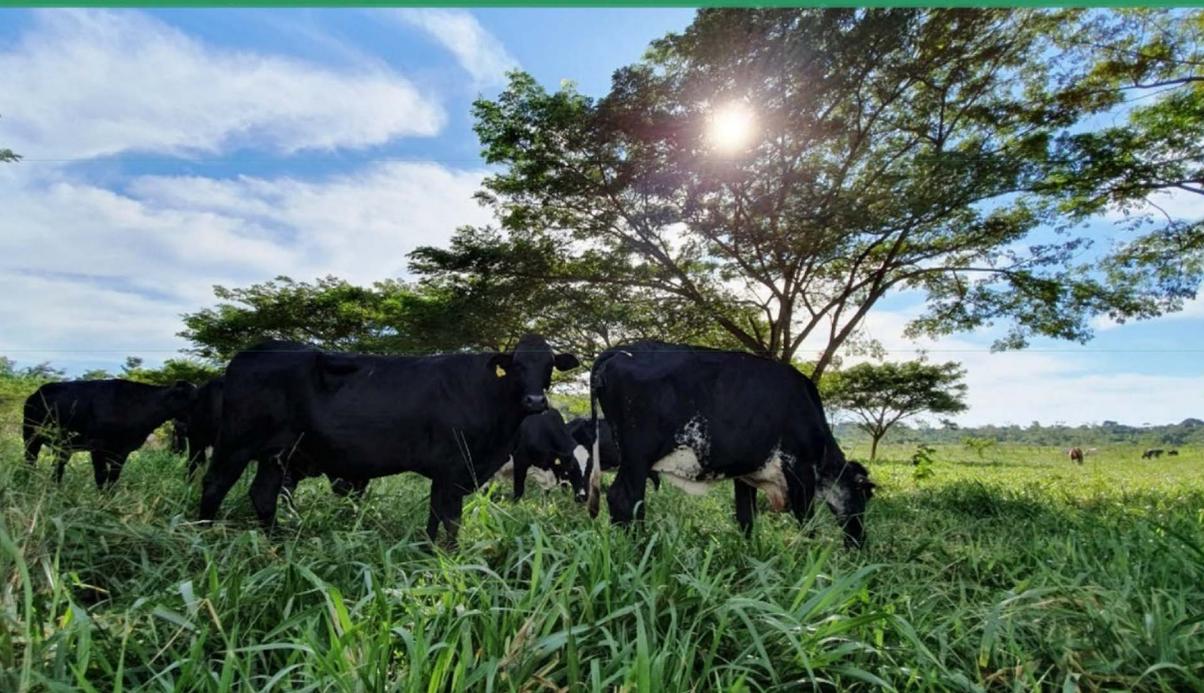

Avanços da pecuária na Amazônia

PESQUISAS EM DESENVOLVIMENTO
REGIONAL EM RONDÔNIA



ANA KARINA DIAS SALMAN
JAIRO ANDRÉ SCHLINDWEIN
LUIZ FRANCISCO MACHADO PFEIFER

ORGANIZADORES

Coleção Pós-Graduação da UNIR

edufro
Editora da Universidade
Federal de Rondônia

AVANÇOS DA PECUÁRIA NA AMAZÔNIA: PESQUISAS EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL EM RONDÔNIA

Ana Karina Dias Salman

Jairo André Schlindwein

Luiz Francisco Machado Pfeifer

(Organizadores)

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA

Reitora Marcele Regina Nogueira Pereira
Vice-Reitor José Juliano Cedaro

EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA

CONSELHO EDITORIAL

Presidente Lou-Ann Kleppa
 Ariana Boaventura Pereira
 Carlos Alexandre Trubiliano
 Eliane Gemaque Gomes Barros
 Gean Carla Silva Sganderla
 Leandro Soares Moreira Dill
 Márcio Secco
 Marli Lúcia Tonatto Zibetti
 Pedro Ivo Silveira Andretta
 Ricardo Gilson da Costa Silva
 Xênia de Castro Barbosa

COMISSÃO CIENTÍFICA

Marília Lima Pimentel Cotinguiba
Patrícia Goulart Tondineli
Quesler Fagundes Camargos
Auxiliadora dos Santos Pinto



Editora Filiada



Edufro - Editora da Universidade Federal de Rondônia

BR 364, Km 9,5
Campus Unir
76801-059 - Porto Velho - RO
Tel.: (69) 2182-2175
www.edufro.unir.br
edufro@unir.br

AVANÇOS DA PECUÁRIA NA AMAZÔNIA: PESQUISAS EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL EM RONDÔNIA

Ana Karina Dias Salman
Jairo André Schlindwein
Luiz Francisco Machado Pfeifer
(Organizadores)

Coleção Pós-Graduação da UNIR



Porto Velho - RO

© 2021 by Ana Karina Dias Salman, Jairo André Schlindwein,
Luiz Francisco Machado Pfeifer, (Organizadores)
Esta obra é publicada sob a Licença Creative Commons Atribuição-Não
Comercial 4.0 Internacional.



Foto da capa: Renata Silva

Revisão:

Marília Lima Pimentel Cotinguiba
Wilma Inês de França Araújo

Revisão Linguística:

Gabriel Cardoso de Aguiar

Projeto gráfico:

Edufro - Editora da Universidade Federal de Rondônia

Diagramação:

Rosivan Diagramação & Artes Gráficas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR)
Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UNIR

F981 Fundação Universidade Federal de Rondônia.

Avanços da pecuária na Amazônia: pesquisas em desenvolvimento Regional em
Rondônia / organização – Ana Karina Dias Salman, Jairo André Schlindwein, Luiz
Francisco Machado Pfeifer. - Porto Velho, RO: Coleção Pós-Graduação da UNIR -
EDUFRO, 2021.

183 p.; il.

ISBN: 978-65-87539-56-0 (digital)

DOI: 10.47209/978-65-87539-56-0

1. Pecuária - Rondônia. 2. Manejo de Solo. 3. Manejo Reprodutivo. 4. Bovinos. 5.
Bioma Amazônia I. Salman, Ana Karina Dias. II. Schlindwein, Jairo André. III. Pfeifer, Luiz
Francisco Machado. IV. Título. V. Fundação Universidade Federal de Rondônia.

CDU 636.033(811.1)

PREFÁCIO

Entre os séculos VI e V a.C., o filósofo Heráclito de Éfeso já ditava uma reflexão que tomo emprestada para convertê-la como o centro norteador da Ciência: a única constante é a mudança. Assim, inspirado nesse pensamento reflexivo e dotado de sabedoria, contemplo que a presente obra perfaz o estado da arte, uma vez que resgata o contexto histórico da pecuária, apresenta as transições tecnológicas vivenciadas outrora, mapeia tendências e propõe percepções orientadas para o futuro da produção pecuária na Amazônia. E já que mencionei o bioma Amazônia, devo ressaltar que este e-book nos afere em um momento exímio, visto que esse é um dos biomas que mais sensibiliza os brasileiros e, por que não, os estrangeiros também, quanto aos impactos ambientais associados às atividades antrópicas, as quais intimidam e afrontam nossa existência. Logo, é de suma importância desenvolver pesquisas e difundir informações sobre tecnologias e manejos adequados para a atividade pecuária, com vistas ao uso eficiente dos recursos naturais por essa exploração.

Por tudo que esta obra representa, parablenizo meus colegas de profissão e reverbero que o conteúdo contido ao longo dos cinco capítulos possui mérito na busca pelo desenvolvimento de Rondônia e das demais regiões que contemplam o nosso Bioma. Aos caros leitores, destaco que essa obra está estruturada com a inserção dos capítulos de modo hierárquico, perfazendo o contexto de solos, de plantas e de animais, configurando-se como um verdadeiro tripé da produção animal sustentável. Essa organização, aliada ao conteúdo singular e à escrita clara e objetiva, torna a leitura prazerosa ao mesmo tempo que contribui para a construção do conhecimento.

Dr. Alaerto Luiz Marcolan
Chefe Geral da Embrapa Rondônia
Porto Velho, 10 de agosto de 2021

Sumário

- 8 APRESENTAÇÃO**
- 10 1. CARACTERIZAÇÃO DA PECUÁRIA EM RONDÔNIA**
Luiz Francisco Machado Pfeifer
Ana Karina Dias Salman
Jamile Mariano Macedo Taborda
George Moreira da Silva
Jéssica Souza Andrade
Leonardo Ventura Araújo
Vanessa Lemos de Souza
Odilene de Souza Teixeira
- 38 2. DIAGNÓSTICO DE SOLOS SOB DIFERENTES USOS E MANE-
JOS EM RONDÔNIA**
Jairo André Schlindwein
Elaine Cosma Fiorelli
Petrus Luiz de Luna Pequeno
Vaneide Araújo de Sousa Rudnick
Nirvani Schroeder Henrique
Aline Mikos Rabelo
Numydia Carvalho Cavalcante
Odilene de Souza Teixeira
- 73 3. RECUPERAÇÃO E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS EM RONDÔNIA**
Andressa Gregolin Moreira
Jairo André Schlindwein
Marcelo Crestani Mota
Danilo da Silva Marinho
Sérgio Monteze Alves
Karina Galvão de Souza
Odilene de Souza Teixeira

87 4. TECNOLOGIAS PARA OTIMIZAR O MANEJO REPRODUTIVO DE BOVINOS NO BIOMA AMAZÔNIA

Luiz Francisco Machado Pfeifer

George Moreira da Silva

Vanessa Lemos de Souza

Jéssica Souza Andrade

Ivan Alberto Palheta Santos

Odilene de Souza Teixeira

147 5. ALTERNATIVAS PARA MITIGAR O ESTRESSE TÉRMICO DE BOVINOS EM PASTEJO NO BIOMA AMAZÔNIA

Ana Karina Dias Salman

Elaine Coimbra de Souza

Giovanna Araújo de Carvalho

Odilene de Souza Teixeira

177 SOBRE OS ORGANIZADORES

178 SOBRE OS AUTORES

APRESENTAÇÃO

O setor agropecuário brasileiro demonstrou força para continuar produzindo alimentos, gerando renda e mantendo empregos mesmo durante a pandemia da Covid-19. Este cenário não é diferente no estado de Rondônia, onde a economia está alicerçada no setor primário, sendo o agronegócio o principal responsável pelo Produto Interno Bruto estadual. Na atualidade, a pecuária é a principal atividade do agronegócio rondoniense. Esse resultado positivo está apoiado na ciência, na capacidade empreendedora dos agricultores e no profissionalismo daqueles que prestam assistência técnica no campo. Sem muito pretensiosismo, a ciência agropecuária brasileira contribui direta ou indiretamente com todos os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU). Acreditamos que a revolução tecnológica que vivenciamos é a responsável por tornar a agropecuária mais prática, eficiente e sustentável, através da aplicação de conhecimentos que agilizem o alcance desses objetivos frente à ONU. Por essa razão, somamos esforços para reunir, na presente obra, informações de forma sistematizada e objetiva que irão subsidiar técnicos e produtores rurais do estado de Rondônia e demais estados da região amazônica na concepção de uma pecuária baseada em descobertas científicas.

Seguindo essa lógica, nesse E-book trazemos conhecimentos gerados por pesquisas emergentes desenvolvidas por discentes e docentes dos cursos de mestrado e de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, ambos da Universidade Federal de Rondônia. Inicialmente, no primeiro capítulo, apresentamos o panorama histórico do desenvolvimento da pecuária, tanto de leite quanto de corte, no estado de Rondônia, realizando um recorte para os primeiros 15 anos do século XXI. Em seguida, no segundo e no terceiro capítulo, dissertamos sobre as características dos solos e a adubação das pastagens. Por fim, nos capítulos quarto e quinto, abrangemos as tecnologias desenvolvidas para aprimorar a eficiência reprodutiva de rebanhos bovinos

e as ações de manejo que visam reduzir o impacto negativo no estresse térmico sobre o desempenho animal. Perante essa coletânea, esperamos atender aos anseios de técnicos e de produtores rurais que incansavelmente buscam otimizar o seu trabalho de forma sustentável, garantindo que o alimento chegue em quantidade e qualidade na mesa dos brasileiros.

Os organizadores

1. CARACTERIZAÇÃO DA PECUÁRIA EM RONDÔNIA

Luiz Francisco Machado Pfeifer

Ana Karina Dias Salman

Jamile Mariano Macedo Taborda

George Moreira da Silva

Jéssica Souza Andrade

Leonardo Ventura Araújo

Vanessa Lemos de Souza

Odilene de Souza Teixeira

A evolução da pecuária brasileira, nas últimas quatro décadas, foi marcada pela modernização dos sistemas de produção de bovinos, que consequentemente ocasionou aumento no efetivo de rebanho e otimizou a produtividade animal (Matta Neto et al., 2010; Vale et al., 2019). Nesse cenário, o Brasil é reconhecido por deter o maior rebanho comercial do mundo que atingiu, em 2019, efetivo de 214,7 milhões de cabeças, segundo a Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM), divulgada pelo IBGE (2020). Sob a perspectiva de abate de bovinos, foram comercializados 10,9 milhões de toneladas equivalente carcaça em 2018, desse total, cerca de 20,0% foram destinadas para exportação e em torno de 80,0% para abastecer o mercado interno, cujo consumo per capita é de 42,1 kg/ano (ABIEC, 2019).

Nesse panorama, o agronegócio brasileiro é responsável por 24,3% do Produto Interno Bruto (PIB), correspondendo próximo a R\$ 2 trilhões (CEPEA, 2020), sendo que, quase 30,0% desse montante é advindo somente da pecuária. O valor bruto da produção (VBP) de bovinos no Brasil foi estimado, nos primeiros meses de 2020, em R\$ 126,3 bilhões, representando uma alta de 15,8%, em relação ao ano anterior (MAPA, 2020). Esses dados revelam a importância econômica e social da bovinocultura no país.

Dentro desse contexto, destaca-se que a Região Norte do Brasil, mais especificamente o estado de Rondônia, o qual tem sido promissor para a

expansão do agronegócio brasileiro, atraindo investidores e gerando emprego e renda para a população. Esse estado possui área de 238.512,8 km² que representa 6,2% da Região Norte e 2,8% do território nacional e é considerado uma unidade federativa nova, mas que começou a se moldar a partir dos ciclos agrícolas nas décadas de 1970 e 1980, por meio de incentivos governamentais, o que tornou o cenário agropecuário profícuo (Dantas, 2010).

Desse modo, atualmente o estado de Rondônia tem por base a agricultura e a pecuária, como eixos centrais de sua economia. Na agricultura, com destaque para o café, milho, arroz e soja e na pecuária a produção de bovinos de corte e leite. O valor bruto da produção agropecuária de Rondônia para 2021 está estimado em 19,1 bilhões de reais, resultado 12,9% maior do que o obtido em 2020 (Embrapa, 2020). Nesse contexto, só em 2021, o VBP dos cinco principais produtos (bovinos, soja, milho, leite e café) corresponde a 92,8% do VBP de Rondônia. Desse montante, a bovinocultura corresponde a 57,4% do VBP rondoniense.

No âmbito da produção de bovinos, os primeiros registros, referente ao número de animais no estado de Rondônia, datam de 1973, revelando um efetivo de 20.249 cabeças (Embrapa, 1996). Em contraste, o último registro dessa informação publicada pelo IBGE (2019), observa-se que o rebanho aumentou em mais de 708 vezes, alcançando 14.349.219 cabeças, em 46 anos de evolução histórica dessa atividade em Rondônia. Nos últimos dez anos (2009-2019), o crescimento do efetivo bovino foi mais gradativo, quando comparado ao início dessa exploração, mesmo assim se observa crescimento na ordem de 26,0% (ABIEC, 2019). Ainda, Rondônia é o sexto estado com maior capacidade de abate de bovinos, considerando os serviços de inspeção federal, estadual e municipal (ABIEC, 2014), com quantitativo de 2.390.123 cabeças abatidas em 2018 (MAPA, 2019).

