que sejam de descarte, ou ainda, que não sejam considerados como investimento. Além disso, são previstos, para aqueles casos onde a recria de novilhas seja realizada, que esta não ultrapasse um limite definido pelo descarte voluntário empregado na fazenda. Assim, a nota dez para um rebanho estruturado é alcançada com 70% do rebanho em vacas. Com isso, considerando o ótimo de taxa reprodutiva (intervalo entre parições de um ano e lactações de 305 dias), isso resultaria em aproximadamente 83% do total de vacas estarem produzindo leite (lactação dividida pelo intervalo de partos, multiplicando-se o resultado por 100), o que significaria quase 60% de vacas lactantes em relação ao total dos animais no rebanho. Este, dentre muitos itens definem a sustentabilidade e o uso eficiente dos recursos produtivos em um sistema produtivo, por meio da avaliação de índices zootécnico-finaceiros.

Visando melhor entender a importância de uma avaliação zootécnica, já a partir do planejamento da propriedade leiteira, buscou-se comparar uma situação **referência** que fosse próxima da realidade de propriedades leiteiras no Bioma Amazônico (Tabela 1) e, a partir desta, estabelecer diferentes cenários alternativos, baseados em variações isoladas de cada um dos índices aqui discutidos, na direção de um ótimo desejado para um sistema na pecuária leiteira. Com isso, a finalidade foi a de demonstrar os impactos de melhoria de cada indicador de uma

realidade próxima, porém que não busque retratar exatidão de acontecimentos da prática nas propriedades. O objetivo é alcançar uma aproximação da realidade, sendo melhorada gradativamente (ideia do gradativamente pelas variações isoladas dos índices, podendo individualizar suas participações) até que se alcance uma realidade de potencial ou de nota dez.

Muitos leitores podem pensar!!! Mas, eu jamais conseguiria atingir esses índices no meu sistema produtivo!!! Para esses, nós diríamos o seguinte: O importante aqui é estabelecer uma referência correta de onde se possa chegar, evoluindo a cada melhoria no sistema de produção, com o passar do tempo, almejando sempre atingir o potencial produtivo do sistema e o ótimo econômico da atividade. A partir disso, a continuidade da evolução, quem poderia ditar seria o próprio produtor. Bastaria saber se a cada melhoria nos indicadores seria suficiente para o produtor e, quais seriam os requisitos para uma aproximação cada vez maior do máximo produtivo e do ótimo econômico, ou seja, sua nota dez.

Sim! O dez existe pra todo mundo. Porém fica difícil colocar uma referência que seja única para cada realidade existente. A definição do ótimo (definição do Potencial) caberá ao técnico que acompanha à propriedade, sendo esta definida por ocasião do planejamento da produção em concordância com o produtor.

Portanto, queremos que o leitor encare o raciocínio aqui proposto apenas como uma forma de enxergar a participação de cada um dos índices relatados, bem como o seu peso no alcance do principal objetivo em qualquer sistema de produção: O da geração de renda e da lucratividade da atividade.

Tabela 1 – Simulação na melhoria de diferentes indicadores zootécnicos ligados à eficiência e à intensificação produtiva na atividade leiteira, seus impactos no potencial produtivo*

	Diferentes situações de modificação individual dos índices						
	Referência	**IEP**	**Per. de Lact.**	**Estrut Reb**	**Prod/vaca**	**Cap. Sup**	**Total**
Indicador	A	B	C	D	E	F	G
Área disponível para a atividade leiteira (ha)	50	50	50	50	50	50	50
Número de Unidades animais (UA)	75	75	75	75	75	500	500
Número de cabeças	95	95	95	81	95	630	540
Capacidade de Suporte da área (UA/ha)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	10	10
Produção por vaca em lactação/dia	3,9	3,9	3,9	3,9	14,6	3,9	14,6
Intervalo entre Partos	15	12	15	15	15	15	12

	Diferentes situações de modificação individual dos índices						
	Referência	**IEP**	**Per. de Lact.**	**Estrut Reb**	**Prod/vaca**	**Cap. Sup**	**Total**
Período de lactação médio (meses)	8	8	10	8	8	8	10
Produção por vaca em lactação por ano	930	930	930	930	3500	930	4500
% de vacas no rebanho	40%	40%	40%	70%	40%	40%	70%
% de bezerras e novilhas	40%	40%	40%	30%	40%	40%	30%
% de animais não produtivos	20%	20%	20%	0%	20%	20%	0%
% de vacas em lactação no rebanho	21%	27%	27%	37%	21%	21%	58%
Número de vacas em lactação ha^{-1}	0,40	0,50	0,50	0,60	0,40	2,69	6,30
Produção de leite ha^{-1} dia^{-1}	1,56	1,95	1,97	2,34	5,88	10,42	91,98
Produção de leite ha^{-1} ano^{-1}	570	713	717	855	2146	3802	33573
Produção de leite dia^{-1} na propriedade	78	98	98	117	294	521	4599
Índice de comparação da produção de leite diária	100	125	126	150	376	667	5887

***Propriedade com área média total de 50 ha destinados a atividade leiteira.**

[1]Intervalo de partos; [2]Período de lactação; [3]Estrutura de rebanho; [4]Produção de leite por vaca; [5]Capacidade de suporte.

Como ponto de partida (Tabela 1 – Referência – cenário A), determinou-se o que poderiam ser os valores médios desses indicadores para propriedades localizadas no Bioma Amazônico anteriormente a um possível início de trabalho técnico. Ou seja: propriedades com tamanho médio de 100 hectares, com 50% da área disponível para a pecuária leiteira (50 ha) e, com 1,5 Unidades Animais (UA)/ha (UA – animal de 450 kg de peso corporal), Intervalos entre partos de aproximadamente15 meses, 20% do número total de animais sendo machos leiteiros ou outros sem função produtiva no sistema e, 40% do efetivo do rebanho em novilhas. Além disso, na situação referência, partiu-se de uma produção média por vaca em lactação de 3,9 litros/dia. Na tabela 1, também foram determinadas as referências de produção total por lactação e de período médio de uma lactação, sendo essas respectivamente, de 930 litros/lactação de 8 meses, ou 240 dias. Com base nos números apresentados, determinou-se o número de vacas em produção de leite por hectare, multiplicando-se o à totalidade de cabeças (95) pela porcentagem

de vacas lactantes (21%), relacionada ao total de cabeças no sistema (valor este entre 20 e 28% para a maioria dos estados brasileiros). Em seguida, dividiu-se o número de vacas em lactação pela área total disponível para a atividade leiteira (50 hectares), obtendo-se o número de vacas em lactação por hectare.

Repare que, como já foi mencionada, a pretensão aqui não é acertar 100% nos números médios das propriedades, mas fornecer indicadores que sejam próximos aos da realidade no Bioma Amazônico, para que o leitor possa perceber o impacto da mudança de cada um dos indicadores no potencial produtivo e consequentemente na geração de renda. Como resultado, teremos uma produção de leite na propriedade referência sendo de 80 litros diários, o que acreditamos que seja próxima à realidade do Bioma Amazônico, assim como em várias regiões leiteiras do Brasil.

No cenário B (Tabela 1) é demonstrado o impacto isolado do aumento na eficiência reprodutiva por meio da redução do intervalo de partos das vacas de 15 para 12 meses. Observem que apenas com a evolução deste índice foram apresentados acréscimos de 6% na porcentagem das vacas lactantes relacionada à totalidade de animaisalém de 25% na produção de leite por dia, o que demonstra a importância na tomada de decisão que beneficie a eficiência reprodutiva das vacas (um parto no período de 12 meses), podendo ser citados: o manejo das vacas no pré-parto, o treinamento do funcionário quanto ao manejo geral das matrizes e quanto à detecção do cio (para o caso do uso da Inseminação Artificial), da importância do acompanhamento de um médico veterinário no manejo reprodutivo, dentre outras decisões técnicas.

No cenário C, considera-se a importância dos maiores períodos de lactação (impacto de 26% de aumento, próximo daquele com a melhoria reprodutiva). Nesta discussão a respeito do potencial da vaca para a produção de leite, com elevado peso no resultado da produção diária (276% a mais de produção com o uso de animais mais produtivos, com produções de 14,6 litros $vaca^{-1}.dia^{-1}$). Importante destacar, que o simples fato de selecionar vacas sem dar a elas as condições adequadas de nutrição, sanidade e manejo, certamente não resolverá o problema e a evolução do sistema não ocorrerá. Em propriedades assistidas, a seleção e a troca de animais deverão ser realizadas apenas após o estabelecimento de manejo nutricional e sanitário adequados. Assim, uma decisão importante seria de: Primeiro dar condições ao animal para que ele manifeste o seu potencial. A partir disso, a seleção e o descarte podem ser realizados.

Para definição da produção individual dos animais apresentada no cenário E considerou-se uma produção mínima de animais especializados para a produção de leite de 4.500 kg de leite por lactação de 305 dias.

Dessa forma, nos cenários C e E (período de lactação e potencial produtivo) estão muito ligados à importância na seleção de animais especializados para a produção leiteira (período mais longo de lactação relacionado à menor dependência da cria e a maior persistência de lactação). Importante ressaltar que não estamos comentando a respeito de raças leiteiras específicas, mas de características que qualifiquem a vaca como especializada para a produção de leite.

No entanto, lembre-se caro amigo leitor: **Não é possível definir o potencial da vaca, sem atender por completo suas necessidades nutricionais**.

Em propriedades onde se decidiram desenvolver a atividade leiteira, muitas vacas após o atendimento de suas exigências nutricionais aumentaram substancialmente sua produção de leite obtida anteriormente. Logo, conclui-se que a capacidade potencial das vacas é desconhecida nas fazendas leiteiras brasileiras. A partir disso a característica das vacas poderá ser melhor avaliada, sendo possível o início da seleção contínua e permanente desses animais nas propriedades.

Após isso, passemos para a demonstração do impacto da estrutura do rebanho sobre a produção de leite (Cenário D), com 70% do rebanho em vacas e, em torno de 30% sendo as novilhas em fase de recria. A respeito deste cenário, já foi discutida sua importância neste texto. No entanto, cabe a observação de que, mesmo com uma estrutura adequada, se a reprodução não estiver de acordo, ainda assim a porcentagem de vacas em lactação será relativamente baixa (37% em comparação com o ideal de 58%). Apesar disso, já se demonstrou interessante o acréscimo com mudança isolada na estrutura do rebanho, sobre a produção de leite diária na propriedade (50% de acréscimo em relação à referência).

No cenário de maior impacto (Cenário F) e que talvez coloque o Brasil em posição privilegiada no cenário produtivo mundial está a capacidade de suporte das pastagens (grande parte de sua extensão territorial na zona de clima tropical). Este cenário que considera o potencial de produção de biomassa das forrageiras tropicais, possibilitando lotações bem superiores (capacidade de suporte da pastagem em torno de 10 UA/ha) a aquelas de países localizados na zona de clima temperado. Veja que o cenário F, possibilitou um aumento de 567% na produção de leite, quando comparada com o cenário A (Referência). Impacto que justifica a maior atenção nas práticas de calagem e adubação e ao manejo na produção de forragem.

Assim, a base produtiva de qualquer sistema de produção leiteira deverá iniciar pelo planejamento da produção de forragem. Esta, com decisões de escolha das plantas forrageiras, das áreas produtivas e do planejamento técnico da produção. Nesta etapa, o manejo da fertilidade do solo é essencial.

Neste contexto, a substancial capacidade de produção das forrageiras tropicais, utilizadas nas pastagens, podendo alcançar valores acima de 50 t. /ha/ano de biomassa seca, o que possibilita a participação de propriedades de qualquer tamanho e situação no processo produtivo..

E por fim, no Cenário G, aquele que unifica os efeitos positivos de todos os indicadores agindo em conjunto, demonstrando o potencial produtivo do sistema de produção (Tabela 1). Este cenário (diferença entre 78, da referência, e aproximadamente de 4.600 litros, no potencial) não é para a geração de descrença ou sensação de impossibilidade, ou mesmo de um longo caminho a ser percorrido. Apenas visa demonstrar que na prática da pecuária leiteira existe ainda muito espaço para melhorias, tornando esta, uma atividade sustentável e competitiva às atividades alternativas. Claro que a manifestação de cada um dos itens em sua plenitude, ou seja, a nota dez dependerá de uma série de condições no sistema. A melhoria e a mudança em qualquer indicador discutido anteriormente serve de incentivo para que o produtor de leite busque sempre crescer e melhorar a atividade. Assim, nós autores desafiamos vocês leitores a analisar,

pensar e refletirem que os desafios existem e podem ser alcançados.

Com todo o exposto, na prática de uma pecuária moderna, que fará necessária a melhoria dos índices de produtividade, merecem destaque as melhorias das atividades agropecuárias alternativas, dos desequilíbrios tributários e do menor poder de compra de insumos.

Com estas exigências, os consultores e os produtores precisam planejar sua produção de forma cada vez mais eficiente, para que seja possível manter a atividade leiteira competitiva. De maneira semelhante, destaca-se que o uso de animais especializados também deva ser na exploração intensiva das pastagens (ter animais eficientes na produção leiteira, com prioridade para vacas em lactação), o que demonstra que somente dividir e intensificar a produtividade pelo uso da pastagem não seja suficiente se, na hora de converter forragem em leite, sejam utilizados animais pouco eficientes ou, em sua maioria, categorias que não estejam, nem possam estar, em produção (bezerras, bezerros, novilhas, novilhos e outros).

Com isso, destaca-se a necessidade de participação ativa e de comprometimento dos técnicos na transferência da informação para cada realidade encontrada, os quais exigem um aprendizado baseado na solução de problemas. O que exemplifica sobre o necessário perfil de um profissional que acompanhe uma propriedade de produção leiteira, e se depare com a total falta de capital e de renda para iniciar o trabalho.

Muitos profissionais, no lugar de fazerem um planejamento em busca do que seja possível executar, desistem antes mesmo de começarem, pois com sua formação e conhecimento sobre o assunto, eles pouco teriam a fazer. No entanto, pela avaliação criteriosa da realidade imposta, iniciam-se as ações naquela propriedade, priorizando o que se poderia primeiramente. Como sugestão: iniciar pela organização geral da propriedade, com uma limpeza geral da área a ser trabalhada, com o compromisso entre o técnico e o produtor, combinar com o produtor para ele juntar a maior quantidade possível de esterco de curral, sendo realizado posteriormente o dimensionamento da área a ser trabalhada com base nessa quantidade de esterco. A cerca elétrica, no primeiro momento, poderia ser construída com bambu e com o aproveitamento de arame já presente na propriedade, bem como, com o uso de um eletrificador de baixo custo.

Em relação ao rebanho, utilizar-se-iam as vacas que o produtor já possuísse que, por pior que fossem, estariam produzindo aquém do seu potencial, uma vez que ainda não foram desafiadas em relação a suas exigências nutricionais. O caminho traçado pelo técnico, apesar de parecer estranho e desmerecedor de atenção sob o ponto de vista de quem se diz conhecedor das técnicas, faz parte do que é mais nobre em termos de ferramenta tecnológica. O sinônimo de conhecimento e da criatividade focados no princípio de que a organização do sistema e a alimentação adequada seriam os primeiros passos para aquela situação imposta, já demonstra um avanço na mudança do sistema de produção leiteira.

5. Considerações finais

Intensificar a produção de leite é sem dúvida o caminho para melhorar a produtividade das fazendas e a rentabilidade da atividade, tornando-a atrativa para o pecuarista. Os caminhos para a

intensificação já existem, basta o produtor contratar mão de obra especializada para direcioná-lo. Entendam o clima no qual a sua fazenda está inserida, a partir disso, escolha a tecnologia que mais se adapte a esse clima, desta forma a chance de sucesso será sempre maior.

Embora o perfil de intensificação (aquilo que visa à máxima produção por unidade de superfície) parece claro que, o simples aumento de produtividade sem um diagnóstico prévio não garante a eficiência econômico-financeira dos sistemas produtivos, principalmente quando as soluções técnicas sugeridas não são adequadas, tendo em vista que estas dependem fortemente do cenário apresentado e do aproveitamento eficiente dos recursos disponíveis. Baseado nisso, a pretensão deste texto não é a de dar receitas, mas mostrar que caminhos possíveis existem e promover a reflexão e os desafios.

REFERÊNCIAS

Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., 2013. Sparovek, G. Köppen´s climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, p. 711-718. https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507

EMBRAPA, 2020. Anuário Leite 2020. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1124722/anuario-leite-2020-leite-de-vacas-felizes Acesso em: 19 mai. 2021.

Gomes, S. T. 2006. Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais em: 2005 Relatório de Pesquisa. P. M. G. Lins e P. S. Vilela (Coord.). FAEMG/ SEBRAE. Belo Horizonte.

Lage Filho, N.M., Lopes, A.R., Araújo, D.F., Macedo, V.H.M., Rêgo, A.C., Faturi, C., Silva, T.C., Silva, W.L., Domingues, F.N., O uso de distintas adubações pode afetar a formação de pastagens de capim-Xaraés? Submetido a Ciência Animal Brasileira.

Miranda, A.S., Domingues, F.N., Godoy, B.S., Oaigen, R.P., Rego, A.C., Faturi, C., Correa, R.P., Silva, F., 2015. Production and chemical composition of three sugarcane cultivars grown under Af climate conditions. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 44, n. 11, p. 384-389. http://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902015001100002

Miranda, A.S., Domingues, F.N., Godoy, B.S., Rego, A.C., Faturi, C., Azevedo, J.C., 2020. Yield and technological performance of sugarcane cultivars grown under Af climate conditions. Semina: Ciências Agrárias, v. 41, n. 1, p. 73-82. https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n1p73

Neto, C.R., Silva, F.A.C., Araújo, L.V.; Moreira, P., 2020. Aspectos socioeconômicos da bovinocultura leiteira, em: Salman A.K.D. e Pfeifer, L.F.M. (Eds), Pecuária Leiteira na Amazônia. Ed. Embrapa, Brasília, pp. 27-46.

Oliveira, J.K.S., Corrêa, D.C.C., Cunha, A.M.Q., Rêgo, A.C., Faturi, C., Silva, W.L., Domingues, F.N., 2020. Effect of nitrogen fertilization on production, chemical composition and morphogenesis of Guinea grass in the humid tropics. Agronomy, v. 10, p. 1840. https://doi:10.3390/agronomy10111840

Peres, A.A.C., Vásquez, H.M., Souza, P.M., Coelho da Silva, J.F., Villela, O.V., Santos, F.C., 2009. Análise financeira e de sensibilidade de sistemas de produção de leite em pastagem. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. 10, p. 2072-2078. https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001000030

Resende, J.R., Aguiar, A.P.A., 2015. Pecuária de leite – custos de produção e análise econômica. 1. ed. Aprenda Fácil Editora, Viçosa.

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_015

15. PRODUÇÃO DE BUBALINOS NA AMAZÔNIA

Raylon Pereira Maciel[1]
Kedson Alessandri Lobo Neves[2]
William Gomes Vale[3]
Gabriela de Jesus Coelho[1]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, Parauapebas, Pará
[2] Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Biodiversidade e Floresta, Santarém, Pará
[3] Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará

1. Introdução

A criação de búfalos é uma atividade que cresce em todo mundo. Estima-se uma população mundial de mais de 203 milhões de cabeças em 2020 (FAO (2022). Os búfalos estão distribuídos em diferentes continentes, principalmente na Ásia, em países como Índia, Paquistão e Bangladesh, entre outros. Nas Américas, os búfalos são criados em todos os países, distribuídas em várias regiões e em condições adversas, como por exemplo: regiões montanhosas dos Andes, no Vale do Amazonas e nas regiões áridas do nordeste do Brasil.

No Brasil a atividade vem conquistando cada vez mais espaço na pecuária brasileira. Com um rebanho de aproximadamente cerca de 1,5 milhões de cabeças, apresentou um crescimento de 21,2% entre os anos de 2010 e 2020 (IBGE, 2022). Devido sua docilidade, facilidade de manusear, vida produtiva longa e principalmente, adaptabilidade dos animais aos trópicos, é criado economicamente nos mais variados ecossistemas brasileiros. A Amazônia brasileira concentra a maior quantidade desses animais no país, com cerca de 75,4% da criação, com destaque o estado do Pará, que detém mais da metade (53,44%) dos animais (IBGE, 2022).

Na Amazônia brasileira, os búfalos são criados, principalmente para a produção de carne e leite, mas servem ainda como animal de trabalho, meio de transporte, atração turística, dentre outras. Embora apresentem excelentes índices de produtividade e adaptabilidade as mais variadas condições ambientais, a adoção de novas tecnologias no sistema produtivo ainda é um fator que limita o desenvolvimento da atividade na região. Dessa forma, nesse capítulo, serão discutidos aspectos importantes para a produção de búfalos na Amazônica, com destaque para os sistemas de produção intensivos a pasto, reprodução e bem-estar dos animais.

2. Potencialidades da produção de búfalos na Amazônia brasileira

A Amazônia brasileira possui o maior contingente bubalino do país, aproximadamente 1,13 milhão de cabeças

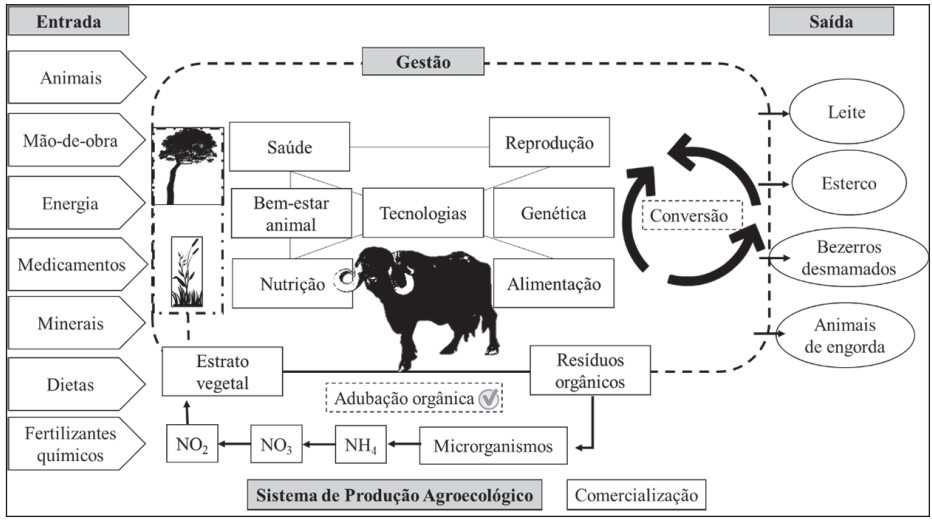
(IBGE 2022). O clima tropical da Amazônia é favorável para o desenvolvimento da bubalinocultura em razão da semelhança das condições climáticas com a dos países de origem do búfalo, caracterizado pelo clima predominantemente tropical, a espécie conseguiu se adaptar às condições ambientais da região. Desde a década de cinquenta, ganham cada vem mais espaço na pecuária da região, pela resistência às doenças, laticínios e produtos de carne de alta qualidade.

A região Amazônica é caracterizada por uma vasta biodiversidade que fornece, principalmente variedade de espécies forrageiras e condições hídricos abundantes. No geral, os animais apresentam excelente desempenho em uma ampla variedade de gramíneas nativas e cultivadas bem adaptada a região, como as dos gêneros *Brachiaria, Panicum e Pennisetum*, que aumentam a produtividade dos animais. O búfalo é capaz de transformar alimentos fibrosos de baixo valor nutricional, com grande eficiência em carne, leite, couro e esterco, agregando valor econômico superior ao de outras espécies domésticas (GUERRERO-LEGARRETA *et al*., 2019).

Para essa região, é possível a implementação de sistemas de produção de duplo propósito (BERTONI *et al*., 2021). Dependendo do mercado e recursos disponíveis pelo produtor, os sistemas de produção podem fornecer carne e leite ao mesmo tempo. O leite pode ser priorizado (produção de derivados) e a carne, produzida a partir de bezerros de origem leiteira. Dessa forma, é possível garantir a exploração total do potencial dos búfalos com sustentabilidade ao sistema, através da melhoria da eficiência no uso de insumos, do solo, vegetação e diversificação da produção e da renda do produtor (Figura 1).

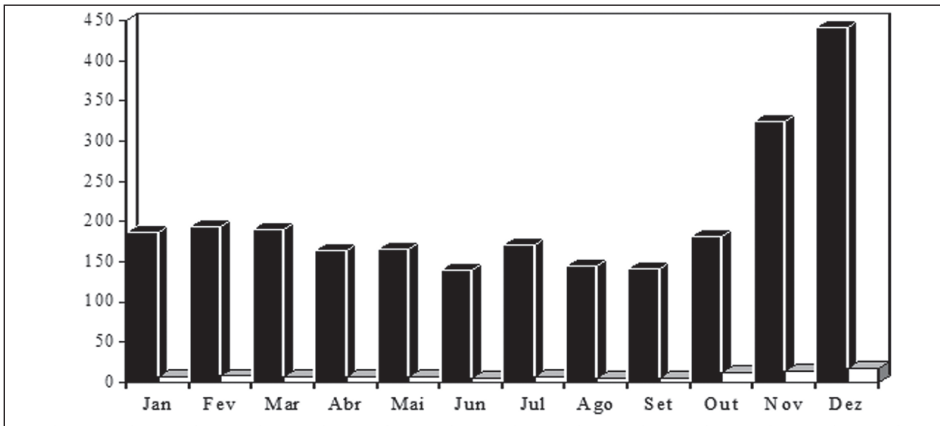
Um outro potencial da produção de búfalo na região amazônica é a sua eficiência reprodutiva. Nas regiões tropicais, próximas ao equador, a atividade reprodutiva dos acompanha a oferta alimentar e a búfala apresenta-se como animal poliéstrico contínuo, com atividade cíclica durante todo o ano (VALE; RIBEIRO, 2005). Isso possibilita uma distribuição dos nascimentos durante ao longo do ano (Figura 2).

Figura 1 – Conceito de Sistema de Produção Agroecológico para búfalos nos trópicos. Adaptada de Bertoni *et al*. (2021)



Por fim, sua carne possui excelente características nutricionais e organolépticas. É considerada mais saudável e recomendada sem restrições ao consumo humano, devido ao baixo teor de colesterol e gorduras saturadas, com mais proteínas, minerais e vitaminas e baixo valor energético (GIORDANO *et al*., 2010; LUZ; ANDRIGHETTO, 2013). Da mesma forma, seu leite contém um alto teor de sólidos, cerca de 18%, tornando-o ideal para a produção de subprodutos lácteos com iogurte, vários queijos finos e outras *delikatesses* (AMARAL *et al*., 2005; BITTENCOURT *et al*., 2013) que possuem forte apelo para a comercialização em mercados mais especializados com melhores preços. Outro destaque atual do leite de búfalas é sua composição proteica. O leite possui apenas beta-caseína A2 (OLIVERIA *et al*., 2021), de maior facilidade de digestão. Isso é importante considerando a dificuldade que algumas pessoas têm em digerir a beta-caseína A1, e apresentam distúrbios gastrointestinais. Portanto, essa característica agrega ainda maior valor ao leite de búfalos e aos seus produtos derivados.

Figura 2 – Distribuição anual do nascimento em bubalinos, em uma fazenda na região do médio Amazonas – Estado do Pará, 1993 (n=2.539) (VALE *et al*., 1996)



Nasc.	186	194	190	163	165	139	171	144	141	181	324	441
(%)	7,3	7,6	7,5	6,4	6,5	55	6,7	5,7	5,6	11,1	12,8	17,3

3. Desafios da produção de búfalos na Amazônia brasileira

Para a expansão da bubalinocultura na Amazônia brasileira é necessário reconhecer que existem muitos desafios que ainda precisam ser superados. Mudanças nos aspectos culturais e aqueles envolvidos no sistema de produção nessa região, a fim de aumentar a produtividade dos animais e favorecer o desenvolvimento regional da bubalinocultura.

A produção e difusão de maiores informações sobre o manejo dos bubalinos é um desafio. Um exemplo claro da falta de informação básica sobre o manejo dos bubalinos está na afirmação de que os búfalos são animais rústicos e adaptáveis a qualquer condição de ambiente, não sendo necessário maiores investimos em manejo nutricional e sanitário. Essa é

uma informação amplamente difundida entre os produtores. De fato, na região do Baixo Amazonas, por exemplo, pecuaristas relataram que os búfalos são menos acometidos por doenças que os bovinos (SHEIKH *et al*., 2006). Por entender que são animais rústicos, menos acometido por doenças, muitos não aplicam manejo nutricional e sanitário adequado a esses animais, e alguns dos baixos índices zootécnicos observados na bubalinocultura na Amazônia, refletem as condições em que esses animais são criados.

Portanto, é necessário a implementação de tecnologias para melhorias do manejo geral dos sistemas de produção de bubalinos, nos aspectos como alimentação, nutrição, reprodução, genética, bem-estar animal, entre outros. Embora sejam animais muito produtivos, os tradicionais sistemas de produção de búfalos na Amazônia brasileira apresentam baixa rentabilidade (LOURENÇO JÚNIOR; GARCIA, 2008).

Os desafios vão além de melhorias técnico-produtivos nos sistemas de produção. Culturalmente, ainda é necessário vencer a barreira do preconceito acerca da carne de bubalinos. Muitos consumidores deixam de consumir a carne por conta de uma visão do búfalo velho com carne dura, de "má qualidade". Situação ligada ao sistema de produção e ao abate de búfalos no fim de sua vida produtiva. Assim, os sistemas de produção de búfalos deverão fornecer ao mercado animais abatidos mais jovens, o que remete novamente à melhoria no manejo geral dos sistemas de produção. Nesse aspecto, o sistema de terminação de búfalos em confinamento é uma tecnologia que favorece o processo de engorda mais curto, o rendimento e qualidade da carcaças. Confinados, os búfalos podem ser abatidos aos 16 ou 18 meses de idade com valores de até 18 arrobas.

Na região Amazônica a carne ainda é desvalorizada e o valor pago ao produtor é chega até 20% abaixo do bovino. Quando a carne de búfalo normalmente é vendida no varejo, não é vendida como búfalo, mas como carne bovina, dada à semelhança da aparência e sabor da carne de ambas as espécies (VALE *et al*., 2013; SILVA; NARDI JUNIOR, 2015). De forma geral, na região e no país, não há um padrão definido de identificação das características e qualidade da carne de búfalos (JORGE, 2005).

Existe ainda baixo conhecimento sobre os benefícios e características sensoriais da carne bubalina. Por exemplo, em Belém, embora a maior parte da população de já tenha ouvido falar da carne de búfalo (90,9%), apenas 25,7% afirmaram conhecer os benefícios e relataram como mais saudável pelo menor teor de gordura (50,4%) e maior teor de proteína (14,9%) entre outros, mas 16,4% dos que afirmaram conhecer esses benefícios, não sabiam descrevê-los (MARQUES *et al*., 2015). Quanto ao leite, existe demanda elevada por produtos como queijos e demais derivados em todo país. Embora seja possível encontrar rebanhos com excelente padrão racial (Mediterrânea, Múrrah) produzindo acima de 12 kg de leite/dia, em uma ordenha diária e suplementação de baixo custo, também é possível encontrar rebanho que começaram a lactação com média de 5,5 kg/dia e terminaram, após oito meses, com produção diária de 2,9 kg/dia (BARBOSA *et al*., 2005). Por fim, ainda existe a necessidade de maior organização da cadeia comercial do búfalo, explorar mercadologicamente as características peculiares da carne, do leite e seus derivados (SILVA; NARDI JUNIOR, 2014; MARQUES *et al*., 2015; MENDOZA; MACÍAS; ROJAS, 2019).

4. Sistemas de produção de búfalos na Amazônia

Os sistemas de produção de búfalos na Amazônia possuem influências ligados a finalidade da produção, das condições edafoclimátcas e os aspectos sociais, econômicos e culturais da região. Dessa forma, a bubalinocultura na Amazônia é desenvolvida basicamente em sistemas de produção extensivo em pastagens nativas de terra firme e inundáveis, principalmente na Ilha do Marajó e baixo amazonas, de pastagens cultivadas de terra firme e/ou sistemas integrando as pastagens nativas e cultivadas (LOURENÇO JUNIOR; GARCIA, 2006; MARQUES *et al*., 2020). Nessas regiões, a maioria dos sistemas de criação de búfalos depende de campos de pasto naturais que crescem nas planícies de inundação, com as alternâncias sazonais entre os níveis de água alta e baixa e moldam o manejo do rebanho bubalinos (VALE *et al*., 2013).

Nesses sistemas tradicionais de criação a pasto na Amazônia, os búfalos têm apresentado baixo desempenho (produção menor que 5,0 kg/leite/dia, idade à primeira cria superior a 42 meses, perda de peso e/ou ganhos diários inferiores a 200g ao longo do ano), assim como taxa de retorno da atividade, seja ela direcionada para produção de carne ou leite. Os baixos desempenhos podem estar ligados, entre outros fatores, ao estresse térmico (TAVEIRA *et al*., 2017; PANTOJA *et al*., 2018). Embora os búfalos sejam animais com grande capacidade de adaptação aos mais variados ambientes, são sensíveis a radiação solar direta (DAMASCENO *et al*., 2010). Essas informações auxiliam na definição de sistemas de produção para essa região. Há a necessidade de sistemas de produção que considere o bem-estar dos animais.

Por isso, na Amazônia, os sistemas de produção a pasto devem considerar o bem-estar dos animais. A utilização de sombreamento, como forma amenizar as condições de ambiente desfavorável, e assim auxiliar na dissipação de calor corporal dos búfalos (PANTOJA *et al*., 2018) é uma forma de potencializar o desempenho desses animais. Nesse aspecto, sistemas de produção a pasto que combinem método de pastejo sob lotação rotativa e silvipastoril são alternativas para garantir bem-estar e expressão de todo potencial produtivo dos búfalos.

Os modelos de produção que combinam manejo das pastagens sob lotação rotativa e silvipastoris apresentam-se como sistemas modernos que podem permitir um equilíbrio entre produtividade e sustentabilidade. Castro (2005) reportou desempenho médio 0,911kg dia de búfalos em sistema silvipastoril com capim *Cynodon nlemfuensis* manejado sob lotação rotativa. Valor superior aos observados no nos tradicionais sistemas de produção da Amazônia (0,440 kg/animal/dia) (MORAES JUNIOR *et al*., 2009). Essas informações evidenciam que o sistema silvipastoril é uma opção para elevar o bem-estar e o desempenho dos animais, fator ligado diretamente ao atendimento do conforto térmico dos animais pelos autores citados.

A condição do ambiente influencia diretamente o comportamento dos animais. Novilhas bubalinas criadas durante a estação seca na Ilha de Marajó e mantidas em sistemas silvipastoril pastaram, ruminaram e realizaram outras atividades com mais intensidade do que animais mantidos sem acesso a sombra (ALMEIDA *et al*., 2019). Assim, o plantio de árvores em pastagem é recomendado para abrigar os animais da radiação solar direta, garantindo o bem-estar animal e a melhoria da produtividade. Outros autores também

evidenciaram melhoria no desempenho, em algumas das características de carcaça e na carne dos animais mantidos em pastagem manejado sob lotação rotativa em silvipastoril **(**PEIXOTO JOELE *et al.,* 2013; JOELE *et al*., 2017).

Os efeitos da condição o ambiente é observado também em outros índices zootécnicos. Búfalas mantidas em sistema silvipastoril e inseminadas em tempo fixo, apresentam maiores taxas de concepção quando em índice de conforto de Benezra (ICB) entre 1,9 e 2,1 (MATOS *et al*., 2007). Nesse intervalo de ICB, a taxa de concepção dos animais foi de 63,64%, superior à taxa de concepção de todo lote (48,21%), deixando claro que o ambiente de conforto térmico proporciona melhores condições para a fertilização.

Por fim, para destacar a importância da intensificação dos sistemas de produção de búfalos a pasto, considerando os aspectos de bem-estar dos animais, apresentamos alguns dados de produção copilados por Bernardes (2016) durante 43 anos de um rebanho de búfalas leiteiras da raça da Murrah à pasto, intensificadas progressivamente. No processo de intensificação considerou-se a diversos fatores de produção como práticas mais adequadas de manejo (nutricional, sanitário, reprodutivo); seleção e melhoramento; manejo e adubação das pastagens; frequência e mecanização da ordenha, entre outros. A intensificação do sistema partiu do uso de pastagens naturais ou cultivadas de *Brachiaria decumbens* de forma extensiva, passando por pastagens cultivadas de *Brachiaria brizantha* CV. Marandu e MG5 até o uso de espécies de *Megathyrsus maximus,* manejado sob lotação rotativa e irrigado. Com a intensificação foi possível alcançar taxa de lotação de 15 a 16 UA/ha em períodos favoráveis, aumento na produtividade por área, melhor distribuição dos partos, maior desenvolvimento ponderal dos bezerros e resultados econômicos positivos (receitas superiores ao custo de produção). Outros índices alcançados com processo de intensificação do sistema de produção são apresentados na Tabela 1. Os dados deixam claro que em um ambiente propício, o búfalo pode expressar todo seu potencial produtivo.

Tabela 1 – Efeito da intensificação em alguns índices produtivos de búfalos da raça Murah

Índices	Intensidade de exploração		
	Extensivo	Semi-intensivo	Intensivo
Taxa de fertilidade (%)	65	80	84
Prenhes (%)	67	84	92
Idade à primeira cria (meses)	42,5 ± 13,7	37,1 ± 6,5	36,2 ± 6,1
Peso a primeira cria (kg)	475,5 ± 54,5	485,9 ± 54,0	519,7 ± 60,2
Média das 10 melhores lactações até 305 dias (litros/lactação)	1.865	4.165	4.780
Produção de leite por lactação (litros/lactação, animais com mais de 2 crias)	1192	2204	3020
Leite (litros/ha/ano)	-	1.500 e 3.000	4500 a 6000

Fonte: Adaptado de Bernardes (2016).

5. Suplementação de búfalos em pastagem

Como já destacado, os búfalos apresentam grande capacidade para transformar a proteína e a energia dos alimentos grosseiros, em produtos animais, fator ligado ao comportamento alimentar e ao eficiente aparelho digestivo. Quando são alimentados em sistemas baseados em pastagens cultivadas, apresentam ótimo desempenho produtivo (COSTA *et al*., 2002). Mas para aumentar a eficiência e produtividade dos bubalinos é necessário dar ênfase a condições básicas da nutrição como o fornecimento de suplementação mineral o ano todo e estratégicas em períodos de menor oferta de forragem. Cardoso *et al*. (2008) reportaram melhor desempenho de búfalos com suplementação mineral específica para bubalinos (0,565 vs 0,438g/dia) mantidos em pastagens por 14 meses. O que se converteu em eficiência produtiva superior, demonstrando importância da suplementação e de uso de produtos direcionados para búfalos.

O desempenho produtivo de búfalas em lactação em dois sistemas de produção a pasto com ou sem suplementação concentrada foi estudado por Barbosa *et al*. (2007). A produção média de leite para os animais suplementados foi superior aos animais do sistema sem suplementação (4,31 ± 1,86 kg/dia versus 3,2 ± 1,29 kg/dia). Apesar do baixo nível produtivo, fica claro que o melhor desempenho produtivo se deve ao recebimento da suplementação concentrada. No entanto, com custo cada vez mais altos dos ingredientes do concentrado, principalmente milho e farelo de soja, são limitantes para projetos de intensificação os sistemas produtivos. Por isso, investigações eficientes da utilização dos recursos forrageiros e de alimentos alternativos e sustentáveis que diversifiquem e complementem a dieta dos animais, são importantes. Nesse ponto, os bubalinos possuem outra grande vantagem que os condicionam para contribuir com desenvolvimento da pecuária na região, a capacidade de aproveitamento de diversos alimentos alternativos regionais.

O uso de alimentos alternativos é uma forma para redução dos custos em sistemas de produção de búfalos. Lima *et al*. (2021), demostraram que sementes de açaí apresentam potencial para a suplementação de búfalas leiteiras, pois não limita a produção de leite dos animais. Ainda, a substituição de 33% do fubá de milho pelo caroço de açaí possibilita maior produção total de leite e queijo Minas frescal com maior receita bruta (US$ 79.470,98 e US$ 91.592,90, respectivamente, para os animais sem suplementação concentrada e suplementadas com 33% de caroço de açaí (OLIVEIRA *et al*., 2020).

A torta de dendê também é um dos alimentos alternativos avaliados para inclusão na dieta de bubalinos na região Amazônica. Peixoto Joele *et al*. (2012; 2014) reportaram resultados de várias características de carcaça de búfalos mantidos pasto em sistema silvipastoril recebendo torta de dendê, semelhante aos animais suplementados com milho, mas destacaram a maior espessura de gordura subcutânea (8.3 versus 3,2mm) e porcentagem de gordura na carcaça (17,1 versus 14.9%) para os animais suplementados com torta de dendê. Em búfalas leiteiras, inclusão de torta de dendê no suplemento concentrado, substituindo o milho e o farelo de soja, diminui o consumo de suplemento e a produção de leite. Apesar desse efeito, a suplementação concentrada para búfalas lactantes a pasto aumenta a quantidade de gordura no leite e a produção de leite corrigido para energia (GALVÃO *et al*., 2020).

A suplementação concentrada de búfalos a pasto somando a disponibilidade de sombra entre 20% e 25% (silvipastoris) resultou em excelente desempenho dos animais (1.007 kg/dia – suplementação concentrada com até 70% de torta de coco e torta de dendê (OLIVEIRA *et al*., 2010). Assim, parece claro que a suplementação concentrada e a disponibilidade sombra é um importante fator no manejo de búfalos a pasto na Amazônia para evitar o desperdício de energia para termorregulação animal e garantir expressão do potencial do búfalo para produção de carne.

6. Estratégias reprodutivas em bubalinos

Devido ao crescente interesse na produção de búfalos, seja com a finalidade de produzir leite e subprodutos e sua carne, e considerando que o sucesso de qualquer sistema de produção depende muito da eficiência reprodutiva. Chama-se a atenção para as particularidades quando da avaliação do potencial reprodutivo do búfalo visando aumentar a fertilidade dos rebanhos e a seleção de criadores para doação de sêmen para uso em programas de inseminação artificial (IA) e fertilização *in vitro* (FIV).

6.1 Inseminação artificial

6.1.1 Os primórdios da IA em búfalos no Brasil e na América Latina

Na América Latina, a primeira tentativa de uso de inseminação artificial (IA) em búfalos foi realizada no Brasil, no início de 1980, quando o Prof. Dr. William Vale e colaboradores da Universidade Federal do Pará, com a orientação do Prof. Dr. Hans Merkt e Prof. Dra. Anne-Rose Guenzel do Instituto de Andrologia e Inseminação Artificial da Escola Superior de Medicina Veterinária de Hannover, na Alemanha, iniciou um "**programa piloto**" visando a congelação do sêmen de touros bubalinos.

O Brasil teve prioridade no desenvolvimento e prática da IA em búfalos, utilizando os diluidores TRIS e TES e realizando o congelamento do sêmen e as primeiras inseminações com sêmen congelado, obtendo índices de prenhez acima de 50% de fertilidade, com base nas taxas de não retorno aos 60 dias após a inseminação (VALE *et al*., 1984). Posteriormente, índices superiores a 60% de nascimento foram obtidos pelos mesmos autores.

No Vale do Ribeira, estado de São Paulo, o professor Pietro Baruselli e seu grupo de pesquisa, relatou taxas de prenhez média em IA convencional de 51,8% na primeira e de 57,9% na segunda IA, conferindo taxas de 75 a 80% no final da estação de monta. Vale ressaltar a grande variação de resultados, de acordo com manejo e propriedade, similar ao encontrado no ambiente amazônico.

Decorridos aproximadamente 40 anos dos experimentos pioneiros sobre IA em bubalinos, a implantação de biotecnologias aplicadas a reprodução animal, ainda é uma necessidade na bubalinocultura regional. O uso das biotecnologias possibilita a disseminação de genes superiores, além do incremento no ganho genético de características desejáveis para a espécie, alcançando a melhoria no desempenho produtivo e reprodutivo desses animais.

6.1.2 Sincronização de Cios

A despeito das técnicas de manejo nutricional e sanitário em bubalinos, a detecção do cio ao longo período

anovulatório da espécie e a necessidade de mão de obra qualificada para realização da IA convencional, representam dificuldades para adequar a IA às búfalas, o que causa sérios prejuízos aos criadores, causados pelo prolongado período de serviço, dilatado intervalo entre partos e diminuição do desempenho reprodutivo do rebanho. Ainda, as condições de manejo inadequadas, como à presença do bezerro, os distúrbios alimentares no período de transição, balanço energético negativo e o anestro puerperal patológico, formam um conjunto de fatores limitantes que aumentam o intervalo entre partos. Esses são entraves frequentes nas criações extensivas da região, que associado ao baixo comportamento homossexual das búfalas durante o cio, dificultam ainda mais o manejo reprodutivo do rebanho e consequentemente a eficiência do uso da IA convencional.

As dificuldades de observação de cio, na espécie bubalina, foram inicialmente superadas pela utilização de um fármaco indutor de estro (prostaglandina F2α) com a finalidade de sincronizar o cio de búfalas para a IA. A partir de então, foram desenvolvidos outros estudos, que buscaram sobrepujar as dificuldades da detecção do cio na espécie bubalina, o qual se manifesta de forma silenciosa principalmente no período noturno.

Desta forma, vislumbrando sincronizar melhor o cio de fêmeas bubalinas e tratar problemas de fertilidade pós-parto, novos estudos embasados em tratamentos hormonais desenvolvidos para bovinos, foram realizados na região amazônica em bubalinos. Esses tratamentos hormonais com inseminação pré-determinada é conhecida como inseminação artificial em tempo fixo (IATF).

A IATF tem como objetivo sincronizar a inseminação artificial e empregá-la em todos os animais da fazenda, mesmo naqueles que não estejam manifestando estro ou ciclicidade, aumentando, assim, o emprego desta biotecnologia nos rebanhos de bubalinos. Com essa biotecnologia é possível conseguir o melhoramento genético dos animais e o incremento da produtividade de carne e de leite. A IATF permite eliminar o grande gargalo da IA convencional, que e a observação de cios.

6.2 Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF)

O protocolo hormonal denominado Ovsynch, baseado na utilização de hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) e prostaglandinas (PGF) tem se revelado um meio prático e eficiente para incrementar a IA em gado de corte e leite (PURSLEY *et al*., 1997). Este protocolo foi testado em fêmeas bubalinas, os primeiros resultados obtidos foram considerados satisfatórios em búfalas cíclicas, com bom escore de condição corporal (ECC), multíparas e período reprodutivo favorável. No entanto, a resposta ao tratamento não foi eficaz para búfalas lactantes, com bezerro ao pé, ou acíclicas em anestro pós-parto, com baixo ECC (BARUSELLI *et al*., 2007).

Baseados em estudos prévios com inclusão de progesterona (P4) em protocolos de IATF em bovinos de corte, o grupo de pesquisa do Prof. Dr. Pietro Baruselli, inciou uma série de pesquisas com o uso de P4 em bubalinos, pois o implante intravaginal de P4 mantém as concentrações plasmáticas de progesterona por certo período de tempo. Assim que as concentrações de progesterona atingem níveis sub-luteais durante o tratamento, há um aumento na freqüência dos pulsos de LH, levando ao crescimento folicular, prevenindo a atresia do folículo

dominante (STOCK; FORTUNE, 1993; SÁVIO *et al*., 1993). Este mecanismo permite o crescimento e maturação do folículo dominante capaz de ovulação, inclusive em animais em anestro (RHODES *et al*., 2002). Em búfalos em anestro submetidos a protocolos com P4, a mesma induz crescimento e maturação do folículo dominante, pelo aumento da pulsatilidade de LH, levando ao aumento da secreção de estrógenos e posterior ovulação.

O protocolo para búfalos consiste no implante intravaginal de P4, associado a injeção intramuscular (IM) de 2 mg de benzoato de estradiol (BE), no dia zero (D0); tal associação permite a atresia dos folículos presentes no ovário e uma subsequente nova onda folicular sincronizada surge. No nono dia (D9) o implante de P4 é removido e aplicado IM prostaglandina (PGF2α), e gonadotrofina coriônica equina (eCG). No decimo primeiro dia (D11), e aplicado GnRH as 16h para indução da ovulação e a IATF e realizada 16h após as 8h da manhã. O uso do eCG no momento da retirada do implante de P4, possibilita melhorar a taxa de ovulação, aumenta a produção de P4 pelo corpo lúteo no início do diestro, melhorando as taxas de prenhez (CARVALHO *et al*., 2013).

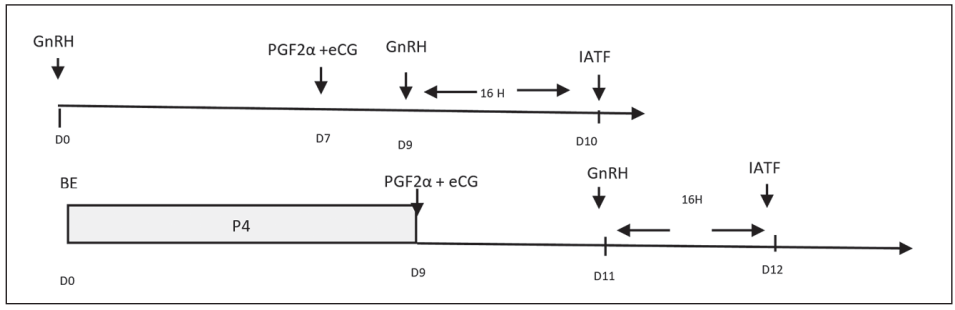
No município de Santarém, PA, Souza *et al*. (2019) compararam o protocolo Ovsynch Plus (GnRH, PGF2α, eCG e GnRH) *versus* protocolo de implantes de P4 (Figura 3). No estudo foram utilizadas 24 búfalas da raça Murrah, com idade entre 36 e 90 meses, multíparas, escore corporal (ECC) médio de 2,78 (classificado de 1 a 5, 1= magra e 5= obesa) criadas em sistema extensivo, com pastagem de *Panicum maximum* cultivar Mombaça, com acesso a água e sal mineral *ad libitum*. Os animais foram divididos em 2 grupos. No Grupo 1 (G1) foi realizado o protocolo 1 (Ovsynch plus) e no Grupo 2 (G2) foi utilizado o protocolo 2 (Progesterona). A taxa de prenhez no grupo Ovsynch Plus foi de 33% e no grupo Progesterona (P4) foi de 58,33%. Os autores concluíram que o tratamento da sincronização do estro e ovulação com o uso de protocolos à base de Progesterona em búfalos, foi mais eficiente que o protocolo Ovsynch plus à base de GnRH e eCG, uma vez que o protocolo com a progesterona, aumentou a taxa de ovulação e, por conseguinte, a taxa de prenhez em búfalos submetidos à IATF.

Recentemente, foi testado a substituição do indutor de ovulação, trocando o GnRH pelo BE (benzoato de estradiol), o que resultou em resultados similares de prenhez e permite maior economia no protocolo, visto que o BE é mais barato que o GnRH (CARVALHO *et al*., 2017). Em outro estudo recente, Carvalho *et al*. (2020) avaliaram a prenhez a IATF, utilizando como indutor de ovulação o BE e a IATF 56 horas ou 64 horas após a retirada do dispositivo de P4. Os resultados mostraram que a IATF realizada 56h ou 64 h após a retirada da P4, produziu resultados para diâmetro do folículo ovulatório e prenhez semelhante entre os tratamentos, possibilitando maior flexibilidade na utilização do protocolo, onde as fêmeas sincronizadas pela manhã podem ser inseminadas à tarde (56h) e as sincronizadas à tarde, podem ser inseminadas pela manhã (64h).

A utilização da IATF em vacas bubalinas multíparas e primíparas, na estação favorável e desfavorável, está bem definida, no entanto, são poucos os estudos com IATF em novilhas bubalinas, além do que, estes animais possuem uma particularidade anatômica que dificulta sua inseminação, que e o tamanho reduzido de sua cérvix. Porém, uma alternativa para esta dificuldade anatômica é a

utilização de aplicadores de sêmen para ovinos e caprinos.

Figura 3 – Protocolos de IATF usando GnRH e Progesterona em bubalinos



A figura 3 ilustra os protocolos para bubalinos usando GnRH e Progesterona.

6.3 Transferência de embriões e fertilização in vitro em búfalos

A superovulação (SOV) seguida da transferência de embriões (TE) e a fertilização in Vitro (FIV), são biotecnologias reprodutivas com grande potencial de multiplicação de material genético superior na bubalinocultura. No entanto, a técnica da SOB e TE, possuem certa limitação em bubalinos, devido a condições anatomofisiologicas, como menor população de folículos primordiais e menor taxa de recuperação oocitaria, após superovulação, o que limita o uso da TE em búfalos (BARUSELLI *et al*., 2020).

Os resultados desanimadores da TE em búfalos, estimularam o uso da técnica de aspiração folicular seguido da FIV. Apesar da menor população folicular nos bubalinos, através da seleção de doadoras com boa população folicular e uso de manipulação hormonal, é possível a utilização da técnica de forma satisfatória, o que permite o encurtamento de gerações e disseminação de material genético de melhor produtividade na bubalinocultura. O uso do hormônio folículo estimulante (FSH) antes da sessão de aspiração folicular em búfalos apresentou bons resultados e melhorou a produção de oocitos viáveis e embriões na FIV, tanto para novilhas, como para primíparas e multíparas. Os resultados com FSH sugerem que o uso da TE pode vir a ser uma estratégia eficiente para melhorar e viabilizar o uso da FIV em bubalinos (BARUSELLI *et al*., 2020).

As biotecnologias reprodutivas como TE e FIV em bubalinos, apesar de possíveis de serem praticadas, ainda necessitam de ajustes e demandam maiores estudos, para viabilizar sua utilização a campo de forma massiva. Na região amazônica, não há até o presente momento, a aplicação comercial das mesmas, permanecendo essas biotecnologias restritas as pesquisas acadêmicas e a fazendas no sudeste do Brasil.

7. Manejo e Bem-estar de búfalos leiteiros

O búfalos é capaz de manter boas condições corporais em ambientes adversos, mas têm sensibilidade ao calor e, em altas temperaturas, apresentam alterações nos parâmetros fisiológicos, diminuição

da produção e menor eficiência reprodutiva (DAMASCENO *et al*., 2010). As consequências no bem-estar estão relacionadas a doenças, traumatismos, fome, condições de instalação, manejo, tratamento inadequado e clima (BROOM e MOLENTO, 2004). Portanto, o manejo e ambiente devem ser apropriados às características e necessidades desses animais com o propósito de não provocar estresse, evitando desconforto no bem-estar e, consequentemente, redução da produção e qualidade do leite (THOMAS *et al*., 2004). Considera-se então a importância do conhecimento da fisiologia da espécie, bem como das rotinas de manejo, pois são essenciais no desenvolvimento de tecnologias capazes de melhorar o bem-estar e, consequentemente, na produtividade desses animais.

Assim, identificaremos os sistemas de produção mais ajustados às condições climáticas na Amazônia, considerando as respostas produtivas da espécie como forma de promover o bem-estar desses animais.

7.1 Aspectos climatológicos regionais e estresse por calor

A Amazônia possui características climáticas com umidade relativa média de 83%, temperatura média de 23,8°C e precipitação pluviométrica de 2.876,9 mm por ano (PACHECO; BASTOS, 2007). Nessas condições, os bubalinos podem apresentar desconforto térmico embora apresentem adaptação às condições ambientais, pois possuem características específicas relacionadas a alta concentração de melanina nos pelos e na pele e quantidade reduzida de glândulas sudoríparas, resultando em menor eficiência na termorregulação (HARVEY, 1963), utilizando da via respiratória como principal meio para dissipação de calor (GARCIA *et al*., 2011; MARAI; HABEEB, 2009).

Quando submetidos a temperaturas elevadas associadas a intensidade e duração da radiação solar, o comportamento e alguns aspectos fisiológicos podem ser alterados (PANTOJA *et al*., 2018). As alterações fisiológicas têm finalidade de dissipar o calor metabólico e a tolerância desses animais está em função das características físicas, visto que a dissipação de calor pela respiração é mais importante do que pela transpiração, devido a menor eficiência em perda de calor pela transpiração em razão da coloração do pelo e da pele (MARAI; HABEEB, 2010).

Dentre os fatores climáticos, a temperatura do ar tem maior influência sobre o ambiente em que o animal está submetido (MARAI; HABEEB, 2009; MARAI; HAEEB, 2010). Os búfalos podem entrar em estresse fisiológico em ambientes com temperatura do ar de 23,6ºC e começam a utilizar as vias respiratórias, como forma de eliminar o excesso de calor com temperatura do ar acima de 36ºC, momento em que atinge o ponto crítico da termorregulação (GUIMARÃES *et al*., 2001). Prejudicando o bem-estar e, consequentemente, a produção de búfalas leiteiras, pois esse mecanismo influência sobre o metabolismo, devido a alteração nas variáveis fisiológicas consideradas índices eficientes de estresse térmico (PANTOJA *et al*., 2018).

Na literatura encontram-se descrições de variáveis fisiológicas com diferenças relacionadas ao horário e sistemas de produção empregados para bubalinos (Tabela 2).

Em temperatura elevada, os bubalinos aumentam o volume sanguíneo e o fluxo superficial, a fim de dissipar o calor (OLIVEIRA *et al*., 2013), o que contribui com o aumento da temperatura superficial corporal. Observa-se que a temperatura

retal foi maior nos sistemas de produção que não ofertaram sombra aos animais, principalmente no período da tarde em que ficam mais expostos à radiação solar direta e indireta. A frequência respiratória é maior no período da tarde, apontando maior armazenamento de calor corporal e maior demanda energética para termólise, consequentemente, menor disponibilidade de energia para produção (GARCIA, 2013), atingindo o ponto crítico do mecanismo termorregulador.

Em estudo, as búfalas leiteiras preferiram ficar submersas em aguadas no período das 9:00 às 14:00, período com características climáticas de maior desconforto para a categoria (LIMA, 2017). A lama ou água ajudam a dissipar calor, permitindo que atinjam a homeostase térmica em razão da perda de calor por métodos físicos com baixo custo energético (RATNAKARAN *et al*., 2016). Esse comportamento é comum em bubalinos, quando têm acesso a lagoas, buracos ou piscinas naturais, permanecendo imersos por até 5 horas por dia (MARAI; HABEEB, 2010).

Embora sejam considerados animais poliéstricos, os búfalos apresentam variação sazonal e os fatores climáticos justificam o menor desempenho produtivo. O estresse térmico aumenta os níveis de prolactina, limitando a secreção de gonadotrofinas, acarretando em modificação na esteroidogênese ovariana, expressão do estro e redução na taxa de concepção (SILVA *et al*., 2015; KUMAR *et al*., 2018).

Esses resultados mostram momentos críticos de desconforto térmico e condições inadequadas de bem-estar em que os animais estão submetidos. Dessa forma, como o estresse térmico é um desafio para atingir índices zootécnicos superiores, torna-se importante o emprego de mecanismos que reduzam a intensidade da radiação solar direta, proporcionando conforto térmico e, consequentemente, bem-estar aos animais.

Tabela 2 – Valores médios de variáveis fisiológicas de bubalinos no período da manhã e da tarde criados em diferentes sistemas de produção *Todas as categorias são da raça Murrah; [1]TSC: Temperatura da Superfície Corporal em °C; [2]TR: Temperatura Retal em °C; [3]FR: Frequência Respiratória em movimentos min^{-1}

Categoria*	TSC[1]		TR[2]		FR[3]		Local	Sistema de Produção	Referência
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde			
Machos (18 meses)	29,17	33,12	38,66	39,03	20,51	23,30	Nova Timboteua, PA	A pasto, sem sombra e sem água para imersão	(PANTOJA *et al.*, 2018)
Machos (9 meses)	35,6	36,7	38,0	38,4	-	-	Castanhal, PA	Baias com acesso a piquete	(BARROS *et al.*, 2016)

Categoria*	TSC[1]		TR[2]		FR[3]		Local	Sistema de Produção	Referência
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde			
Fêmeas, não gestantes e não lactantes (24 meses)	32,96	33,82	37,57	38,26	25,6	25,9	Cachoeira do Arari, Ilha do Marajó, PA	A pasto com 16% de sombra natural	(JOSET *et al.*, 2018)
Fêmeas, não gestantes e não lactantes (24 meses)	33,8	34,81	37,89	38,92	33,34	37,36	Cachoeira do Arari, Ilha do Marajó, PA	A pasto, sem sombra e sem água para imersão	(JOSET *et al.*, 2018)

7.2 Tecnologias para conforto térmico em bubalinos

O sistema de produção deve reproduzir, de maneira benéfica aos animais, características semelhantes do seu habitat natural. Dessa forma, para diminuir os efeitos das condições climáticas e aumentar a eficiência na manutenção da homeostase, a redução da radiação solar direta pode ser uma alternativa adotada na propriedade. O sombreamento é a alternativa mais fácil e eficiente na redução dos efeitos da radiação solar sobre os animais (BACCARI *et al*., 1983). Em virtude do comportamento gregário, para animais leiteiros recomenda-se 6 m^2 de sombra que bloqueie, no mínimo, 50% da radiação solar direta (SCHÜTZ *et al*., 2009). A sombra pode ser natural ou artificial (Figura 4).

Figura 4 – Mecanismo de termorregulação. A: Comportamento típico de búfalos chafurdar e tomar banho; B: Quando não há água no sistema de produção, o fornecimento de sombra é fundamental para termorregulação

Outra alternativa é a adoção de sistemas silvipastoris, que integram na mesma área espécies florestais e pastagens. A integração de árvores e pastagens, aumenta o tempo de pastejo e ruminação (ALMEIDA *et al*., 2019; GALLOSO-HERNÁNDEZ *et al*., 2020) e reduz tempo de chafurdar (GALLOSO-HERNÁNDEZ *et al*., 2020). Sugerindo que o sistema silvipastoril diminui o estresse

térmico e melhora o bem-estar, aumentando o tempo de pastejo e, consequentemente, aumento da produção.

Além disso, búfalas em lactação tem maior produção de calor, tornando-as mais vulneráveis ao estresse térmico com redução do pastejo e nos indicadores produtivos e reprodutivos (DASH *et al*., 2015). Dessa forma, para melhorar a produção de leite e estimular a homeostase, a imersão em água é eficaz na redução do estresse térmico, resultando maior produção de leite e redução nos níveis séricos de cortisol e prolactina (YADAV *et al*., 2016). Dessa forma, a imersão em água tem efeito positivo no bem-estar de búfalas leiteiras, permitindo que expressem seu comportamento termorregulador.