Além da pecuária de corte, também se evidencia a importância da pecuária leiteira em Rondônia, sendo o maior produtor de leite da Região Norte do Brasil (Embrapa, 2020), responsável por 47,0% da produção (IBGE, 2017). Em comparação com outros estados, Rondônia é o oitavo maior produtor de leite do Brasil (SEAGRI, 2018). Embora, a Região Norte não se destaque

nacionalmente na produção de leite (1,9 bilhões de litros), quando comparada às regiões Sudeste (11,1 bilhões de litros) e Sul (9,9 bilhões de litros) (IBGE, 2017), em âmbito regional a atividade possui relevante contribuição socioeconômica e cultural.

Por fim, com vista ao detalhamento da evolução da pecuária de corte e leite no estado de Rondônia, serão abordados na sequência a caracterização histórica (1999 até 2013) dessas atividades agropecuárias. Para essa abordagem, utilizou-se os bancos de dados disponibilizados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA)/Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro (Agrostat), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Anuário da Pecuária Brasileira (ANUALPEC) e Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia (IDARON) (Taborda, 2015).

1.1 Panorama histórico da pecuária de corte em Rondônia

Segundo dados do IBGE (2006), o rebanho de herbívoros domésticos do estado de Rondônia é composto majoritariamente por bovinos, que representam 96,9% da composição do estado, diante de uma discreta proporção de equinos, muares, ovinos, bubalinos, caprinos e asininos, que representam 3,1% (Figura 1). Assim, o efetivo bovino está presente em todas as regiões antropizadas, porém há uma concentração no centro do estado de Rondônia, principalmente nas microrregiões de Ariquemes, Ji-Paraná e Cacoal, onde há municípios com densidade acima de 100 cabeças/km² de área municipal. Estas três microrregiões possuem um efetivo estimado em 6,4 milhões de cabeças ou 55,0% do total rondoniense (IBGE, 2006; Vale e Andrade, 2012).

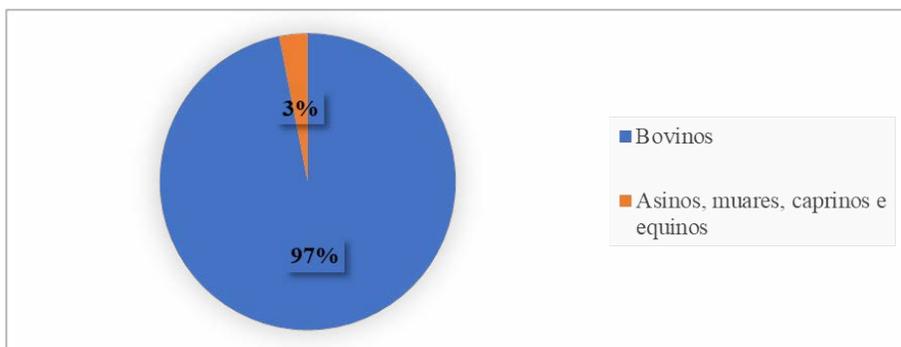


Figura 1 – Composição em porcentagem do rebanho de herbívoros domésticos em Rondônia. Fonte: IBGE – Pesquisa Pecuária Municipal (2006).

Em alguns municípios do sul rondoniense a pecuária não se expandiu entre os anos de 2001 e 2006. Tal fenômeno é devido à expansão das lavouras de soja no estado de Rondônia (Figura 2), aliado a fatores como a implementação do transporte fluvial com a consolidação da Hidrovia do Madeira, representando um corredor estratégico de escoamento de grãos. Esse cenário promoveu a abertura de mercado no sul do estado de Rondônia para o cultivo e escoamento da soja e outros grãos, como milho e arroz. Isso ocorreu, principalmente, em áreas tradicionalmente destinadas à pecuária, deslocando essa atividade para áreas menos favoráveis, que não são apropriadas para a agricultura, o que refletiu no aumento do desmatamento, em virtude da pressão para a incorporação de novas áreas de pastagem. Além desse, outros fatores contribuíram para a expansão da lavoura de soja no estado, como as condições físicas e climáticas favoráveis e a influência da expansão de áreas plantadas no estado do Mato Grosso (Nunes, 2004; Silva, 2005; Pereira e Cahil, 2010).

A Figura 2 ilustra a participação da soja no montante das exportações do estado de Rondônia no período de 1999 a 2013 considerando os dados disponibilizados pelo Agrostat - Estatísticas de Comércio Exterior do Agromercado Brasileiro (MAPA, 2015).

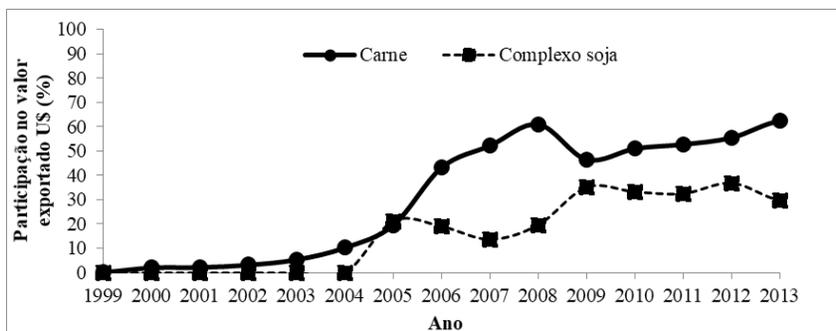


Figura 2 – Relação entre as exportações de soja e carne bovina do estado de Rondônia no período de 1999 a 2013. Fonte: Agrostat - Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro (MAPA, 2015).

Segundo dados dos relatórios de vacinação (1999-2013) contra febre aftosa da IDARON (2015), (Figura 3), entre os anos de 1999 e 2004 houve aumento relevante no número de estabelecimentos de exploração pecuária. Contudo, entre o período de 2007 e 2011, o crescimento nos estabelecimentos manteve-se praticamente estável, passando de 82.104 para 82.700 propriedades, respectivamente. Quanto ao efetivo bovino, em 2007 somavam 11.012.991 de cabeças e em 2011 este número foi para 12.287.014 de cabeças. Em 2013, as propriedades rurais com bovídeos somavam um efetivo bovino de 12.287.014 milhões de cabeças.

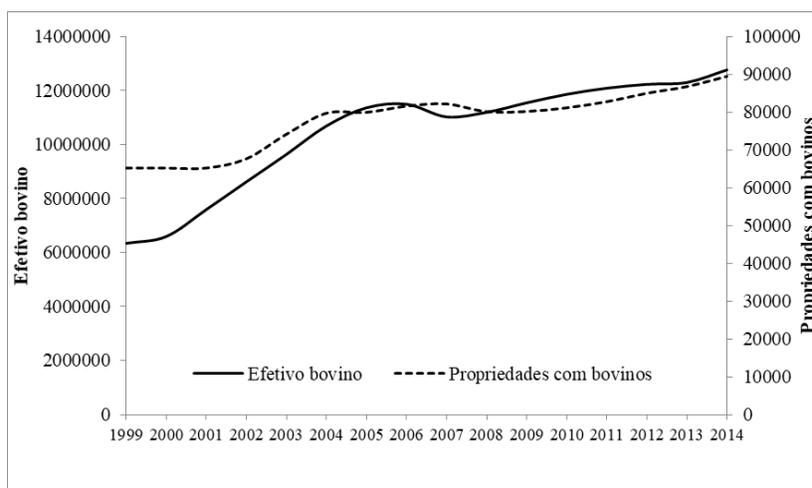


Figura 3 – Efetivo bovino nas propriedades cadastradas na Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia entre os anos de 1999 e 2013. Fonte: IDARON (2015).

Com relação à oscilação no tamanho do rebanho (Figura 4), até meados da década de 2000, o crescimento do rebanho bovino foi bastante expressivo, com taxas oscilando entre 6,3% (2004/2005) e 15,1% (2000/2001). Contudo, observa-se que a partir de 2007 ocorreu acentuada involução, resultando em uma taxa de 4,1% (cerca de 0,5 milhões de cabeças) em 2007. Tal fenômeno foi ocasionado pelo elevado abate de fêmeas, ocorrido entre 2003 e 2006. O qual acarretou diminuição da oferta de fêmeas de reposição, com impacto nos preços da arroba do boi gordo, situação observada também em nível nacional. Nos anos subsequentes, o efetivo bovino retomou o crescimento, porém a taxas bem menores, variando entre 0,6% (2012/2013) e 3,6% (2008/2009).

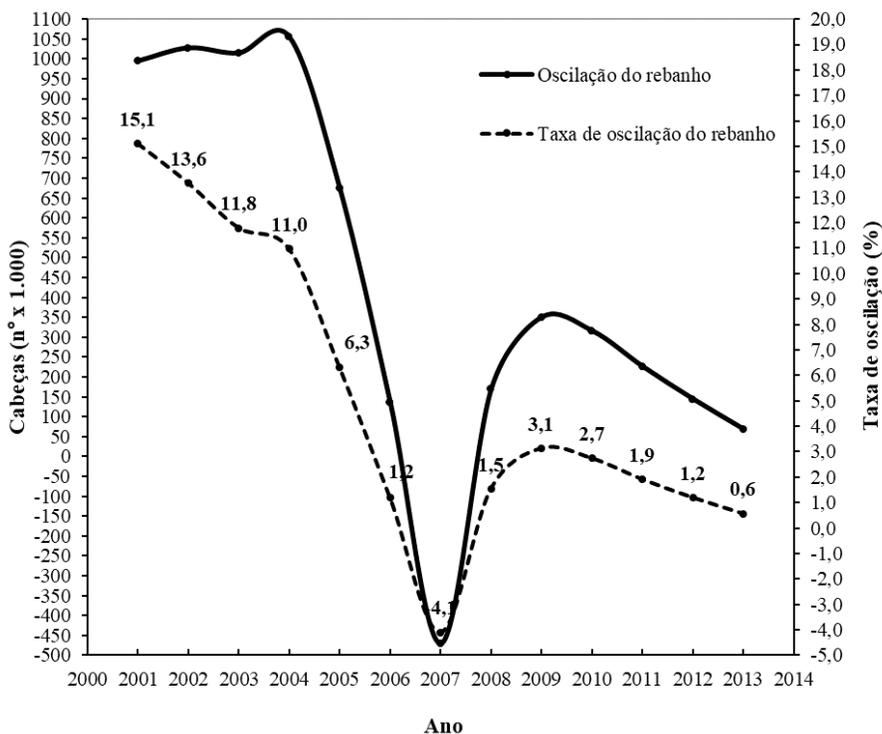


Figura 4 – Oscilação no tamanho do rebanho nas propriedades cadastradas junto à IDARON entre os anos de 2000 e 2014. Fonte: IDARON (2015).

Diante dessas constatações, pode-se inferir que até metade dos anos 2000, a pecuária rondoniense teve um crescimento horizontal, por meio da abertura de novas áreas, a partir da derrubada e queimada da floresta. Nessa ocasião, praticamente não existia a preocupação, por parte dos pecuaristas, em incorporar tecnologias que visassem o aumento de produtividade, caracterizando-se por uma pecuária extensiva, percebido pelos baixos índices zootécnicos.

A partir de então, este modelo de expansão tornou-se restritivo e vários fatores podem ter contribuído neste sentido. Principalmente, a limitação de ocorrência de novas áreas para formação de pastos aliada à melhora significativa na eficiência de atuação dos órgãos de controle e fiscalização ambiental, tais como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente-IBAMA e Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia-SEDAM/RO, os quais coíbem a derrubada deliberada da cobertura florestal. Ainda, os elevados custos para a formação de pastagens em área de floresta suprimem a expansão horizontal (Townsend et al., 2009). Este cenário indica que a retomada do crescimento da pecuária rondoniense deve ser alicerçada em modelo “vertical”, com adoção de tecnologias que visem aumentar a produção e a produtividade, sem perder de vista a sustentabilidade do sistema pastoril, como proposto por Dias Filho (2006) e Barreto et al. (2008; 2013).

Entre 2003 e 2006 o valor da produção pecuária de corte aumentou significativamente no estado, principalmente por fatores cíclicos associados ao preço do gado em virtude do aumento da produção bruta em anos anteriores. A queda de preços do gado estimulou um aumento do abate de matrizes que levou a uma redução do rebanho. Na Figura 5 é apresentada a proporção de abate de machos e fêmeas no período de 2002 a 2013.

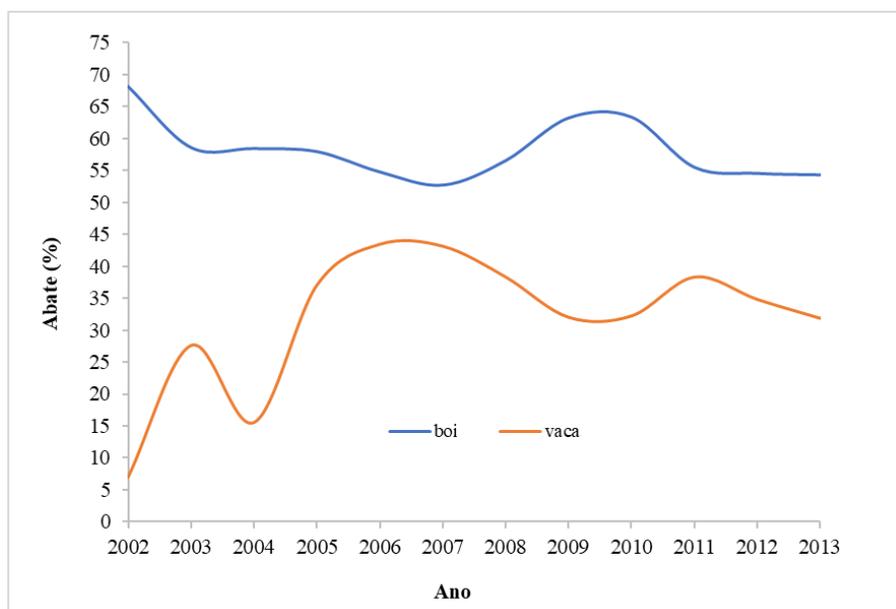


Figura 5 – Proporção de abate de machos e fêmeas do rebanho bovino do estado de Rondônia no período de 2002 a 2013. Fonte: IBGE – Pesquisa Trimestral do Abate de Animais (2014).

No biênio 2006 e 2007 constatou-se um aumento significativo no descarte de fêmeas, atingindo 43,0% dos abates, refletindo diretamente sobre a taxa de desfrute, gerando o que se pode designar de “desfrute aparente”, comportamento típico em momentos de crise no setor pecuário, refletindo negativamente sobre a taxa de crescimento do rebanho bovino rondoniense (ciclo de baixa do rebanho), conforme sugeriu Alves et al. (2012). A taxa de desfrute é um indicador zootécnico que mede a capacidade do rebanho em gerar excedente, ou seja, representa a produção (em peso ou cabeças) em um determinado espaço de tempo em relação ao rebanho inicial (Lampert, 2010).