A aspersão de água é uma técnica que também pode ser empregada para acelerar a troca de calor de búfalas em lactação. Considerando a escassez de informações na literatura sobre a utilização desse método com búfalas leiteiras na região, vacas leiteiras submetidas ao sistema de aspersão na pré ordenha não apresentaram respostas fisiológicas indicativas de estresse térmico (SILVA; PASSINI, 2017). Sugerindo que o sistema de aspersão de água proporcione efeitos termorreguladores semelhantes em búfalas leiteiras. Contudo, no Brasil, sistemas intensivos de produção adotaram a tecnologia para a categoria, visto que qualquer mecanismo que proporcione resfriamento por evaporação é eficaz para auxiliar a termólise em búfalos (ANIL; THOMAS, 1996).

O sistema evaporativo adiabático, que combina ventilação e umidificação do ar por aspersores também pode ser empregado para reduzir a temperatura interna (ALMEIDA *et al*., 2013) e proporcionar bem-estar aos animais, resultando em maior produção de leite por vaca (ALMEIDA *et al*., 2011). Além da adoção de tecnologias que promovam a termorregulação, pode ser associado o manejo adequado, proporcionando condições apropriadas de bem-estar e conforto térmico, refletindo no desempenho desses animais.

7.3 Manejo promovendo o bem-estar de animais

Além dos fatores ligados ao animal e ambiente, pode-se também levar em consideração o horário da ordenha. Nesse sentido, o conhecimento da preferência de horários que os animais pastejam é relevante para adoção de estratégias adequadas de manejo (ZANINE *et al*., 2007). Ruminantes mantidos em pastagens apresentam longos períodos de alimentação, divididos em dois períodos, no início da manhã e no final da tarde. Búfalos apresentam hábito noturno, pastejam mais durante a noite do que durante o dia, independente da estação do ano. Sugerindo que a ordenha tradicional às 5h30 da manhã, não impede que as búfalas se alimentem no período de maior pastejo.

No entanto, as búfalas são ordenhadas de duas a três vezes ao dia, o horário em que são realizadas as ordenhas gera desconforto térmico, o que pode comprometer o bem-estar e desempenho dos animais. Nesse sentido, a climatização na sala de espera proporciona melhor condicionamento térmico ambiental aos animais (ALMEIDA *et al*., 2010). Contudo, uma alternativa é realizar a ordenha em horários com temperaturas amenas, possibilitando que os animais estejam livres do estresse térmico.

Os estímulos realizados na pré-ordenha são importantes para melhor resposta da ejeção do leite. Em sistemas de produção em pequena escala, no momento da ordenha as búfalas são mantidas com

bezerro ao pé para estimular a ejeção do leite com rapidez e abundância (KUMAR SINGH *et al*., 2017). Nos sistemas intensivos, o estímulo ocorre no processo de higienização com lavagem manual e massagem no úbere (POLIKARPUS *et al*., 2014). Os procedimentos que antecedem a ordenha devem seguir uma rotina, garantindo o fluxo de leite.

Os agentes estressores no momento da ordenha podem ser físicos, relacionados ao nível de vácuo, taxa de pulsação inadequada e equipamento mal conservado (CARIA *et al*., 2014) ou psicológicos, causados pelo desmame precoce (NAPOLITANO *et al*., 2013). As atitudes dos tratadores com os animais podem induzir ao medo e reduzir a produção e bem-estar (LEON *et al*., 2020), assim como, o comportamento dos animais de pisar e chutar, está negativamente relacionado com as interações positivas do tratador, expressas em falar baixo, acariciar e toque suave durante a ordenha (SALTALAMACCHIA *et al*., 2007).

Uma das atividades mais complexas nas propriedades é a criação de bezerros, em especial os neonatos. Nesse período, é comum a ocorrência de doenças infectocontagiosas e, principalmente, parasitárias, acarretando no aumento da mortalidade. Na maioria das fazendas destinadas à produção de búfalos, a taxa de mortalidade de bezerros do nascimento até o desmame é de, aproximadamente, 10% a 20% e ocorrem, principalmente, devido às falhas no manejo. O principal fator é a ocorrência de diarreia neonatal, que acontece nas primeiras semanas após o nascimento (MASUCCI *et al*., 2011). Portanto, é necessário a interação no manejo para prevenir e identificar doenças e surtos.

Os neonatos têm baixas reservas de gorduras e grande parte dos lipídeos é estrutural e não pode ser mobilizada, por isso as reservas de gordura e glicogênio podem esgotar em 18 horas após o nascimento se não forem alimentados (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Demonstrando a importância nas primeiras horas de vida para transmitir quantidades suficientes de imunoglobulinas, linfócitos T, citocinas e outras substâncias imunológicas, através da administração de colostro.

Quando não há colostro disponível o fornecimento de imunoglobulinas pode ser feito através do isolamento de imunoglobulinas pelo sangue bovino e fornecimento via sucedâneo ou leite (CROWLEY *et al*., 1994; SHAHIN *et al*., 2018; SHAKYA *et al*., 2017), pela desidratação do colostro e preservação das imunoglobulinas por "spray dryer" (CHELACK *et al*., 1993) e pela adição de formaldeído (0,05%), que preserva as imunoglobulinas do colostro estocado em temperatura ambiente (28ºC) por até quatro semanas (MBUTHIA *et al*., 1997).

Em sistemas intensivos, cerca de 24 a 48 horas após o nascimento, os bezerros são apartados das búfalas, exibindo sinais comportamentais de estresse, com aumento da vocalização e locomoção (MORA-MEDINA *et al*., 2018; SINGH *et al*., 2019). Já em sistemas extensivos, os bezerros são mantidos com suas mães que podem amamentar antes e depois da ordenha, com intuito de facilitar a ejeção do leite (BHARTI *et al*., 2018). O desmame ocorre por volta dos 6 meses, promovendo a expressão do comportamento natural desses animais. No entanto, os bezerros se beneficiam quando há o estímulo precoce de alimentos sólidos, pois ocorre o desenvolvimento dos pré estômagos e das papilas ruminais (CONSALVO *et al*., 2017), o que pode reduzir o comportamento anormal de sucção, facilitar

a habitação social e diminuir as respostas estressoras ao manejo.

Considerações finais

A bubalinocultura é uma atividade com excepcional potencial de produção Amazônia, mas ainda são necessários melhorias na cadeia produtiva, como o emprego de tecnologia e assistência técnica especializada, implantação de programas de melhoramento genético, sanitário e nutricional, bem como o incentivo ao consumo dos produtos desse setor. Em geral, quanto mais tecnologias são incorporadas ao sistema de produção, melhor será o desempenho dos búfalos. A exemplo, avanços ligados às biotecnologias reprodutivas aplicadas aos sistemas de produção, em especial a inseminação artificial em tempo fixo, a transferência e a produção in vitro de embriões, possibilitaram a disseminação de genes superiores e incremento no ganho genético de características desejáveis para a espécie, alcançando a melhoria no desempenho produtivo. Apesar da necessidade de ajustes e maiores estudos dessas biotencilogias reprodutivas, para viabilizar sua utilização a campo de forma massiva, atualmente os protocolos de IATF podem ser utilizados em bubalinos durante o ano todo, permitindo desta forma, maior produção de carne e leite e aumentando o progresso genético dos rebanhos. Por fim, em condições tropicais, como na Amazônia, o estresse calórico é o fator principal do desconforto dos búfalos, impedindo que expressem todo seu potencial produtivo, afetando comportamento, bem-estar e, consequentemente, índices produtivos. Dessa forma, na região da Amazônia, é necessário projetar sistemas de produção com adoção de tecnologias que reduzam o desconforto térmico dos bubalinos, para garantir máximo desempenho produtivos desses animais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. L. P. *et al*. Investimento em climatização na pré-ordenha de vacas girolando e seus efeitos na produção de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 12, p. 1337–1344, 2010.

ALMEIDA, G. L. P. *et al*. Use of adiabatic evaporative cooling system in thermal comfort of Girolando cows. **Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 754–760, 2011.

ALMEIDA, G. L. P. *et al*. Behavior, production and milk quality of Holstein-Gir cows under acclimatization in the corral. **Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental,** v. 17, n. 8, p. 892–899, 2013.

ALMEIDA, J. C. F. *et al*. Behavior of buffalo heifers reared in shaded and unshaded pastures during the dry season on Marajó Island, Pará, Brazil. **Acta Scientiarum – Animal Sciences**, v. 41, n. 1, 2019.

AMARAL, F. R. *et al*. Qualidade do leite de búfalas: composição**. Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 29, n. 2, p. 106-110, abril/jun. 2005.

ANIL, K.S.; THOMAS, C.K. Comparative draught performance of cattle and buffaloes.1. Physiological reactions. **Indian Journal of Animal Science**, v. 66, n. 4, p. 398-401, 1996.

BACCARI, F.; JOHNSON, H. D.; HAHN, G. L. Environmental Heat Effects on Growth, Plasma T3, and Postheat Compensatory Effects on Holstein Calves. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, v. 173, n. 3, p. 312–318, 1983.

BARBOSA, N. G. S. Bubalinocultura no Estado do Pará. **Rev Bras Reprod Anim**, Belo Horizonte, v. 29, n. 1, p. 34-38, jan./mar. 2005.

BARBOSA, S.B.P. *et al*. Milk yield of cross-bred buffalo under two production systems in the Amazonian region of Brazil, **Italian Journal of Animal Science**, 6:sup2, (2007).

BARUSELLI, P.S. *et al*. **Fixed-time artificial insemination in buffalo**. Italian J. Anim. Sci., 6: 107-118. 2007.

BARROS, D. V. *et al*. Assessment of surface temperatures of buffalo bulls (Bubalus bubalis) raised under tropical conditions using infrared thermography. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 68, n. 2, p. 422–430, 2016.

BARUSELLI, P.S.; CARVALHO, N.A. T.; JACOMINI, J.O. Eficiência uso da inseminação artificial em búfalos. **Rev Bras Reprod Anim**. Supl, Belo Horizonte, n. 6, dez. 2009. p. 104-110. Disponível em www.cbra.org.br.

BARUSELLI, P.S. *et al*. Embryo transfer in buffalo (Bubalus bubalis). **Theriogenology,** v. 150, p. 221-228, 2020.

BERNARDES, O. Evolution of a Murrah buffalo dairy herd under intensive rotational grazing. IN:World Buffalo Congress, 11, Cartagena – Colombia: Asociación Colombiana de Produtores de Bufalos, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317568560_Evolution_of_a_Murrah_buffalo_dairy_herd_under_intensive_rotational_grazing_english_version. Acesso em 22 de abril de 2019.

BERTONI, A.; ÁLVAREZ- MACÍAS, A.; MOTA-ROJAS, D.; DÁVALOS, J.L.; MINERVINO, A.H.H. Dual-Purpose Water Buffalo Production Systems in Tropical Latin America: Bases for a Sustainable Model. **Animals**. 11, 2910, 2021.

BITTENCOURT, R. H. F. P. M. *et al*. Caracterização de Requeijão Marajoara e Minas Frescal produzidos com leite de búfalas no Estado do Pará, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 9, p. 1687-1692, 2013.

BHARTI, P. K. *et al*. Effect of weaning age on growth measurements and sero-biochemical parameters in Murrah buffalo calves. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 88, n. 11, p. 1305–1309, 2018.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: Conceito e questões relacionadas – Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n. 2, p. 1–11, 2004.

CARDOSO, E. C. *et al*. Eficiência produtiva de búfalos no Estado do Pará em diferentes condições de suplementação mineral. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 45, n. 6, p. 437-442, 2008.

CARIA, M. *et al*. Evaluation of the performance of the first automatic milking system for buffaloes. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 3, p. 1491–1498, 2014.

CARVALHO, N.A.T. *et al*. Equine chorionic gonadotropin improves the efficacy of a timed artificial insemination protocol in buffalo during the nonbreeding season. **Theriogenology,** v. 79: 423-428. 2013.

CARVALHO, N. A. T. *et al*. Ovulation synchronization with estradiol benzoate or GnRH in a timed artificial insemination protocol in buffalo cows and heifers during the nonbreeding season. **Theriogenology,** v. 87, p. 333-338, 2017.

CARVALHO, N.A.T. *et al*. Different times to perform timed artificial insemination when using a P4/E2/eCG-based protocol in buffalo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 50:4. 2020.

CHELACK, B. J.; MORLEY, P. S.; HAINES, D. M. Evaluation of methods for dehydration of bovine colostrum for total replacement of normal colostrum in calves. **The Canadian veterinary journal**, v. 34, n. 7, p. 407–12, 1993.

CASTRO, A.C. Avaliação de sistema silvipastoril através do desempenho produtivo de búfalos manejados nas condições climáticas de Belém, Pará. 2005. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Curso de Pós graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará.

CONSALVO, S. *et al*. Weaning Techniques for Buffalo Calves: Pre-Stomachs Development and Functionality. **Journal of Nutritional Ecology and Food Research**, v. 3, n. 2, p. 116–124, 2017.

COSTA, N. A. *et al*. Intensive production of buffalo meat in cultivated pasture of the Amazon region. **IN:** 1st Buffalo Symposium of Americas, Belém, Pará, Brazil, 1-4 September 2002**.**

CROWLEY, M. L.; FISHER, L. J.; OWEN, B. D. Blood-derived immunoglobulins in milk replacer, or by injection, for improved performance of colostrum-deprived neonatal calves. **Animal Feed Science and Technology**, v. 47, n. 3–4, p. 245–257, 1994.

DAMASCENO, F.A. *et al*. Adaptação de bubalinos ao ambiente tropical. **Nutritime**, v. 07, n. 05, p. 1370–1381, 2010.

DASH, S. *et al*. Assessment of expected breeding values for fertility traits of Murrah buffaloes under subtropical climate. **Veterinary World**, v. 8, n. 3, p. 320–325, 2015.

DAVIS, C.L.; DRACKLEY, J.K. **The development, nutrition, and management of young calf**: Iowa: State University, 1998. 339 p.

FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division). 2022. Compare data. Acesso: Jul. 2022. http://faostat3.fao.org/compare/E.

GALVÃO, L. T. O. *et al*. Performance of lactating buffaloes in pasture supplemented with palm-kernel cake. **Animal Production Science**, v. x, p. A-H, 2020.

GALLOSO-HERNÁNDEZ, M. A. *et al*. Effect of Silvopastoral Systems in the Thermoregulatory and Feeding Behaviors of Water

Buffaloes Under Different Conditions of Heat Stress. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 7, p. 393, 2020.

GARCIA, A. R. *et al*. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1409–1414, 2011.

GARCIA, A. R. Conforto térmico na reprodução de bubalinos criados em condições tropicais. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 37, n. 2, p. 121–130, 2013.

GIORDANO, G. *et al*. Beneficial impact on cardiovascular risk profile of water buffalo meat consumption. **European Journal of Clinical Nutrition**. 64, 1000-6. 2010.

GUERRERO-LEGARRETA, I. *et al*. El búfalo de agua, versatil y rústico como productor de carne. Agro Meat. Buenos Aires, Argentina.; Febrero: 1-10. 2019.

GUIMARÃES, C.C.C. *et al*. Termorregulação em bubalinos submetidos a duas temperaturas de ar e duas proporções de volumoso:concentrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, p. 437-443, 2001.

HARVEY, D. Some aspects of the importance of buffaloes as farmstock. **Nutrition Abstract and Reviews,** Farnham Royal, v. 33, p. 931-936, 1963.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?utm_source=landing&utm_medium=explica&utm_campaign=producao_agropecuaria&t=resultados. Acesso em: 10 de junho de 2022.

JOELE, M. R.S. P. *et al*. Meat quality of buffaloes finished in traditional or silvopastoral system in the Brazilian Eastern Amazon. **Journal of the Science of Food and Agriculture**; 97: 1740–1745, 2017.

JORGE, A. M. Produção de carne bubalina. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 29, n. 2, p. 84-95, 2005.

JOSET, W. C. L. *et al*. Thermoregulatory responses of female buffaloes reared under direct sunlight and shaded areas in the dry season on Marajó island, brazil. **Acta Scientiarum – Animal Sciences**, v. 40, 2018.

KUMAR SINGH, P. *et al*. Effect of calf suckling dummy calf used and weaning on milk ejection stimuli and milk yield of Murrah buffaloes (Bubalus bubalis). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 6, n. 6S, p. 1, 2017.

KUMAR, V. S. *et al*. Effect of heat stress on production and reproduction performance of buffaloes-A review. **Pharma. Innovat**, v. 7, n. 4, p. 629–633, 2018.

LEON, A. F.; SANCHEZ, J. A.; ROMERO, M. H. Association between attitude and empathy with the quality of human-livestock interactions. **Animals**, v. 10, n. 8, p. 1–17, 2020.

LIMA, E. M. L. **Caroço de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) na alimentação de búfalas lactantes em pastejo.** 2017. 55 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, 2017.

LIMA, E. M. *et al*. Intake, digestibility, and milk yield response in dairy buffaloes fed Panicum maximum cv. Mombasa supplemented with seeds of tropical açai palm. **Tropical animal health and production**, v. 53, p. 178, 2021.

LOURENÇO JÚNIOR, J.B; GARCIA, A.R. Panorama da bubalinocultura na Amazônia. In: Encontro Internacional da Pecuária da Amazônia,1., 2008, P.1-45 Belém, PA. Meio ambiente e pecuária. **Anais...** Belém, PA: FAEPA; Instituto Frutal; SEBRAE-PA, 2008.

LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; GARCIA, A. R. Produção animal no bioma amazônico:

atualidades e perspectivas. **Anais...** João Pessoa: Simpósio da 43ª Reunião Anual da SBZ, 2006. p. 42-60.

LUZ, P. A. C.; ANDRIGHETTO, C. Características da carne bubalina e benefícios da maturação sobre a sua qualidade. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 11, n. 4, p. 413-420, 2013.

MARQUES, L.C. *et al*. Productive characteristics in dairy buffalo (Bubalus bubalis) in the Eastern Amazon. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 3, p. 947-954, 2020.

MARAI, I. F. M.; HABEEB, A. A. M. Buffaloes' reproductive and productive traits as affected by heat stress. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 12, n. 2, p. 193–217, 2009.

MARAI, I. F. M.; HAEEB, A. A. M. Buffalo's biological functions as affected by heat stress – A review. **Livestock Science**, v. 127, n. 2–3, p. 89–109, 2010.

MASUCCI, F. *et al*. Performance and immune response of buffalo calves supplemented with probiotic. **Livestock Science**, v. 137, n. 1–3, p. 24–30, 2011.

MARQUES, C. S. S. *et al*. Perfil dos consumidores da carne de búfalo, em Belém, Pará, Brasil. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 9, n. 2, p. 126-133, 2015.

MATOS, L.B. *et al*. Conforto térmico e taxas de concepção em búfalas criadas na Amazônia Oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 17., 2007, Curitiba, PR. **Anais...** Belo Horizonte, MG: CBRA, 2007.

MENDOZA, A. B.; MACÍAS, A. G. A.; ROJAS, D. M. Desempeño productivo de los búfalos y sus opciones de desarrollo en las regiones tropicales. **Sociedades Rurales, Producción Y Medio Ambiente**, v. 19, n. 38, 2019.

MBUTHIA, E. W. *et al*. Effect of treatment with formaldehyde and formic acid on immimoglobulin content of stored bovine colostrum. **Animal Feed Science and Technology**, v. 67, n. 4, p. 291–298, 1997.

MORA-MEDINA, P. *et al*. Imprinting, Sucking and Allosucking Behaviors in Buffalo Calves. **Journal of Buffalo Science**, v. 7, n. 3, p. 49–57, 2018.

MORAES JÚNIOR, R. J. *et al*. Efeito de sistemas silvipastoris no conforto térmico e nos índices zootécnicos de bezerros bubalinos criados na Amazônia Oriental. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 4, n. 8, 2009.

NAPOLITANO, F. *et al*. The behaviour and welfare of buffaloes (Bubalus bubalis) in modern dairy enterprises. **Animal**, v. 7, n. 10, p. 1704–1713, 2013.

OLIVEIRA, W. F. *et al*. Production, chemical composition, and economic viability of Minas Frescal cheese from buffaloes supplemented with açai seed. **Tropical Animal Health and Production,** v. 52, p. 2379–2385, 2020.

OLIVEIRA, L.S.M. *et al*. Water buffaloes (*Bubalus bubalis*) only have A2A2 genotype for beta-casein. Tropical Animal Health Production, v. 53, n. 145, 2021.

OLIVEIRA, J. P. F. *et al*. Buffalo behaviour at milking parlor in relation to production rates and adaptability to the environment: A review. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 1, n. 1, p. 21–30, 2013.

OLIVEIRA, K.C.U. *et al*. Supplemental feeding for buffaloes with agroindustry by-products on silvopastoral system in Brazilian eastern Amazon. **Revista Veterinaria**, 21: sup. 1, 2010.

PACHECO, N.A.; BASTOS, T.X. **Boletim agrometeorológico 2006 – Belém, Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007, 34p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 300).

PANTOJA, M. H. DE A. *et al*. Assessment of indices of thermal stress indicators among male buffaloes reared in the eastern Brazilian Amazon. **Acta Scientiarum – Animal Sciences**, v. 40, 2018.

PANTOJA, M. H. A. *et al*. Respostas fisiológicas e adaptabilidade de bubalinos ao clima equatorial amazônico. Rev. Acad. Ciênc. Anim. 2018;16:7-13

PAUL, S. S.; LAL, D. **Nutrient Requeriments of Boffaloes**. Delhi Satish Serial Publishing House. 2010, p. 137.

PEIXOTO JOELE, M. R.S. *et al*. Sistemas silvipastoril e tradicional na Amazônia Oriental – produção e qualidade da carcaça e carne de búfalos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2457-2464, set./out. 2013;

POLIKARPUS, A. *et al*. Effect of pre-partum habituation to milking routine on behaviour and lactation performance of buffalo heifers. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 161, n. 1, p. 1–6, 2014.

PURSLEY, J. R; KOSOROK, M. R; WILTBANK, M. C. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. **Journal Dairy Science**, v. 80, n. 2, 1997. p. 301-306.

RATNAKARAN, A. P. *et al*. Behavioral Responses to Livestock Adaptation to Heat Stress Challenges. **Asian Journal of Animal Sciences**, v. 11, n. 1, p. 1–13, 2016.

RHODES, F. M. *et al*. Effect of treatment with progesterone and estradiol benzoate on ovarian follicular turnover in postpartum anoestrus cows and which have resumed oestrus cycle. **Animal Reproduction Science**, v. 69, 2002. p. 139-150.

SALTALAMACCHIA, F. *et al*. Human and animal behaviour in dairy buffalo at milking. **Animal Welfare**, v. 16, n. 2, p. 139–142, 2007.

SÁVIO, J. D. *et al*. Effects of induction of low plasma progesterone concentrations with a progesterone-releasing intravaginal device on follicular turnover and fertility in cattle. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 98, 1993. p. 77-84.

SCHÜTZ, K. E. *et al*. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: Shade use, behaviour, and body temperature. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 116, n. 1, p. 28–34, 2009.

SHAHIN, G. *et al*. Productive performance of buffalo calves fed different levels of milk replacer. **Egyptian Journal of Nutrition and Feeds**, v. 21, n. 2, p. 303–318, 2018.

SHAKYA, A.; ROY, B.; BAGHEL, R. P. S. Effect of soymilk as partial milk replacer on feed intake and growth performance on Murrah buffalo calves. **Buffalo Bulletin**, v. 36, n. 3, p. 537–546, 2017.

SILVA, J. A. R. *et al*. Hormonal changes in female buffaloes under shading in tropical climate of eastern Amazon, Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 1, p. 44–48, 2015.

SILVA, D. C.; PASSINI, R. Physiological responses of dairy cows as a function of environment in holding pen. **Engenharia Agricola**, v. 37, n. 2, p. 206–214, 2017.

SILVA, S. L.; NARDI JUNIOR, G. Produção de derivados bubalinos e mercado consumidor. **Tekhne e Logos**, Botucatu, SP, v. 5, n. 1, Abril – Julho, 2014.

SINGH, P. K. *et al*. Influence of weaning on growth, health and behaviour of Buffalo (Bubalus bubalis) calves. **Indian Journal of Animal Research**, v. 53, n. 5, p. 680–684, 2019.

SOUZA, L. B. *et al*. Taxa de prenhez em vacas búfalas submetidas à IATF, utilizando protocolos Ovsynch plus ou progesterona. In: **II Simpósio Internacional de Ambiência na Produção Animal Sustentável – SIAPAS**, Lavras. II SIAPAS, 2019.

SHEIKH, P. A.; FRANK D. MERRY, F. D.; MCGRATH, D. G. Water buffalo and cattle ranching in the Lower Amazon Basin: Comparisons and conflicts. **Agricultural Systems,** v. 87, p. 313–330, 2006.

STOCK, A. E.; FORTUNE, J. E. Ovarian follicular dominance in cattle: relationship between prolonged growth and the ovulatory follicle and endocrine parameters. **Endocrinology**, v. 132, 1993. p. 1108-1114.

TAVEIRA, R. Z. *et al*. Avaliação da tolerância ao calor em búfalas leiteiras da raça Murrah. **Espacios**, v. 38, n. 18, p. 15-22, 2017.

THOMAS, C. S. *et al*. Mammary cisternal size, cisternal milk and milk ejection in Murrah buffaloes. **Journal of Dairy Research**, v. 71, n. 2, p. 162–168, 2004.

VALE, W. G. *et al*. Buffalo under threat in Amazon Valley, Brazil. **Buffalo Bulletin**, v. 32, n. 1. 2013

VALE, W.G. **Zyklus, Dauer und Symptome der Brunst sowie Zeitpunkt der ovulation bei Wasserbueffelkuehen (Bubalus bubalis) auf der Marajó-Insel**. 1983. 99f. Dissertation (Doutorado) – Tieraertzlichen Hochschule Hannover, Hannover, 1983.

VALE, W.G. Enhancing the puberty in buffalo heifers. In: **International Congress on Animal Reproduction**, 14th, 2000, Stockholm. Stockholm: ICAR, 2000. v. 1, 271 p.

VALE, W. G. & RIBEIRO, H. F. L. Características reprodutivas dos bubalinos: puberdade, ciclo estral, involução uterina e atividade ovariana no pós-parto. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, 29, p. 63-73, 2005.

VALE, W.G. *et al*. Biometria do sistema genital de búfalos (Bubalus bubalis). **Arq Esc Vet UFMG**, v. 34, p. 193-202, 1982.

VALE, W. G. *et al*. Inseminação artificial em búfalos (*bubalus bubalis*) na região amazônica. In: **XIX CONG. BRAS.,** 1984, Belém-Pará. XIX Cong. Bras. Med. Vet. Belém: XIX Cong. Bras., v. 1. 1984.

VALE, W.G.; WEITZE, K.F.; GRUNERT, E. Estrous behaviour and ovarian function in water buffalo cows (Bubalus Bubalis) under Amazon condictions. In: **International Congress on Animal Reproduction and AI, 10th**, 1984. Proceedings Urbana, IL: ICAR, v. 2, p. 154-156, 1984.

VALE, W. G. *et al*. Studies on the reproduction of water buffalo in the Amazon basin. Livestock in Latin America. Vienna: **International Atomic Energy Agency**, 1990. p. 201-210.

VALE, W.G. *et al*. Semen freezing and artificial insemination in water buffalo in the Amazon valley. **Buffalo J,** v. 7, p. 137-144, 1991.

YADAV, B. *et al*. Effect of misting and wallowing cooling systems on milk yield, blood and physiological variables during heat stress in lactating Murrah buffalo. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 58, n. 1, p. 2, 2016.

ZANINE, A. M. *et al*. Grazing behavior of Holstein x Zebu lactating cows in pastures of *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria decumbens*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 59, n. 1, p. 175–181, 2007.

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_016

16. RECOMENDAÇÕES DE INSTALAÇÕES ZOOTÉCNICAS PARA CRIAÇÃO DE RUMINANTES NA AMAZÔNIA

Perlon Maia dos Santos[1]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, Parauapebas, Pará

1. Introdução

A partir do momento da domesticação dos atuais animais de interesse zootécnico, passou-se a demandar instalações para abrigo, manejo e contenção animal. As instalações rurais evoluíram com as técnicas construtivas e surgimento de novos materiais de construção e controle ambiental. Atualmente se acumula muita informação, técnicas e tecnologias voltadas as instalações zootécnicas, mas ainda há pouco emprego de inovações à campo na região amazônica.

Instalações mal planejadas são ineficientes, do ponto de vista econômico e funcional, ao passo que instalações bem elaboradas, com base nas necessidades de animais de produção e homens, podem elevar a produtividade. É de conhecimento comum que a substituição de manejos tradicionais em instalações com dimensões e formas inadequadas, por manejos em instalações tenrificadas, podem elevar a produtividade de animais de valor genético, alterando-se pouco os demais fatores. Exemplo clássico é observado na produção de leite.

Instalações bem planejada e dimensionadas, prezando por bem-estar animal e ergonomia de trabalhadores, geram menos estresse, maior eficiência de trabalhadores e produtividade dos animais. Eficiência e produtividade podem dobrar ou triplicar em função das instalações. Isso, para região amazônica é mais um fator que contribui para redução do desmatamento, pois a produtividade pode ser elevada sem abertura de novas áreas. Ainda, boas condições de trabalho rural e remuneração podem reduzir as migrações do campo para as cidades.

Fatores limitantes a disseminação e emprego de instalações modernas e eficientes em toda região amazônica, podem ser o custo e desconhecimento das vantagens e potenciais de retorno financeiro. Os produtores rurais precisam gerar demandas que estimulam o mercado e impactam na redução dos preços dos produtos relacionados às edificações rurais. É preciso calcular o custo real de uma instalação, quando e como ela se paga, e qual o real retorno financeiro. Isso não é simples e genérico, devendo ser dimensionado em cada caso.

Todavia, adoção de instalações extremamente modernas, de última geração e de elevando investimento tecnologia e financeiro, não dão por si só, garantias de lucratividades. Os sistemas de produção na região amazônica não precisão apenas de instalações para serrem sustentáveis e rentáveis, mas necessitam

adentrar o século 21, visando o futuro, com a automação dos processos de produção e indústria rural 4.0. Aspectos de comportamento e bem-estar animal, durabilidade e sustentabilidade das construções e operacionalidade para trabalhadores devem ser considerados em projetos de instalações zootécnicas. Este capítulo apresenta dimensionamentos, formas e geometria, além de materiais, que podem ser usados em instalações zootécnicas na região amazônica, para melhorar os processos de produção animal.

2. Recomendações de locais para construções de instalações rurais na região amazônica

2.1 Acessos

Toda instalação zootécnica funcional tem grande fluxo de animais, tratadores, técnicos, máquinas e/ou insumos. Isso demanda que as vias de acesso, garantam tráfego ao longo de todo ano agrícola. Dessa forma, deve-se escolher localizar as instalações em pontos que o terreno permita o trânsito de caminhões e máquinas agrícolas ao longo do ano e que garanta suas manobras. Deve-se evitar estradas que passam diretamente por riachos e várzeas e solos hidromórficos. No caso de impossibilidades, deve-se dar atenção especial ao projeto da via, considerando os períodos chuvosos e as enchentes. Outro ponto crítico que deve ser observado é quanto ao declive do terreno que recebe a estrada. Greides com rampas muito inclinadas devem ser evitadas. A rampa máxima de uma estrada depende da velocidade projetada. Normalmente, em ramos (vicinais), da região, deve-se trafegar em velocidade de 40 a 60 km/h. Isso define uma rampa máxima de 4 a 8 %. Para tal, aterros ou cortes devem ser considerados no projeto. Inclinações superiores a 10% são desaconselháveis. Sempre que a rampa tiver mais de 6% de inclinação deve-se proceder a cascalhamento da via com 20 cm de espessura do material. Já o declive transversal deve ser de 3 a 4% para facilitar o escoamento das águas (BRASIL, 2010).

A Amazônia legal apresenta diversidade de solos com teores de argila de médio a alto (mais de 30% de argila). Os tipos de solos e os regimes pluviométricos permite a formação de atoleiros e lamaçais. Desta forma, ao alocar uma instalação rural, o projetista deve estudar o solo onde a via de acesso será aberta. O levantamento para o projeto de vias de acesso rurais também deve ser conduzido no período chuvoso, evidenciando pontos de alagamentos e cheias de córregos, riachos e rios. Atenção especial deve ser dada a construção de bueiros e pontes. É preciso considerar o volume de água de uma bacia ou micro bacia, a captação e precipitação média (média das máximas), para se prever a vazão. As estruturas construídas devem funcionar com 70% da capacidade máxima, das máximas enchentes. O projeto de acesso a uma instalação rural deve considerar realocação de trechos, quebra de barranco, suavização de taludes, correções e revestimento primário de leitos e construção de caixas dissipadoras de energia hidráulica e de retenção (CAMILO, 2007).

2.2 Transporte de insumos e produção

As Instalações rurais fazem parte de um quadrilátero, juntamente com melhoramento genético animal, nutrição animal e sistema de produção. Ao planejar uma instalação para exploração de determinada atividade, deve-se ter atenção às características comerciais e

socioeconômicas-culturais da região. É preciso saber se a região é atendida com os materiais destinados à construção e manutenção da instalação, bem como mão-de-obra qualificada (TOMASELLI, 2004). Da mesma forma, deve-se avaliar a disponibilidade de insumos destinados à produção animal, como ingredientes e/ou rações, animais ou qualquer outro insumo indispensável ao gênero de atividade de produção (LIMA, 2018).

Deve-se considerar em todo projeto a comercialização do produto. Estudar a logística de produção de um item pecuário é fundamental na determinação das estruturas de instalações que devem ser construídas. Edificar uma instalação cara, complexa e até mesmo tecnológica não garantirá êxito da produção se não houver fornecimento de insumos e fluxo da produção. Logo, não adianta construir uma sala de ordenha modelo carrossel, climatizada e robotizada, de 24 conjuntos para 150 vacas horas e 6.000 litros em 3 ordenhas dia, se na região não existir um grande laticínio, animais compatíveis com as condições edafoclimáticas, disponibilidade de alimentos e todos insumos necessários ao funcionamento da atividade. A instalação contribuirá para permitir a máxima eficiência das tecnologias de genética e nutrição (LIMA, 2018).

2.3 Tipos de solos e relevos

Os terrenos amazônicos elegidos para levantar uma edificação rural devem ser firmes, bem drenados e pouco compressíveis. A resistência mínima a tensão admissível (compressão) do solo deve ser de pelo menos 2 kgf cm² para solos arenosos, siltosos ou argilosos. Deve-se evitar solos macios, turforsos, hidromórficos, com lençol freático raso. Edificações em terrenos sem aptidão para construções tendem a demandar fundações profundas e caras, além de material de aterro. Construções rurais em solos com limitações físicas encarecem a construção e só tendem a ser viáveis onde o preço da terra é elevado. Nas zonas rurais da região amazônica, onde há, normalmente, maior oferta de m² de área para construir e menor preço da terra, o mais viável é escolher áreas com solos adequados às edificações e com boa acessibilidade. (SOUZA, 1997; LIMA, 2018).

Um ponto crítico na escolha de um local para uma edificação rural é o relevo do terreno, que na região amazônica pode ser bem acidentado e mal drenado. O relevo está relacionado ao tipo de solo e drenagem, e afeta a acessibilidade e a infraestrutura da instalação. Relevos ondulados, movimentados, acidentados, mal drenados vão demandar trabalhos de terraplanagem com cortes e ou aterros no terreno, e isso encarece toda e qualquer obra. Outro ponto que pode ser prejudicado é o abastecimento de água e drenagem. Com raríssimas exceções, como no caso da construção de apriscos de piso suspenso, o terreno para construções rurais deve ter relevo suave. Declives de até 5% são preferíveis e planícies/planaltos bem drenadas são indicadas (OLIVEIRA, 2011). Orientações gerais podem ser observadas na Figura 1. Instalações construídas em partes de topossequências acidentadas no bioma amazônico, como pedimento/várzea encosta e ombro, podem sofrer com ações enxurradas/alagamentos, erosão e problemas de ventilação.

2.4 Localizações e distanciamentos

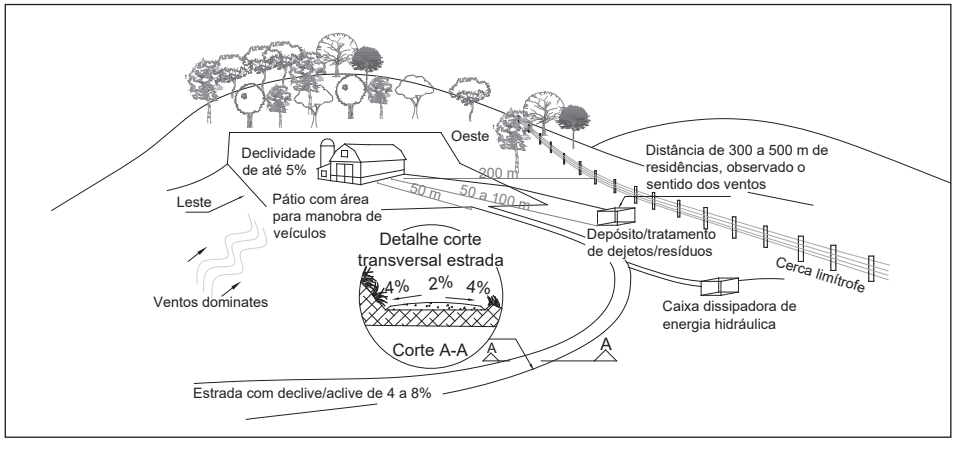
Além da escolha do local de uma construção em função do acesso, tipo de solo e relevo, deve-se atentar também para a circunvizinhança da área. As instalações

precisam ser alocadas em pontos estratégicos dentro da propriedade rural, considerando edificações anexas para funcionamento da instalação principal, habitações de funcionários e conexão com outras áreas da propriedade. De modo geral não se deve construir nos limites da propriedade, em área que sofra efeito de eventos de propriedades vizinhas, como queimadas e aplicações de defensivos agrícolas. Distâncias mínimas de 100 a 200 metros dos limites periféricos são ideais. Outro ponto importante é o distanciamento das instalações às rodovias, que devem ser de no mínimas de 50 metros (LIMA, 2018). Orientações gerais podem ser observadas na Figura 1.

Animais ruminantes mantidos em instalações geram dejetos que se acumulam. Esses resíduos podem ser tratados na propriedade, em instalações específicas, ou removidos. Durante a acumulação e tratamento os dejetos podem emitir odores, atrair insetos e emanar fluídos. Assim, fossas sépticas, lagoas, esterqueiras e similares devem se distanciar de 50 a 100 da instalação dos animais e de 300 a 500 metros das habitações residenciais. Estas, deve ser orientadas de forma que os ventos dominantes não atinjam as habitações humanas após ter passado pelas instalações e zona de manejo de dejetos (LIMA, 2018). Orientações gerais podem ser observadas na Figura 1.

Por fim, deve-se atentar para não construir instalações rurais em áreas de preservação permanente e reservas. Estas áreas poderem ser instáveis e encarecer a parte de preparo do terreno e fundação. Deve-se também considerar as distâncias das instalações até cursos d'água. As faixas marginais de cursos perenes e intermitentes (matas ciliares) variam em função da calha do leito regular, e não devem receber instalações. É comum na região, a existência de cursos d'água com largura inferior a 10 m, o que já demanda faixas de 30 m. Essa faixa aumenta à medida que se alarga o curso d'água até 500 m (BRASIL, 2012).

Figura 1 – Orientações de posicionamentos, espaçamentos, acessos e direções de construções rurais em relação ao ambiente



3. Recomendações de construções de currais para bovinos na região amazônica

3.1 Componentes e materiais empregados na construção de currais

Os principais compartimentos de um curral, tradicional ou antiestresse, são: curraletes, seringa, tronco coletivo, tronco individual, balança, apartador e embarcador. Essas estruturas podem possuir diferentes componentes, e isso varia em função da fonte/forma de aquisição ou construção da estrutura. Por exemplo, o embarcador pode ser composto ou não com passarela; o tronco individual pode ser integrado ou não com balança digital; o troco pode ter componentes de guilhotinas duplas ou não, ser constituído de kit castrador, laterais ergonômicas, cambão travador e travessas laterais removíveis; e assim por diante. A escolha dos componentes de uma estrutura deve ser feita com base no custo benefício e principalmente em função do sistema de produção e as necessidades impostas. Arranjos gerais podem ser observados na Figura 2.

Currais com estruturas super ou subdimensionadas, são ineficientes. É preciso definir bem a natureza da exploração para determinar o tipo de componentes do curral. O curral para uma fazenda de recria de bovinos pode abrir mão de tronco com laterais móveis anatômicas, mas, pode requerer um tronco com acionamento pneumático. Já em uma propriedade de cria, o bem-estar animal pode ser melhorado com um tronco com laterais móveis anatômicas ao invés de guilhotinas (LIMA, 2018).

Os materiais empregados na construção de currais na região amazônica variam em função do tipo de curral, nível tecnológico, preço e disponibilidade de materiais e mão de obra (TOMASELLI, 2004). Historicamente os currais são feitos de madeira de lei (árvores de cerne lignificado), como aroeira, candeia, itaúba, sucupira, acapu, ipê, dentre outras. Essas madeiras podem ser encontradas em várias partes da região amazônica, mas, em localidades específicas, já se verifica escassez.

Uma opção para reduzir o uso de madeira é a construção de currais com os palanques (esteios ou colunas) e 'réguas' superiores de travamento, de concreto armado. Neste caso a madeira é empregada apenas nas porteiras e fechamentos dos vãos do eixo de serviço. O fechamento das laterais dos curraletes, corredores e embarcador, é feito normalmente com cordoalha em currais tradicionais, e placas de concreto em currais antiestresse. O uso de peças de concreto aumenta a durabilidade e reduz o trabalho com manutenções e tratamentos de madeiras.

Para o fechamento dos lances dos currais, tem-se, em substituição a madeira, a possibilidade do uso de cordoalhas (tipo de cabo composto de fios trançados). Para esse fim, a recomendação é a utilização de cordoalhas de 5 a 7 fios, galvanizados (com cobertura de Zn) com carga de ruptura acima de 2.000 kgf e até 12 pernas presas por parafuso de olhal roscado (BELGO, 2012).

De modo geral, currais de concreto ou de madeira tratada oriunda reflorestamento e cordoalhas, de geometria elíptica ou circular, são indicadas para construção de currais na região amazônica.

3.2 Especificações e dimensio-namento de currais

A construção de um curral deve ser embasada em recomendações técnicas de dimensionamento. A escolha do tamanho,

tipo, áreas, comprimentos e larguras de compartimentos, deve ser escolhida com base científica para garantir bem-estar animal, proteção aos manejadores e eficiência. Currais não precisam ser dimensionados para abrigar todo rebanho; currais muito grandes tendem a ser de difícil manejo. Quando há grande número de animais é aconselhável construir currais de depósito ou 'mangas' anexas. No cálculo da capacidade de lotação do curral deve-se considerar como espaço para depósito apenas os curraletes. As áreas do eixo de serviço não devem contabilizar para acolhida dos animais. Orientações gerais podem ser observadas na Figura 2.

Para diferentes demandas existem diferentes tipos de currais. Há plantas de currais para até 100 animais (curral Aguirre); de 200 a 300 animais (curral Água Amarela); 500 animais (curral Saladino); até 600 animais (curral Stanley ou alta performance). A escolha por uma determinada planta deve ser feita com base na real demanda de espaço e de animais a serem manejados por dia, e dos custos da instalação. Lembrar-se que curral não é estábulo, confinamento, área de espera ou de descanso.

As principais recomendações de dimensionamento à serem adotadas para garantir a racionalidade e funcionalidade são: 2 m² por animal adulto alojado em curralete; 1,2 a 1,5 m² por animal alojado na seringa, sendo esta com área total entre 12 a 18 m², devendo haver lotação de ¾ da capacidade; 1,5 m linear por animal adulto no troco coletivo, sendo este com comprimentos entre 8,0 a 12,0 m (devendo haver filas de 8 a 12 animais); tronco troncocônico, de base com largura inferior de 0,45 m e largura superior de 0,90 m, altura das cercas de 1,80 m; cercas divisórias internas de 2,00 m de altura, e cercas limítrofes de 2,30 m de altura; 4 m de comprimento de embarcador, com rampa de 1,2 m de altura, 0.80 m de largura e cerca de 1,80 a 2,00 m e altura (TEIXEIRA NETO; COSTA, 2006).

As cercas devem ser feitas com palanques de 18 a 25 cm Ø, enterrados a uma profundidade mínima de 1 m, distando de 2,00 a 2,50 m. Quando o fechamento dos lances ocorrer com réguas de madeira, estas devem ser em número de 5 a 7 peças, com dimensões de 0,16 a 0,20 m de largura por 0,04 m de espessura. Quando o fechamento for de cordoalha deve-se seguir a recomendação no item anterior.

3.3 Aspectos construtivos para funcionalidade e bem-estar, humano e animal

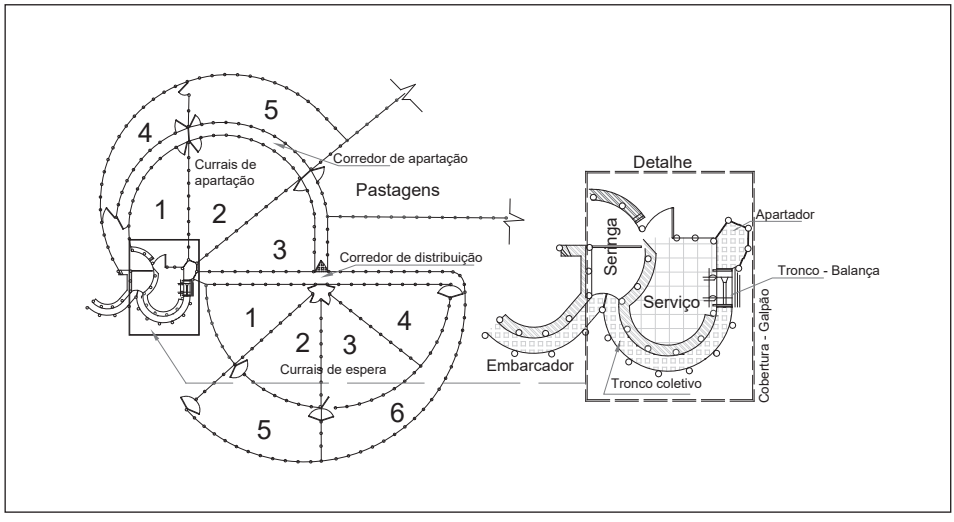
Currais de manejo necessitam de um galpão para proteção da área de serviço. Essa estrutura pode ser erguida com madeira, concreto ou metal, mas precisa ter pelo menos 4 m de pé direito e estrutura de cobertura compatível com o tipo de telha da vedação. Telhas cerâmicas exigem maior declive das águas, o que aumenta o pendural e o material para tesoura e trama. Para telha de fibrocimento ou metal ocorre o inverso (BORGES, 2009).

A largura e comprimento do galpão são bastantes variáveis em função da presença de estruturas como balança e tronco individual, e, comprimento do tronco coletivo. Galpões de 4 a 6 m de largura e de 10 a 16 m de comprimento apresentam boa operacionalidade. Deve haver luminosidade na área e no eixo de serviço (KRIMBERG; ZAINER, 2003). Os animais podem recusar-se mais a sair da seringa clara e entrar no tronco coletivo escuro; nesse caso pode-se utilizar lâmpadas ou telhas acrílicas, ou ainda

estender o galpão por parte da seringa (GRANDIN, 1989)

Para melhor praticidade e higiene a área de serviço deve ser cimentada. Pode-se utilizar piso de concreto simples. Ainda, pela intensidade de pisoteio dos animais, a seringa, o tronco coletivo e o embarcador deve ter piso de concreto simples com ranhuras ou fresado de 1 cm de largura e 0,6 cm de profundidade em formato de losangos (KRIMBERG; ZAINER, 2003) ou de borracha com agarradeiras. Ainda, no tronco coletivo, deve-se prover portas laterais horizontais salva vidas no lado posterior da área de serviço. Orientações gerais podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2 – Croqui esquemático de curral de apartação, manejo e área de serviço, como proposta para atendimento de questões de segurança e bem estar de operadores e animais, racionalidade e funcionalidade



4. Recomendações de cons-truções de confinamentos para bovinos na região amazônica

4.1 Áreas de confinamento

Os sistemas de produção intensiva de ruminantes possuem vários aspectos que se diferenciam dos tradicionais sistemas de animais criados a pasto, mas uma das principais diferenças é a forma de abrigo dos animais, que são mantidos normalmente confinados, ou em alguma modalidade similar. Para esse confinamento (clausura ou isolamento do ambiente natural) é necessário a adoção de instalações específicas para acomodação dos animais (KRIMBERG; ZAINER, 2003) de forma a manter-se o mínimo de bem-estar animal, funcionalidade, logística e manejo (LEE, 2013). Os confinamentos são extremamente dinâmicos e intensos, e sua feitura deve considerar os tópicos de 1.1 a 1.4 deste capítulo.

A área de um confinamento é logicamente variável em função do projeto quantitativo de animais alojados, sendo que este ponto também influenciará nas dimensões e volumes das áreas de alimentação e engorda (KRIMBERG; ZAINER,

2003). Especificamente, no setor de engorda de um sistema convencional de confinamento, uma área de 1 hectare pode ser suficiente para abrigar de 200 a 400 animais. As variações se dão em função dos animais (categorias), terreno e tecnificação das instalações, como coberturas e pisos. Normalmente, um animal pode requerer de 15 a 50 m² de área em currais de engorda descoberto e de chão batido. A recomendação de multiplicação do fator 1,2 pela quantidade de arrobas do animal tende a gerar recomendações acertadas de espaçamento em m². As densidades podem aumentar, como em confinamentos cobertos e de piso concretado, onde pode-se ter de 4 a 10 m² por animal (THOMPSON; ALLE, 1974; KRIMBERG; ZAINER, 2003). Na região amazônica, se o confinamento se restringir ao período seco, a área pode ser de 25 m²/animal (MONTELLI, 2019). Se a estadia dos animais se prolongar no período das chuvas a densidade deve ser diminuída para 50 m²/animal.

4.2 Especificações de materiais e dimensionamento de currais de engorda

Além das especificações de acessibilidade, localização e relevo, é salutar indicar que terrenos específicos para instalações dos currais de engorda, com piso de chão batido, devem ter declive de 3 a 5%, devendo este ser construído, se não ocorrer natural, para facilitar o manejo sanitário e promover o bem-estar animal. Ainda, dentro de cada curral, deverá ser construída uma calota esférica, com declive de 5 a 10%, movimentando o solo para que haja uma ondulação (montículo) no centro do curral e que águas pluviais escorram a partir deste para as laterais do curral e sejam drenadas para fundo deste. Nas laterais podem existir canaletas de drenagem, margeando a cerca limítrofe do curral em direção ao fundo com 1% de declividade (KRIMBERG; ZAINER, 2003; BRANCO, 2014). Proposta com orientações e dimensionamento geral pode ser observada na Figura 3.

Os currais devem ter capacidade para abrigar de 50 a 120 animais, e não mais que isso. Quando se confina animais jovens pode-se aumentar o tamanho dos lotes. Para animais adultos não se deve formar lotes de mais de 120 animais. Considerando os tamanhos dos lotes e a área ocupada por cada animal, pode-se determinar a geometria do curral. Os animais devem ter espaço para se deitar com a cabeça apoiada no ombro, pois os animais ficam até 50% do tempo deitados; são de 10 a 15 períodos por dia, com duração de até 60 minutos (KRIMBERG; ZAINER, 2003).

Para a construção dos currais de engorda, considerando os fatores já mencionados no item 3,2 deste capítulo, pode-se empregar palanques (estacas de pelo menos 3,00 m de comprimento com Ø superior a 20 cm) de eucalipto tratado. Isso, para que se tenha cerca com pelo menos 1,80 m de altura, com peças cravadas a 1,20 m de profundidade (pode variar em função do terreno), para que a contenção esteja ao nível da pressão que os animais podem exercer. Mourões (esticadores) devem ser munidos de travesseiros e mortos. Para o fechamento dos lances pode-se utilizar réguas de madeira (tábuas de 20 cm de largura por 4 cm de espessura), ou cordoalhas (mais viáveis na região e de melhor operacionalidade). No caso do uso de réguas deve-se empregar de 5 a 6 peças parafusadas ou encaixadas nos palanques. Para o fechamento com cordoalhas deve utilizar de 8 a 12 cabos de 5 a 7 fios. A construção dos corredores deve ser feita com materiais similares aos currais (EUCLIDES FILHO, 2002).

4.3 Disposição de compartimentos e acessos

Os currais de engorda devem ter acesso ininterrupto ao centro de manejo e setor de alimentação. Estes acessos precisam ser, preferencialmente, cascalhados e possuir boa drenagem. De preferência os currais devem ficar à jusante do setor de alimentação (área limpa) e à montante de esterqueiras ou lagoas de sedimentação. Dever ser anexo, ao mesmo nível, do curral de manejo. A orientação dos currais pouco afeta os animais (KAZAMA, 2008). Esse setor pode ter cercas vivas em seu perímetro e deve manter a distância mínima de cursos de água, observando a legislação quanto a distanciamento e larguras de faixas ciliares. Deve-se evitar posicioná-los em locais com ventos canalizados, devido a velocidade que os ventos podem atingir e os odores que podem ser carregados para zonas urbanas.

Um bom layout de disposição dos currais de engorda para a região é construí-los em dois blocos frontais, com as linhas de cocho dando acesso a um corredor central de alimentação. O fundo de cada bloco de currais dá acesso ao fundo de outro bloco, que faz frete a outro corredor central (CARDOSO, 1996). Proposta com orientações e dimensionamento geral pode ser observada na Figura 3.

4.4 Cochos, bebedouros, pisos e coberturas

Cochos alimentadores para confinamentos tem grande importância no resultado econômico das atividades. A quantidade é mais importante que o tipo de material do cocho, embora durabilidade e resistência também sejam relevantes (KRIMBERG; ZAINER, 2003). Os cochos não devem ficar exatamente dentro do curral, e sim projetados para o corredor de alimentação. Para isso, conforme já mencionado, deve-se construir a cerca frontal com o suporte triangulo para cordoalha, que permite que o animal apenas projete a cabeça para dentro do cocho.

A área de acesso ao cocho deve ter entre 1,00 a 1,20 m de largura por animal e comprimento variável em função do tamanho do lote de animais. É preciso ter acertada largura ao considerar que todos os animais possam se alimentar ao mesmo tempo, o que evita disputas com animais dominantes. Sempre que a relação local de alimentação/animal for menor que 1 deve-se prover alimentação irrestrita (KRIMBERG; ZAINER, 2003). A linha de cocho deve possuir uma calçada, do lado interno do curral, de concreto simples, com extensão de 3,00 a 4,00 m de largura. Essa calçada deve ter uma declividade de 3 a 5% no sentido do fundo do curral. O cocho também deve ficar assentado/fixado numa superfície cimentada, e, a partir de sua base, deve haver um declive de 2% no sentido do corredor e alimentação. Isso é necessário para evitar a formação de lamaçal (PARAFIN, 2019), que é um dos fatores abióticos que muito prejudica o desempenho ponderal de um lote. Proposta com orientações e dimensionamento geral pode ser observada na Figura 3.

O cocho precisa ter de 60 a 70 cm lineares por animal do lote. Essa recomendação pode ser menor de 40 a 50 cm, caso a dieta tenha menos volumoso. Contudo, a medida que se tem mais concentrado na dieta é preciso mais lugares de alimentação para todos os animais comerem ao mesmo tempo, evitando, disputas, agressões e frustração (KRIMBERG; ZAINER, 2003) A profundidade do cocho deve ser de 50 cm. A abertura (boca) do cocho deve ter de 70 a 80 cm de largura. A base deve possuir 60 cm. A parede do cocho do lado

do animal deve ter 50 cm de altura e a parede do lado do corredor de alimentação deve possuir 70 cm de altura. A altura do fundo do cocho em relação ao nível do terreno deve ser de 50 cm e não se deve ultrapassar os 60 cm, para garantir que o animal coma com a cabeça abaixada (BRANCO, 2014).

A cobertura (telhado) dos cochos pode ser assunto controverso. De maneira geral não se deve acreditar que há apenas uma única forma correta. A cobertura é benéfica, mas pode ser desnecessária. Para a região amazônica, onde há estação seca bem definida, e optar-se por utilizar o confinamento apenas na época seca (de maio a outubro), os cochos podem ser descobertos. Para as regiões onde há chuvas frequentes e/ou intensas, ou quando o confinamento é usado durante o inverno amazônico, é boa opção investir na cobertura dos cochos para preservação dos alimentos, melhor manejo alimentar e consumo de matéria seca pelos animais (BORGES, 2009).

Alguns confinamentos, de pequeno a médio porte, ou mesmo modulares (vários galpões) optam por cobrir totalmente todos os currais de engorda. As principais vantagens são a redução do estresse nos animais, por calor ou excesso de chuva, controle da poeira, eliminação ou diminuição da formação de lama, quando se confina no período das chuvas, melhor aproveitamento da ração e melhorias nas condições de trabalho e logística. (HAGENMAIER, 2016),

Para se obter os benefícios supracitados da cobertura de currais na região amazônica, algumas adequações precisam ser feitas nos tamanhos do currais e lotes de animais, que precisam ser reduzidos à metade, pelo menos. Esses sistemas devem ser construídos com corredor central de alimentação. Os cochos devem ficar fora dos currais, nos corredores, com acesso dos animais por sistema canzis. O galpão, de laterais abertas, pode ser feito com esteios de perfis metálicos ou madeira (eucalipto tratado), e o telhado em duas águas. As construções com peças de concreto pré-moldado são as mais vantajosas. A cumeeira precisa ter de 4 a 5 m de altura, e o pé direito precisa ter 3 m. As telhas podem ser metálicas, de fibrocimento ou termoacústicas (sanduíche), sendo essa última preferível. Pelo menos 2 telhas transparentes, ou área translúcidas, de material acrílico, contabilizando de 8 a 10% da área do piso, deve ser posicionada em cima de cada curral para garantir o mínimo de luminosidade de 150 a 250 lux (BORGES, 2009, KRIMBERG; ZAINER, 2003). As demais recomendações de espaçamentos e materiais permanecem similares ao descrito no item 4.2 deste capítulo.

Independente da cobertura do cocho, se todo o curral não é coberto, como na maioria esmagadoras dos confinamentos, deve-se programar a existência de área sombreada em cada curral. A cobertura pode ser feita na calota esférica (área de descanso dos animais). Ela pode ser erguida com esteios de eucalipto tratado e para sombreamento pode utilizar sombrite monofilamento de 50%. A altura deve ser de 3 m, para permitir a passagem de máquinas. Deve-se dimensionar uma área de 3 m² por animal e o sombreamento não deve atingir o bebedouro (BRANCO, 2014). Proposta com orientações e dimensionamento geral pode ser observada na Figura 3.

Outro item tão importante quanto os cochos são os bebedouros. Assim como para os cochos, a quantidade de bebedouros é mais importante que a forma e o tipo de material, embora a durabilidade e resistência também sejam relevantes.

Os bebedouros devem ser posicionados preferencialmente no fundo dos currais (parte mais baixa), próximo aos drenos (para evitar formação de lama). De modo geral, devem distar pelo menos de 12 m do cocho. Independentemente do tipo e tamanho, os cochos devem ter o chão do seu entorno revestido com calçada de concreto de 3 m de largura. Bebedouros podem abastecer até 2 currais, dependendo do volume e do tamanho do lote, contudo, o ideal é que cada curral tenha seu bebedouro. Também, independente do tipo e tamanho, os bebedouros devem garantir de 3 a 5 cm lineares por animal alojado e ter altura do 'espelho' d'água de até 60 cm (BRANCO, 2014). Proposta com orientações e dimensionamento geral pode ser observada na Figura 3.

Os bebedouros devem ser projetados para atender uma demanda de 40 a 50 L água por animal/dia. A vazão de abastecimento deve ser de no mínimo 5%/minuto do volume estimado de consumo por dia, pois podem ocorrer picos de consumo de até ½ do volume diário em período de 2 a 3 horas por dia. Por final, recomenda-se projetar o reservatório de água com capacidade de abastecer todo o confinamento por período de 3 a 5 dias, caso existam problemas de fornecimento e energia.

Os currais de confinamento podem ter pisos de chão batido, de preferência cascalhados, ou pisos concretados. Para confinamento que alojam animais apenas na época seca, pode-se optar por piso de chão batido cascalhado (KRIMBERG; ZAINER, 2003). Caso o confinamento se estenda para o período chuvoso pode-se optar pelo piso de concreto simples, do contrário a área por animal deverá ser muito grande (pode chegar até 100 m² por animal). Uma alternativa para pisos concretados é a colocação de cama (resíduos vegetais fibrosos-higroscópicos) (HICKEY; EARLEY; FISHER, 2003).

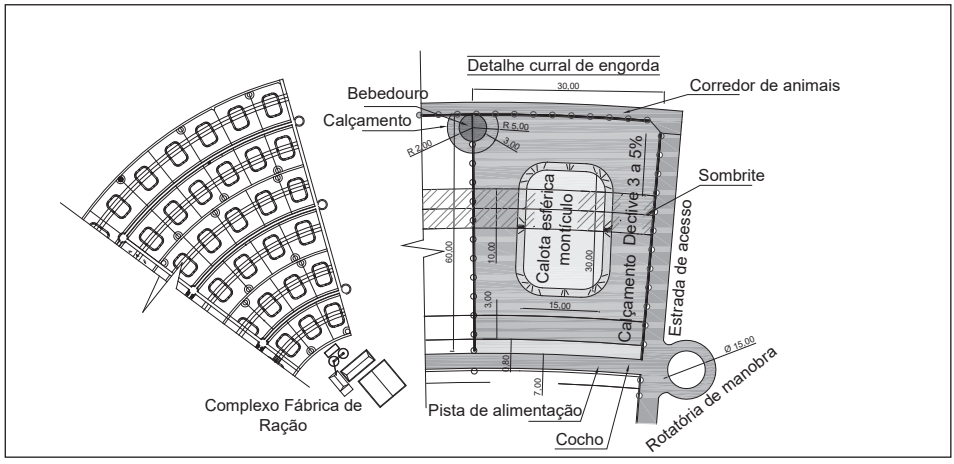
Em solos propensos a formação de lama deve-se revestir toda a área de currais e corredores com uma camada de pelo menos 15 cm de cascalho (sedimento clástico ou detrítico com tamanhos entre 16 e 128 mm), sendo a camada superior, de 3 a 5, cm composta por cascalho fino (tamanhos de 4 a 75 mm). A espessura da camada não deve ser inferior a 10 cm nem superior a 20 cm. Em casos extremos, onde verificar-se a necessidade de aterramentos com camadas superiores a 20 cm, deve-se subdividir em camadas parciais. A espessura mínima de cada camada para compactação deve ser de até 10 cm.