Ainda, segundo Lampert (2010), a taxa de desfrute representa a proporção de quilogramas produzidos de novilhos, vacas, touros e novilhas descarte em condições de abate em relação ao estoque, sintetizando aspectos de desempenho biológico dos animais. Pode ser influenciado por diversos fatores, tais como: raça, sistema de criação (a pasto ou confinamento), natalidade, idade ao abate, idade à primeira cria, lotação, peso ao abate e abate de fêmeas. Praticamente todos os indicadores zootécnicos de um rebanho de corte de ciclo

completo refletem-se na taxa de desfrute, que juntamente com a produção por área, são os melhores descritores destes sistemas.

Tendo em vista a importância da taxa de desfrute como diagnóstico de produção, percebe-se que em média, essa taxa foi de $13,6\% \pm 1,0\%$, para o rebanho bovino de Rondônia, o que equivale a cerca de $1,4 \pm 0,17$ milhões de cabeças abatidas. Com oscilações de 6,7% até 18,7%, ou aproximadamente 0,3 e 2,3 milhões de cabeças abatidas, nos anos de 1999 e 2013 (Figura 5). Esse volume inseriu Rondônia dentre os principais estados produtores de carne bovina do Brasil e da Região Norte, no qual em 2012 ocupava a 2ª colocação, contribuindo com 34,0% do abate regional. Em adição a isso, no mesmo ano, o estado conquistou a 7ª posição nacional de maior produtor de carne e era responsável por cerca de 7,0% do abate do país (IBGE, 2014).

Dentre os animais abatidos, 54,0% eram bois e 32,0% vacas, sendo inexpressível a participação de novilhos (as) (Figura 6), uma vez que no período anterior a 2006, estes eram contabilizados na categoria de bois ou vacas. Somente a partir de 2006 a IDARON passou a categorizar novilhos, com o início das campanhas para a vacinação contra brucelose. Nos anos de 2006, 2010 e 2011 as novilhas contribuíram com 1,2% e 3,0% dos abates, respectivamente.

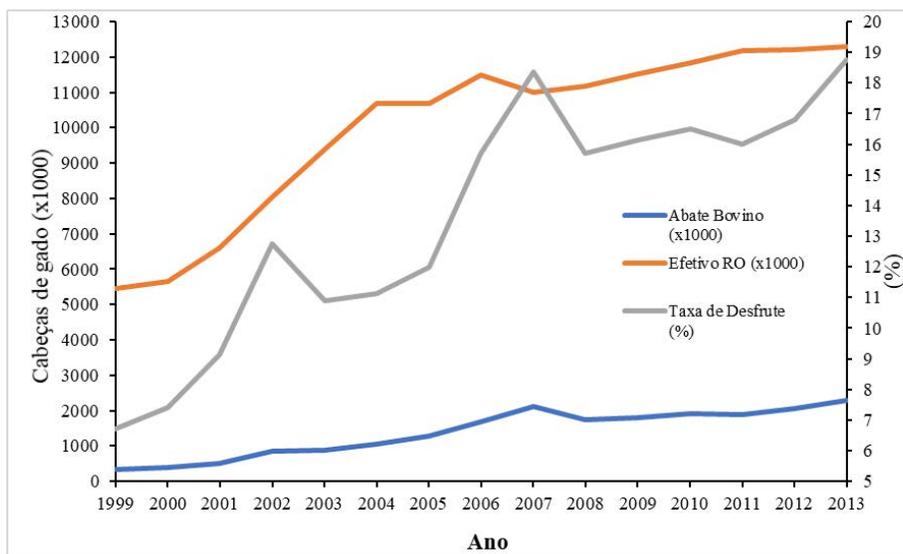


Figura 6 – Relação entre o abate bovino, efetivo bovino e a taxa de desfrute em (%).
Fonte: IBGE – Pesquisa Trimestral do Abate de Animais (2014).

As estatísticas disponibilizadas pelo ANUALPEC (2014) demonstraram que, para o período de 2005 a 2013, a taxa de abate do rebanho bovino rondoniense oscilou entre 19,8% e 26,4% em 2008 e 2006, respectivamente, tendo como média $21,5\% \pm 0,008\%$. Enquanto que no Brasil a média foi de $23,5\% \pm 0,007\%$. Com relação aos “abates clandestinos”, que representam um risco a segurança e a seguridade alimentar da população, já que não são submetidos à fiscalização sanitária, há dificuldade em quantificá-los, mas podem representar volume significativo. No estudo da cadeia produtiva da pecuária de corte em Rondônia conduzido pelo BASA (1999), já apontava que o nível de clandestinidade na comercialização da carne bovina era muito alto, pois a maior parte do consumo interno das municipalidades era garantido por abates realizados em pequenos matadouros, sem as devidas condições de higiene; muito embora os órgãos de controle sanitário vinham intensificando suas ações com intuito de coibi-los.

Em 2010, segundo dados da IDARON (2015), cerca de 80,0% do efetivo bovino rondoniense era voltado à pecuária de corte, embora boa parte deste rebanho tivesse como origem criatórios mistos (carne/leite), mantidos por pequenas propriedades familiares. No ano citado, foram abatidos aproximadamente 1,9 milhões de bovinos, em uma rede de 22 frigoríficos distribuídos por todas as regiões do estado, com capacidade de abater cerca de 2,0 milhões de cabeças. Segundo os Indicadores da Agropecuária da CONAB (2014) e do ANUALPEC (2011), neste mesmo ano, o estado participou com aproximadamente 20,0% do volume da carne bovina exportada pelo Brasil, equivalente a 208,2 mil toneladas de carne e 35,3 mil toneladas de miúdos, destinadas a 31 países, gerando uma receita de R\$ 2,5 bilhões. Para Barros (2013), este desempenho tem valorizado a carne bovina rondoniense, tornando a atividade mais competitiva e atraente, em relação a outros estados tradicionalmente produtores. Além da questão de mercado, o que tem diferenciado Rondônia e chamado a atenção da indústria de carne são: i) o clima favorável, com precipitação e temperatura que propiciam condições para que as pastagens mantenham-se produzindo por até dez meses do ano, e; ii) a regularização fundiária, nem sempre encontrada em outros estados da Amazônia, aliada ao baixo preço da terra.

Nos últimos anos, a contínua redução da idade do abate do gado no Brasil, provocou o aumento da demanda por animais de reposição e, conseqüentemente, seu encarecimento. Ante essa situação, muitos produtores em Rondônia optaram por dedicar-se à cria, partindo do pressuposto de que os preços alcançados pelos bezerros tornavam a recria e a engorda menos rentável ou mesmo economicamente inviáveis (ANUALPEC, 2006).

Contudo, quando a oferta de bezerros é excessiva, seu preço relativo em função do boi gordo tende a diminuir, e vice-versa. Entretanto, como a taxa de crescimento das ofertas de bezerros tende a ser menor que a velocidade da redução da idade de abate dos animais, quando essa redução da idade do abate está ocorrendo, os preços dos bezerros tendem a ser valorizados. Com isso, parte dos produtores tende a adotar a cria e a outra parte, a reduzir a velocidade da redução da idade de abate, optando por abater animais mais pesados (ANUALPEC, 2009). A menor capacidade de aumento de produção da cria, quando comparada à recria/engorda, se deve ao período de gestação das vacas, o que torna menos produtiva a cria que a engorda, ao passo que a idade do abate caiu em média 12 meses, aumentando a necessidade anual de bezerros por boi de engorda.

A escassez de oferta de boi gordo, por sua vez, estimulou o aumento em 36,0% do preço entre 2006 e 2008: de R\$ 61,00 para R\$ 85,00 a arroba (Figura 7).

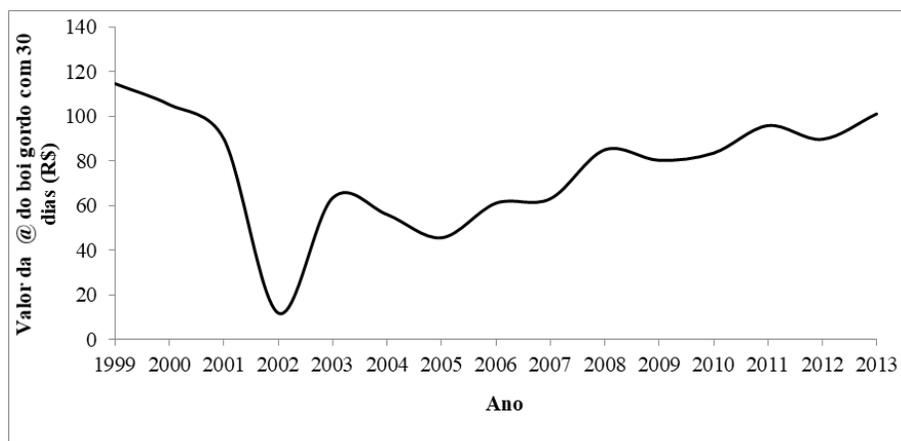


Figura 7 – Variação do valor da arroba do boi gordo com 30 dias, no período de 1999 a 2013, considerando os valores deflacionados. Fonte: Dados da Emater-RO, ANUALPEC (2000 a 2006), FGV/IGP-DI.

A queda abrupta no preço da arroba em 2002 foi reflexo do ocorrido no ano anterior, 2001, no qual os exportadores de carne brasileira sofreram um embargo canadense/norte-americano em função de suspeitas de animais contagiados com a doença da encefalopatia espongiforme bovina, reconhecida por “vaca louca”. Com isso, o fluxo de exportações foi prejudicado, reduzindo os valores pagos pela arroba do boi, o que só melhorou a partir das conclusões da missão técnica americana/canadense sobre a inexistência de casos da doença no Brasil (ANUALPEC, 2006).

Contudo, em maio de 2013, Rondônia obteve o reconhecimento internacional de área livre de febre aftosa com vacinação pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), cujo certificado é pré-requisito para exportações internacional de carne *in natura*. Esse fator foi determinante no crescimento da bovinocultura de corte do estado, na qual o efetivo bovino aumentou, saindo de 9,6 milhões de cabeças de gado em 2003, para mais de 11 milhões de cabeças em 2013 (ANUALPEC, 2008; ABIEC, 2014; IDARON, 2015).

O cenário promissor atraiu a instalação de empresas responsáveis pela transformação dos produtos e subprodutos advindos das cadeias produtivas de carne e leite (Figura 8). Desse modo, observa-se o registro crescente de frigoríficos instalados na região, aumentando a capacidade diária de abate em 160,0% em relação aos anos 1990. Parte desses frigoríficos passaram a abastecer o mercado do Sudeste, enquanto os estados do Centro-Sul ampliavam suas exportações. Esse tipo de operação é facilitado pelo fato de que uma parcela dos frigoríficos pertence a grupos que operam em todo o país (Barreto, 2008).

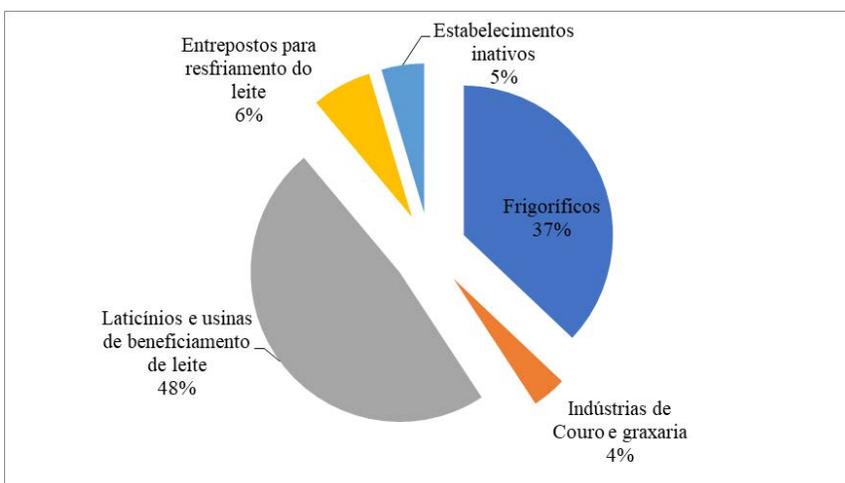


Figura 8 – Representação dos estabelecimentos responsáveis pela transformação dos produtos oriundos da pecuária bovina em Rondônia em 2013. Fonte: IDARON (2015).

Esses incrementos na cadeia produtiva influenciaram positivamente no aumento das exportações de carne. Na Figura 9 é apresentada a produção de carne (em Toneladas Equivalente Carcaça), com registros positivos, principalmente, nos anos de 2007 e 2012, nos quais além da certificação de área livre de aftosa, também contou com a melhora discreta no poder de compra da população, resultando no aumento das exportações (FIPECAF, 2012).

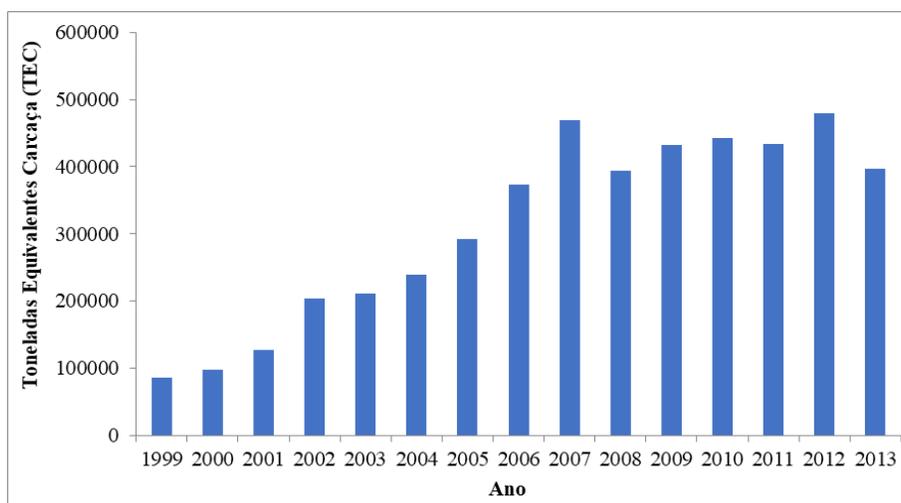


Figura 9 – Produção de carne do estado de Rondônia no período de 1999 a 2013. Fonte: IBGE – Pesquisa Trimestral do Abate de Animais (2014).

Com relação ao potencial crescente que a pecuária de corte rondoniense vem apresentando, cria-se um paradoxo, pois os principais índices zootécnicos obtidos nos últimos anos apontam para baixo desempenho reprodutivo e produtivo dos rebanhos, a exemplo das taxas de natalidade e de desfrute, mantidas em média, próximas a 64,0% e 16,0%, respectivamente. Muito embora, tenham alcançado melhora significativa, em relação a levantamentos anteriores, que apresentavam valores entre 56,0% e 60,0% para natalidade e de 4,0% a 5,0% para o desfrute dos rebanhos (Resende; Gonçalves, 1985; Mendonça; Costa, 1988; Costa et al., 1990; Costa et al., 1996; Monteiro et al., 1997; BASA, 1999). Mesmo assim, podem ser considerados baixos quando comparados aos alcançados em outras regiões do Brasil, a exemplo do estado do Mato Grosso do Sul com desfrute de 18,0%, e passam a serem mais críticos em relação aos atingidos em países tradicionalmente exportadores de carne e derivados, como Estados Unidos (38,0%) e Austrália (31,0%) (Alves et al., 2012).

Vale e Andrade (2011) detectaram avanços na adoção de tecnologias, com reflexos positivos sobre os indicadores zootécnicos, em estudo de caso envolvendo doze propriedades voltadas a pecuária de corte, em diferentes regiões de Rondônia. No entanto, os dados obtidos a partir do IBGE e IDARON refletem o baixo nível tecnológico e a falta de especialização em parte das propriedades voltadas a produção de carne bovina em Rondônia, indo ao encontro do constatado por Melo Filho et al. (2005), Silva (2001), Basa (1999) e Costa et al. (1996). Os referidos autores, ainda apontam para a oportunidade que o uso de tecnologias de insumos e processos possuem sobre o incremento na produtividade. Com este intuito, Costa et al. (2009) propuseram melhorias nos sistemas de produção, por meio da adoção de práticas relativamente simples que buscam a sustentabilidade da atividade.