No caso de piso de concreto simples (cimento, areia e brita 0 ou 1), os currais devem ter uma camada de concreto de pelo menos 10 cm, com traço 1:2:2, assentada em leito previamente compactado, com observação aos processos de cura do concreto (BAUER, 2008). O piso não pode ser liso e pode conter ranhura ou fresado de 1 cm de largura e 0,6 cm de profundidade (KRIMBERG; ZAINER, 2003). No caso de concretar os corredores deve se empregar uma camada de 15 cm em função do trânsito de máquinas (NEVILLE; BROOKS, 2013).

Independente do piso o que não deve existir é excesso de lama, e isso pode ser comum em solos amazônicos. A lama força os animais a ficarem mais tempo em pé e isso reduz o tempo de ruminação e consequentemente o consumo e desempenho. Pisos escorregadios reduzem os movimentos de atividades dos animais (KRIMBERG; ZAINER, 2003). Ainda, uma camada de 10 cm de lama pode reduzir a eficiência alimentar em até 8% por animal (MACITELLI, 2018). O oposto da lama também é prejudicial. O excesso de poeira irrita os animais e pode

comprometer seu sistema respiratório. Em confinamento de chão batido, no período da seca, recomenda-se o uso de aspersão nos horários mais quentes, de umidade baixa e solo seco e/ou quando há maior atividade dos animais.

Figura 3 – Proposta de planta de locação de currais de engorda para confinamento de bovinos e detalhe de aspectos dimensionais e construtivos de curral



5. Recomendações de cons-truções de aprisco na região amazônica

5.1 Localização e orientação de apriscos

A região amazônica possui potencial, também, para a produção de caprinos e ovinos, contudo, atualmente, possui rebanho e taxa de desfrute inferior às regiões nordeste, sul e sudeste. Existem vários fatores para isso, dentre eles, a menor tradição dos produtores da região norte para essa atividade. Vários produtores da região amazônica criam caprinos e ovinos na forma de 'hobby' ou, como atividade secundária. Pequenos produtores mantêm pequenos rebanhos por questões de segurança alimentar ou reserva financeira. Fatores limitantes ao aumento da eficiência da produção de caprinos e ovinos na região, estão relacionados, também, às instalações zootécnicas (SIMIONI, 2014).

As principais instalações para ovinocaprinocultura são os apriscos e/ou galpões de confinamento e cercas. As demais dependem destas. O aprisco, ou capril, (ainda bodil; depende da espécie e dos animais abrigados) é um galpão para confinamento e/ou abrigo dos animais. O aprisco deve ser posicionado em terreno elevado, seco e bem drenado. Não se deve alocar o aprisco em ambientes úmidos e mal drenados, mesmo que as condições ocorram em apenas um período do ano. A possibilidade de escolha por terrenos arenosos (mais de 50% de areia) ou com concreções (grânulos/conglomerados de 1,00 a 5,00 cm Ø) é benéfica aos animais. Solo argiloso (mais de 30% de argila) ou turfoso (mais de 20% de matéria orgânica), em bacias ou baixadas/várzea, deve ser evitado (VOLTOLINI, 2011).

É aspecto construtivo favorável à edificação de apriscos, que sejam erigidos em ombros/encostas de topossequências (declividades de até 30% ou 70°). Isso

favorece a construção de apriscos com piso suspenso, de modo a tornar a instalação mais salubre e facilitar a coleta de fezes. Nesses casos é possível que seja demandada a implantação de cercas vivas ou quebra ventos para proteção de ventos dominantes (faixa de 5 a 10 m de largura com diferentes extratos arbóreos e/ou arbustivos) (TOMASELLI, 2004). Aqui, atenção deve ser dada para que não haja enxurrada passando pelo aprisco, para que as fezes não sejam arrastadas para áreas de pastejo. Nestes relevos devem ser evitados a construção de apriscos de piso concretado ou chão batido com ou sem baia suspensa.

Outro ponto à ser considerado é o posicionamento do aprisco na parte mais central do sistema de pastos/piquetes (para produções à pasto ou semiconfinamentos). Assim, os acessos, ou corredor central, dos pastos devem convergir para uma área de pátio, comum, na frente do aprisco. Sugestão de acesso ao aprisco é apresentada na Figura 4. Ainda, deve-se procurar posicionar o aprisco na circunvizinhança das habitações de tratadores/colaboradores. Distâncias de até 200 m são aceitáveis. Atenção deve ser dada ao sentido dos ventos dominantes em função dos odores (GOUVEIA, 2007).

Para a região amazônica a orientação longitudinal do aprisco deve ser no sentido Leste-Oeste. Orientações norte-sul, por mais que sejam beneficiadas por incidência de radiação no incidências de chuvas e ventos dominantes (TOMASELLI, 2004), só devendo ser adotadas em instalações com piso de chão batido, e que sirvam apenas para abrigo dos animais. Se se optar por este sentido deve-se projetar fechamento eficiente das laterais (GOUVEIA, 2007). Em todo caso, deve optar-se pela orientação Leste-Oeste e promover o fechamento dos oitões e fachadas frontal e posterior, principalmente se houver animais confinados. Variações deste alinhamento, entre 5 a 15° a sudeste ou nordeste, podem ocorrer em casos de ventos e chuvas dominantes nestes sentidos, ou quando o relevo modifica o sentido das correntes. Esses casos são raros e necessitam de estudo detalhado. Neste alinhamento, as laterais devem possuir meias-paredes de até 1,60 m e altura, com restante do pé-direito fechado com tela campestre galvanizada (2,5 mm Ø) ou tela hexagonal galvanizada de 2", ou, ainda, janelas tipo alçapão. Também, no sentido Leste-Oeste, pode-se optar por instalar janelas alçapão na parte da frente do galpão e fazer o acesso dos animais em uma das laterais.

5.2 Componentes, materiais e especificações para construção

Existe grande variabilidade de formas/geometria, compartimentos e dimensões para apriscos. Cada projeto possui vantagens e desvantagens, e maior ou menor eficiência no manejo. Normalmente, mas não como única regra, o aprisco é um galpão composto de baias individuais, baias coletivas, corredor central ou salão, rampa de acesso, piso vazado/suspenso, cochos/comedouros, bebedouros e saleiro. Estes compartimentos também podem variar em função do propósito de uso da instalação; se para apenas abrigo noturno ou abrigo + confinamento (TOMASELLI, 2004). Sugestão de compartimentos e dimensões são apresentadas na Figura 4.

As baias individuais devem ser dimensionadas e destinadas para matrizes paridas ou no terço final da gestão; reprodutores de maior mérito genético; animais que necessitem de tratamento/isolamento. As baias coletivas podem ser

dimensionadas e destinadas para lotes/categorias de borregos (animais jovens), ovelhas e animais de engorda (TOMASELLI, 2004). Para layout de apriscos com baias dispostas longitudinalmente nas laterais, resulta-se corredor central que serve de acesso às baias e posicionamento de cochos por sistema de canzil (GOUVEIA, 2007). Sugestão são apresentadas na Figura 4.

O piso mais indicado é o suspenso vazado, em função da limpeza e salubridade, e, possibilidade de aumento da densidade de animais alojados. Pisos de chão batido devem ser evitados em função de contaminações e baixas densidades. Alternativa viável é o piso de concreto simples, com até 10 cm de espessura e traço 1:2:3,5 (NEVILLE; BROOKS, 2013). Neste caso deve optar pela utilização de camas. Para apriscos de piso suspenso a instalação de ser composta de rampa de acesso, que necessita ter inclinação/declive de até 30° e largura de 1,20 a 2,00 m. A rampa deve conter tariscas ou agarradeiras (KRIMBERG; ZAINER, 2003) transversais de 5 cm de largura espaçadas a 20 cm, para evitar quedas.

Os cochos podem ser confeccionados de diferentes materiais como madeira (TOMASELLI, 2004), concreto pré-moldado, metal, tambores de PVC ou materiais reaproveitados, desde que não liberem resíduos. Para a região deve optar por concreto pré-moldado, borracha ou tambores de PVC. Em todos os casos o ideal é que os cochos sejam posicionados fora das baias, com espaçador canzil tipo americano, inglês ou de acesso livre, para permitir apenas passagem da cabeça do animal para o cocho. Isso evita seleção e disputas. Para cochos dentro das baias, com acesso uni ou bilateral, deve-se muni-los de gradil-limitador/canzil, para que os animais não adentre a estrutura. Ainda, pode elevar os cochos à altura de 25 cm, medidos do piso ao fundo do cocho, para reduzir as contaminações com fezes e urina (GOUVEIA, 2007).

Os bebedouros das baias podem ser confeccionados de concreto, metal ou plástico PVC. O uso de pneus velhos, madeira reciclada e similares é desaconselhável. Para a região, o ideal é o bebedouro de plástico automático com boia protegida. São fáceis de instalar e limpar, há disponibilidade na região ou facilidade de aquisição pela internet e são de valor acessível. Cada baia individual precisa ter ao menos 1 bebedouro. Baias coletivas podem ter até 2 bebedouros. A instalação do bebedouro na parte externa da baia pode dificultar o manejo. Os bebedouros devem ser posicionados com distância de 2,00 a 5,00 m dos comedouros, ou ser alocado no lado oposto da baia em relação aos comedouros, e/ou, também próximo ao solário (quando houver), mas nunca exposto diretamente ao sol. Dever ser colocado à altura de 20 a 25 cm a partir do piso. Para o aprisco, é necessário calcular o reservatório de água para abastecer a instalação por até 3 dias, para casos de interrupção de abastecimento do reservatório. Para o dimensionamento é necessário saber o tamanho do plantel e o número de animais de cada categoria, e assumir que os animais podem consumir até 2,5 L/água/dia por kg de alimento consumindo com base no peso vivo (consumo de MS de 3% PV).

Os saleiros devem ser construídos de madeira (beneficiada) (TOMASELLI, 2004) ou fabricados de plástico PVC. O uso de tubos de PVC 200 mm ou materiais emborrachados tem viabilidade, desde que bem dimensionados e localizados. Saleiros de plástico de polietileno de alta resistência e suporte metálico são fáceis de instalar e limpar, há disponibilidade

na região ou facilidade de aquisição pela internet e são de valor acessível, portanto, são indicados. Saleiros de metal devem ser evitados, e somente utilizados se fabricados de alumínio fundido. Deve existir pelo menos 1 saleiro por baia, com acesso irrestrito e ser alocado longe do bebedouro e de laterais abertas da instalação (GOUVEIA, 2007). Deve existir até 2 cm lineares de borda por animal, para lotes de até 50 animais. Devem ser posicionados no interior protegido da baia, com altura de 40 a 50 cm a partir do piso, e possuir regulagem de altura. Saleiros automáticos não são uma necessidade aqui; se mal projetados podem permitir umidificação da mistura mineral, sua solidificação e estancamento do fluxo para a bandeja.

O galpão para aprisco na região amazônica pode ser construído com estrutura de metal, madeira (TOMASELLI, 2004), concreto armado ou concreto pré-moldado. Galpões de concreto pré-moldados são ideais para sistemas de confinamento. Eles possuem sapatas, colunas (pórticos) e banzos superiores da cobertura (braços do pórtico), em pré-moldados. Aqui, no telhado, são adicionadas apenas terças de perfil metálico e as telhas (BORGES, 2009). No piso, são construídas as divisórias das baias, normalmente de madeira; são colocados cochos, bebedouros, saleiros e cama. Os espaçamentos entre pórticos varia de 3 a 5 m, e entre terças de 0,70 a 1,50 m. Nestas instalações há poucos custos com manutenções. As estruturas de metal podem ter layout parecido com as estruturas de concreto pré-moldado, mas precisam de chumbadores de concreto armado até acima da altura que os animais urinam.

Uma alternativa para a região amazônica é realizar a construção do aprisco com piso de concreto simples (até 10 cm de espessura, em traço 1:2:2,5 com brita 0 ou 1; declividade de até 2,5%), esteios de concreto armado (concreto armado e vigas em traço 1:2:3 e F_{ck28} de até 28 Mpa) (NEVILLE; BROOKS, 2013) e telhado com estrutura primária de tesoura (vigotas de madeira) e estrutura secundária de trama (teças e caibros) (BORGES, 2009). O galpão pode ser de corredor central e baias laterais, tendo no fundo das baias um solário semicoberto pelo beiral (Figura 4) e com piso de brita 0. Para produtores que já possuem galpão aberto em suas propriedades é possível adaptá-los ao confinamento de ovinos. Pode-se, entre várias alternativas, construir baias suspensas de madeira ao longo do eixo central longitudinal da instalação. Deve-se orientar as frentes das baias para um corredor central. O piso deve ser de concreto simples; o corredor central deve ser altiplano, e a parte debaixo das baias deve ter declive no sentido das laterais do galpão (KRIMBERG; ZAINER, 2003). Também, é possível fragmentar o aprisco em módulos separados para diferentes categorias (TOMASELLI, 2004).

Para a região amazônica é importante que o pé-direito das instalações não seja muito baixo. É preciso que o telhado esteja alto para garantir ventilação e trocas de massa de ar quente e úmido (BHATTA, 2005; KRIMBERG; ZAINER, 2003). Ao mesmo tempo, laterais muito altas permitem a incidência de ventos e chuvas no interior da instalação na época do inverno amazônico. Assim, o pé-direito dos apriscos deve possuir de 2,50 a 3,00 m. Aqui, o pé-direito deve vir acompanhado de um beiral sempre superior a 1,00 m. O ideal é que o beiral tenha ½ do pé-direito, e que para isso possua suporte em mão francesa no esteio. Uma recomendação para resolver a questão de proteção e ventilação é elevar a cumeeira, criando um grande ático. Pode-se, por exemplo, empregar

pé-direito de 2,80 m e cumeeira superior a 4,20 m. Isso demanda ajuste nos cálculos do ponto do telhado e medições no pendural das tesouras (BORGES, 2009). Em galpões pré-moldados, de elevados pés-direitos e telhado pouco inclinado, com pequenos beirais, deve-se empregar venezianas para fechamento superior parcial.

As telhas empregadas na vedação do telhado dos apriscos podem ser de fibrocimento ou metal (galvanizadas – Zn). Telhas cerâmicas (TOMASELLI, 2004), apesar dos benefícios para o ambiente interno, pelo menor ganho térmico (carga térmica kW = 2,86), elevam os custos do telhado na trama (engradamento). Ao se trabalhar com as recomendações de alturas de telhado e pé-direito, para instalações para abrigo, as telhas de fibrocimento ou metal não geram problemas. Telhas de fibrocimento (carga térmica kW = 2,87) ainda são vantajosas em relação às telhas metálicas (carga térmica kW = 3,19) devido a menor transferência de calor por irradiação para o ambiente interno, pois parte do calor é gasto no processo de evaporação da umidade absorvida durante a noite pela condensação (SANTOS *et al*., 2020). Ao se trabalhar com galpões pré-moldados, para confinamentos, deve-se empregar telhas termoacústicas.

As laterais do aprisco, assim como as divisórias das baias, devem ser fechadas à ‹meia-parede›. As laterais externas devem ter altura entre 1,50 a 1,60 m, e serem totalmente fechadas (peças justapostas). As divisórias internas devem ter altura de 1,20 a 1,40. As variações se devem ao porte das raças. Em galpões de concreto/pré-moldados e piso cimentado, laterais e divisórias podem ser feitas de alvenaria (tijolos ‘à espelho’ assentados com traço 1:4 e reboco em traço 1:3) (BAUER, 2008). Em apriscos suspensos de madeira, laterais e divisórias podem ser feitas de tábuas (20 ou 30 cm x 2,5 cm), ou réguas (pranchas com espessura de 3 a 4 cm; largura de 15 a 20 cm e comprimento variável). Os montantes podem ser feitos com vigotas simples ou duplas (12 x 6 cm). O uso de réguas, na horizontal, permite o espaçamento entre peças, nas divisórias das baias, de até 10 cm. O uso de tábuas, na vertical, demanda a justaposição das peças. As frentes das baias, devem possuir gradil/canzil para alimentação e interação dos animais (FISCHER, 2013).

5.3 Aspectos construtivos para BEA

O galpão do aprisco precisa ter beirais longitudinais e frontal amplos, principalmente para evitar a incidência de ventos e chuvas em animais embaiados, como reprodutores e matrizes e cordeiros para engorda (TOMASELLI, 2004). Para isso deve-se calcular o beiral com máximo ½ do pé direito. Caso não haja impossibilidade de extensão dos beirais deve-se realizar o fechamento parcial do vão superior aberto, no modelo venezianas, utilizando telhas de metal ou fibrocimento, tábuas ou lonas.

O espaço inferior do lastro (ripado) de apriscos suspensos deve ser fechado, para que os animais não tenham acessos às fezes. Pode-se empregar tábuas, tela campestre retangular ou tela hexagonal, para fazer o fechamento. Estas devem ser fixadas nos montantes externos de sustentação do aprisco. Uma porteira de acesso deve ser construída para remoção das sílabas. Também, orientações construtivas que permitam que os ventos dominantes incidam embaixo do aprisco e se elevem, adentrando a instalação, devem ser evitadas (SIMIONI, 2014).

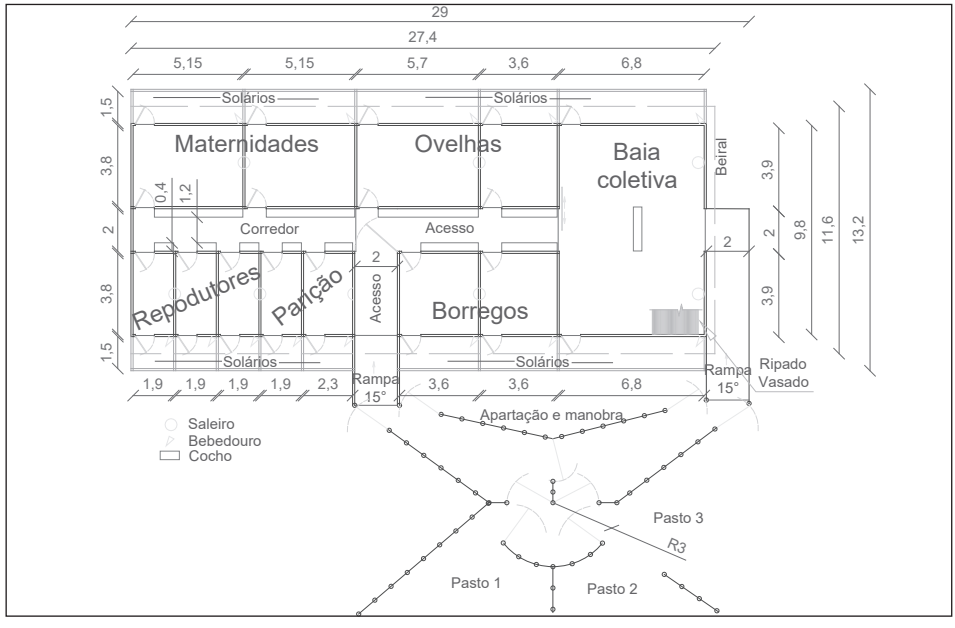
A instalação de cochos e bebedouros deve se dar em alinhamento paralelo ao sentido da disposição dos tarugos do

ripado do piso suspenso. Isso fará que os animais se posicionem transversalmente em relação às frestas do piso, diminuindo a incidência de animais que prendem os cascos no ripado (KRIMBERG; ZAINER, 2003).

Para a região é preponderante que se construa, ou instale, pedilúvio na entrada do aprisco. É desejável que seja coberto, e com laterais fechadas, para proteger a solução desinfetante. Ele pode ser de acesso obrigatório ou não aos animais. Se obrigatório, pode ser posicionado antecedendo a entrada do aprisco. Se opcional, pode ser instalado em corredor que dá acesso a entrada. Ele deve possuir de 2,00 a 3,00 m de comprimento, com profundidade de 10 cm (SIMIONI, 2014).

Para reprodutores de alto valor genético, confinados em baia no aprisco ou em separado, deve-se dispor área de 4,00 a 6,00 m², não sendo recomendado o confinamento constante em piso ripado, pois pode prejudicar cascos e aprumos (KRIMBERG; ZAINER, 2003). O ideal é haja uma área, como solário, de piso sólido. Sugestão é apresentada na figura 4.

Figura 4 – Sugestão de planta baixa de aprisco suspenso para abrigo de animais em diferentes categorias e condições fisiológicas. Detalhe de pátio de apartação e manobra para os animais



6. Recomendações de construção de cercas rurais para ruminantes

A região amazônica apresenta larga atividade de produção de ruminantes a pasto, e também possui potencialidades para produção em sistemas intensivos, como confinamentos, porém é notável a aptidão para a produção a pasto. Mesmo com toda vocação e insumos, em vários sistemas, ainda se observa ineficiência nos processos de produção e colheita de forragem. Em muitos casos verifica-se colheita de volumoso com baixa qualidade e oferta

de foragem apenas nos períodos de chuva e transição chuvas-seca. Em vários destas situações, os problemas de manejo de pastagens, podem ser resolvidos com controle de colheita/pastejo, e isso é conseguido com divisão de pastagens e construção de cercas.

Um diagnóstico amplo, a campo, em toda região amazônica, revela que a cercas construídas seguem padrões tradicionais e/ou culturais, no que se refere a materiais e processos construtivos, sendo, em vários casos, pouco eficientes. Contudo, deve-se ponderar que construções de cercas rurais possuem variações, em função de muitos fatores, como técnicas construtivas, dimensionamentos e materiais, mas isso tem sido pouco observado no momento da construção na região. Não planejar as cercas segundo recomendações técnicas pode reduzir a durabilidade e eficácia da estrutura.

Ao se pensar na construção de uma cerca rural convencional, normalmente se pensa no espaçamento entre estacas, números de fios, mourões e animais a serem contidos. Contudo, questões como tipo e resistência do solo ao esforço, relevo, ambientes onde passará a cerca (aguadas, matas, pastos...) e matéria a serem empregados, também devem ser consideradas.

6.1 Aspectos do solo

A estrutura de ancoragem das cercas, conhecidas como mourões, mestres, esticadores, canto de cerca ou palanques (estrutura composta de várias peças), é de fundamental importância para tencionar os fios da cerca. Essas estruturas devem ser escolhidas, primeiramente de acordo com o tipo de solo, e, depois, em função do comprimento de lance de cerca construído. Em solos de elevada resistência a deformação (avaliação da deformabilidade), índice de cone (Mpa) maior que 2, e densidade volumétrica (1,3 g cm²), (ASSIS *et al*., 2009) as estruturas de ancoragem podem ser mais simples, como somente mourões (peça de madeira com mais de 20 cm Ø e 3 m de comprimento; deve possuir de 2 a 3 vezes o Ø da estaca), desde que enterradas ao menos 1 m de profundidade. Estes são os casos de solos firmes, com concreções e/ou cascalhos, que apresentam resistência a ações de escavação e não se desmoronam suas paredes. Nesses caos, à medida que se pretenda aumentar as distância entre mourões, acida de 400 m, ou ainda querendo reforçar a estabilidade da peça à tração, pode-se adicionar travesseiros (peça de madeira de < 18 cm Ø e 70 cm de comprimento) nas partes inferior e superior da extensão enterrada do mourão, contrários a movimentação do mourão no sento do tração (GERDAL, 2014).

Em solos de média a baixa a deformação, índice de cone (Mpa) menor que 2, e densidade volumétrica > 1,0 g cm²) (ASSIS *et al*., 2009), as estrutura de ancoragem devem ser mais elaboradas, com a construção de palanque, envolvendo os elementos mestre (peça de madeira com mais de 20 cm Ø e 3 m de comprimento), contramestre (idem mestre) e travamento (peça de madeira com menos de 14 cm Ø e 1,5 m de comprimento), além dos travesseiros já descritos. Estes são os casos de solos poucos firmes, de várzeas e banhados sazonais, ou com elevados de matérias orgânica, ou ainda extremamente arenosos, sem concreções e/ou cascalhos, que apresentam pouca resistência a ações de escavação e desmoronam-se suas paredes com facilidade. Esse travamento horizontal deve conectar metre e contramestre a 15 cm abaixo das 'cabeças'. Essa estrutura de palanque pode empregada em solos firmes quando se deseja elevar acima de 500 metros as distâncias entre mourões. Sugestão de construção de 'palanque' completo é apresentada na Figura 5.

Em solos friáveis (solos sedimentares ou metamórficos, onde o material é facilmente desmontado, fraturado, desmanchado, dissolvido ou destruído), ou em alagados permanentes, deve-se evitar a construção de palanques, ou esticadores em geral. Caso isso seja impossível, deve-se realizar a construção do palanque (Figura 5) com contramestre e travamento, como mencionado, e, adicionar um 'rabicho' de arame trançado, do pé do mestre para a cabeça do contramestre, de forma a poder tracioná-los no sentido do centro do travamento. Ainda, deve-se ancorar o mestre com um 'morto'. Esse 'morto' pode ser uma peça de madeira, ou similar, com dimensões similares a dos travesseiros. Ele deve ficar enterrada (70 cm) atrás do mestre, a uma distância de até 2 m, estando amarado com arame ao mestre, funcionando como uma âncora. Cantos de cerca, formando ângulos, mesmo que obtusos, de até 120°, deverão ser construídos com palanque duplo, travesseiros e mortos, alinhado nos dois sentidos dos lances da cerca (BELGO, 2012; GERDAL, 2014).

6.2 Aspectos do relevo

O relevo amazônico, com relação as cercas rurais, afeta principalmente o distanciamento entre as estacas ou lascas. É comum encontrar a recomendação de espaçamento de 2,5 a 3 m de distância. Todavia, esse espaçamento não deve ser absoluto. Em terrenos planos ou levemente ondulados (declividade de 3 a 8%), as distancia podem ser aumentadas. Isso pode requerer o uso de balancins (distanciadores, ou espaçadores, ou afastadores) e o aumento da tração dos fios, que deve ser acompanhado do aumento da resistência dos esticadores, mas, em todo caso, traz economia e eficácia. Nestas áreas é possível adotar espaçamento de 4 a 6 m, e empregando estacas de até Ø 14 cm com 2,2 m de comprimento, enterrada a profundidade de até 70 cm (BELGO, 2012; GERDAL, 2014).

Ao optar-se pelo emprego de balancins, deve-se dar preferência para os de metal. Em cercas que sofrerão pressão excessiva dos animais, dever-se-á instalar balancins mesmo em espaçamento de 3 m. A partir dessa condição, recomenda-se o uso de balancins como segue: espaçamento de 4 a 6 m: 2 balancins; espaçamento de 8 a 10 m (situações pouco convencionais): 4 a 6 balancins.

Em terrenos de relevo movimentado a ondulado (declividade de 8 a 20%), a distância ente estacas deve ser reduzida para menos de 3 m. Isso garante que os fios da cerca acompanhem, efetivamente, a topografia do terreno. Em terrenos acidentados, a construção de cercas com estacas demasiadamente espaçadas poderá permitir que o arame encoste no solo, no caso de montículos, ou, permitir grandes vazios, no caso de depressões abruptas. O primeiro caso acelera a degradação do fio de aço, e, o segundo, pode permitir a fuga de animais jovens.

Pelo exposto, para a região amazônica, não se deve definir um único espaçamento ente estacas e aplica-lo a todos os casos numa propriedade. Cada lance de cerca precisa ter seu processo construtivo programado em função do ambiente e dos animais. De toma forma, alerta-se que recomendações milagrosas e supereconômicas, de espaçamento entre estacas de 8 a 10 m, tendem a não ser eficazes, sendo de usos muito restritos.

Nos casos de cercas que, sabidamente, sofrerão intensa pressão dos animais, como em 'remangas' de currais, ou construída em área de APP ou reserva legal, ou ainda em relevos fortemente ondulado ou montanhoso (declividade de 20 a 75%), o espaçamento deve ser reduzido para o máximo de 3 m. Outro caso em que se deve utilizar espaçamentos

curtos (2,5 m), são nas cercas limítrofes das propriedades, principalmente se margearem vias de tráfego.

6.3 Aspectos dos ambientes

As cercas atravessam diferentes ambientes dentro de uma propriedade, como pastos, plantações, APPs, reservas, aguadas... Estes locais possuem microambientes, com relação a umidade, temperatura, atividade microbiológicas, presenças de ácidos, resinas orgânicas, que afetam, de forma diferente, a durabilidade dos materiais das cercas, como os arames. Assim, é preciso escolher adequadamente o tipo de arame mais viável para cada ambiente.

Os ambientes podem ser classificados como agressivos, moderados e pouco agressivos. Locais agressivos aos materiais incluem ambientes salinos e/ou com maresia, área com intensa aplicação de fertilizantes e defensivos, solos ácidos e salino-sódicos, e, locais hidromórficos/alagadiços. Estes ambientes aceleram a oxidação dos metais. Locais moderados incluem área de reflorestamento, pastagens periodicamente adubadas e irrigadas (sistemas rotacionados), reservas legais de florestas nativas, APPs, várzeas periodicamente encharcadas e solos mal drenados. Locais pouco agressivos incluem pastagens e/ou cultivos em locais secos, ventilados, solos bem drenados, estacas de madeira seca/tratada (BELGO, 2012; GERDAL, 2014).

Para os ambientes agressivos recomenda-se o emprego de arames de aço com tecnologia de tripla proteção de zinco + alumínio (Benzinal®). Para ambientes permanentemente alagados, pode-se empregar arames zincados com revestimento plástico (PVC com proteção UV). Para ambientes moderados, deve-se empregar arames de aço com mais de uma camada de proteção de zinco. Este, pode ser uma ótima opção para a região amazônica. Para ambientes pouco agressivos, pode empregar arames de aço com camada simples de proteção de zinco (BELGO, 2012).

6.4 Arames para cercas rurais

Para os arames de aço, além das condições ambientais relevantes para escolha, deve atentar para o tipo de animal a ser contido. Nesse sentido, para cada sistema de produção e categoria animal, deve-se escolher o arame em função da Carga de Ruptura (CR em Kgf), que representa a resistência ao esforço (tração) que o arame suporta. Para pequenos ruminantes os arames ou telas, empregados, devem possuir CR de 500 a 600 Kgf. Para bovinos de corte ou leite, em sistemas à pasto, os arames dever possuir CR de 700 Kgf. Essa é a CR mais comum e dinâmica para diferentes usos. Para bubalinos e cercas limítrofes da propriedade, o ideal é empregar arames com CR de 800 Kgf. Para bovinos leiteiros, em sistemas rotacionados com cerca eletrificada, os arames devem possuir CR de até 500 Kgf. Cercas de currais de manobra devem possuir cordoalhas de até 2500 Kgf (BELGO, 2012; GERDAL, 2014).

O número de fios de arame da cerca, bem como os espaçamentos entre fios, apresentam várias recomendações e sofrem efeitos de questões culturais e regionais. Assim, recomenda-se aos interessados no assunto que adotem recomendações técnicas de manuais de produtos já consolidados no mercado, ou recomendações de trabalhos técnico científicos, considerando sistema de produção e categoria animal. Na maioria dos casos, estes manuais apresentam recomendações eficazes, e as pequenas diferenças nos espaçamentos dos fios nas recomendações não comprometem a eficiência das cercas.