1.2 Panorama histórico da pecuária de leite em Rondônia

Até 2013, cerca de 32.942 mil propriedades estavam diretamente envolvidas com esta atividade no estado, o que representa aproximadamente 83,0% dos estabelecimentos rurais, sendo estes, na sua maioria, de cunho

familiar (IDARON, 2013) com predomínio de produtores com estratos de até 50 L/produtor/dia, seguidos daqueles com estratos de 51 a 100 (L/produtor/dia) (Figura 10).

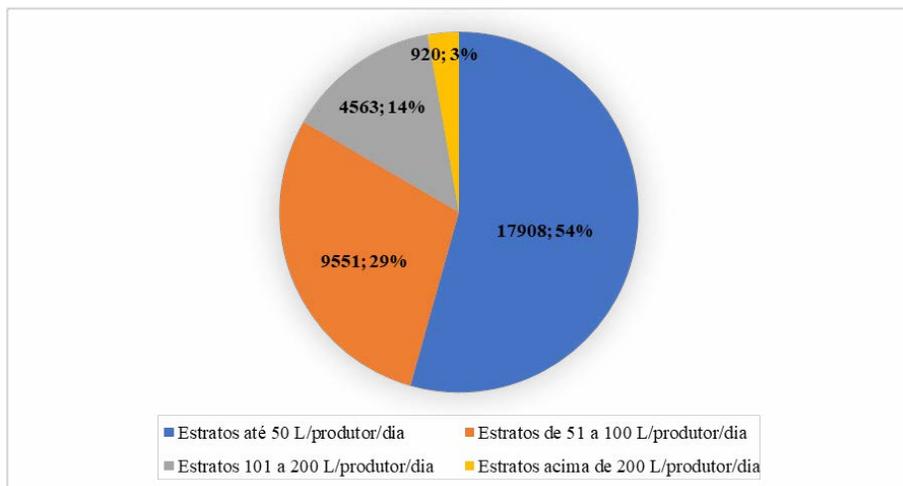


Figura 10 – Estratos de produção de leite (Produtor/L/dia) em 2013. Fonte: IDARON (2013).

De acordo com Salman et al. (2015), o rebanho leiteiro de Rondônia apresentou um crescimento significativo até início dos anos 2000, aumentando de pouco mais de 440 mil (1999) para, aproximadamente, 1 milhão (2005) de vacas ordenhadas. Com taxas de crescimento que oscilaram entre 3,0% e 32,0% nos anos de 1999/2000 e 2001/2002, respectivamente. A produção de leite acompanhou esta evolução (Figura 10), porém com algumas variações, aumentou entre os anos de 1999 e 2002, passando de aproximadamente 400 para 650 milhões de L (58,0%). Mas, em 2003 ocorreu diminuição em torno de 75 milhões de L (-13,0%), contudo, retomou o seu crescimento nos anos subsequentes, com taxas de 16,0% e 7,0% (2004 e 2005), quando atingiu volume próximo de 725 milhões de litros de leite.

No período de 2006 a 2013, tanto o efetivo de vacas ordenhadas como a produção de leite apresentaram oscilações, que de certa forma apontam para instabilidade da atividade, com decréscimos significativos, entre -7,0% a -13,0%, observados nos anos de 2005/2006, 2010/2011 e

2011/2012 (Figura 11). Nos demais anos estas variáveis se recompuseram, atingindo o pico em 2009/2010, quando foram ordenhadas cerca de 1,08 milhões de vacas, com produção próximo a 803 milhões de litros. Valores que colocaram o estado de Rondônia como o principal produtor de leite da Região Norte, no qual produziu cerca de 43,0% volumes. Também, como unidade federativa, ocupou a 9ª colocação em 2011/2012, contribuindo com 2,2% do volume produzido no Brasil.

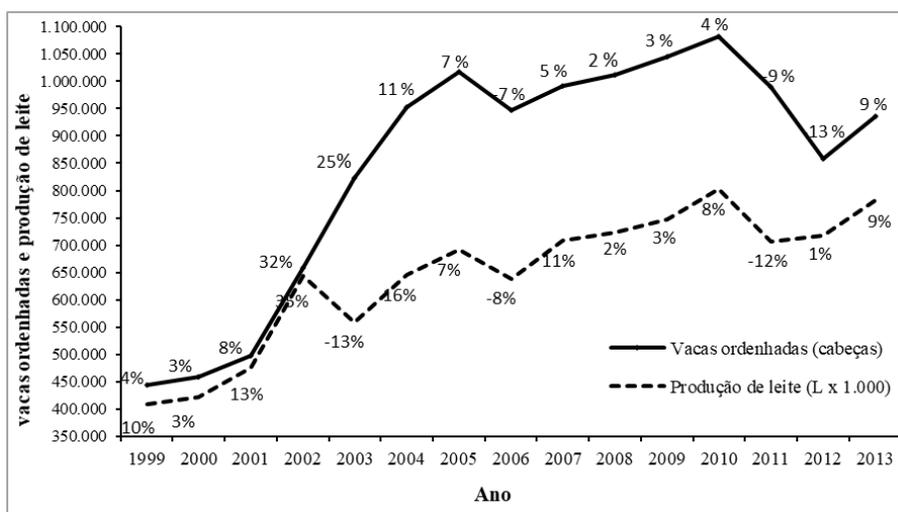


Figura 11 – Vacas ordenhadas (efetivo e taxa de oscilação anual) e produção anual de leite bovino em Rondônia no período de 1999 a 2013. Fonte: Salman et al. (2015).

Na conversão dessas variáveis em indicadores de produtividade, quais sejam, a produções por vaca ano (L de leite/vaca/ano) e dia (L de leite/vaca/dia), no período compreendido entre 1999 e 2013 (Figura 12), Salman et al. (2015), observaram que as médias destes índices foram de 784 ± 29 , com mínimo de 673 (2005/2006) e máximo de 978 (2001/2002) L/vaca/ano, que correspondem a $3,9 \pm 0,1$ e 3,4 e 4,9 L/vaca/dia. Logo, observa-se melhora significativa em relação a levantamentos anteriores, quando foram registradas produções de 540 a 600 L/vaca/ano e 2,9 a 3,0 L de leite/vaca/dia em lactação inferior a 240 dias (Mendonça; Costa, 1988; Costa et al., 1990; Costa et al., 1996; Monteiro et al., 1997, SEBRAE, 2015). Contudo, mesmo assim, podem ser consideradas relativamente baixas, quando comparadas aos obtidos em ou-

tras regiões do Brasil, a exemplo das Sul e Sudeste onde, em média no ano de 2012, uma vaca produzia de 1.500-2.500 L/ano e 5,0-9,0 L/dia em lactação de 305 dias, e passam a ser mais críticos em relação aos índices atingidos em países tradicionalmente exportadores de produtos lácteos.

Cabe ressaltar, que esses valores podem estar subestimados, pois não consideram volume de “leite informal”, aquele comercializado sem ter passado em estabelecimentos sob inspeção sanitária oficial. Bem como, parte das propriedades ainda vinham adotando o aleitamento ao pé da vaca, que pode atingir o consumo diário de cerca de 3 a 5 L/bezerro, gerando um volume bastante expressivo. Essa prática é característica de propriedades que ainda não se especializaram na produção leiteira, desenvolvendo uma pecuária mista, pois os bezerros machos são mantidos no rebanho e comercializados posteriormente como novilhos ou bois. Essa venda representa fonte de renda para o produtor, que pode ser utilizada em momentos de dificuldade financeira, ou mesmo em investimentos, por sua vez a receita advinda da comercialização do leite é que cobre as necessidades momentâneas do produtor (Diagnóstico da Cadeia Leiteira, 2002).

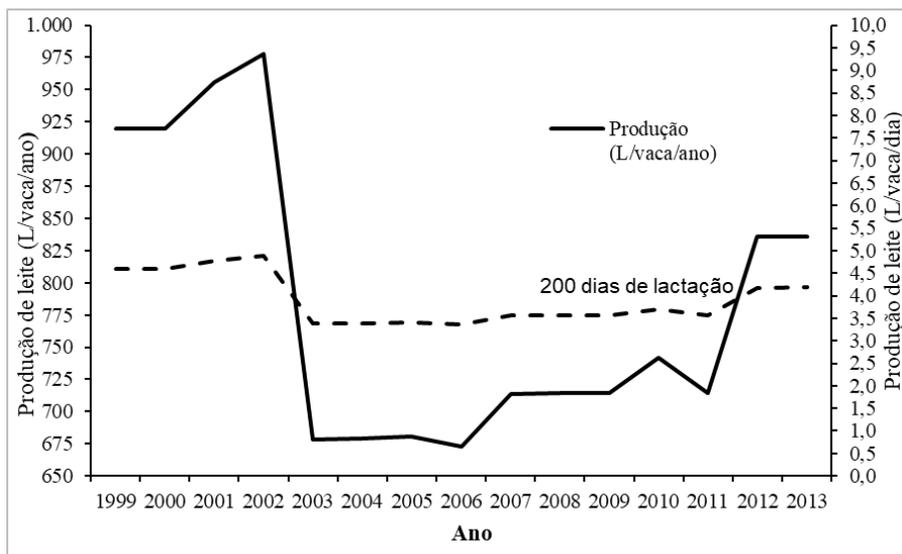


Figura 12 – Produção anual de leite bovino e produtividade anual e diária de vacas em lactação em Rondônia no período de 1999 a 2013, considerando 200 dias de produção. Fonte: Salman et al. (2015).

A produção de leite e os subprodutos foram beneficiados em laticínios distribuídos em diferentes municípios do estado, gerando, principalmente, queijos, leite em pó e longa vida, que abastecia o mercado interno e a maior parte foi exportada para outros estados da federação, resultando em receitas de aproximadamente R\$ 440 milhões. Entre 2007 e 2014, Rondônia exportou exclusivamente para a Bolívia, que é o único importador de produtos lácteos rondonienses desde que o estado iniciou essas atividades em 2007. Nesse mesmo ano, o estado também iniciou as importações de produtos lácteos, desde então, importou somente queijos provenientes de vários países: Holanda, Suíça, Itália, Argentina e Uruguai. As quantidades variaram de 9 a 192 toneladas por ano a preços médios de US\$ 9.84/kg (SEBRAE, 2015).

O mercado leiteiro tem caráter instável, devido ao mercado econômico que nos últimos anos não tem apresentado estabilidade, o que acaba por refletir nas políticas públicas de incentivo, vem como na concorrência em grande escala com produtos não inspecionados (Castro e Neves, 2001). Esta realidade reflete o baixo nível tecnológico e a falta de especialização em grande parte das propriedades que produzem leite em Rondônia, por Costa et al. (1996) e Monteiro et al., (1997), SEBRAE (2015) e apontam para a oportunidade de melhoria nesses estabelecimentos.

Outro fator que, até outrora, representava um entrave para a produção leiteira no estado, é a sazonalidade dos preços do leite, que sofre variações em virtude de diversos fatores tais como políticas econômicas, sazonalidade da produção leiteira, qualidade do leite, demanda do consumidor e fenômenos sanitários. Na Figura 13 é apresentado um gráfico da sazonalidade dos preços do litro do *leite in natura*, em uma série quadrimestral, de janeiro de 2007 a setembro de 2013, cujos preços mensais do litro do leite foram deflacionados de acordo o índice da FGV/IGP-DI.

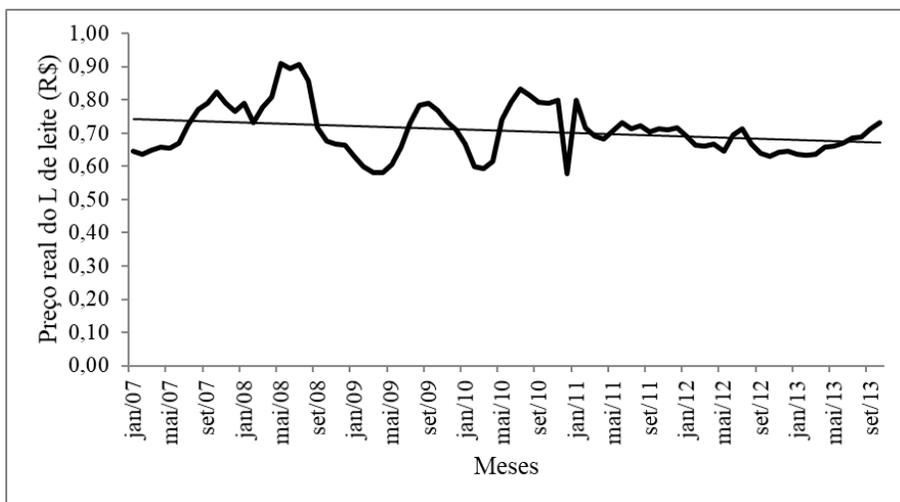


Figura 13 – Sazonalidade mensal do preço do leite entre os anos de 2007 e 2013. Fonte: EMATER-RO, FGV/IGP-DI.

A sazonalidade do preço do leite pode ser explicada por três fatores: a memória do produtor safrista que espera que haja redução do preço no início da época chuvosa, mesmo que a produção não tenha aumentado significativamente; o menor custo de produção no verão por causa da abundância de pastagens em relação ao inverno e a falta de tecnificação do produtor (Marin et al., 2011). O baixo valor pago pelo litro do leite desencadeou sérios problemas para o setor, em 2004. A falta de representatividade do pequeno produtor, o qual ficava à mercê dos valores que a indústria de processamento desejasse pagar, acarretou prejuízos na produção.

Nesse contexto, em 2004, os produtores se uniram em várias greves que paralisaram o setor. Diante da problemática, o governo do estado decretou a criação do Conselho Paritário de Produtores Rurais e Indústrias de Laticínios de Rondônia (CONSELEITE-RO), composto por representantes dos dois segmentos, de forma paritária, em 2013. Os produtores rurais de leite são representados por integrantes da Federação de Agricultura e Pecuária do Estado de Rondônia (FAPERON) e da Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de Rondônia (FETAGRO). A indústria de laticínios é representada pelos integrantes do Sindicato das Indústrias de Laticínios de Rondônia (SINDILEITE-RO), (SEBRAE, 2015).

Mediante esse processo, ocorreu o fortalecimento do setor, atraindo cada vez mais investimentos, como novas indústrias de processamento, melhorias na tecnologia de processamento, como a granelização do leite, bem como na produção de derivados com um tempo de prateleira superior ao antes produzido. Conforme dados da Agência IDARON (2013) até 2013, o estado de Rondônia contava com 99 estabelecimentos agroindustriais oficiais e não-oficiais, responsáveis por processar, beneficiar e transformar os produtos oriundos da pecuária bovina. Desses, 40 estabelecimentos estão relacionados à industrialização da carne (frigoríficos e indústria de carne), 4 estabelecimentos são do segmento industrial de utilização de subprodutos (couro e graxaria), 52 estabelecimentos estão relacionados à indústria láctea (laticínios e usinas de beneficiamento de leite) e 7 estabelecimentos são entrepostos de resfriamento de leite e 05 estabelecimentos inativos, que correspondem anualmente por R\$ 302,7 milhões gerados para Rondônia.

Ainda que tenham ocorrido melhoras sensíveis no sistema produtivo, o valor agregado ao leite produzido ainda é muito dependente do mercado consumidor, relacionando-se positivamente com o poder de compra e inversamente ao preço relativo dos derivados lácteos, ante os demais produtos. Assim, conforme estudo semelhante realizado por Castro e Neves (2001), se há redução da sua renda real, motivada por inflação, ou se há perspectiva de desaquecimento da economia e uma provável onda de desemprego, ou ainda se o preço do leite e de derivados está relativamente mais elevado que outros bens e serviços disponíveis, a tendência é de retração do consumo.

Em suma, a análise da situação da pecuária, tanto de corte quanto de leite no estado de Rondônia, mostra que o setor está diante de uma grande oportunidade de crescimento, representada pela expansão do mercado interno e da demanda externa. Porém, as implicações relacionadas à abertura de novas áreas para pastagem e às exigências de um mercado cada vez mais competitivo, têm desafiado os pecuaristas na busca de superar desafios importantes, como a intensificação dos sistemas, aumento da eficiência produtiva, garantia da sustentabilidade ambiental e bem-estar animal, além da qualidade e segurança dos produtos. Embora, hoje já se observa uma melhoria sensível na qualidade

dessas atividades e da vida desse agente. Todavia, a presença de políticas que fomentem ainda mais a extensão rural, preferencialmente de forma pontual e individual ainda são necessárias para promover a consolidação de uma cultura sustentável no estado de Rondônia.

Referências

ABIEC. Associação Brasileira de Indústrias Exportadoras de Carne. **Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil. 2019.** ABIEC, São Paulo. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/controle/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2021.

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Exportação por ano.** 2014. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/41exportacao_ano.asp>. Acesso em: 01 out. 2015.

AGROSTAT. **Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro.** 2015. Disponível em: <<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>>. Acesso em: 15 jul. 2015.

ALVES, C. O.; OAIGEN, R. P.; DOMINGUES, F. N.; MIRANDA, A. S.; MAIA, J. T. S.; FERREIRA, G. V. Tecnologias e programas de fomento em prol da sustentabilidade na bovinocultura: revisão de literatura. **Veterinária em Foco**, v. 9, n. 2, p.110-127, 2012.

BARRETO, P.; PEREIRA, R.; ARIMA, E. **A pecuária e o desmatamento na Amazônia na era das mudanças climáticas.** Belém, PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia-IMAIZON, 40p., 2008.

BARRETO, P.; SILVA, D. S.; ELLINGER, P. **Como desenvolver a economia rural sem desmatar a Amazônia?** Belém, PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia-IMAIZON, 60p., 2013.

BARROS, B. **Rondônia já tem o boi mais disputado do País**. 2013. Disponível em: <<http://www.canaldoprodutor.com.br/comunicacao/noticias/rondonia-ja-tem-o-boi-mais-disputado-do-pais>>. Acesso em: 17 out. 2014.

BASA. Banco da Amazônia S.A. **A cadeia produtiva da pecuária de corte no estado de Rondônia**. Belém, PA: BASA/COTEC/Coordenadoria de Estudos Especiais, 1999. 40p. (Série Estudos Setoriais, 12), 1999.

CASTRO, M. C.; NEVES, B. S. **Análise da evolução recente e perspectivas da indústria laticínica no Brasil**. In: Gomes, A. et. al. O agronegócio do leite no Brasil. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA-Esalq/USP. **PIB do Agronegócio Brasileiro 2020**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 17 jul. 2021.

CONAB. **Indicadores da Agropecuária: Quadro de Suprimentos**. 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1470&t=2>>. Acesso em: 29 mar. 2014.

COSTA, N. L.; MAGALHÃES, J. A.; TAVARES, A. C.; TOWNSEND, C. R.; PEREIRA, R. G. A.; SILVA NETTO, F. G. **Diagnóstico da Pecuária em Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1996. 34p. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Documentos, 33).

COSTA, N. L.; MENDONÇA, J. F. B.; MAGALHÃES, J. A.; PEREIRA, R. G. A.; RIBEIRO, M. G., ARAGÃO, J. L.; CASTRO, G. C. **Diagnóstico da Pecuária em Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE Porto Velho, 1990. 56f. (EMBRAPA-UEPAE Porto Velho. Mimeografado).

COSTA, P. F.; CORRÊA, E. S.; CARDOSO, E. E.; OLIVEIRA, S. J. M.; SILVA NETTO, F. G.; BRITO, L. G.; SALMAN, A. K. D.; FIGUEIRO, M. R.; PEREIRA, R. G. A. **Produção de gado de corte no estado de Rondônia: uma proposta de sistema melhorado**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2009. 9p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 112).

DANTAS, J. A. **A nossa geografia Rondônia**. Porto Velho – RO. Editora Mundial. 102p. 2010.

DIAGNÓSTICO DA CADEIA LEITEIRA. **Diagnóstico do agronegócio do leite e seus derivados do estado de Rondônia** - Porto Velho: SEBRAE, 2002. 212p. 2ed. (Projeto Sistema Agroindustrial do Leite).

DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. **Pastagens no trópico úmido**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. 30p. 2006. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 41).

EMBRAPA. **Diagnóstico da Pecuária em Rondônia**. 1996. Porto Velho: CPAF-RO, 1996.

EMBRAPA. **Informativo agropecuário de Rondônia**. n. 5, junho/2021 – Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2020. 29p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1132171/informativo-agropecuario-de-rondonia-n-5-junho2021>>. Acesso em: 07 jul. 2021.

FIPECAFI. **Balanco de 2012: o comportamento da economia mundial e nacional no ano que passou**. Disponível em: <http://blog.fipecafi.org/balanco-de-2012-o-comportamento-da-economia-mundial-e-nacional-no-ano-que-passou/>. Acesso em: 25/10/2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2006. **Censo Agropecuário de 2006**. IBGE, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9827-censo-agropecuario.html?=&t=destaques>>. Acesso em: 17 jul. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Pecuária 2014**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/18/0?ano=2014>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística SIDRA – **Banco de dados referente ao efetivo de bovinos, 2020**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 jul. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal 2019**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>>. Acesso em: 07 jul. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Trimestral do Abate de Animais 2014**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1092&z=t&co=24>> Acesso em: 15 mar. 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. SIDRA – **Banco de dados referente a produção de leite, 2017**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 jul. 2021.

IDARON. Agência de Defesa Sanitária Agrossilvopastoril de Rondônia. **Relatórios de Campanhas de Vacinação 2007 a 2018**. Online. Disponível em: <<http://www.idaron.ro.gov.br/index.php/relatorios-e-formularios/>>. Acesso em: 12 jul. 2021.

IDARON. Agência de Defesa Sanitária Agrossilvopastoril do Estado de Rondônia-. **Informe semestral de campo: referente às etapas de vacinação de 1999 a 2013**. Porto Velho, RO, 2015.

IDARON. Agência de Defesa Sanitária Agrossilvopastoril do Estado de Rondônia- **Agência IDARON realiza pesquisa e levanta dados sobre a produção de leite em Rondônia**. Porto Velho, RO, 2013. Disponível em: < <http://www.idaron.ro.gov.br/porta/nwVerNoticia.aspx?idNoticia=467>>. Acesso em: 25 mar. 2013.

INSTITUTO FNP ANUALPEC 2000: **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo-SP: FNP, 2000. 391p.

INSTITUTO FNP ANUALPEC 2001: **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo-SP: FNP, 2001. 359p.

INSTITUTO FNP ANUALPEC 2002: **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo-SP: FNP, 2002. 400p.

INSTITUTO FNP ANUALPEC 2003: **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo-SP: FNP, 2003. 400p.

INSTITUTO FNP ANUALPEC 2004: **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo-SP: FNP, 2004. 376p.

INSTITUTO FNP ANUALPEC 2005: **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo-SP: FNP, 2005. 340p.

INSTITUTO FNP ANUALPEC 2006: **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo-SP: FNP, 2006. 369p.

INSTITUTO FNP ANUALPEC 2008: **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo-SP: FNP, 2008. 380p.

INSTITUTO FNP ANUALPEC 2009: **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo-SP: FNP, 2009. 360p.

INSTITUTO FNP ANUALPEC 2011: **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo-SP: FNP, 2011. 378p.

INSTITUTO FNP ANUALPEC 2014: **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2014. 314p.

LAMPERT, V. N. **Produtividade e eficiência de sistemas de ciclo completo na produção de bovinos de corte**. 2010. 115 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

MAPA. **Agropecuária Brasileira em Números**. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/agropecuaria-brasileira-em-numeros>>. Acesso 14 jul. 2020.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2021. **Produção Agropecuária 2020**. Disponível:<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/valor-da-producao-gropecuaria-de-2020-soma-mais-de-r-871-bilhoes-e-e-o-maior-dos-ultimos-32-anos>>. Acesso em: 07 jul. 2021.

MARIN, S. R.; CAVALHEIRO, A. G.; ANSCHAU, D. Sazonalidade do preço do leite no Rio Grande do Sul (1986-2009). **Ciência Rural**, v. 41, p. 361-364, 2011.

MATTA NETO, R. M.; TADEUCCI, M. S. R.; QUINTAIROS, P. C. R.; OLIVEIRAS, E. A. A. Q. Tecnologia e a Agropecuária de Porto Velho – Rondônia um Estudo de Caso. *In*: XIV Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação - Universidade do Vale do Paraíba. **Anais...** 2010, p. 21-22.

MELO FILHO, G. A.; COSTA, P. F.; CORRÊA, E. S.; PEREIRA, M. A.; CEZAR, I. M.; SILVA NETTO, F. G. **Sistemas e custos de produção de gado de corte no estado de Rondônia**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2005. 16p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 92).

MENDONÇA, J. F. B.; COSTA, N. L. **Diagnóstico da pecuária bovina (leite e carne) e potencialidades das instituições de pesquisa no estado de Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE Porto Velho, 1988. 36f. (EMBRAPA-UEPAE Porto Velho. Mimeografado).

MONTEIRO, R. P.; TOWNSEND, C. R.; OLIVEIRA, V. B. V.; FERNANDES, S. R.; GONZAGA, D. S. O. M. **Diagnóstico dos sistemas de produção dos membros da Cooperativa Agropecuária Mista de Nova União**. Porto Velho, RO: EMBRAPA-CPAF- Rondônia, 1997. 43p. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Documentos, 38).

NUNES, D. D. **Hidrovia do Madeira: (Re) Configuração Espacial, Integração e Meio Ambiente**. 379 p. Tese de Doutorado em Ciências: Desenvolvimento Sócio-Ambiental. Belém, 2004.

PEREIRA, M. F. V.; CAHIL, S. P. **A lógica corporativa do uso do território em Rondônia: o agronegócio da soja na região de Vilhena**. Campo-Território: revista de geografia agrária, v.5, n.10, p. 288-311, ago. 2010.

RESENDE, J. C.; GONÇALVES, C. A. **Pecuária bovina no estado de Rondônia: diagnóstico e aspectos econômicos**. Porto Velho, RO: EMBRAPA-UEPAE Porto Velho, 1985. 28p. (EMBRAPA-UEPAE Porto Velho. Documentos, 15).

SALMAN, A. K. D.; TOWNSEND, C. R.; TABORDA, J. M. M.; COSTA, N. L.; MAGALHAES, J. A. **Perspectivas para a bovinocultura leiteira em Rondônia**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO LEITE, 13.; WORKSHOP DE POLÍTICAS PÚBLICAS, 13.; SIMPÓSIO DE SUSTENTABILIDADE DA ATIVIDADE LEITEIRA, 14., Porto Alegre. Anais... Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2015.

SEAGRI - Secretaria de Estado da Agricultura. **Fundo Pró Leite**. 2018. Disponível em: <<http://www.rondonia.ro.gov.br/leite/>>. Acesso 12 jun. 2019.

SEBRAE. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas em Rondônia. **Diagnóstico do Agronegócio do Leite e Derivados do Estado de Rondônia**. Porto Velho, 2015, 336 p.

SILVA, A. L. **A cadeia produtiva da pecuária de corte no estado de Rondônia: uma visão de pequeno porte**. 2001. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso. Associação de Ensino Superior da Amazônia-AESA. Faculdade de Ciências Humanas, Exatas e Letras de Rondônia-FARO, Porto Velho, RO, 2001.

SILVA, R. G. C. **Avanço dos Espaços da Globalização: a produção de soja em Rondônia**. Porto Velho: UNIR, 2005. Dissertação de mestrado.

TABORDA, J. M. M. **Desenvolvimento da pecuária bovina no Estado de Rondônia: contextualização história e indicadores zootécnicos**. 2015. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional em Meio Ambiente, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto velho, 2015.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. D. L.; PEREIRA, R. G. A. **Aspectos econômicos da recuperação de pastagens no Bioma Amazônia**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia. 23 p. 2009. (Embrapa Rondônia, Documentos, 131).

VALE, P. M.; ANDRADE, D. C. Comer carne e salvar a Amazônia? A produtividade da pecuária em Rondônia e sua relação com o desmatamento. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 20, n. 2, p. 381-408, 2012.

VALE, P.; GIBBS, H.; VALE, R.; CHRISTIE, M.; FLORENCE, E.; MUNGER, J.; SABAINI, D. The expansion of intensive beef farming to the Brazilian Amazon. **Global Environmental Change**, v. 57, n. 101922, p. 1-11, 2019.

VALE, P. M.; ANDRADE, D. C. **Produtividade e preservação ambiental: um estudo exploratório para a pecuária do estado de Rondônia**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social-BNDES, Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia-ANPEC, Programa de Fomento à Pesquisa em Desenvolvimento Econômico-PDE. Rio de Janeiro, RJ, 2011 (BNDES/ANPEC/PDE, Rio de Janeiro, 2011: Séries Working Paper BNDES/ANPEC, 21).

2. DIAGNÓSTICO DE SOLOS SOB DIFERENTES USOS E MANEJOS EM RONDÔNIA

Jairo André Schindwein

Elaine Cosma Fiorelli

Petrus Luiz de Luna Pequeno

Vaneide Araújo de Sousa Rudnick

Nirvani Schroeder Henrique

Aline Mikos Rabelo

Numydia Carvalho Cavalcante

Odilene de Souza Teixeira

A degradação do solo ocorre devido aos fatores e processos de formação, assim como está associado aos usos e manejos inadequados. Sendo esse último, um dos cruciais problemas que resultam em diminuição de qualidade dos solos nas regiões tropicais e no estado de Rondônia. Visto que, a maioria dos solos utilizados para a pecuária ou agricultura possuem baixa ou nenhuma aplicação de corretivos ou fertilizantes, logo constata-se comprometimento no desenvolvimento das plantas e conseqüentemente, na produtividade. Além disso, historicamente no estado de Rondônia, operacionalizava-se a limpeza das pastagem por meio da prática de uso do fogo, a qual ocasiona problemas nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, com potenciais riscos à degradação.

Rondônia está localizado na região norte (Amazônia Ocidental), possui 52 municípios e ocupa uma área de 23,8 milhões de ha (IBGE, 2020). O clima é tropical quente e úmido, com médias de chuvas entre 1400 a 2600 mm por ano, apresentando chuvas intensas nos meses de outubro a abril e meses com menos de 50 mm entre junho e agosto; a temperatura do ar na média varia entre 24 e 26°C; a umidade relativa do ar varia de 80% a 90% no verão e, em torno, de 75% no outono e no inverno (SEDAM 2020). O relevo predominante é suavemente ondulado, contendo 94% do território com altitudes de 100 e 600 metros (CPRM, 2010).