De maneira mais generalista, recomenda-se que cercas tradicionais para

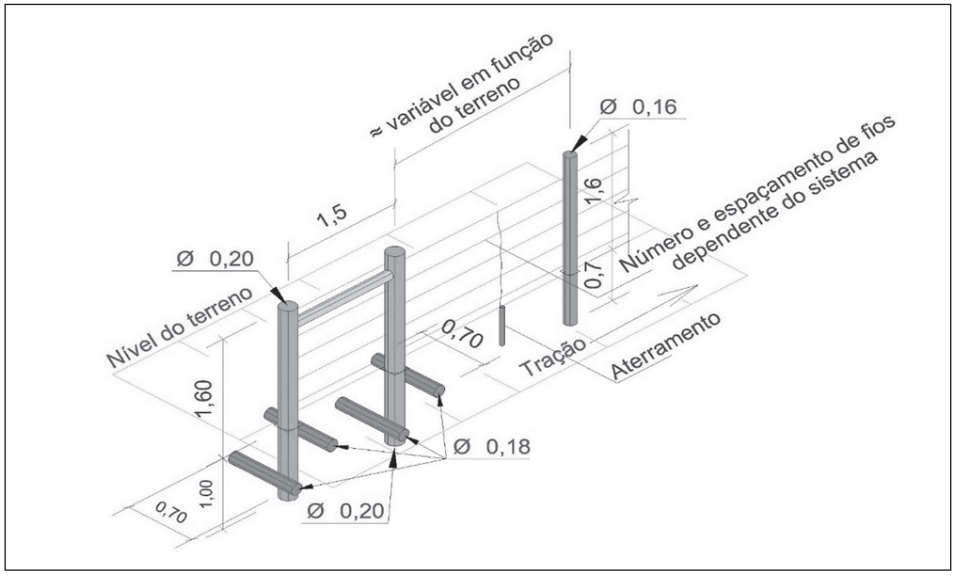
bovinos de leite devem possuir de 4 a 5 fios com 1,4 a 1,5 m de altura. Para bovinos de corte, as cercas tradicionais devem possuir de 5 a 6 fios com 1,5 a 1,6 m altura. Cercas tradicionais para ovinos devem possuir de 10 a 12 fios com 1,3 a 1,4 m de altura, muito embora a melhor recomendação nesse caso são as telas campestres. Cercas limítrofes devem possuir pelos menos 6 fios com altura de 1,6 m. Ressalta-se que as cercas, de maneira geral, tendem a ser tão mais ineficazes a medida que as condições ambientes pioram; água e alimento são excelente mantenedores das funcionalidades das cercas.

6.5 Aterramento de cercas rurais convencionais

É comum se ter informações de morte de animais a pasto por descargas elétricas em tempestades, por meio da eletrificação dos fios das cercas. Contudo, não é comum o planejamento sistematizado da interrupção dos fios dessas cercas como condutores elétricos. Esse seccionamento pode ser implementado com a construção planejada de porteiras, a construção de lances de madeira ou inserção de isoladores de plástico para emendas dos fios nos lances da cerca (disponíveis no mercado para tal fim). De todo modo é recomendado que cercas possuam uma interrupção a cada km (BELGO, 2021).

Ainda, é possível programar o aterramento dos fios. É possível fazer um fio terra conectando todos os fios da cerca a uma haste metálica (zincada) de aproximadamente 2 m de comprimentos, sendo a parte superior (1 m) isolado do terreno com cano PVC (Figura 5). Outra possibilidade é fazer um 'rabicho' de arame com o mesmo número de fios que a cerca; conecta-los a cada um dos fios da cerca, e enrolar toda a base dos mourões que fica enterrada com a parte trançada do rabicho (BELGO, 2012; GERDAL, 2014).

Figura 5 – Proposta de construção de 'palanque'. Estruturas, peças e dimensões para sustentação/ancoragem de cerca rural convencional



7. Recomendações para cochos e bebedouros para ruminantes a pasto

7.1 Cochos

Os sistemas de produção de ruminantes a pasto na região amazônica precisam prever cochos para suplementação alimentar e mineralização, e bebedouros, de forma mais racional em seus pastos ou áreas de descanso/laser. Cochos e bebedouros precisam ter finalidade específica, dimensões e orientações adequadas ao tipo e categoria de animal, ter espaço suficiente para os animais em função do tipo de produto ofertado, estar em local adequado, possuir distribuição lógica e ser de material durável, não contaminante e não poluente para o ambiente. Ainda, deve garantir proteção do produto ofertado (LIMA, 2018).

Cochos pode ser confeccionado de madeira, concreto, metal, tambores de PVC e borrachas (borracha remanufaturada de mineração), e até mesmo lonas. Há vantagens e desvantagens em cada caso. De maneira geral não se recomenda o uso de cochos de metal ou concreto para suplementação com sais (linha branca), devidos os desgastes e contaminações. Cochos de concretos são mais indicados para rações. Cochos de madeira, tambor e borracha podem ser empregados em todos os casos. Os cochos de borracha apresentam vantagens de durabilidade, resistência, maleabilidade, baixo custo, apelo a reciclagem de materiais e não é poluente. Proposta de cocho com emprego de borracha é apresentado na Figura 6.

Os cochos para suplementação a pasto precisam ser cobertos. Cálculos simples de aproveitamento de suplementos em cochos descobertos, apontam que pode haver desperdício de até 50% dos investimentos em suplementos, e dão resultados cabais de que o investimento na cobertura, paga-se no 1° ano de uso do cocho, principalmente para rações. Esse custo, diluído ao longo de 5 anos, e para todos os animais beneficiados, é pífio em relação aos benefícios (BEEF-POINT, 2004).

Nas coberturas dos cochos pode-se empregar apenas estrutura primária de madeira e telhas de fibrocimento. A cobertura deve ser em 2 águas, cada uma com pelo menos 1,5 m de comprimento, e ter beiral com altura máxima de 2,00 m. Noutros casos, pode-se utilizar 'manta' de borracha (borracha de esteira), o que pode tornar a estrutura mais simples (Figura 6). Não se deve empregar materiais vegetais ou plásticos. Toda estrutura deve ter alinhamento do eixo longitudinal no sentido da direção da chegada das chuvas e dos ventos dominantes, devendo ter as laterais fechadas, de preferência da largura da cobertura, do oitão até o nível da base do cocho. Não se deve instalar o cocho em baixadas ou várzeas e estes devem ter distância de pelo menos 15 m de cercas e locais com outras atividades, devido o comportamento de zona de fuga dos animais.

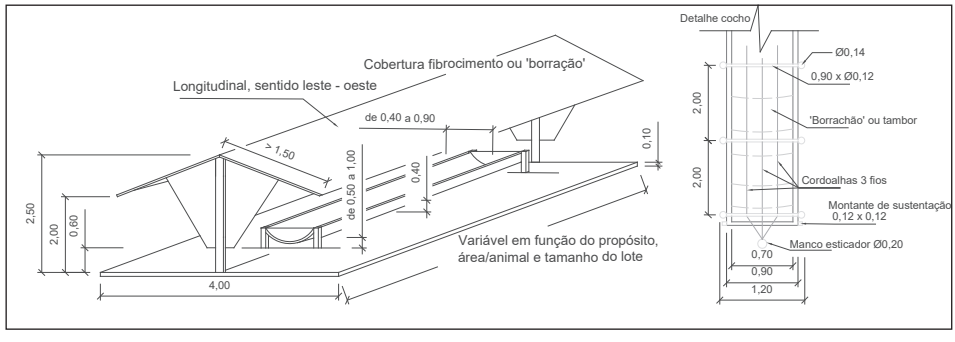
Os cochos devem ter geometria prismática retangular ou semicilíndrica, sendo esta última, melhor. Devem possuir minimamente 40 cm de largura (boca), 40 cm de profundidade e 30 cm de base de fundo. A área de cocho para bovinos (m linear por animal), deve ser prevista em função do tipo de suplemento. Para os sais (linha branca, minerais, nitrogenados, proteicos), pode-se prevê de 5 a 12 cm por animal. Para rações pode-se prevê de 20 a 40 cm por animal. É desejável que o cocho possua acesso dos dois lados; isso reduz 1/3 das demandas de espaço linear. Essas recomendações consideram situação de

estabilidade de comportamento social de rebanho e condições mínimas de ambiência e bem-estar animal. Isto permite a alternância de animais na 'boca' do cocho. Ainda, o tamanho total do cocho pode ser projetado em função do uso, lados de acessos, e do tamanho da área e da capacidade de suporte. Estruturas pequenas para lotes grandes, ainda provocam o enchimento do cocho e perda de suplementos. Sugestão de dimensionamento do cocho é apresentado na Figura 6.

A altura do cocho deve variar em função da categoria animal. Em lotes de vacas com bezerros, se não houver *creep feeding*, o cocho deve ter até 50 cm de altura, para suplementação sem ureia. Para suplementos com proteinados o cocho deve ter 1 m de altura. Para em animais em recria, deve-se ter cochos de 70 cm de altura. Já para animais adultos os cochos devem ter 1 m de altura. Isso deve ser seguido independe do tipo de piso. Ainda, deve-se prever uma proteção na parte superior do cocho, para funcionar como canzil, o que pode ser conseguido com posicionamento de uma travessa de madeira (vigota 10 x 15 cm) instalada longitudinalmente, 70 cm acima do cocho. Isso para cochos com até 70 cm de altura. Ela impede o trânsito de animais jovens por cima do cocho.

Devido grande parte do solos e regime de chuvas amazônicos, esses cochos precisam ter sua área de entorno pavimenta em concreto ou bloquetes/pedras assentadas. Deve-se prover pavimento de pelo 2 m a partir de todas as extremidades dos cochos (Figura 6). O cocho nunca deve ser baixo, prevenindo assim contaminações dos produtos ofertados.

Figura 6 – Proposta de forma, geometria e dimensionamento de cocho coberto para grandes ruminantes. Detalhe em vista superior de materiais e dimensionamento do cocho



7.1 Bebedouros

A disponibilidade de água para animais de produção é tão importante quanto oferta de alimentos. Bovinos a pasto adquirem de 70 a 90% de sua água via ingestão. Na região amazônica, animais adultos podem consumir até 4,5 L de água por dia paca cada 1 kg de matéria seca ingerida (54 L por dia), ou, de 10 a 12 L para cada 100 kg de peso vivo (LIMA, 2018) em pastagens verdes, na época chuvosa, e 6,5 L de água por dia paca cada 1 kg de matéria seca ingerida na época seca, com pastagens secas (80 L por dia). A adição de NaCl ao alimento aumenta o consumo em mais de 50g de água para cada 1 g adicionado (OLIVEIRA *et al*., 2016)

Bebedouros são importantes não só para manter a oferta, mas também a qualidade da água. Manejo da aguadas nas fazendas pode ser muito limitado, com problemas na garantia de acesso e qualidade da água. Projetos que preveem fornecimento de água apenas em corpos hídricos, (aguadas), podem levar ao mal dimensionamento das pastagens na região e problemas com distâncias percorridas pelos animais. Ainda, o acesso dos animais a esses corpos pode levar a destruição de matas ciliares, erosão e assoreamento (aumentos de até 77%), e consumo de água com excesso de sólidos suspensos totais (SHEFFIELD, 1997; BAGSHAW *et al*., 2008). Assim, para a região amazônica, deve-se preferir o fornecimento de água nas pastagens através de bebedouros. Por final, o desempenho animal não é afetado pelo consumo de água em bebedouros, em relação as aguadas, e a água captada, limpa e não contaminada, deve ser servida no bebedouro sem tratamento químico (PORATH *et al*., 2002; LARDNER *et al*., 2013).

Bebedouros podem ser confeccionados de concreto, tambores/recipientes de PVC, plástico remoldados leves de polietileno UVA e UVB e metal, e pneus. Há vantagens e desvantagens em cada caso, mas estudos apontam que bovinos bebem com mais frequência, por períodos mais longos e com maior ingestão, em bebedouros de PVC (COIMBRA *et al*., 2010). De maneira geral devem apresentam características de durabilidade, resistência ao choque e abrasão, maleabilidade moderada, baixo custo, apelo a reciclagem de materiais e não ser poluente. Os formatos retangulares ou circulares são desejáveis devido a relação área perímetro.

A estrutura precisa ter altura total de 50 a 80 cm; profundida do volume de água de 20 a 40 cm; borda de pelo menos 10 cm e largura de 60. Deve-se prever espaço de 5 a 10 cm de bebedouro por UA (20 animais por 1 m linear). Outa forma, é calcular que 20% do lote de animais precisam ter acesso ao bebedouro por vez; e que esses animais passam até 15 minutos consumindo, sendo que o tempo de permanência do lote pode ser de até 1 hora. Se as dimensões de largura e espaço por animal forem aumentadas, o consumo de água e o tempo de ingestão pode ser elevado, pois os animais bebem mais em cochos maiores (MACHADO FILHO, 2004).

Os bebedouros precisam de reservatório e vazão de reabastecimento projetados em função das demandas dos animais, que muitas vezes pode ser em picos (duração de 2 horas), para todo um lote, com consumos de até 50% da demanda diária. É possível calcular o reservatório ou a vazão como sendo: Consumo diário/2 (L) = reservatório (L) + vazão (L/h) x 2. O reservatório deve ser dimensionado par abastecer os bebedouros em 24 h sem precisar ser reabastecido (BEEFPOINT, 2004). Os bebedouros com controle de vazão automática (boias) são preferíveis, desde que o sistema seja protegido. Ainda, todo bebedouro deve possuir dreno que permita o rápido descarte da água carreando sujidades (Ø de no mínimo 70cm).

É recomendável construir um piso de concreto simples, ou calçamento com bloquete/pedra, com pelo menos 1,8 m de largura em torno do bebedouro. Esse piso deve ter declividade de 2 a 3% em sentido contrário ao bebedouro. Bebedouros circulares são recomendados para serrem instalados na divisão de pastagens/piquetes, onde um bebedouro abastece duas áreas. Isso torna a logística de instalação, manutenção e inspeção mais racional. Para tal deve-se recalcular o espaço disponível por animal para cada área. Este modelo traz

a vantagem de proporcionar instalação da rede hidráulica no pé da cerca.

Devido a crucialidade dos bebedouros, recomenda-se para a região amazônica o uso de bebedouros de metal ou PVC assentado em base de concreto, com sistema de abastecimento automático protegido, alocados nas divisórias dos pastos/piquetes. Uma opção, são os bebedouros modelo australiano, de 500 a 4000 L, feitos em aço carbono. Devem ser posicionados em locais sem a ocorrência de deriva de defensivos agrícolas, longe de vias de trânsito intenso e fontes de som altos e abruptos.

Cochos e bebedouros são pontos atrativos numa pastagem. Os animais aplicam a lei no menor esforço. Sabe-se que o ato do pastejo é sensível a localização de fontes de água e suplementos. Estes fatores podem aumentam a área explorada pelos animais em busca de forragem, melhorando o manejo e aproveitamento da produção de forragem. Na região amazônica, em grandes fazendas, com pastos com mais de 30 ha, não se deve posicionar cocho e bebedouros a distâncias maiores que 200 m. Em extensas pastagens (> 50 ha) pode-se prever mais de um cocho e bebedouro.

Em sistemas de pastos rotacionados, com pequenos pastos (< 5 ha), pode-se distribuir cochos e bebedouros em posições contrárias e extremas dentro de um piquete, de preferência em alinhamento diagonal dentro da área, também até o limite de 200 m de distância. Isso melhora a caminhamento dos animais na área (SOLANO *et al*., 2018). Em sistemas intensivos de lotação intermitente cochos e bebedouros podem ficar na área de lazer ou corredor central. Os animais nunca devem percorrer distância maiores que 800 m para ter acesso a cochos e bebedouros. Tudo isso para animais adultos. Para vacas com cria, as distâncias entre cochos e bebedouros não deve ser maior que 100 m. Em todos os casos, o posicionamento dos bebedouros é mais importante no manejo que o posicionamento de cochos para mineralização (GANSKOPP, 2011).

8. Considerações finais

A ciência animal evoluiu muito, e prosperou, nas últimas décadas, nos campos do melhoramento genético dos animais de interesse zootécnico e na área de nutrição e alimentação animal. Novas tecnologias de zootecnia de precisão têm atualizado, abruptamente, os processos de produção e as instalações rurais. A região amazônica tem recebido muitos produtos do melhoramento animal e da nutrição, mas tem registrado pouco avanço em relação as instalações rurais, pois ainda se verificam muitas estruturas de abrigos e contenções animal, similares as existentes a meio século atrás. Pesquisas na região, voltadas especificamente à parte de instalações e ambiência, para condições edafoclimáticas amazônicas, ainda são poucas. Isso força a adoção de técnicas e tecnologias de construções rurais de eficiência comprovada em vários outros ambientes.

Fazer com que os ambientes de produção animal sejam adequados, e a altura dos atuais insumos de produção, exigências de qualidade de produtos e processos produtivos, e, ambiência e bem-estar animal e de trabalhadores, é fundamental para a sustentabilidade econômica e ambiental em todos os processos de produção na região amazônica.

Os produtores rurais da região amazônica precisam enxergar os recursos aplicados em instalações como investimentos, e não como despesas do processo produtivo; caso contrário, poderão incorrer no erro de ter uma empresa rural com

valiosas ‘máquinas e insumos’ alojados em instalações decrépitas. Investimentos em instalações se traduzem em possibilidades de expressão de potencial genético animal e consequente aumento de produtividade animal e humana.

Instalações rurais não podem ser erigidas na base do improviso, de adequações, e na métrica do ‘usa o que tiver, do jeito que der’. Instalações precisam de projetos elaborados, desenhos arquitetônicos e plantas, com geometria, dimensionamento e formas recomentados por pesquisas científicas específicas. Nesse sentido, as instituições de pesquisa animal na região amazônica devem se empenharem em gerar informação voltadas para instalações adequadas as condições ambientais da regiões e uso de materiais de impacto reduzido na produção de poluentes.

As recomendações deste capítulo são resultado de compilações de informações científicas já testadas, que podem ainda não conter todo conhecimento absoluto, mas que possuem bons resultados e devem servir de orientação para projetos na região. As recomendações podem ser adequadas as diferentes realidades, desde que considere, principalmente, a parte de dimensionamento, espaçamento e fluxo de animais. O uso de materiais alternativos pode ser viável, desde que sejam duráveis, não agressivos aos animais e não poluentes.

REFERÊNCIAS

ASSIS, R.L.; LAZARINI, G.D.; LANÇAS, K.P.; CARGNELUTTI FILHO, A. Evaluation of soil resistance to penetration in different soils with varying moisture contentes. Engenharia Agrícola. v. 29, n. 4, p. 558-568, 2009.

BAGSHAW, C.S.; THORROLD, B.; DAVISON, M.; DUNCAN, I.J.H.; MATTHEWS, L.R. The influence of season and of providing a water trough on stream use by beef cattle grazing hill-country in New Zealand. Applied Animal Behaviour Science. v. 109, n. 4, p. 155-166, 2008.

BAUER, L.A.F. Materiais de construção. 5º edição. Editora LTC. Rio de Janeiro. 2008. 488 p.

BEEFPOINT. Pastejo rotacionado. 3. Dimensionamento de cochos e bebedouros. Beetpoint educação. 2004.

BELGO. Manual de aplicações de arames na pecuária. Berkaert arames. Arcelomittal. 4º edição. 2012. 84 p.

BELGO BEKAERT ARAMES. Manual de proteção de cercas e currais contra raios. ArceloMittal. 2021, 28p.

BHATTA, R.; SWAIN, N.; VERMA, D.L.; SINGH, N.P. Effect of housing on the physiological and energy expenditure of sheep in a semi-arid region India. Asina-Australasian Journal of Animal Science. V.18. n. 8. p 1188-1193. 2005.

BICUDO, J.R.; MCNEILL, S.; TURNER, L.W.; BURRIS, R.; ANDERSON, J. Cattle handling facillities: planning, componentes and layouts. Lexington, University of Krntucky Cooperative Extension Service AEN-82. 2002. 36 p.

BRANCO, A.F. Manual de instalações para confinamento de bovinos. Instituto de estudo pecuários. Associação nacional de confinadores. 2014. 45 p.

BRASIL. Manual de projeto geométrico de travessias urbanas. Departamento Nacional de Infraestrutura de transportes – DNIT IPR – 740. Diretoria Executiva. Instituto de pesquisas rodoviárias. Rio de Janeiro. 2010. 392p.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Código florestal. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Capítulo II. Seção I. Das áreas de preservação permanente.

BORGES, A.C. Práticas das pequenas construções. v. 1. 9 edição. Editora Blucher. São Paulo. 2009. 3385 p.

CAMILO, I.B. Recomendações técnicas para adequação de estradas rurais. Cuiabá MT. Série EMPAER MT. Documento 36. 2007. 34 p.

CARDOSO, E. G. Engorda de Bovinos em confinamento. Aspectos gerais. Embrapa Gao de Corte. Campo Grande MG 1996.

CASTRO, G.F.E.; LÓPEZ, A.Z.; CASTANEDA, F.D.C.; CÁRDENAS, J.A. Noise levels during milking of dairy products in the mechanical systems. Investigaciones veterinarias del Peru. V.30. n. 2. p. 691-698. 2019.

COIMBRA, P.A.D.; MACHADO FILHO, L.C.P.; NUNES, P.A.; HTZEL, M.J.; OLIVEIRA, A.G.L.; CECATO, U. Effect of water trough type on the drinking behaviour of pasture-based beef heifers. **Animal. v.** 4, n. 1, p. 116-121, 2010.

DeVRIES, T.J.; Von Keyserlinggk, M.A.G.; Weary, D.M. Effect of feeding space on the inter-cow distance, aggression, and feeding behavior of free-stall housed holterin dary cows. Jounal of Dairy Science. V.87, p. 1432-1438. 2004.

DOU – Diário oficial da união. nº 230, de 30 de novembro de 2018. ISSN 1677-7042

EUCLIDES FILHO, K.; CORREIA, E.S.; EUCLIDES, V.P.B. Embrapa gado de corte.

Boas práticas na produção de bovinos de corte. Instalações. Documento 129. Campo Grande MS. 2002. 25 p.

EMBRAPA. Boas práticas agropecuárias. Ambiência e bem-estar animal. Circular técnica 43. Bagé RS. 2011. 6 p.

FAHIM, A.; KAMBOJ, M.L.; BHAKAT, M.; MOHANTY, T.K.; GUPTA, R. Preference of side ans standing inrelationship with milking characterstics and temperament score of crossbred dairy cows in na 8 x 2 herringbone milking parlour. Turkist journal of veterinary and animal science. v. 42. n. 1. p. 49-54. 2018.

FISCHER, P.M. Construções Rurais. Ed. 1. Editora Nobel. 2013. 336 p.

GANSKOPP, D. Manipulating cattle distribution with salt and water in large arid-land pastures: A GPS/GIS assessment. Applied Animal Behavior Science, v. 73, n. 4, p. 251-262, 2001.

GERDAU. Manual prático para montagem de cercas. Produtos agropecuários. 2014. 60 p.

GÓMEZ, Y.; TERRANOVA, M.; ZAHNER, M.; HILLMANN, E.; SAVARY, P. Effects of milking stable dimensions without behavior of dairy cows during milking indiferente milking salons. Journal of Dairy Science. V. 100. N.2. p. 1331-1339. 2017.

GOUVEIA, A.M.G. Instalações para criação de ovinos tipo corte. Edição tecnologia fácil. Editora LK. Brasília – DF. 2007. 96 p.

GRANDIN, T. Behavioral principles of livestock handling. Livestock handling systems. Colorado University State. Fort Collins Colorado. 1989. 11 p.

GRANDIN, T.; PAZ, C.C.P.; NEGRÃO, J.A.; LIMA, M.L.B. Minor corral changes and adoption of good handling practices can improve the behavior. Tropical animal health and productions. v. 50. n. 3. p. 525-530. 2018.

HAGENMAIER, J.A.; REINHARDT, C.D.; BARTLE, S.J.; TOMSON, D.U. Effect of shade on animal welfare, growth performance, and carcass characteristics in large pens of beef cattle. Jounal of animal science. v. 94. n. 12. p. 5064-5076. 2016.

HICKEY, M.C.; EARLEY, B.; FISHER, A.D. Effect of type floor and available space on the welfare indicators of finishing bulls. Jounal agriculture and food research. V.42. n. 1. p. 89-100. 2003.

JAKOB, M.C.; LIEBERS F. Comparasion of 2 recomendations for adusting the working height in milking parlors. Journal of Dairy Science. V.100 n. 8. p6620-6630. 2017

KAZAMA, R.; ROMA, C.F.C.; BARBOSA, O.R.; ZEOULA, L.M.; DUCATTI, T.; TESOLIN, L.C. Orientação e sombreamento do confinamento na temperatura da superfície do do pelame de bovinos. Acta Sci. Anim. Sci. v. 30, n. 2, p. 211-216, 2008).

KIC, P. Effect of construction shape and materials on indoor microclimatic conditions inside the cowsheds in dairy farms. Agronomic Research. v. 15. n. 2. p. 426-434. 2017.

KRIMBERGER, B.; ZAINER, I. Designer recommendations of beef cattle housing. Report of the CIGR section II. Working group nº 14. Cattle housing. 2º Ed. East Lansing, Michigan, USA. 2003. 54 p.

LARDNER, H.A.; BRAUL, L.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.; SCHWEAN-LARDNER, K.; DAMIRAN, D.; DARAMBAZAR, E. The consumption and drinking behavior of beef cattle offered a choice of various types of water. Livestock Science. v. 157, n. 3, p. 577-585, 2013.

LEE, C.; FISHER, A.D.; COLDITZ, I.G.; LEA, J.M.; FERGUSON, D.M. Preference of beef cattle for feedlot or pasture. Applied aniaml behaviour sacience. v. 145. n. 3. p. 53-59. 2013.

LIMA, V.C.S. Construções e instalações rurais e zootécnicas. Editora LT. Curituba PR. 2018. 120 p.

MACITELLI, F.; BRAGA, J.S.; COSTA, M.J.R.P. Boas práticas de menejo em confinamento. Editora Funep. Jaboticabal SP. 2018. 53 p.

MONTELLI, L.L.; MACITELLI, F.; SILVA BRAGA, J.; COSTA, M.J.R.P. Economic impacts of space allowance animal on beef cattle feedlot. Semina ciências agrárias. v. 40. n. 6. p. 3665-3677. 2019.

NEVILLE, A.M.; BROOKS, J.J. Tecnologia do concreto. 2 edição. Editora Bookman. Porto Alegre – RS. 2013. 448 p.

OLIVEIRA, P.P.A. Dimensionamento de piquetes para bovinos leiteiros. Comunicado técnico 65. Embrapa. São Carlos SP. 2006. 6 p.

OLIVEIRA, C.A. Instalações Zootécnicas. Instituto de Zootecnia UFRRJ – departamento de reprodução e avaliação animal. 2011. 76 p.

OLIVEIRA, J.P.C.A.; GONÇALVES, L.C.; JAYME, D.J.; DINIZ, T.H.F.; PATRUS, F. CÔRTES, I.H.G.; CRUZ, D.S.G.; SANTOS, D.; MOURA, A.M.; Considerações sobre o consumo de água por bovinos. Revista Nutritime. v. 13, n. 1, p. 1-5, 2016.

ORLANDO, C. Construções rurais. 8ª Ediçao. Editora Nobel. São Paulo SP. 1979. 719 p.

PARAFIN, A.S.; ZINDOVE, T.J.; CHIMONYO, M. Does physical state of farm housing and milking prectices affect total bactéria and somatic cell count of cow milk? Journal of Food Safety. v. 39. n. 3. article 12635. p. 1-8. 2019.

SOUZA, J.L.M. Manual de construções rurais. 3º Ed. Complementada. DETR/SCA/UFPR. Curitiba PR. 1997. 165 p.

PINHEIRO, M.F.L.C.; TEIXEIRA, D.L.; CANSADO, D.M.; KEYSERLINGK, M.A.G.V.; HÖTZEL, M.J. Projetando bebedouros melhores: vacas leiteiras preferem e bebem mais de bebedouros maiores. **Ciência Aplicada do Comportamento Animal. v.** 89, n. 4, p. 185-193, 2004.

PORATH, M.L.; MOMONT, P.A.; DELCURTO, T.; RIMBEY, N.R.; TANAKA, J.A.; MCINNIS, M. Offstream water and trace mineral salt as management strategies for improved cattle distribution. **Journal of Animal Science.** V.80, n. 2, p. 346-356, 2002.

SANTOS, D.C.; DIAS, G.H.M.; NASCIMENTO, H.S.S.; ARAUJO FILHO, J.S.; ZANCANELLA, A.C.B. Transferência de calor em telhados de diferentes materiais: Carga térmica e custo do quilowatt/hora para climatização. Revista Espaço Acadêmico. v. 9. n,2. P.65-77. 2020.

SIMIONI, T.A. Modificações ambientais em instalações para ovinos em sistemas de pastejo e confinamento. Revista Pubvet. v. 8, n. 6. art. 1689. 2014.

SHEFFIELD, R.E.; MOSTAGHIMI, S.; VAUGHAN, D.H.; COLLINS JR., E.R.; Water sources outside the stream for grazing cattle as a stream bank stabilization and water quality. **American Society of Agricultural Engineers**. v. 40, n. 3, p. 595-604, 1997.

SOLANO, J.; AVERÓS, X.; CLEMENTE, N.; AGUIRRE, V.; ESTEVEZ, I.; ORIHUELA, A. Location of supplementary feed and water troughs on the sward affects movement and spatial distribution of Brahman cattle (Bos indicus). Applied Animal Behaviour Science. n. 208, p. 1-6, 2018.

TEIXEIRA NETO, J.F.; COSTA N.A; Criação de bovinos de corte no estado do Para. Instalações zootécnicas. Embrapa Amazônia Oriental. Belém PA. 2006. 16 p.

TOMASELLI, G.; PAPPALARDO, G.; Di MARCO, M. Building design solutions for sheep and goats in the protected áreas of Sicily. Agricultural Engineering International. The CIGR Jouranal of Scientific Research and Development. BC 03 026. v. 6. 2004.

VOLTOLINI, T.V. Produção de caprinos e ovinos no semiárido. Embrapa Semiárido. Petrolina PE. Editora Embrapa Tabuleiros costeiros. 2011. 553 p.

doi.org/10.54466/sorianed.978-65-5453-075-0_017

17. MELHORAMENTO GENÉTICO DE ANIMAIS RUMINANTES COM ENFOQUE NA REGIÃO AMAZÔNICA

Flávia Martins de Souza[1]
Lais Costa Brito[2]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, Parauapebas, Pará
[2] Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Capanema, Capanema, Pará

1. Introdução

É notório que a pecuária brasileira vem se profissionalizando. O que antes o perfil das propriedades rurais era de subsistência e extrativista, hoje se direciona a um enfoque empresarial e sustentável, com uso adequado dos recursos naturais e da terra. Para atender essa modalidade, o perfil do animal utilizado na exploração agropecuária também vem passando por favoráveis mudanças. A pecuária hoje exige um biótipo de animal que tenha habilidade de (re)produzir de forma mais precoce e eficiente em seus respectivos ambientes de criação. Os ambientes tropicais, especialmente a região da Amazônia Legal, que geralmente possui altas temperaturas e umidades relativas do ar, consistem em um grande desafio na criação animal para produção de carne e, principalmente leite. No entanto, o uso adequado de recursos tecnológicos e genéticos existentes no país permitem intensificar a produção de ruminantes, ou seja, alcançar excelentes níveis produtivos e com foco no desenvolvimento sustentável do sistema de produção na Amazônia.

As espécies ruminantes, encontram-se em diferentes situações quanto ao uso de recursos genéticos. Na bovinocultura, a expansão da atividade acompanha a introdução de materiais genéticos superiores. Por outro lado, na ovinocaprinocultura o desenvolvimento e acessibilidade de material genético superior são limitados. Quanto à bubalinocultura, embora seja uma atividade bastante promovida pela região, ainda engatinha para estruturação dos programas de melhoramento.

Uma coisa é certa, os melhoristas e profissionais atuantes na área acreditam que é necessário testar e selecionar material genético superior em ambientes tropicais. É indispensável modificar o perfil das propriedades rurais na Amazônia de exclusivos "consumidores" de recursos genéticos exóticos para produtores de material genético selecionado neste ambiente de criação.

2. Panorama do melhoramento genético de ruminantes na Amazônia

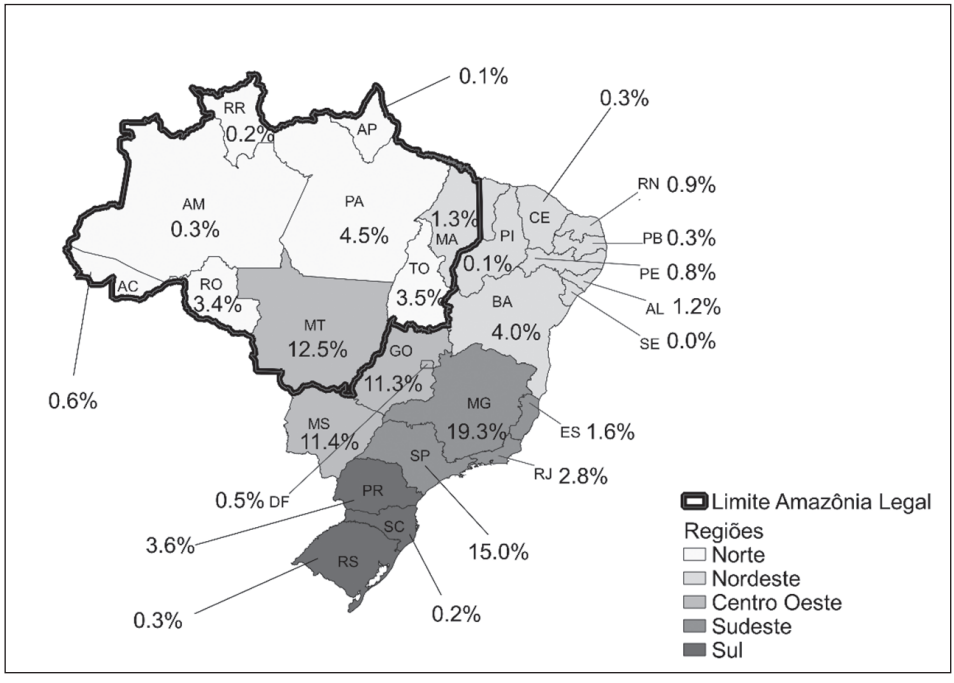
2.1 Bovinocultura

A bovinocultura é uma das principais atividades da pecuária brasileira,

tendo os trabalhos com seleção animal realizados há mais tempo, em detrimento às outras espécies ruminantes. Em torno de 60% do efetivo de bovinos se concentra nas regiões Centro-Oeste e Norte, cujos estados Mato Grosso e Pará, inseridos na região da Amazônia Legal, estão entre as maiores participações no número de cabeças (IBGE, 2019).

A participação de rebanhos em programas de melhoramento genético (PMG) é essencial, pois por meio destes os animais são avaliados geneticamente. Infelizmente, a proporção de propriedades da região Amazônica participantes de PMG é relativamente pequena. Os estados de Mato Grosso e Pará constituem as maiores participações, com 12,5% e 4,5%, respectivamente, tendo como base o Programa de Melhoramento Genético de Raças Zebuínas (PMGZ) da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu – ABCZ (Figura 1). O Brasil conta com excelentes grupos de pesquisadores e PMG que em conjunto atuam de forma efetiva com os criadores de gado na produção de genótipos superiores. A expectativa é que com a especialização da bovinocultura nos estados da região Amazônica, ocorra também o aumento da participação de propriedades nos PMG, associações de criadores, centrais de coleta de sêmen e pesquisas.

Figura 1 – Proporção de fazendas participantes do Programa de Melhoramento Genético de Raças Zebuínas da Associação Brasileira de Criadores de Zebu por unidade federativa do Brasil no ano de 2019



Outro aspecto interessante, é o uso de biotecnologias reprodutivas que auxiliam no progresso genético. Em 2019, a proporção de matrizes inseminadas foram 18,5% e 14,1%, respectivamente, para Mato Grosso e Pará, enquanto a média

brasileira foi de 15% (ASBIA, 2019). Apesar de essa biotécnica ser ainda pouco representativa, seu uso vem crescendo, especialmente na bovinocultura.

Parte do progresso alcançado pelo setor produtivo bovino do país foi consequência do melhoramento genético dos rebanhos. Os elevados e contínuos ganhos genéticos nas características (re) produtivas nas últimas décadas, tanto em bovinos de corte como leite, deve-se principalmente à inseminação artificial (IA), ao teste de progênie, a seleção intensiva de touros e mais recentemente à análise genômica. As pressões de mercado e de competitividade impostas sobre o setor continuam a exigir melhorias do potencial genético dos animais e sua adequação ao ambiente tropical.

2.2 Ovinocaprinocultura

O contexto da caprino e ovinocultura é diferente da criação de bovinos na região Amazônica. Sabe-se que a maior concentração de caprinos e ovinos está no Nordeste, enquanto a região norte, compreendida por grande parte da Amazônia Legal, apresenta pouca tradição na criação de caprinos e ovinos com apenas 1,5% e 4,5% do número de cabeças do país, respectivamente (IBGE, 2019). Embora seja uma das atividades que mais cresce no Brasil, com aumento de 4,4% (caprinos) e 1,8% (ovinos) em 2018 em relação a 2017, problemas quanto à estruturação da cadeia produtiva como a falta de abatedouros/frigoríficos autorizados na região, culturais quanto ao consumo da carne, além de outros fatores, são pontos limitantes na exploração dessas espécies. A evolução do rebanho dessas espécies oscila muito, mas há uma tendência de crescimento para ambas na região norte, principalmente para as ovinas.

A criação de caprinos e ovinos é caracterizada, em maior parte, por regimes extensivos, pequenas propriedades, sistemas de subsistências ou forma secundária de renda familiar, uso de raças nativas e/ou sem raça definida (SRD) e sem adoção de um processo seletivo bem estruturado. Geralmente, estes animais são criados em conjunto com bovinos, o que traduz na baixa especialização de mão-de-obra. O ciclo de vida dessas espécies é mais curto, comparado a outros ruminantes, tornando a atividade mais atrativa aos pequenos produtores, apesar de requerer maiores cuidados. Em muitos casos, os produtores, sob uso de métodos de produção tradicionais e sem assistência técnica, possuem como resultado baixos índices produtivos.

Os produtores, em sua maioria, não fazem anotações zootécnicas. Além disso, o uso de biotécnicas reprodutivas, como a IA, é pouco eficiente nessas espécies, limitando a disseminação do material genético superior (LOBO *et al*., 2005). Várias ações para efetivação dos trabalhos com melhoramento genético são realizadas pela Embrapa Caprinos e Ovinos e outras entidades como a Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ABCO) por meio da Assistência aos Rebanhos de Criadores de Ovinos (ARCO) e a Associação Brasileira de Criadores de Caprinos (ABCC).

De modo geral, existem poucos PMG e a adesão dos produtores é baixa. Ademais, a utilização de reprodutores de alto padrão genético é uma prática muitas vezes inacessível para os criadores, devido ao custo muito elevado. Tem-se também como fator limitante a preferência pelo sistema de seleção tradicional, em que os campeões nas exposições são valorizados, em vez dos animais testados e de alto valor genético. Apesar das limitações

que ocorrem com a caprino e ovinocultura, o mercado é promissor. Sendo assim, maiores esforços devem ser feitos para integração de criadores, indústria e órgãos de pesquisa.

2.3 Bubalinocultura

Os búfalos quando introduzidos no Brasil encontraram na Amazônia condições adequadas para se desenvolverem, demonstrando aptidões para produção de carne, leite e trabalho, inclusive em áreas de difícil utilização por outras espécies e pela agricultura. Como descrito nos Capítulos 1, 2 e 15, há uma evolução do rebanho bubalino e a expectativa é de maior expansão da atividade, principalmente na região Amazônica. Os produtos de origem bubalina, especialmente os derivados de leite, vêm conquistando cada vez mais o mercado a nível nacional. Isso faz com que haja uma preocupação maior com a estruturação da cadeia e com a criação desses animais, no que confere ao manejo, sanidade, nutrição, melhoramento genético e até mesmo a conservação do material genético bubalino.

Muitas entidades atuam na promoção e melhoramento da espécie bubalina, como a Embrapa Amazônia Oriental e a Associação Brasileira de Criadores de Búfalo (ABCB). A ABCB se empenha em incentivar a bubalinocultura brasileira, atuando com serviços de registros genealógicos, provas zootécnicas, orientações técnicas, promoção de eventos, cursos e outros. No entanto, a adesão da associação por parte dos criadores não é grande. O Amapá, por exemplo, possui apenas 2 associados, embora tenha o segundo maior rebanho. O Pará conta com 11 participantes na associação, valor muito pequeno, comparativamente com São Paulo, cujo número é 44. A Embrapa Amazônia Oriental por meio do Programa de Melhoramento Genético de Bubalinos (PROMEBULL) sob atuação de pesquisadores da área e incentivos de instituições públicas e privadas vem desenvolvendo ações importantes para o desenvolvimento da pesquisa, difusão e transferência de tecnologia para o aprimoramento da criação bubalina (corte e leite) no estado do Pará. Dentre as diversas ações, cabe destacar as mais recentes de importação de sêmen e embriões para aumento da variabilidade genética para posterior seleção e ampliação do número de propriedades beneficiadas no estado.

É perceptível que muitos bubalinocultores brasileiros não fazem nenhum tipo de escrituração zootécnica, dificultando as ações dos PMG. Embora existam vários esforços para o aprimoramento da criação dessa espécie, a bubalinocultura ainda enfrenta desafios quanto à organização de sua cadeia produtiva. Além disso, é necessária uma melhor estruturação dos PMG e associações para que essas ações sejam mais efetivas junto aos criadores.

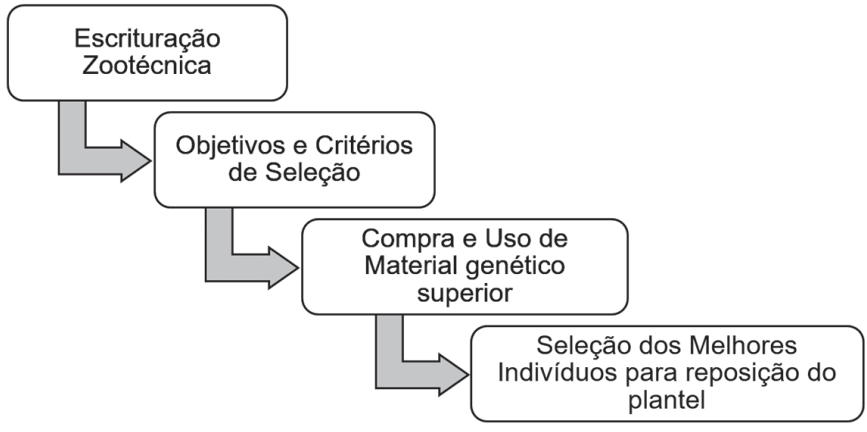
3. Como iniciar o melhoramento genético na propriedade?

O melhoramento genético animal se fundamenta em dois processos: seleção e acasalamento. A seleção tem como intuito a escolha de material genético superior e o acasalamento a combinação e disseminação desse material selecionado. Para escolher os melhores animais é preciso conhecê-los de forma confiável. O conhecimento dos animais começa com a escrituração zootécnica do rebanho. Em todas as espécies de ruminantes, esse é o principal gargalo para a execução dos PMG, pois são poucas propriedades que realizam anotações das informações de seus animais e do sistema produtivo como um

todo. A famosa frase "O que não é medido não é gerenciado" de William Deming diz muito sobre o sucesso no processo de melhoramento genético do rebanho, pois não se melhora o que não se gerencia.

Desta forma, antes de qualquer trabalho voltado ao melhoramento genético, primeiramente é necessário a implantação da escrituração (Figura 2). A partir daí, será possível conhecer os índices de produtividade do rebanho, que aliados a uma análise econômica e de mercado permite identificar os pontos positivos e negativos da propriedade, e com isso definir os objetivos e critérios de seleção. Caso a finalidade da propriedade seja a venda de animais para reprodução, com foco na seleção de animais puros, é indicado a filiação em PMG de modo que aos poucos os animais sejam registrados e possam ingressar nas avaliações genéticas. Os PMG viabilizam a gestão genética dos rebanhos participantes, oferecem consultoria especializada na seleção de animais, disponibilizam programas de simulação de acasalamentos, testes de progênies e provas de desempenho, por meio de parcerias com outras entidades públicas ou privadas.

Figura 2 – Esquema para aplicação do melhoramento genético nas propriedades rurais



Caso a propriedade tenha como finalidade majoritariamente, a criação de rebanhos comerciais, não há necessidade de filiação aos PMG. No entanto, esse fato não exime essas propriedades da importância de desenvolver um processo de seleção de seus rebanhos. Nesse sentido, algumas associações de criadores também propuseram programas voltados a gado comercial, vide exemplo o da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) e o da ABCZ. Qualquer programa de avaliação animal permite ter em mãos a chave para o sucesso, claro que para isso, deve-se saber usá-la. A exemplo disso, tem-se o Certificado Especial de Identificação e Produção (CEIP).

Outro grande passo para quem esteja implantando um programa de melhoramento no rebanho, consiste na aquisição e utilização de material genético superior. A compra de reprodutores ou de sêmen de animais geneticamente superiores é a maneira mais acessível disso, já que a substituição por completo do rebanho é muitas vezes economicamente inviável.

Biotécnicas reprodutivas, como a IA, são importantes nesse processo, principalmente por facilitar o transporte de material genético para as diferentes regiões do país e intensificar o uso de animais provados. É importante enfatizar que melhoramento genético e biotécnicas reprodutivas não são sinônimos. As biotécnicas reprodutivas são ferramentas auxiliares que permitem a multiplicação do material genético de modo mais acessível. Esse material genético que está sendo multiplicado pode ser tanto bom quanto ruim. Por essa razão a escolha do animal que será utilizado é uma etapa cautelar, que deve ser embasada nos objetivos e critérios de seleção previamente definidos para o rebanho.

O uso de reprodutores de alta qualidade genética pode ser um grande impasse para o melhoramento de rebanhos de pequenos/médios produtores, devido ao alto valor comercial. No entanto, existem outras formas de acesso ao material genético superior, como iniciativas de cooperativas que viabilizam a compra de reprodutores ou sêmen de animais selecionados. O fortalecimento de centrais de inseminação regionais e centros de pesquisas é essencial visto que muitas vezes estas viabilizam iniciativas de melhoramento genético de instituições públicas e privadas.

Portanto, o melhoramento genético deve ser um processo contínuo, compreendido por ações que partem da definição do objetivo e critérios de seleção, logo pela introdução de material genético superior e posteriormente pela seleção contínua dos melhores indivíduos. Ao implantar tais ações propostas neste tópico, ou parte delas, com assistência técnica de qualidade, principalmente no momento da compra de reprodutores ou sêmen, espera-se melhorias consideráveis nos índices zootécnicos da propriedade.

4. Raças puras e cruzamentos

Uma dúvida recorrente entre os produtores é quanto ao uso de raças puras ou cruzamentos: Qual a melhor raça ou o melhor cruzamento? Para responder a esta pergunta, os principais aspectos a serem considerados são: o planejamento e a região de inserção da propriedade rural, a finalidade da produção de acordo com as exigências de mercado e as condições de criação oferecidas aos animais.

Quando se pensa em investir em animais puros, o que se busca raça é explorar as habilidades (re)produtivas presentes na raça. No cruzamento, por sua vez, o que se procura é a complementariedade entre as raças e o vigor híbrido ou heterose, cuja maior expressão se observa no animal "meio-sangue" (F1). A complementariedade é a junção em um só animal das características desejáveis de duas ou mais raças. A heterose é o fenômeno genético em que a progênie apresenta melhor desempenho que os genitores não-aparentados. A preferência deve ser dada para o uso de animais puros no cruzamento, em detrimento da bimestiçagem, para que não haja perda de heterose.

Um exemplo clássico de cruzamento em ambientes tropicais é entre uma raça que possua como característica marcante a rusticidade com outra extremamente produtiva. Os produtos gerados tenderão a produzir melhor que os progenitores em ambiente tropical, fruto da complementariedade entre as raças por agregarem melhorias em ambas as características alvo (rusticidade e produção) e da heterose. No entanto, deve-se considerar que a superioridade dos mestiços em relação aos puros ainda depende da utilização de indivíduos superiores de ambas as raças. Desta forma, existe a necessidade do conhecimento prévio do potencial

dos animais a serem utilizados no cruzamento e das (des)vantagens de cada raça em termos (re)produtivos e de preferência do mercado.

Outro termo interessante é a interação genótipo x ambiente (GA). Esse fenômeno ocorre uma vez que a expressão dos genes responsáveis por determinada característica, como o ganho de peso, pode variar em função do ambiente (FALCONER, 1952). Desta forma, indivíduos identificados como geneticamente superiores em um ambiente podem não ser igualmente superiores em outros ambientes. O ideal é que o animal seja produtivo e ao mesmo tempo adaptado às condições de criação a que ele está sendo submetido. Outra situação, se viável, é oferecer um ambiente adequado para o animal se desenvolver, permitindo-o expressar todo seu potencialmente genético. No Brasil há uma ampla variação de sistemas de produção, que juntamente com uma grande variabilidade genética existente nos animais, pode conferir diferentes resultados para as raças ou cruzamentos, em função da interação GA.

É indiscutível para todas as espécies a necessidade de mais estudos aplicados à Amazônia Legal, comparando diferente raças, composições raciais e níveis tecnológicos, além do retorno econômico obtido. O produtor deve ter em mente que para alcançar a tão almejada pecuária sustentável, deverá abdicar de determinada raça ou cruzamento se necessário, e buscar animais mais eficientes no ambiente amazônico. De forma geral, raças de animais mais produtivos são menos adaptados e os que possuem maior adaptação aos sistemas extensivos e clima tropical são menos produtivos. Por isso deve-se buscar um equilíbrio na escolha dos animais, que dependerá principalmente do ambiente de criação tropical e o nível tecnológico da propriedade.

4.1 Bovinocultura

É evidente que o Brasil tem um dos maiores rebanhos zebuínos do mundo. A habilidade (re)produtiva dos zebuínos em sistemas de criação que se baseiam em pastagens tropicais, altas temperaturas e incidência de doenças, explica porque eles constituem a base de produção de carne e leite no Brasil. Muito embora esses animais tenham êxito em ambientes tropicais, deve-se reconhecer a importância dos trabalhos de seleção genética que vêm sendo conduzidos há décadas, tornando-os cada vez mais eficientes.

Cada raça possui particularidades que devem ser levados em consideração antes da escolha. Muitos criadores brasileiros são comprados com a ideia de que raças taurinas são mais produtivas e acabam fracassando com o uso indevido delas. Em geral, esses animais quando submetidos em situações de clima tropical e pastagens de baixa qualidade, não conseguem expressar todo o seu potencial genético, levando-os a um desempenho aquém do desejado, consequência da interação genótipo x ambiente. Por conta disso, a utilização do cruzamento entre as subespécies *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* **é** largamente empregada. O resultado disso consiste em animais com bom potencial produtivo em ambientes tropicais, como consequência da heterose e da complementaridade entre raças.

4.1.1 Bovinocultura de leite

Na bovinocultura leiteira, a raça Holandesa e seus cruzamentos são amplamente utilizados no país, dada sua alta habilidade para produção de leite (PL) por longos períodos de lactação. Por outro lado, possui maior exigência nutricional e requer maiores cuidados com sanidade

e conforto térmico. Quando comparada com outras raças europeias, como Jersey e Pardo-Suíça, a raça Holandesa tem como limitação menor longevidade produtiva e desempenho reprodutivo no rebanho e maior incidência de distocia em partos. Nas regiões tropicais brasileiras como na Amazônia, a raça Holandesa tem maior sucesso quando utilizada em cruzamentos. Estima-se que em torno de 70% da PL no país provém de vacas mestiças Holandês-Zebu (HZ), sendo o cruzamento mais comum entre o Holandês e o Gir (MADALENA *et al*., 2012). A raça sintética Girolando teve sua formação impulsionada pela busca da conciliação da capacidade produtiva do Holandês com a rusticidade e longevidade do Gir Leiteiro.

O Gir é a raça de maior aptidão leiteira dentre as zebus e aquela onde a seleção vem sendo executada há mais tempo no Brasil. É claro que hoje ao avaliar o rebanho bovino brasileiro, nota-se animais com diferentes cruzamentos e composições raciais. Resultados satisfatórios também são observados no cruzamento entre Guzerá e Holandês (Guzolando). Uma das grandes vantagens deste cruzamento é o aproveitamento dos bezerros para corte, caracterizando os rebanhos de dupla aptidão. Além disso, cruzamentos com Jersey são muito utilizados com o propósito de elevar o teor de gordura do leite.

A grande questão discutida é "qual melhor composição racial a ser utilizada". A chave da resposta está relacionada às condições de ambiente a ser oferecidas aos animais. Uma pesquisa da Embrapa Gado de Leite mostrou que a performance de cada cruzamento é variável com a tecnologia adotada nas fazendas. Na Tabela 1, nota-se que em fazendas mais simples, com nível de manejo inferior, animais 1/2 HZ apresentaram melhor desempenho e animais com maior composição genética do Holandês responderam melhor a sistemas mais tecnificados, uma vez que são mais exigentes nutricionalmente, mais sensível ao calor e mais susceptíveis a carrapatos (Figura 3). O uso de raças taurinas na região Amazônica, requer sistemas de refrigeração para amenizar o calor, como instalações climatizadas do tipo *freestall* ou *compost barn,* para que haja expressão do genótipo conforme esperado. Embora haja recursos técnicos para proporcionar ambientes artificiais, pode ser uma prática antieconômica.

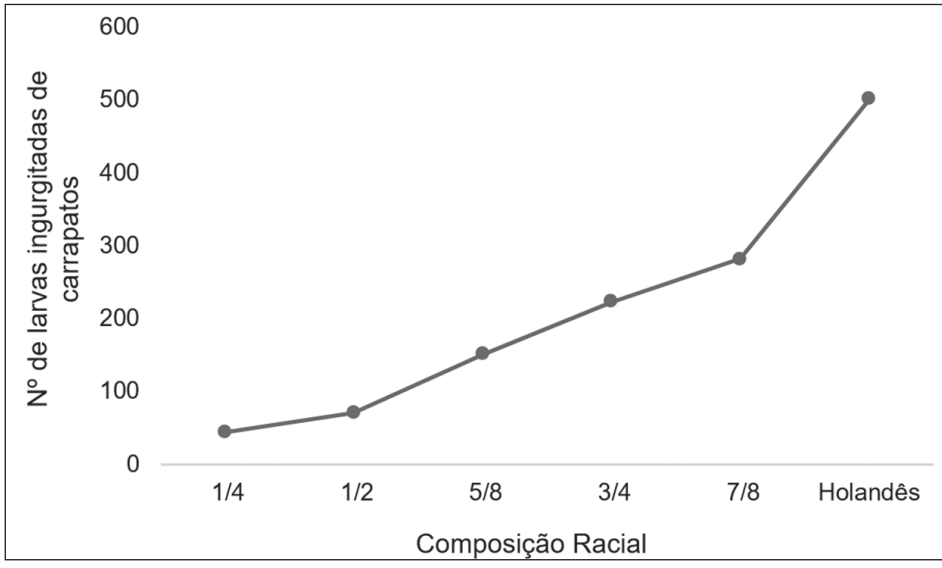
Tabela 1 – Características de primeira lactação, em animais de seis composições genéticas Holandês-Zebu, em fazendas de dois níveis de manejo

	Nível Alto		Nível Baixo	
Composição Genética	Duração da Lactação (dias)	Produção de leite (kg)	Duração da Lactação (dias)	Produção de leite (kg)
1/4	211	1396	268	1180
1/2	305	2953	375	2636
5/8	191	1401	283	1423
3/4	329	2981	367	2251
7/8	295	2821	304	1672
H*	365	3147	258	1226

***H = Holandês.**

Fonte: Adaptado de Madalena *et al.* (1990).

Figura 3 – Infestações por carrapatos em novilhas de diferentes composições raciais de Holandês-Zebu



Fonte: Adaptado de Lemos *et al.* (1985).

As vantagens atribuídas para a composição racial 1/2 HZ são evidenciadas em várias características de interesse econômico, como produção de proteína e gordura, sobrevivência, reprodução e longevidade produtiva, devido ao efeito favorável da heterose e complementariedade. Em razão disso, sugere-se a reposição contínua de fêmeas F1, mas isso requer uma estratégia organizacional, pois depende do valor e disponibilidade dos animais no mercado. A grande limitação está no tamanho do rebanho zebuíno necessário para atender a demanda por F1. Sugere-se que nessas fazendas de rebanhos zebuínos e de bom manejo, 60% dos animais poderiam ser cruzados e 40% acasalados com touros zebus para manter o rebanho de fêmeas zebus (MADALENA, 1993; MADALENA, 2002).

Independente da estratégia de cruzamento adotada, há a necessidade da utilização de IA. Muitos pequenos e médios produtores de leite ainda não possuem acesso a técnica, tendo sempre que comprar animais. Uma opção viável seria a utilização de raças sintéticas nesse caso. No entanto, com a finalidade de se aproveitar melhor os bezerros, usam um reprodutor de corte, sendo em sua maioria o Nelore. Essa prática vem sendo utilizada estrategicamente em rebanhos nos Estados Unidos com o Holandês e o Angus, o que chamam de *Beef on Dairy*. No entanto, nesta técnica apenas as vacas menos produtivas são inseminadas com touros para corte. Assim o investimento com sêmen sexado e produção *in vitro* de embriões a partir de touros altamente especializados para produção de leite é direcionado as melhores vacas. A principal razão do crescimento dessa prática é o aumento do valor comercial dos produtos em detrimento ao tradicional bezerro de leite.

Para os produtores de leite brasileiros, especialmente da região Amazônica

que fazem uso da IA, uma maior ênfase deve ser dada na compra de sêmen de animais selecionados e adaptados a regiões mais quentes, considerando a possível interação genótipo-ambiente. Sabe-se que a maioria dos sêmens de Holandês comercializada é importada, podendo implicar em desempenhos não esperados.

Sem dúvidas, a atividade leiteira pode hoje aproveitar os melhores atributos das raças, por meio do cruzamento entre elas, conseguindo ganhos em rusticidade e desempenho. Estudos avaliando o desempenho desses animais na região Amazônica em diferentes sistemas de produção são necessários. Não só a raça Holandesa, o uso de outras raças taurinas em cruzamentos, como o Jersey também pode ser rentável, principalmente em situações em que há pagamento por teor de sólidos totais (TEODORO e MADALENA, 2003). Este pagamento ainda não é uma realidade na região amazônica, mas é uma tendência de mercado.

4.1.2 Bovinocultura de Corte

Na bovinocultura de corte, as raças zebuínas mais populares são a Nelore, Brahman, Guzerá e Tabapuã. A raça Nelore compreende a maior parte do rebanho de corte brasileiro, possuindo mais de 80% dos registros genealógicos de nascimento (RGN) realizados pela ABCZ. Sua ampla exploração está relacionada à sua capacidade de prosperar sob duras condições climáticas, nutricionais e sanitárias, frequentemente observadas nos trópicos. Não obstante, as demais raças citadas também não deixam a desejar. A Tabela 2 possui resultados a respeito do desempenho produtivo de animais das raças Nelore, Brahman, Tabapuã e Guzerá avaliados pelo PMGZ. Notem que esses desempenhos são similares.

A raça Brahman é considerada a mais precoce de todas as zebuínas, além de constituir grande volume de carcaça. Alguns de seus cruzamentos deram origem às raças sintéticas Santa Gertrudes, Braford e Brangus, muito utilizadas em confinamento. O Tabapuã é caracterizado pela sua excelente habilidade materna e, devido ao seu caráter mocho é uma boa opção para aqueles criadores que preferem animais sem chifres, por facilitar o manejo. O Guzerá, por sua vez, possui como característica a rusticidade e adaptabilidade em ambientes hostis, além de também apresentar boa habilidade materna. Há também uma projeção de crescimento do Sindi, uma raça de dupla aptidão e pequeno porte, caracterizada pela sua precocidade produtiva e reprodutiva (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias relativas às características (re)produtivas de raças zebuínas oriundas das avaliações do primeiro semestre de 2021 do Programa de Melhoramento Genético de Raças Zebuínas – ABCZ

Características[1]	Raça				
	Nelore	Brahman	Guzerá	Tabapuã	Sindi
Ponderais					
PM (kg)	129,0	130,9	125,2	128,5	104,2
PD (kg)	187,5	192,2	182,0	188,9	157,0
PA (kg)	248,8	246,3	236,38	246,5	221,3

Características[1]	Raça				
	Nelore	Brahman	Guzerá	Tabapuã	Sindi
PS (kg)	303,6	304,7	291,06	302,6	277,2
Precocidade e Fertilidade					
PE365 (cm)	21,0	21,1	20,7	21,0	22,0
IPP (meses)	39,0	38,0	40,0	38,0	37,0
STAY (%)	33,9	29,2	27,7	35,2	-
Morfológicas					
Estrutura	4,3	4,5	4,0	4,3	4,2
Precocidade	4,0	4,4	3,9	4,0	4,1
Musculosidade	3,9	4,0	3,5	3,8	3,8

[1] PM, PD, PA e PS= peso à fase materna, desmama, ano e sobreano, respectivamente; PE365= perímetro escrotal aos 365 dias de idade, respectivamente; IPP= idade ao primeiro parto; STAY= *stayability* referente a porcentagem de fêmeas que permaneceram até 76 meses de idade no rebanho, parindo pelo menos 3 vezes.

Fonte: Adaptado de ABCZ (2021).

Apesar da adaptabilidade do gado Zebu às condições tropicais, outros interesses direcionam a busca de genótipos com características produtivas semelhantes às raças europeias. Nesse sentindo, a prática dos cruzamentos na pecuária de corte vem crescendo bastante com a intensificação dos sistemas de produção. Com esse propósito, a sistematização de alguns cruzamentos levou a formação de muitas raças sintéticas/compostas. As raças sintéticas constituem uma alternativa válida em situações em que não é possível a utilização de inseminação artificial, já que o uso de touros de raças taurinas em monta natural é pouco eficiente em muitas regiões brasileiras, como na Amazônia.

Os cruzamentos terminais ou industriais com a utilização de até 3 raças são empregados por todo o país, devido à simplicidade e aos excelentes resultados. Como vantagem desse processo, tem-se a heterose máxima na progênie, além da complementariedade entre raças. Quando se opta pelo *three-cross* ou *backcross* tem-se como proveito a exploração de fêmeas mestiças, as quais apresentam melhor taxa de prenhez e habilidade materna. Para estes casos, a escolha do touro para formação da fêmea F1 deve levar em conta as características maternas, bem como as características de crescimento e carcaça, já que estas serão retidas no rebanho. Recomenda-se que na escolha da terceira raça deve ser levado em conta a resistência às altas temperaturas e umidades. Estudos que viabilizam a tomada de decisão nesses casos na região Amazônica são necessários.