Os solos predominantes em Rondônia são os Latossolos, que ocupam área em torno de 58%, sendo 26% de Latossolo Vermelho-Amarelo, 16% de Latossolo Vermelho e 16% de Latossolo Amarelo. Os Argissolos e Neossolos ocupam 11% do território cada um deles, os Cambissolos ocupam 10 % e os Gleissolos ocupam 9%. As demais classes de solos ocupam o restante da área (1%). Em torno de 59% dos solos de Rondônia possuem aptidão de usos para lavoura nos diferentes níveis, 16% em aptidão para pastagens cultivadas, 5% para pastagens nativas e 20% do território não apresenta aptidão agrícola ou pecuária e devem ser mantidos como áreas de preservação (SEDAM, 2007). Nesse sentido, observa-se, atualmente, que 8,3 milhões de ha são destinadas ao cultivo de pastagens para a criação de bovinos e 950 mil ha para as culturas de agricultura permanente (200 mil ha) e temporária (750 mil ha) (IBGE, 2020). Contudo, independentemente da aptidão de usos, Rondônia ainda apresenta em torno de 60% com sua vegetação nativa (SEDAM, 2007).

A partir da década de 1980, com grande incremento de uso do solo, o estado de Rondônia possuiu ocupação posterior a muitos outros estados do Brasil, ocorrido após a distribuição de lotes de terra para usos na agropecuária realizada pelo INCRA. Os lotes tinham área entre 50 e 100 ha e os colonizadores, na maioria dos casos, eram agricultores arrendatários, meeiros e de outras profissões, geralmente com baixo nível tecnológico e disponibilidade de capital para investimentos nessa área. Ressalta-se, ainda, que a maioria das propriedades são ocupadas pela agricultura familiar (Marialva, 1999; Fernandes; Guimarães, 2002).

Assim que os colonizadores recebiam seus lotes, segundo depoimentos de produtores, eles eram orientados pelo INCRA a desmatarem parte da área para demonstrarem o uso da terra e obterem o título de posse. Por consequência, o grande desmatamento que se seguiu a partir da década de 1980 foi feito, na maioria das vezes, sem critérios técnicos, sendo que a derrubada de árvores e queima da biomassa eram as principais formas de desmatamento. Em seguida, era semeado a pastagem e anualmente, no período da seca, o fogo era usado como instrumento de limpeza (controle de invasoras), ou de eliminação do excesso de pasto não consumido pelo gado (Fernandes; Guimarães, 2002).

As culturas implantadas após a derrubada da floresta apresentavam altas produtividades nos primeiros anos de exploração, devido, principalmente, à matéria orgânica do solo e à incorporação de nutrientes contidos nas cinzas da biomassa incinerada (Costa et al., 2008). Porém, os manejos inadequados ao longo dos anos, associados aos efeitos do clima da região, potencializam a degradação dos solos e a diminuição da produtividade, fazendo com que os produtores realizassem novos desmatamentos para manterem uma determinada produção.

Na região da Floresta Amazônica, a substituição da floresta primária por pastagens cultivadas constitui uma das alterações ambientais mais importantes e problemáticas desse ecossistema (Dias-Filho, 2003). Nesta região, a vida útil das pastagens cultivadas é reduzida devido à implantação inadequada de espécies forrageiras, caracteriza pela não fertilização dos solos e pelo manejo incorreto das pastagens, que promovem a degradação das propriedades físico-químicas e, ainda, pela infestação dessas áreas com plantas invasoras (Serrão; Homma, 1991; Dias-Filho, 2003).

Estudos têm demonstrado que os custos com recuperação das pastagens, normalmente, são mais onerosos do que os gastos com novos desmatamentos e implantação de novas pastagens (Valentim et al., 2000; Ichihara, 2003; Dias-Filho, 2005). Dessa forma, um dos desafios do manejo do solo na região da Amazônia é transformar os recursos naturais degradados em áreas produtivas com potencial econômico e ecológico sustentável, ajustando a melhoria da qualidade de vida humana à capacidade de suporte do ecossistema.

A degradação das pastagens, que em parte é devido a degradação do solo, verificada em Rondônia e no Brasil é vista pela perda do potencial produtivo e da capacidade de suporte das áreas (Kichel et al., 1997; Miranda et al., 2002; Kluthcouski et al., 2003; Maciel et. al., 2007; Townsend et al., 2010). Dentre as pastagens que estão em diferentes estágios de degradação, estima-se que entre 20 e 40 milhões de hectares encontram-se na região do Cerrado Brasileiro e, aproximadamente, 20 milhões de hectares estão na região da Amazônia Legal, incluindo o estado de Rondônia (Kitamura, 1994; Oliveira, et al., 2010). Segundo Dias-Filho (2005), em torno de 61,5% dos solos cultivados com pastagens na Região Amazônica apresentam algum grau de degradação.

As definições encontradas na literatura para a degradação de pastagens são diversas. Segundo Townsend et al. (2012), a degradação é um processo evolutivo de perda de vigor e produtividade da forrageira, sem possibilidade de recuperação natural, que afeta a produção e o desempenho animal, culminando com a degradação avançada dos recursos naturais. Spain e Gualdron (1991) definem a degradação como sendo a diminuição considerável na produtividade potencial da forrageira para as condições edafoclimáticas e bióticas a que é submetida. Para Meireles (1993), a degradação se constitui quando a produção de forragem fica aquém do esperado para a uma determinada cultivar e assim impossibilita a manutenção de um maior número de animais no pasto.

Entre as causas da degradação, encontram-se o uso de germoplasmas impróprio, má formação inicial, manejo e práticas culturais inadequadas, manejo animal inadequado e ausência ou aplicação incorreta de práticas conservacionistas após o uso prolongado do pastejo (Macedo, 2009). Além desses, a ausência de correção e adubação (mineral ou orgânica), o uso indiscriminado do fogo e as altas pressões bióticas (pragas e doenças) também contribuem para acelerar o processo de degradação das pastagens (Costa et al., 2004). De modo geral, o final deste processo se caracteriza pela ruptura dos recursos naturais, com alterações na estrutura do solo, comprovada pela redução das taxas de infiltração e da capacidade de retenção de água, originando erosão, assoreamento dos mananciais de água e perda da biodiversidade (Townsend et al., 2012).

Segundo Dias-Filho e Andrade (2005), as principais causas de degradação das pastagens em Rondônia, em ordem de importância são: i) declínio da fertilidade do solo devido à ausência de adubação; ii) manejo do pastejo incorreto (superlotação); iii) manejo da pastagem incorreto (combinação de espécie cespitosa + lotação contínua + piquetes excessivamente grandes); iv) cigarrinhas-das-pastagens; v) má formação; vi) uso excessivo do fogo. Quando os sistemas naturais são modificados pela ação humana dão origem a áreas alteradas. Essas áreas podem ter sua capacidade melhorada, conservada ou diminuída, quando comparada ao sistema natural. Porém, quando o resultado dessa alteração ocasiona a perda da capacidade produtiva, diz-se que as áreas estão degradadas (Silva et al., 2007).

Um dos principais processos responsáveis pela perda da qualidade estrutural dos solos ao longo do tempo é a degradação física. Essa degradação, no entanto, é potencializada por alguns fatores como a perda de solo por erosão, a redução da matéria orgânica e a compactação (Blainski et al., 2008; Andrade, 2009). Em pastagens, por exemplo, a perda de qualidade na estrutura física do solo pode ser acelerada pela alta taxa de lotação animal nas áreas destinadas à criação de bovinos (Grego et al., 2011). A superlotação pode refletir em perda de qualidade da pastagem com redução do vigor das plantas, declínio, morte e dominância de outras espécies menos palatáveis. Além disso, auxilia também no aparecimento de áreas com menor cobertura vegetal, favorecendo a erosão laminar e, em consequência, a área torna-se progressivamente menos fértil (Bertoni; Lombardi Neto, 2010).

A compactação também é outro efeito de solos manejados incorretamente, pois aumenta a densidade e sua resistência mecânica aos manejos de solo e crescimento radicular. Logo, conseqüentemente, diminui a porosidade total em função da redução no volume de macroporos, enquanto o de microporos permanece praticamente inalterado. Devido a isso, há redução na infiltração de água no solo e aumento do escoamento superficial, ocasionando, conseqüentemente, a erosão do solo. A compactação também diminui o crescimento e a efetividade das raízes, influenciando negativamente na absorção de água e de nutrientes, por reduzir o volume de solo explorado pelo sistema radicular. Portanto, o efeito da compactação é mais prejudicial quanto mais próximo da superfície ela se localizar, devido à maior presença de raízes em menor profundidade (Dias Junior; Pierce, 1996; Stürmer, 2012).

Os tipos de preparo do solo também podem favorecer a degradação do mesmo, como por exemplo, o seu preparo para o cultivo convencional, já que utiliza técnicas de revolvimento excessivo de solo. Logo, quando realizados de forma inadequada podem reduzir a qualidade dos atributos físicos do solo e favorecer o início de um processo erosivo (Macedo, 2009). Quando a degradação do solo leva a uma perda de produtividade das culturas, os reflexos podem resultar em expressiva perda econômica. Nos locais onde a degradação é mais severa as áreas podem ser abandonadas por alguns anos ou permanentemente, ou, ainda, convertidas em usos menos nobres (Araújo et al., 2010).

Quando a comunidade científica começou a pesquisar sobre os problemas ambientais como a degradação do solo e outros temas referentes ao meio ambiente como sustentabilidade agrícola, recursos naturais e a função do solo nesse contexto, a discussão sobre a qualidade do solo se intensificou, fato que ocorreu no início da década de 1990 (Vezzani; Mielniczuk, 2009). Essa preocupação se estende ainda para os dias atuais entre os pesquisadores da área de ciência do solo, que procuram estabelecer indicadores do solo, sejam físicos ou químicos, para que possam definir valores quantitativos e mensuráveis para servirem de referência e que indiquem o nível de degradação do solo (Mota et al., 2013).

Mota et al. (2013) afirmam que alguns atributos do solo como teor de matéria orgânica, densidade, resistência à penetração, condutividade hidráulica e estabilidade de agregados são bastante utilizados como indicadores de qualidade do solo, pois podem ser modificados pelo uso e manejo do mesmo. Os autores destacam ainda que um atributo para ser utilizado como indicador da qualidade, deve ser sensível às variações do manejo ao qual o solo está submetido. Bem como, estudos da qualidade do solo pelos aspectos físicos sinalizam o manejo adequado do ambiente, visando a conservação e produtividade, além de serem importantes para a manutenção e sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Para medir o índice de qualidade do solo, Melo Filho et al. (2009) utilizaram as características de porosidade total, macro e microporosidade, densidade do solo, retenção de água, condutividade hidráulica, capacidade de troca catiônica, saturação por bases, saturação por alumínio e pH do solo.

Investigações científicas com levantamento de caracterização dos sistemas de manejos de solo, juntamente com a quantificação de valores de atributos químicos, físicos e biológicos de solos, baseado na comparação com uma situação não antropizada, são escassas em Rondônia. Por exemplo, se em um determinado solo, que tenha nas proximidades uma situação de vegetação original (não antropizada), com teores de matéria orgânica da ordem de 30 g.kg^{-1} de solo e em uma situação de pastagem visualmente degradada, pelo uso ao longo dos anos, com teores de matéria orgânica da ordem de 20 g.kg^{-1} de solo, poder-se-ia dizer que este sistema de uso do solo foi responsável pela perda de 33,3% da matéria orgânica. Desta forma,

ao caracterizar outros sistemas de uso e manejo do solo, também poderia se estimar os efeitos da utilização desse, tanto para matéria orgânica como para outros atributos químicos, físicos ou biológicos do solo.

Com o objetivo de avaliar os indicadores de qualidade de Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-Amarelos argilosos do Distrito Federal, Papa et al. (2011) utilizaram o solo sob vegetação nativa para definir parâmetros de qualidade natural, que servem de referência para a avaliação da qualidade de solos sob uso agrícola. Pois, esses autores afirmam que a quantificação de características como densidade, porosidade, resistência à penetração, nível de agregação, grau de floculação, capacidade de troca de cátions e matéria orgânica, em solos sob vegetação natural da região em estudo é uma alternativa. Principalmente, quando não há parâmetros ou valores dos atributos de qualidade do solo considerados sustentáveis, que sirvam de referência em estudo sob uso antrópico. Por fim, ainda destacam que, quando um manejo do solo causa a sua degradação, outras práticas adequadas de manuseio podem ser adotadas e a longo prazo um novo equilíbrio pode ser retomado, porém a qualidade do solo, que uma vez foi degradado, será diferente ou inferior ao solo sob vegetação nativa.

Sob essa perspectiva, investigou-se os atributos químicos e físicos de solos com diferentes usos e manejos no estado de Rondônia, em comparação com solos não antropizados, com vegetação nativa de mata, para identificar quais os atributos e em que quantidade que estão perdendo, mantendo ou ganhando qualidade em relação à mata. Nesse sentido, com vistas a apresentar um panorama geral das características do solo, reuniu-se os esforços de pesquisa de quatro estudos realizados em diferentes locais do estado de Rondônia (Quadro 1). Utilizou-se a mesma metodologia de coleta de amostras de solo, para permitir a comparação fidedigna entre os diferentes locais.

Nessa perspectiva, os locais amostrados deveriam ter fragmentos de áreas de mata nativa e nas proximidades solos explorados por diferentes usos e manejos (no mínimo 4), dando especial atenção para aspectos visuais de degradação e, acima de tudo, os locais deveriam ter uniformidade de vegetação e de solos pelos aspectos visuais. Os locais amostrados foram divididos em quadrantes, como se fossem quatro talhões e, em cada quadrante, era feito quatro amostras de solos individuais (para servirem de repetições), nas profundidades de 0-10 e de 10-20 cm, retiradas com pá de corte e anel volumétrico.

Quadro 1 – Descrição dos estudos sobre a caracterização dos solos em Rondônia.

Autor (ano)	Municípios	Usos de solos
Rudnick (2015)	Alta Floresta d'Oeste	Mata, cafeeiro e 2 pastos
	Alvorada d'Oeste	Mata e 3 pastos
	Ariquemes	Mata, hortaliças com calagem e adubação, pasto e cafeeiro
	Candeias do Jamari	Mata e 3 pastos
	Rolim de Moura	Mata e 3 pastos
	São Felipe d'Oeste	Mata, banana, pasto e SAF de cacau com espécies de árvores
Henrique (2016)	Cacoal	Mata, banana, cafeeiro com adubação N-P-K e pasto
	Cacoal	Mata, 2 áreas de cafeeiro adubados com N-P-K, pasto
	Espigão D'Oeste	Mata, cafeeiro com pouca adubação N-P-K, cafeeiro sem adubação e pasto
	Presidente Médici	Mata 3 áreas de pasto adubados eventualmente e receberam calagem em anos anteriores
Mikos (2017)	Alto Alegre dos Parecis	Mata, cafeeiro com adubação N-P-K e calagem, pasto com adubação N-P-K e calagem e pasto
	Alta Floresta D'Oeste	Mata, cafeeiro adubado com N-P-K, pasto com adubação N-P-K e calagem e pasto
	Nova Brasilândia D'Oeste	Mata, cafeeiro adubado com N-P-K, pasto com adubação N-P-K e calagem e pasto
	Novo Horizonte D'Oeste	Mata, cafeeiro adubado com N-P-K, pasto com adubação N-P-K e calagem e pasto
	Rolim de Moura	Mata, cafeeiro adubado com N-P-K, pasto com adubação N-P-K e calagem e pasto
	Santa Luzia	Mata, cafeeiro, pasto com adubação N-P-K e calagem e pasto
Cavalcante (2018)	Porto Velho	Mata, pasto com adubação e calagem, pasto com adubação e pasto
	Porto Velho	Mata, pasto com adubação, 2 pastos
	Porto velho	Mata, 2 pastos com adubação e pasto
	Candeias do Jamari	Mata, 2 pastos com adubação e pasto
	Candeias do Jamari	Mata, 2 pastos com adubação e pasto

Rudnick (2015), Mikos (2017) e Cavalcante (2018) - Total 96 pontos de amostras cada, dois tipos de amostras e duas profundidades.

Henrique (2016) - Total 64 pontos de amostras dois tipos de amostras e duas profundidades.

As análises físicas de solos, como a densidade, a porosidade total, a macro e a microporosidade foram feitas conforme Embrapa (2011). As análises químicas de pH, pH SMP, matéria orgânica, fósforo (P) e potássio (K) foram realizadas conforme Tedesco et al. (1995) e as análises químicas de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al), assim como os cálculos da capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V) foram operacionalizadas conforme metodologia da Embrapa (2011). Entretanto, salienta-se que as análises de Ca, Mg e K da pesquisa de Cavalcante (2018) tiveram problemas de reagentes e no aparelho de absorção atômica, sendo desconsideradas nesta interpretação. Os teores de H+Al foram estimados pelo pH SMP, a partir da equação, $Y = 31,22 - 8,20SMP + 0,59SMP^2$, proposta por Brasiliano et al. (2008). Calculou-se os valores médios de leituras dos atributos físicos e químicos do solo da mata, do pasto e de áreas com cultivos (cafeeiro, banana, hortifrúti e consórcio-safs) de cada estudo ou juntando-se os estudos e relativizou-se em % do pasto e cultivos, sempre em relação a mata para saber se houve aumento ou diminuição dos valores dos atributos avaliados. Outras informações sobre as metodologias podem ser vistas em Rudnick (2015), Henrique (2016), Mikos (2017) e Cavalcante (2018) (Foto 1).



Foto 1 – Área de pastagem amostrada.
Foto: Andressa Gregolin Moreira.

Neste sentido, encontrou-se que os teores de matéria orgânica (MO) apresentaram valores quantitativos maiores no uso do solo com mata, em relação às áreas utilizadas com pasto ou com lavoura e, também, foram maiores na camada de 0-10 cm, quando comparada à camada de 10-20 cm de profundidade (Tabela 1). Em valores relativos, na média geral, observou-se que na camada de 0-10 cm o uso com pasto e com lavouras tiveram diminuição de -18,1% e -29,3%, respectivamente, já na camada de 10-20 cm o uso com pasto e com lavouras tiveram diminuição de -11,0% e -18,3%, respectivamente.

Os resultados obtidos para MO nos solos avaliados foram condizentes com as literaturas consultadas, as quais apresentaram, para os solos não antropizados, maiores teores em relação a locais com cultivos agrícolas (Cavalcante et al., 2007; Silva et al., 2007; Siqueira Neto et al., 2009; Cardoso et al., 2011; Magalhães et al., 2013). Em sistemas de manejo com maior revolvimento do solo observam-se rompimento dos agregados, possibilitando a decomposição mais rápida da matéria orgânica e consequente perda de nutrientes. No entanto, à medida que esses agregados são mantidos por meio do uso e de manejos de solo menos agressivos ou não antropizados, a decomposição da matéria orgânica é mais lenta, favorecendo maior estoque da matéria orgânica no solo (Wadt, 2005). Assim, maiores teores de MO estão associados ao maior aporte de material orgânico em diferentes estágios de decomposição, de acordo com a maior diversidade de espécies existentes no sistema. Logo, os solos sob a vegetação natural tendem a ter maior quantitativo de matéria orgânica na camada de 0-10 e de 0-20 cm (Cardoso et al., 2011; Magalhães et al., 2013).

Em estudo comparando cinco sistemas de cultivo: cerrado nativo, pastagem natural, pastagem plantada, preparo convencional e reflorestamento, Silva et al. (2007) encontraram menores valores de MO para solos de cultivo convencional. Segundo os autores, o resultado pode ser reflexo do revolvimento contínuo do solo, que favorece a decomposição da MO e está associado a ausência de manutenção de cobertura do solo, durante o sistema produtivo das culturas exploradas.

Tabela 1 – Matéria orgânica e densidade em solos com diferentes usos e manejos em Rondônia, em diferentes profundidades, nas avaliações de mata, pasto e relativização (%) do pasto e lavoura em relação a mata.

Avaliação	Matéria orgânica			Densidade		
	0-10 cm	10-20 cm	Média	0-10 cm	10-20 cm	Média
	----- g.kg ⁻¹ -----			----- g.cm ⁻³ -----		
Rudnick (2015)						
Mata	27,8	20,5	24,1	1,2	1,2	1,2
Pasto	21,6	17,5	19,5	1,4	1,4	1,4
Pasto %	-22,2	-14,7	-19,0	+16,0	+9,1	+12,5
Lavoura	22,0	18,4	20,2	1,4	1,4	1,3
Lavoura %	-20,7	-10,4	-16,3	+16,1	+10,6	+10,9
Henrique (2016)						
Mata	40,2	24,8	32,1	1,3	1,5	1,4
Pasto	33,1	23,0	28,1	1,4	1,5	1,5
Pasto %	-17,7	-7,2	-12,4	+10,1	+6,3	+8,1
Lavoura	25,9	21,4	24,1	1,5	1,6	1,5
Lavoura %	-35,6	-13,8	-24,9	+15,8	+6,8	+11,1
Mikos (2017)						
Mata	29,7	13,2	21,5	1,1	1,3	1,2
Pasto	24,1	10,7	17,4	1,3	1,5	1,5
Pasto %	-19,1	-18,6	-18,9	+21,6	+12,7	+20,3
Lavoura	20,3	9,1	14,7	1,4	1,5	1,5
Lavoura %	-31,6	-30,7	-31,4	+28,2	+14,9	+21,0
Cavalcante (2018)						
Mata	24,2	16,6	20,4	1,2	1,3	1,2
Pasto	21,0	16,0	18,5	1,4	1,5	1,4
Pasto %	-13,3	-3,4	-9,3	+21,2	+13,2	+17,1
Média geral						
Mata	30,5	18,8	24,5	1,2	1,3	1,3
Pasto %	-18,1	-11,0	-14,9	+17,2	+10,3	+14,5
Lavoura %	-29,3	-18,3	-24,2	+20,0	+10,8	+14,3

Dados adaptados de Rudnick (2015), Henrique (2016), Mikos (2017) e Cavalcante (2018).

Os valores de densidade do solo apresentaram medidas quantitativas menores no uso com mata em relação às áreas com pasto ou com lavouras sem a presença do gado e, também, foram menores na camada de 0-10 cm (média geral de 1,2 g.cm⁻³ na mata) em relação à camada de 10-20 cm de profundidade

(média geral de $1,3 \text{ g.cm}^{-3}$ na mata) (Tabela 1), com exceção da mata em Mikos (2017). Em valores relativos, observa-se que a densidade do solo em uso com pasto ou com lavouras variaram em relação à mata, possivelmente devido ao tempo de uso e aos manejos em cada situação. Entretanto, em média geral, na camada de 0-10 cm o uso com pasto e com lavouras tiveram aumento de +17,2% e +20,0%, respectivamente, assim como na camada de 10-20 cm o uso com pasto e com lavouras verificou-se incremento de 10,3% e +10,8%, respectivamente.

A densidade do solo nas lavouras agrícolas tende a ter valores mais elevados, sobretudo com o passar do tempo, independentemente da cultura e do manejo. As práticas agrícolas convencionais provocam no solo um grau de compactação, devido à pressão causada pelo tráfego de máquinas e implementos agrícolas, assim como pelo pisoteio dos animais. A densidade pode aumentar principalmente na camada 10-20 cm, sendo intensificada pelo baixo teor de matéria orgânica, quando comparada à camada 0-10 cm (Calonego et al., 2012). Valor de densidade maior para pastagens em relação a solos com diferentes usos e manejos (seringueira e laranja) em Visconde do Rio Branco – MG, foram atribuídos ao menor teor de matéria orgânica, ao pisoteio e ao pastejo seletivo e contínuo dos animais. Bem como pela maior ocorrência e intensidade de ciclos de umedecimento e secagem, que provocam a expansão e contração do solo, produzindo microrrachaduras, que quebram os agregados e permitem o rearranjo das partículas, adensando o solo (Portugal et al., 2010).

Em áreas com pastagens, cafeeiro e mata, em Alegre (ES/Brasil), foram detectados valores para densidade do solo de $1,22 \text{ g.cm}^{-3}$, $1,18 \text{ g.cm}^{-3}$ e $0,92 \text{ g.cm}^{-3}$, respectivamente. Logo, a causa de aumento da densidade do solo em áreas com pastagens foi ocasionada pelo pisoteio de animais em pastejo, além da redução da matéria orgânica (Guariz et al., 2009). Solos mais ricos em matéria orgânica apresentam menores valores de densidade do solo, pois ela é fundamental na estruturação do solo, especialmente em camadas superficiais e eleva a porosidade entre os agregados (Ferreira, 2010). Magalhães et al. (2013) encontraram menor densidade do solo em área cultivada com pastagem, quando comparado com solo de mata e atribuíram o resultado à presença de matéria orgânica encontrada naquele sistema de cultivo.

Nunes et al. (2010) avaliaram dois cultivos de cafeeiro com tempos e idades diferentes de implantação em relação à mata e verificaram que a densidade foi maior para o solo com cafeeiro implantado sob pastagem (1,27 e 1,32 g.cm⁻³) nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em relação ao solo cultivado com cafeeiro em sucessão a vegetação nativa (1,12 e 1,16 g.cm⁻³). Os teores de matéria orgânica e densidade do solo da mata não apresentaram grandes diferenças entre as amostras de solo das regiões do Noroeste e Cone Sul de Rondônia (Tabela 2).

Tabela 2 – Matéria orgânica e densidade em solos de mata em duas regiões de Rondônia e em diferentes profundidades.

Região	Matéria orgânica			Densidade		
	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média
	----- g.kg ⁻¹ -----			----- g.cm ⁻³ -----		
Mata NE ¹	26,2	19,1	22,6	1,1	1,2	1,2
Mata CS ²	31,6	17,2	24,5	1,2	1,4	1,3

Dados adaptados de Rudnick (2015), Henrique (2016), Mikos (2017) e Cavalcante (2018).

¹ Mata na região do Noroeste de RO (Porto Velho, Candeias de Jamari e Ariquemes). ² Mata na região do Conesul de RO (Alta Floresta d'Oeste, Alvorada d'Oeste, Rolim de Moura e São Felipe d'Oeste, Cacoal, Espigão D'Oeste, Presidente Médici, Alto Alegre dos Parecis, Nova Brasilândia D'Oeste, Novo Horizonte D'Oeste, Santa Luzia).

A macroporosidade e a porosidade total apresentaram valores numéricos maiores na mata, quando comparados com os usos de pasto ou lavouras. Esta tendência foi observada na média dos estudos e nas duas profundidades, sendo mais pronunciada na camada de 0-10 cm (Tabela 3). Na média geral, a porosidade total e a macroporosidade apresentaram valores de 0,52 e 0,21 m.m⁻³ na camada de 0-10 cm, respectivamente, ou seja, os usos com pasto e cultivados foram relativamente menores do que na mata em -13,0% e -11,3% e de -45,8% e -29,8% na camada de 0-10 cm, respectivamente. Na camada de 10-20 cm foi observado a mesma tendência. A microporosidade do solo utilizado com pasto apresentou aumento de +9,5% e +1,1% nas camadas de 0-10 e 10-20 cm respectivamente, em relação a mata. Contudo, na lavoura a microporosidade foi de +2,2% (aumentou) e de -2,5% (diminuiu) nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, de modo respectivo, em relação a mata.

As alterações no volume da porosidade total, dos macroporos e microporos, são conseqüências do arranjo dos agregados, decorrentes dos usos e manejos e das atividades químicas e biológicas do solo. O resultado da ação antrópica, provenientes de manejos intensivos no solo e pisoteios de animais, refletem-se no efeito do aumento da densidade, a qual afeta a macroporosidade, causando a redução da porosidade total. Jorge et al. (2012), em avaliação de sistemas de manejo compostos por pastagem, culturas anuais e floresta plantada, observaram que os solos submetidos à pressão (cargas) excessiva, seja por mecanização, tráfego de máquinas e implementos ou por pisoteio de animais, quando em excesso de umidade, tendem a responder mais rapidamente, do que quando em condições menos úmidas. Fato que pode explicar a redução da macroporosidade em sistemas de pastagens no período das águas ou chuvas (novembro a março), resultante da pressão provocada pela maior carga animal submetida às pastagens neste período. Logo, a alta taxa de lotação reflete em maior efeito de pisoteio, contribuindo para compactação do solo, ocasionando aumento da densidade e redução dos macroporos (Carneiro et al., 2009).

Manfré et al. (2011) observaram que tão qual influente para aumento da compactação de solos explorados com pastagem como a pressão de pastejo é a falta de adoção do período sem pastejo, respeitando o ciclo produtivo da forrageira para recuperação da massa foliar consumida. O baixo índice de massa foliar das forrageiras, além de proporcionar menor cobertura de solo, reduz a capacidade de perfilhamento e crescimento radicular, contribuindo assim para um maior adensamento das partículas do solo.

Nesse sentido, conforme ocorre o aumento da densidade do solo, a macroporosidade é diminuída, uma vez que sofre com as cargas aplicadas na superfície, assim, possui ação inversa à densidade. De acordo com Beutler et al. (2006), tal fato acontece devido à baixa resistência que os poros de maior diâmetro possuem, deformando-se quando cargas são aplicadas sobre eles. Desta forma, os macroporos com diâmetro grande, após receberem a pressão exercida sobre o solo, podem ter diminuído de diâmetro, entretanto, permanecendo como macroporos, sem que ocorresse a transformação destes em microporos. Outra suposição, é que pode ter ocorrido uma diminuição da

macroporosidade, transformando-a em microporosidade, e os microporos já existentes terem desaparecido parcialmente, sem que mudanças na microporosidade fossem observadas.

Tabela 3 – Porosidade total, macroporosidade e microporosidade em solos com diferentes usos e manejos em Rondônia em diferentes profundidades, nas avaliações de mata, pasto e relativização (%) do pasto e lavoura em relação à mata.