Nos cruzamentos terminais têm-se maior preferência por raças taurinas britânicas com raças zebuínas. Para quem aposta numa pecuária de ciclo curto as raças Angus, Hereford e Shorthorn são ideais nos cruzamentos, por proporcionar maior precocidade sexual e de terminação e qualidade de carne. É possível citar também a raça Senepol, que além de carregar todos os atributos dos taurinos, possui alta capacidade de adaptação a diferentes

ambientes, razão pela qual sua utilização vem crescendo. As raças taurinas continentais, como o Limousin, Simental, Pardo-Suiço Corte, Charolês e Marchigiana perderam espaço para raças britânicas em virtude do elevado tamanho de peso adulto, conferindo animais mais tardios e com maior exigência de mantença. Atualmente, tem-se estimulado o uso de raças taurinas adaptadas, como Curraleiro Pé-Duro, Crioulo Lageado e em especial o Caracu. Essas raças criolas tiveram suas origens baseadas nos processos de seleção natural e de miscigenagem. São animais fortes e totalmente adaptáveis ao clima e as pastagens nacionais, com bom casco, tendões e ossos para caminharem longas distâncias, pêlo curto, umbigo curto e sem prolapso de prepúcio, além de boa qualidade de carne. Não havendo condições de uso de IA, o Caracu ou outras raças crioulas e sintéticas podem ser uma boa alternativa em cruzamentos com zebuínos.

4.2 Ovinocaprinocultura

Na ovinocultura e caprinocultura, assim como em outras atividades pecuárias, a escolha da raça a ser criada deve se adequar ao sistema de produção e ao objetivo da criação – leite, carne ou outros. As raças locais possuem como características rusticidade e adaptabilidade a ambientes mais hostis de criação, especialmente, às regiões do semi-árido do Nordeste. Essas raças são fundamentais para sustentabilidade das populações rurais, uma vez que são menos exigentes por insumos externos, manejo e cuidados sanitários. No entanto, sistemas intensificados de produção exigem a utilização de animais que além de rústicos, sejam mais produtivos, demandando desta forma, o uso de raças exóticas e sistemas de cruzamentos destas com as raças nativas ou adaptadas ao clima tropical.

Os caprinos no país são explorados, principalmente, com a finalidade de produção de leite, ou como duplo propósito. As raças nativas de caprinos exploradas no Brasil são a Moxotó, Canindé, Repartida, Gurgueia e Marota, mas com maior distribuição na região Nordeste. As duas primeiras são utilizadas mais para carne e leite e as outras últimas para pele e carne. Entretanto, a maior parte do rebanho de caprinos no Brasil é SRD. As principais raças exóticas de aptidão leiteira são a Alpina, Saanen e a Toggenburg de origem européia e a Anglo-Nubiana de origem africana. Esta última é considerada como de duplo propósito e apresenta maior tolerância ao calor dentre as raças exóticas leiteiras, fazendo com que seja mais utilizada em regiões mais quentes (MCMANUS *et al*., 2014). Melhores produções de leite, impreterivelmente, são alcançadas em regiões tropicais por meio de cruzamentos de raças especializadas com raças locais ou adaptadas.

Quanto às raças exóticas especializadas para produção de carne, as mais indicadas para ambientes quentes são as de origem africana como a Anglo-nubiana, a Bôer, Savana e Kalahari. A criação de animais destas raças pode ser uma alternativa valiosa como raças puras e sistemas de cruzamentos em regiões mais quentes e úmidas. No entanto, não há comprovações científicas do desempenho desses animais na região Amazônica. A falta de desenvolvimento da produção de caprinos é evidente no Centro-Oeste e Norte do país com poucos ou nenhum rebanho de raça pura (MCMANUS *et al*., 2014). Em virtude disso, estudos que avaliem o desempenho de raças puras e sistemas de cruzamentos com caprinos, tanto para corte quanto para leite na região Amazônica, são muito incipientes. Portanto, nenhuma consideração a respeito de indicar ou não qualquer tipo de cruzamento

para as condições do bioma Amazônico pode ser feita.

Em relação à ovinocultura, o principal objetivo da criação é a produção de carne. No Brasil há uma notável falta de variedade de raças no Centro-Oeste e especialmente no Norte do país, com uma predominância de Dorper, White Dorper e Santa Inês (MCMANUS *et al*., 2014). As duas primeiras raças de origem africana são especializadas para carne, consistindo em animais precoces e férteis. A raça Santa Inês é uma raça de origem local muito rústica, cujas características atuais resultam da seleção natural e trabalhos técnicos com o intuito de fixar atributos desejáveis. A Santa Inês também é uma raça de corte, possui boa qualidade de pele e caracteriza-se como raça materna nos programas de cruzamentos. Boas respostas podem ser observadas no cruzamento desta com reprodutores das raças Dorper e Somalis Brasileira, por exemplo. A raça nativa Morada Nova também pode ser indicada como raça materna nos cruzamentos. Raças lanadas como Texel e Suffolk não são indicadas para regiões quentes e úmidas. Avaliações de desempenho e adaptação de raças ovinas e seus cruzamentos também necessitam ser validados para o bioma Amazônico.

4.3 Bubalinocultura

As raças bubalinas estabelecidas no Brasil são a Murrah, Mediterrâneo, Carabao e Jafarabadi, além do tipo Baio. Este último constitui um efetivo de poucos animais e por não apresentarem um padrão de caracterização racial, não é reconhecida como raça pela ABCB. De modo geral, todas as raças são produzidas como duplo propósito, no entanto, as raças mais indicadas para produção de leite na região Amazônica são a Murrah e a Mediterrâneo, as quais constituem o maior efetivo de animais no Brasil. Os cruzamentos entre elas são também bastante explorados. Quanto à raça Carabao possui maior aptidão para carne, pois sua produção de leite é baixa. Os animais da raça Jafarabadi também são desenvolvidos tanto para corte, quanto para leite.

Assim como na bovinocultura, o uso de animais puros nos cruzamentos é o mais indicado, por aproveitar ao máximo a heterose. No entanto, cruzamentos sem controle têm sido praticados constantemente, o que tem levado à descaracterização das raças bubalinas. Iniciativas para manutenção das raças puras, à exemplo do Banco de Germoplasma Animal da Amazônia – BAGAM da Embrapa Amazônia Oriental, surgiram por conta disso. Ao mesmo tempo, alguns produtores têm dado ênfase exacerbada à caracterização racial em detrimento das características produtivas no momento da compra de reprodutores. Pensando nestas questões, a ABCB tem estudado a possibilidade de registrar animais considerando um tipo brasileiro. Esse tipo brasileiro seriam búfalos selecionados exclusivamente para produção e amochados, buscando uma população de animais eficientes e produtivos e posteriormente se definiria uma conformação racial.

Está evidente que muito ainda pode e deverá ser feito na bubalinocultura quando se refere a raças e cruzamentos, principalmente em ambiente amazônico que possui a maior quantidade de exemplares da espécie e uma gama de possibilidades de trabalho para quem deseja praticar seleção.

5. Principais critérios de seleção

O melhoramento genético deve subtrair o indesejável e multiplicar o melhor dos animais. Para isso, os indivíduos superiores devem ser identificados

e selecionados com base nos critérios de seleção. Atualmente, os PMG de bovinos disponibilizam a avaliação de uma série de características. No Programa Nelore Brasil (ANCP), por exemplo, é disponibilizada a avaliação de 33 características. Definir quais delas serão utilizadas como critérios de seleção não é uma tarefa fácil, visto que eles variam em função do objetivo de seleção do sistema produtivo. Este, por sua vez, depende das demandas de mercado, desempenho produtivo atual e metas futuras do sistema de produção.

Os interesses nos trabalhos de seleção em qualquer espécie ruminante têm como base a consolidação dos padrões raciais. Embora a estética animal seja um dos atributos de grande peso na seleção animal, atualmente se sabe a importância da busca por animais férteis, precoces e produtivos. A adequada aplicação dos critérios de seleção orienta a formação do biotipo animal desejável, que não deverá implicar em aumentos no custo de produção devido às maiores exigências nutricionais para crescimento e reprodução. Os critérios de seleção de animais ruminantes possuem duas vertentes, variando conforme as principais finalidades de produção: leite ou carne.

Haja vista as limitações da ovino/caprinocultura e bubalinocultura quanto ao melhoramento genético, principalmente por não adotarem amplamente a prática de escrituração zootécnica, muitas características discutidas nesse tópico, embora sejam importantes, não estão disponíveis nessas espécies. Na maioria das vezes, infelizmente os critérios utilizados para seleção desses animais são subjetivos e com base na avaliação do exterior.

5.1 Produção de Carne

Nos animais especializados para corte, o desenvolvimento ponderal e a velocidade de crescimento são determinantes na precocidade produtiva. As características utilizadas como critério de seleção consistem nos pesos padronizados em diferentes idades e ganhos em peso. Tais atributos são de fácil obtenção, e de acordo com a literatura, apresentam herdabilidade de moderada magnitude, portanto, respondem bem à seleção (GIANNOTTI *et al*., 2005; OLIVEIRA *et al*., 2017). Outro critério de seleção empregado para acelerar a velocidade de crescimento dos bezerros é a habilidade maternal da matriz. O bom desempenho do bezerro no pré-desmame e desmame, principalmente no quesito viabilidade e peso, são também consequência da influência positiva da mãe e sua maior produção de leite. A avaliação da habilidade materna em função do peso da progênie no pré-desmame é ainda mais válida, já que nessa fase o leite é o alimento exclusivo. Em contrapartida, a seleção para habilidade materna remete à seleção indireta para produções crescentes de leite, podendo ocorrer a produção de animais mais exigentes nutricionalmente.

A utilização das características ponderais deve estar alinhada às avaliações morfológicas ou visuais, no que diz respeito às características funcionais. Uma seleção com enfoque apenas para o peso pode resultar no aumento do tamanho e peso adulto nos animais, com reflexos negativos sobre a eficiência dos sistemas produtivos, como na precocidade sexual. Por exemplo, fêmeas muito altas e pesadas apresentam maior exigência de mantença e requerem maior demanda de alimento para obterem condição corporal adequada para emprenhar. Em função disso, baixos índices de prenhez seriam observados nos tradicionais sistemas extensivos de produção. Por essa razão, as avaliações visuais são utilizadas com eficácia em PMG. Nas avaliações visuais, o que se deseja em um

animal de corte é um frame médio, boa estrutura e profundidade (comprimento) de costelas, proporcionando maior área para deposição de musculatura e ao mesmo tempo acabamento de gordura mais precoce. É desejável que os animais tenham tamanho de umbigo mediano, aprumos corretos, e caracterização de acordo com a raça e sexo em questão. As características avaliadas apresentam herdabilidades estimadas, de moderadas a altas, portanto respondem bem a seleção ($h^2 > 0,20$) (FARIA *et al*., 2007). A utilização destas avaliações gera resultados positivos em ganho nas precocidades de terminação e sexual.

As características ligadas à eficiência reprodutiva, vem assumindo importância cada vez maior na hora da seleção, por impactarem economicamente na pecuária de corte, já que estão relacionadas ao nascimento de animais. A idade tardia ao primeiro parto das matrizes criadas nos trópicos é um dos principais fatores que afetam negativamente a produção. Este atraso deve-se à elevada idade à puberdade e à baixa taxa de crescimento, sendo que estes resultados são determinados, principalmente, pelo nível nutricional nas fases de cria e recria ou por deficiente sistema de manejo reprodutivo das novilhas. O perímetro escrotal (PE), idade ao primeiro parto (IPP), probabilidade de parto precoce (3P) e intervalo de partos (IP) são características usuais no processo de seleção com a finalidade de melhorar a fertilidade e a precocidade sexual. A habilidade de permanência das fêmeas no rebanho também é uma característica avaliada com a finalidade de identificar aquelas matrizes que são longevas e que deixam o maior número de progênies, com vistas a reduzir os gastos com a reposição de matrizes. Especificamente em caprinos e ovinos, os partos gemelares são comuns e desejáveis. Embora a herdabilidade para a maioria das características reprodutivas seja baixa ($h^2 < 0,20$) (PEREIRA *et al*., 2002; OLIVEIRA *et al*., 2017), o pecuarista deve adotar critérios rígidos de seleção, visando a valorização funcional daquelas fêmeas que, no mesmo ambiente, revelam-se superiores.

Mais recentemente, como demandas adicionais, surgem às características relacionadas com a eficiência alimentar, qualidade de carcaça e maciez da carne. A utilização de animais mais eficientes do ponto de vista alimentar resultaria numa significativa redução dos custos de produção, visto que despesas atribuídas à alimentação consistem no componente mais oneroso do sistema produtivo, principalmente em confinamentos. Quanto à maciez da carne, os pecuaristas ainda não são bonificados por esse atributo, mas é uma tendência de mercado, dada a exigência crescente dos consumidores.

5.2 Produção de Leite

Em relação às raças especializadas para leite, as principais características avaliadas geneticamente, além da PL, são a produção e teor de gordura, proteína e sólidos totais, IPP, contagem de células somáticas, habilidade de permanência no rebanho, facilidade de parto e de ordenha, eficiência alimentar e temperamento. A facilidade de parto é uma característica importante e comumente empregada nos programas de melhoramento, haja vista a influência dos partos distócicos nas ocorrências de doenças reprodutivas e consequente descarte de animais.

As características produtivas (PL, gordura e proteína e as percentagens destes componentes) possuem papel muito importante na atividade leiteira, já que estão diretamente relacionadas à renda

do sistema de produção. Nesse sentido, essas características são consideradas como os principais critérios de seleção na bovinocultura leiteira. No entanto, uma vez, que as características produtivas constituem majoritariamente o foco na seleção, como consequência pode-se ter diminuição da eficiência reprodutiva, assim como da resistência a doenças e, consequentemente, da longevidade (RODRIGUEZ-MARTINEZ *et al*., 2008). O antagonismo entre fertilidade e produção é preocupante, mas atualmente alguns programas incorporaram avaliações para índices de fertilidade, os quais são úteis como critérios de seleção.

As percentagens de gordura (%G) e proteína (%P) do leite apresentam herdabilidade elevada, entretanto, possuem correlação genética negativa com a PL. Desta forma, ao considerar a seleção com base apenas na PL, o valor genético das vacas para %G e %P do leite deve diminuir na geração seguinte. A seleção concomitante para PL e %G e %P, entretanto, apresenta ganhos modestos, visto que na seleção de características antagônicas, os melhores indivíduos para cada característica podem não ser selecionados. Mais uma vez, a utilização de índices de seleção se torna interessante.

Na seleção de fêmeas leiteiras, grande atenção é também dado ao seu exterior. Os animais são selecionados quanto ao seu tipo leiteiro, que se refere à conformação do corpo associada à produção. De todas as características de conformação, as de úbere em particular (colocação e formato das tetas, profundidade de úbere e ligamento do úbere anterior) são as características mais importantes ligadas à longevidade e capacidade leiteira. Uma boa matriz também deve ter bons aprumos, com pernas fortes, bem colocadas, além de bons cascos, permitindo que o animal caminhe sem dificuldades para se alimentar.

Atualmente, devido ao auxílio da genética molecular, os programas de seleção incorporaram avaliações de genótipos para a kappa-caseína, beta-caseína e a beta lactobulina. A kappa-caseína e beta lactobulina estão relacionadas ao rendimento do leite e teor de gordura e proteína. Já a beta-caseína tem sido correlacionada com alergia, diabete tipo 1 e outros efeitos, sendo o alelo A2 o desejável. Estudos têm observado uma maior frequência desse alelo em bovinos nas raças Gir e Sindi.

6. O melhor reprodutor: existe? Como identificar?

Haja vista a importância do uso de reprodutores geneticamente superiores na intensificação dos sistemas produtivos, a maior tarefa está na escolha de quais animais serão os pais das futuras gerações. A escolha dos reprodutores deve ser feita com base no planejamento estratégico do sistema produtivo. A genética do reprodutor escolhido é a que vai definir os resultados no futuro: qualidade dos animais desmamados e abatidos, e das fêmeas que serão mantidas no rebanho, se elas irão emprenhar precocemente, desmamar um bom animal ou apresentar boas produções de leite, e ainda emprenhar novamente dentro do tempo esperado. O custo por não "acertar a mão" na escolha do reprodutor pode ser bem alto e frustrante, já que não só os ganhos, como também as perdas são permanentes e evidenciadas somente na próxima geração.

Não existe uma fórmula mágica para escolha do reprodutor, porque não existe o animal perfeito. O que existe é o animal ideal para um determinado tipo de situação. Muito mais que os super computadores e programas estatísticos importantes

na confecção das Diferenças Esperadas na Progênie (DEPs), o talento do homem é crucial nas interpretações destas nos sumários. Antes de tudo, é através do diagnóstico do sistema produtivo, dos recursos e infraestrutura da fazenda, assim como das demandas mercadológicas, que começa a escolha do reprodutor.

São facilmente notáveis situações em que alguns animais estejam no ranque do TOP 0,1% para características produtivas, mas deixam a desejar nas reprodutivas, por exemplo. Independente da espécie ruminante que se esteja trabalhando, não haverá produções de leite ou carne se a matriz não tiver parido, sendo assim, a fertilidade do rebanho é de suma importância. Em paralelo, a alta velocidade de ganho em peso e acabamento de carcaça ou elevas produções leiteiras e teores de sólidos totais são características indispensáveis para qualquer rebanho. Então, é importante se certificar que o reprodutor contemple todos esses atributos, com boas DEP's para várias características de modo a manter o equilíbrio, nunca dispensando a avaliação visual do animal.

Quando se trabalha com a IA, a escolha do reprodutor se torna mais versátil, pois ela pode ser direcionada a fêmeas específicas visando atender as metas definidas para o sistema produtivo. Por exemplo, em um rebanho de corte se há uma fêmea com boas avaliações para características ponderais e reprodutivas, no entanto, com habilidade materna baixa, sendo este atributo uma meta a ser melhorada, a escolha do reprodutor pode ser feita em função desta característica, mas com ponderações para as demais, de maneira que o objetivo como um todo seja alcançado no produto final – a progênie. Tendo como base num rebanho, bons índices produtivos e reprodutivos, logo o produtor é quem define o que irá privilegiar no sistema produtivo.

7. Como as ferramentas moleculares podem auxiliar no progresso genético do rebanho?

Tradicionalmente, o processo de seleção é realizado tendo como informação para gerar os valores genéticos apenas o pedigree, o fenótipo do animal e de suas progênies. Embora essa seleção assegurou ganhos substanciais e contínuos nas características de interesse econômico, esse processo ocorre sem o conhecimento do número de genes que atuam na característica de interesse, nem do efeito de cada gene, mas sim no efeito final de todos os genes em conjunto em função do fenótipo.

Os avanços das biotecnologias, em especial, as ferramentas moleculares vieram para garantir maior progresso genético animal. Com a manipulação do DNA (ácido desoxirribonucléico) e, por conseguinte o aparecimento dos marcadores moleculares, foi possível a associação da informação do fenótipo do animal com a de seu respectivo DNA (genótipo). Isso permitiu identificar o efeito desses marcadores sobre características de interesse zootécnico.

As informações do DNA dos indivíduos, com base nos marcadores moleculares, podem ser incorporadas nas DEP's, juntamente com as informações de pedigree, desempenho próprio e de progênie dos animais. É possível também, por meio dos marcadores, checar os parentescos entre os indivíduos e, assim, corrigir possíveis erros de pedigree. Isso permitiu um incremento na acurácia das DEP's, levando à identificação e seleção mais eficiente e segura dos indivíduos superiores.

As DEP's genômicas, assim denominadas, portanto, possuem maior confiabilidade e tem como vantagem a utilização de animais jovens, possibilitando a redução do intervalo de gerações,

levando a maiores ganhos genéticos. Os maiores benefícios podem ainda ser extraídos na avaliação de características de difícil mensuração, que se expressam tardiamente na vida do animal ou que apresentam alto custo ou de baixa herdabilidade. São alguns exemplos a maciez da carne, a eficiência alimentar, a fertilidade, doenças, dentre outros. Considera-se que no melhoramento genético moderno deve-se contar com a genética molecular e a genética quantitativa, trabalhadas de uma forma combinada.

8. Considerações finais

A região amazônica é um campo de oportunidade para crescimento das atividades agropecuárias. Esse crescimento no setor deve ocorrer de forma sustentável, visando alinhar a eficiência produtiva dos animais criados no bioma Amazônico com a crescente demanda do mercado de carne e leite. O investimento na área de melhoramento genético animal permite gerar genótipos superiores e eficientes, que contribuem essencialmente para intensificação dos sistemas na região Amazônica. Para isso, o processo de melhoramento genético requer investimentos financeiros, mas sobretudo requer um planejamento estratégico aliado a uma assistência técnica de qualidade. O plano de gestão genética do rebanho deve considerar a identificação de animais que sejam produtivos, adaptados às condições do ambiente de criação e que atendam os interesses de mercado. Os trabalhos com seleção e acasalamentos devem caminhar nesse sentido.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Criadores de Zebu. 2021. **Sistema Integrado de Avaliação Genética: Avaliações Genéticas PMGZ/ABCZ 2021-1**. Disponível em: https://www.abczstat.com.br/comunicacoes/sumario/apresentacao/apresentacao.aspx. Acesso em: 14 abr. 2021.

Associação Brasileira de Inseminação Artificial. **ASBIA Index**, 2019. Disponível em: http://www.asbia.org.br/certificados/index/. Acesso em: 16 jun. 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM**, 2019. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939. Acesso em: 17 jun. 2019.

FALCONER, D. S. The problem of environmental and selection. **The American Naturalist**, v. 86, n. 830, p. 293-298, 1952.

FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G.; REYES, A.; SAUERESSING, M. G.; LÔBO, R. B. Utilização de escores visuais de características morfológicas de bovinos Nelore como ferramenta para o melhoramento genético animal. **Embrapa Cerrados – Documentos (INFOTECA-E)**, 2007.

GIANNOTTI, J. G.; PACKER, I. U.; MERCADANTE, M. E. Z. Meta-Análise para Estimativas de Herdabilidade para Características de Crescimento em Bovinos de Corte**. Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1173-1180, 2005**.**

LEMOS, A. M.; TEODORO, R. L.; OLIVEIRA, G. P.; MADALENA, F. E. Comparative performance of six Holstein-Friesian x Guzera Grades in Brazil. 3. Burdens of Boophilus microplus under field conditions. **Animal Production,** v. 41, n. 2, p. 187-191, 1985.

LOBO, R. N. B.; VILLELA, L. C. V.; FACÓ, O. Programas de melhoramento genético de caprinos e ovinos: importância prática. In: **Embrapa Caprinos e Ovinos – Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO DE CAPRINOS E OVINOS DA ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG, Belo Horizonte, 2005. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/532479. Acesso em: 18 jun. 2020.

MADALENA, F. E.; LEMOS, A. M.; TEODORO, R. L.; BARBOSA, R. T.; MONTEIRO, J. B. N. Dairy Production and Reproduction in Holstein-Friesian and Guzera Crosses. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 7, p. 1872-1886, 1990.

MADALENA, F. E. **La utilización sostenible de hembras F1 en la producción del ganado lechero tropical**. FAO, Roma (Itália), 1993.

MADALENA, F. E. Dairy Animals: Bos indicus Breeds and Bos indicus × Bos taurus Crosses. In: Roginski, H. (Ed.). **Encyclopedia of Dairy Sciences**. Academic Press, San Diego, 2002, p. 576-585.

MADALENA F. E.; PEIXOTO, M. G. C. D.; GIBSON, J. Dairy cattle genetics and its applications in Brazil. ***Livestock Research for Rural Development****, v. 24, n. 6, p. 1-49, 2012.*

MCMANUS, C. M.; HERMUCHE, P.; PAIVA, S. R.; DALTRO, D.; ALFONZO, E. M.; FACÓ, O. Distribution of goat breeds in Brazil and their relationship with environmental controls. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1819-1836, 2014.

OLIVEIRA, H. R.; VENTURA, H. T.; COSTA, E. V.; PEREIRA, M. A.; VERONEZE, R.; DUARTE, M. S.; SOUZA, M.; SIQUEIRA, O. H. G. B. D.; SILVA, F. F. Meta-analysis of genetic-parameter estimates for reproduction, growth and carcass traits in Nellore cattle by using a random-effects model. **Animal Production Science**, v. 58, n. 9, p. 1575-1583, 2018.

PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 703-708, 2002.

RODRIGUEZ-MARTINEZ, H.; HULTGREN, J.; BÅGE, R.; BERGQVIST, A.-S.; SVENSSON, C. Reproductive Performance in High-producing Dairy Cows: Can We Sustain it Under Current Practice? IVIS Reviews in Veterinary Medicine 2008.

TEODORO, R.; MADALENA, F. Dairy Production and Reproduction by Crosses of Holstein, Jersey or Brown Swiss Sires with Holstein-Friesian/Gir Dams. **Tropical Animal Health and Production**, v. 35, n. 2, p. 105-115, 2003.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Amazônia legal 15, 17, 43, 71, 100, 115, 142, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 199, 200, 206, 285, 313, 314, 315, 319

Animais 1, 3, 13, 14, 16, 17, 19, 41, 42, 44, 61, 64, 69, 71, 72, 73, 75, 76, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 97, 98, 100, 102, 104, 110, 111, 112, 116, 117, 121, 122, 124, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 148, 149, 150, 151, 153, 155, 156, 157, 158, 160, 166, 167, 168, 174, 176, 178, 179, 183, 194, 195, 205, 206, 207, 208, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 218, 225, 226, 227, 228, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 242, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 261, 262, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 284, 285, 286, 287, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 310, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331

Animais em pastejo 73, 82, 83, 85, 91, 102, 139, 194, 226

Atividade leiteira 137, 243, 251, 254, 255, 256, 257, 258, 322, 328

B

Bem-estar animal 15, 127, 130, 131, 132, 133, 135, 141, 250, 264, 266, 279, 284, 285, 288, 289, 291, 306, 309, 311

Bioma amazônico 1, 3, 7, 13, 17, 19, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 50, 54, 55, 56, 57, 61, 66, 68, 70, 83, 91, 94, 100, 127, 132, 133, 136, 139, 140, 144, 150, 158, 190, 206, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 248, 249, 250, 254, 255, 256, 281, 287, 325, 330

Bubalinos 41, 128, 140, 156, 157, 164, 165, 182, 261, 263, 264, 265, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 303, 316

C

Caprinos 128, 234, 237, 238, 239, 271, 295, 313, 315, 316, 324, 325, 327, 331

Características 43, 63, 64, 66, 71, 72, 73, 76, 80, 83, 85, 86, 87, 89, 90, 98, 101, 102, 110, 111, 112, 118, 119, 128, 144, 148, 150, 151, 152, 153, 155, 157, 160, 166, 168, 170, 172, 174, 190, 193, 198, 207, 212, 215, 217, 220, 221, 223, 226, 228, 240, 242, 244, 245, 248, 251, 257, 263, 264, 265, 266, 267, 269, 272, 273, 274, 277, 281, 283, 286, 307, 315, 318, 319, 321, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332

Carne 13, 15, 16, 18, 19, 61, 69, 113, 137, 140, 151, 152, 153, 158, 159, 168, 178, 186, 189, 190, 200, 211, 216, 217, 222, 223, 225, 227, 228, 237, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 268, 269, 277, 280, 281, 282, 313, 315, 316, 319, 324, 325, 326, 327, 329, 330

Conforto térmico 127, 128, 129, 130, 139, 140, 143, 249, 250, 265, 266, 274, 275, 280, 281, 320

E

Estresse térmico 128, 129, 132, 136, 249, 265, 273, 275, 276

F

Fertilidade do solo 20, 63, 66, 67, 69, 77, 80, 245, 257

Frequência de suplementação 195, 198, 201, 202, 203

I

Inseminação artificial 166, 181, 205, 206, 231, 250, 251, 256, 268, 269, 277, 278, 283, 315, 323, 331

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 61, 161, 182, 189, 280, 331

M

Manejo de pastagens 65, 70, 79, 86, 88, 91, 92, 94, 95, 189, 301

Material genético superior 250, 271, 313, 314, 315, 316, 318

Melhoramento genético 13, 15, 16, 85, 166, 174, 176, 179, 234, 250, 269, 277, 286, 308, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 323, 326, 330, 331

O

Ovinos 112, 122, 123, 126, 128, 140, 148, 152, 153, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 164, 165, 183, 225, 226, 227, 228, 229, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 271, 295, 298, 304, 311, 312, 313, 315, 327, 331

P

Período seco 15, 44, 45, 47, 68, 76, 87, 97, 159, 194, 195, 198, 208, 210, 219, 220, 227, 231, 232, 233, 248, 291

Ponto de vista 14, 16, 19, 64, 98, 117, 118, 181, 209, 245, 258, 284, 327

Potencial produtivo 76, 247, 249, 252, 254, 255, 256, 257, 265, 267, 278, 320

Produção de bovinos 16, 18, 19, 142, 186, 189, 190, 194, 199, 206, 208, 210, 211, 219, 220, 311

Produção de forragem 17, 63, 64, 66, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 82, 83, 207, 226, 244, 246, 249, 252, 253, 257, 308

Produção de leite 16, 90, 134, 138, 139, 140, 155, 156, 157, 158, 168, 231, 232, 243, 244, 245, 247, 249, 250, 251, 252, 253, 255, 256, 257, 259, 261, 266, 267, 268, 275, 278, 284, 320, 322, 324, 325, 326, 327

Produção de ruminantes 13, 14, 17, 18, 19, 22, 63, 97, 112, 115, 124,

127, 136, 138, 139, 140, 152, 301, 305, 313

Produção de silagem 16, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 105, 108, 109, 112, 212, 213, 246

R

Realocação de silagens 99, 116, 118, 120, 123, 124, 125, 126

Região amazônica 14, 15, 17, 56, 61, 63, 68, 69, 72, 74, 77, 83, 84, 85, 89, 101, 110, 111, 131, 135, 136, 140, 144, 151, 157, 166, 173, 174, 178, 179, 180, 181, 209, 225, 226, 227, 228, 229, 231, 232, 233, 234, 235, 262, 264, 267, 269, 272, 283, 284, 285, 286, 288, 289, 290, 291, 293, 295, 296, 298, 301, 302, 303, 305, 306, 307, 308, 309, 313, 314, 315, 316, 320, 322, 324, 325, 330, 331

Ruminantes 1, 3, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 22, 41, 42, 63, 77, 83, 97, 98, 110, 112, 115, 116, 123, 124, 127, 128, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 144, 145, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 163, 164, 169, 171, 173, 174, 183, 220, 235, 240, 275, 284, 287, 290, 301, 303, 305, 306, 313, 314, 315, 317, 326

S

Seleção 174, 175, 176, 178, 234, 256, 257, 266, 268, 271, 297, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331

Sistemas de produção de ruminantes 22, 97, 115, 124, 139, 140, 152, 305

Superfície do mar 50, 51, 52, 53, 55, 59, 60

T

Tomada de decisão 41, 44, 85, 88, 104, 128, 130, 244, 251, 256, 323

Formato: 16x23
Mancha: 12,5 x 19,5
Tipologia: Times New Roman 9,5/10,5/11,5/12/13/14/16
Roboto 10 | 9
Impresso em Papel Pólen 80g