Avaliação	Porosidade total			Macroporosidade			Microporosidade		
	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média
----- m ³ .m ⁻³ -----									
Rudnick (2015)									
Mata	0,46	0,44	0,45	0,20	0,17	0,18	0,26	0,27	0,27
Pasto	0,38	0,36	0,37	0,08	0,09	0,09	0,29	0,27	0,28
Pasto %	-18,2	-17,0	-17,7	-57,7	-42,9	-50,5	+12,1	-1,5	+4,4
Lavoura	0,44	0,40	0,42	0,14	0,11	0,13	0,30	0,29	0,29
Lavoura %	-4,0	-8,5	-5,1	-27,2	-30,9	-30,0	+14,6	+5,9	+9,5
Henrique (2016)									
Mata	0,50	0,49	0,49	0,25	0,23	0,24	0,25	0,26	0,25
Pasto	0,43	0,40	0,42	0,19	0,18	0,18	0,24	0,23	0,24
Pasto %	-13,3	-16,7	-14,5	-25,3	-20,7	-23,4	-0,7	-9,8	-5,7
Lavoura	0,41	0,40	0,40	0,20	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20
Lavoura %	-19,0	-18,6	-18,7	-19,9	-14,8	-17,0	-17,0	-21,6	-19,3
Mikos (2017)									
Mata	0,61	0,57	0,59	0,23	0,21	0,22	0,37	0,37	0,37
Pasto	0,55	0,52	0,54	0,11	0,12	0,11	0,44	0,41	0,42
Pasto %	-9,9	-9,0	-9,6	-52,9	-44,0	-50,4	+18,1	+11,4	+11,8
Lavoura	0,54	0,51	0,52	0,13	0,11	0,12	0,41	0,40	0,40
Lavoura %	-11,0	-11,3	-11,8	-42,4	-45,6	-44,4	+8,9	+8,2	+8,1
Cavalcante (2018)									
Mata	0,50	0,46	0,48	0,17	0,12	0,14	0,33	0,34	0,33
Pasto	0,45	0,41	0,44	0,09	0,07	0,08	0,36	0,36	0,36
Pasto %	-10,5	-10,5	-7,9	-47,5	-39,4	-43,8	+8,6	+4,3	+7,5
Média Geral									
Mata	0,52	0,49	0,50	0,21	0,18	0,20	0,30	0,31	0,31
Pasto %	-13,0	-13,3	-12,4	-45,8	-36,8	-42,0	+9,5	+1,1	+4,5
Lavoura %	-11,3	-12,8	-11,9	-29,8	-30,4	-30,5	+2,2	-2,5	-0,6

Dados adaptados de Rudnick (2015), Henrique (2016), Mikos (2017) e Cavalcante (2018).

A porosidade total, macroporosidade e microporosidade em solos de mata não apresentaram grandes diferenças entre as amostras de solos das regiões do Noroeste e Cone sul de Rondônia (Tabela 4).

Tabela 4 – Porosidade total, macroporosidade e microporosidade em solos de mata em duas regiões de Rondônia e em diferentes profundidades.

Regiões	Porosidade total			Macroporosidade			Microporosidade		
	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média
	----- m ³ .m ⁻³ -----								
Mata NE ¹	0,50	0,47	0,48	0,17	0,14	0,15	0,32	0,33	0,33
Mata CS ²	0,53	0,50	0,52	0,23	0,20	0,21	0,30	0,30	0,30

Dados adaptados de Rudnick (2015), Henrique (2016), Mikos (2017) e Cavalcante (2018).

¹ Mata na região do Noroeste de RO (Porto Velho, Candeias de Jamari e Ariquemes). ² Mata na região do Conesul de RO (Alta Floresta d'Oeste, Alvorada d'Oeste, Rolim de Moura e São Felipe d'Oeste, Cacoal, Espigão D'Oeste, Presidente Médici, Alto Alegre dos Parecis, Nova Brasilândia D'Oeste, Novo Horizonte D'Oeste, Santa Luzia).

Os resultados de pH, Al e H+Al (Tabela 5), Ca e Mg (Tabela 6), CTC e V (Tabela 7), tiveram expressiva variabilidade nos resultados, principalmente nas áreas utilizadas com pasto e nas cultivadas sem presença de gado. Estas diferenças são devido à fertilidade natural dos solos das diferentes regiões (Tabelas 8, 9 e 10) e utilização eventual de calcário e fertilizantes em algumas áreas, tanto de pasto quanto cultivadas (Tabelas 11 e 12).

Os maiores aumentos de pH e diminuição do H+Al (Tabela 5) foram nas amostras de solos das lavouras em Rudnick (2015) e nos pastos em Cavalcante (2018). Nesses usos de solos foi aplicado calcário, que ao reagir no solo aumentou o pH, pois pela reação ocorre diminuição da acidez ativa (H⁺) e da acidez potencial (H⁺ e Al³⁺) na fase trocável do solo. Tais resultados, provavelmente, contribuíram para um aumento na média geral do pH e diminuição do H+Al. O pH, Al e H+Al nos solos de mata, na condição natural sem aplicação de calcário (Tabela 8), apresentou valores menores, maiores e maiores na região Noroeste em relação a região do Conesul, respectivamente, demonstrando claramente que onde o pH é menor (possui mais acidez ativa,

mais íons H^+) o Al e o H+Al são maiores (possui maior acidez potencial, maior quantidade de H+ Al).

Os solos de Rondônia apresentam, em geral, características naturais de baixa fertilidade, com elevada acidez e toxidez por Al. Os resultados encontrados estão condizentes com a literatura, as quais apontam que solos localizados em regiões tropicais úmidas geralmente, são de baixa fertilidade natural, devido a alto intemperismo e baixa disponibilidade de nutrientes do solo (Raij, 2011; Meurer et al., 2012).

O pH aumentou, o Al diminuiu e o H+Al diminuíram nos solos com pasto ou lavouras que receberam calcário (Tabela 11), em relação à mata. Neste caso, quando o calcário reage no solo, elimina parte da acidez ativa (H^+), aumentando o pH e elimina o Al e parte da acidez potencial, diminuindo a acidez potencial (H+Al). O aumento relativo no pH do pasto e da lavoura foi de +14,8 % e de +11,5% na camada de 0-10 cm, de modo respectivo, em relação a mata. A diminuição relativa no Al do pasto e da lavoura foi de -84,8 % e de -88,4% na camada de 0-10 cm, respectivamente em relação à mata. A diminuição relativa no H+Al do pasto e da lavoura foi de -25,5 % e de -21,4% na camada de 0-10 cm, respectivamente, em relação à mata.

Tabela 5 – pH, Al e H+Al em solos com diferentes usos e manejos em Rondônia em diferentes profundidades, nas avaliações de mata, pasto e relativização (%) do pasto e lavoura em relação à mata.

Avaliação	pH			Al			H + Al		
	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média
----- Cmolc.kg ⁻¹ -----									
Rudnick (2015)									
Mata	4,7	4,7	4,7	1,1	1,1	1,1	4,1	3,9	4,0
Pasto	4,7	4,5	4,6	1,1	1,2	1,2	3,8	3,7	3,7
Pasto %	-1,4	-3,5	-2,5	-0,7	+12,9	+6,3	-6,9	-6,3	-6,6
Lavoura	6,0	6,5	6,0	2,3	0,2	0,1	2,7	2,7	2,7
Lavoura %	+27,9	+38,8	+26,6	+116,4	-83,3	-88,5	-34,6	-31,3	-33,1
Henrique (2016)									
Mata	5,6	5,4	5,5	-	-	-	3,9	3,3	3,6
Pasto	5,9	5,6	5,7	-	-	-	4,2	3,5	3,8
Pasto %	+5,3	+3,2	+4,3	-	-	-	+7,3	+4,5	+5,9
Lavoura	5,8	5,9	5,8	-	-	-	3,7	3,2	3,5
Lavoura %	+3,3	+8,2	+5,7	-	-	-	-4,2	-3,7	-4,0
Mikos (2017)									
Mata	5,6	5,6	5,6	0,02	0,02	0,01	3,1	2,9	3,0
Pasto	5,6	5,5	5,5	0,04	0,01	0,01	3,1	3,0	3,1
Pasto %	-1,5	-2,1	-1,8	+150,0	-50,0	+49,5	+2,7	+4,0	+3,1
Lavoura	5,3	5,3	5,4	0,02	0,03	0,03	3,2	3,0	3,1
Lavoura %	-5,3	-5,0	-4,7	0,0	+100,0	+19,9	+3,3	+5,2	+2,8
Cavalcante (2018)									
Mata	3,5	3,6	3,6	2,5	2,	2,5	6,7	6,3	6,5
Pasto	4,6	4,4	4,5	1,3	1,7	1,5	4,5	4,8	4,6
Pasto %	+30,5	+21,6	+25,7	-48,0	-31,4	-39,7	-32,7	-24,1	-28,5
Média Geral									
Mata	4,9	4,8	4,8	1,2	1,2	1,2	4,4	4,1	4,3
Pasto %	+8,2	+4,8	+6,4	+33,8	-22,9	+5,4	-7,4	-5,5	-6,5
Lavoura %	+8,6	+14,0	+9,2	+58,2	+8,3	-34,3	-11,8	-10,0	-11,4

Dados adaptados de Rudnick (2015), Henrique (2016), Mikos (2017) e Cavalcante (2018).

Os teores de Ca e Mg (Tabela 6), CTC e V (Tabela 7) também apresentaram comportamento variável e, provavelmente, pode ser devido à fertilidade natural dos solos (Tabela 9 e 10) e às aplicações de calcário e fertilizantes

(Tabela 12). Os teores médios gerais de Ca e Mg foram relativamente menores nos pastos em relação à mata em -26,5% e -10,2% na camada de 0-10 cm, respectivamente. Já para os teores de Ca e Mg na lavoura, observa-se aumento de +22,0% e de +32,8% na camada de 0-10 cm, respectivamente. Na camada de 10-20 cm ocorreu a mesma tendência do que na camada de 0-10 cm. Os maiores teores de Ca e Mg observados na lavoura em relação à mata deve ser porque a maioria das lavouras, especialmente, de café receberam aplicações de calcário e adubações. Já os pastos não receberam calagem e adubação na mesma proporção, logo os teores de Ca e Mg são proporcionalmente menores do que na mata.

O calcário é composto por carbonatos de cálcio (CaCO_3) e de magnésio (MgCO_3), então ao reagirem no solo liberam íons Ca^{2+} e Mg^{2+} , ou seja, Ca e Mg. O Ca e Mg nos solos de mata, na condição natural sem aplicação de calcário (Tabela 9), apresentaram valores menores na região Noroeste em relação à região do Conesul, respectivamente. Estes resultados demonstram que na região Noroeste os fatores e processos de formação dos solos foram mais intensos, causando intemperismos mais avançado, resultando em diminuição do pH, aumento da acidez potencial e do Al, diminuição dos teores de Ca, Mg, CTC e V% (saturação por base), entre outros atributos do solo.

Tabela 6 – Ca, Mg e K em solos com diferentes usos e manejos em Rondônia em diferentes profundidades, nas avaliações de mata, pasto e relativização (%) do pasto e lavoura em relação à mata.

Avaliação	Ca			Mg			K		
	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média
----- Cmol.c.kg ⁻¹ -----									
Rudnick (2015)									
Mata	3,3	2,4	2,8	0,6	0,5	0,6	0,2	0,1	0,1
Pasto	1,8	1,5	1,6	0,6	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1
Pasto %	-45,8	-37,7	-42,2	-12,9	-39,9	-25,5	-4,2	+19,0	+5,1
Lavoura	6,4	5,0	5,7	1,1	0,7	0,9	0,1	0,1	0,1
Lavoura %	+93,7	+112,4	+102,2	+64,2	+34,6	+50,8	-22,9	-23,8	-22,5
Henrique (2016)									
Mata	3,2	2,8	3,0	0,8	0,7	0,7	0,4	0,3	0,4
Pasto	3,3	3,0	3,2	0,9	0,8	0,8	0,4	0,3	0,3
Pasto %	+4,3	+5,6	4,9	14,6	16,1	15,2	-16,7	-4,1	-10,2
Lavoura	3,3	3,1	3,2	0,9	0,8	0,8	0,3	0,3	0,3
Lavoura %	+3,6	+10,2	6,7	11,0	18,5	14,6	-19,4	-17,9	-18,7
Mikos (2017)									
Mata	4,3	3,1	3,7	1,2	0,8	1,0	0,4	0,4	0,4
Pasto	2,7	2,2	2,4	0,8	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4
Pasto %	-37,8	-29,6	-34,5	-32,4	-37,3	-36,1	-1,3	+1,6	+0,2
Lavoura	3,0	2,3	2,6	0,7	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4
Lavoura %	-31,3	-24,2	-28,7	-40,8	-43,1	-42,6	+0,4	-0,9	0,0
Média Geral									
Mata	3,6	2,8	3,2	0,9	0,7	0,8	0,3	0,3	0,3
Pasto %	-26,5	-20,6	-23,9	-10,2	-20,3	-15,5	-7,4	+5,5	-1,6
Lavoura %	+22,0	+32,8	+26,7	+11,5	+3,3	+7,6	-14,0	-14,2	-13,7

Dados adaptados de Rudnick (2015), Henrique (2016), Mikos (2017) e Cavalcante (2018).

Nota: As análises de Ca, Mg e K da pesquisa de Cavalcante (2018) tiveram problemas de reagentes e aparelho de absorção atômica, sendo desconsideradas nesta interpretação.

Os valores médios gerais de CTC e de V% foram relativamente menores nos pastos em relação à mata em -12,9% e -14,3% na camada de 0-10 cm, respectivamente. Já para os valores de CTC e V% na lavoura ocorreu aumento de +4,2% e de +11,1% na camada de 0-10 cm, respectivamente. Na camada de 10-20 cm ocorreu a mesma tendência do que na camada de 0-10 cm. Os

maiores valores de CTC e V% observados na lavoura em relação à mata devem ser pelo mesmo motivo de aumento nos teores de Ca e Mg, devido à aplicação de calcário e adubações. Já a maioria dos pastos não receberam calagem e adubação, logo os valores de CTC e V% são proporcionalmente menores do que na mata.

O calcário quando reage no solo libera além do Ca e Mg, íons carbonatos (HCO_3^-) e íons hidroxilas (OH^-), que deixam parte das cargas variáveis negativas nas superfícies das argilas e da matéria orgânica, capazes de aumentar a capacidade de troca de cátions (CTC). Como consequência da aplicação de calcário, que ao liberar Ca e Mg, também aumentam as bases do solo, ou seja, eleva a saturação por bases. A CTC e o V% nos solos de mata, na condição natural sem aplicação de calcário (Tabela 10), apresentaram valores menores na região Noroeste em relação a região do Conesul, respectivamente. Estes resultados reafirmam sobre o maior intemperismo na região Noroeste de Rondônia com diminuição de CTC e V%.

Tabela 7 – P, CTC e V em solos com diferentes usos e manejos em Rondônia em diferentes profundidades, nas avaliações de mata, pasto e relativização (%) do pasto e lavoura em relação a mata.

Avaliação	P			CTC			V		
	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média
	----- mg.kg ⁻¹ -----			----- Cmol.kg ⁻¹ -----			----- % -----		
Rudnick (2015)									
Mata	13,4	8,4	10,9	8,2	6,9	7,5	44,4	39,8	42,1
Pasto	5,5	4,0	4,3	6,3	5,6	5,9	33,5	30,3	31,9
Pasto %	-58,7	-52,8	-60,4	-22,8	-19,3	-21,2	-24,6	-23,9	-24,3
Lavoura	11,1	6,1	8,6	10,2	8,5	9,4	64,9	58,8	61,8
Lavoura %	-17,5	-26,9	-21,1	+25,2	+23,3	+24,3	+46,2	+47,6	+46,8
Henrique (2016)									
Mata	4,5	4,1	4,3	8,3	7,1	7,8	53,2	53,2	53,2
Pasto	4,3	3,9	4,1	8,8	7,6	8,2	52,1	54,3	53,2
Pasto %	-3,4	-4,5	-3,9	+5,6	+5,7	+5,6	-1,9	+2,2	+0,1
Lavoura	4,4	4,5	4,5	8,3	7,4	8,0	54,8	56,9	55,8
Lavoura %	-0,5	+9,3	+4,1	-0,5	+3,3	+3,4	+3,1	+7,0	+5,1
Mikos (2017)									
Mata	3,2	3,5	3,3	8,9	7,3	8,1	63,0	56,7	59,9
Pasto	3,0	3,4	3,2	7,0	6,1	6,6	52,7	48,2	50,4
Pasto %	-4,5	-2,6	-3,3	-21,4	-15,8	-18,9	-16,4	-15,1	-15,8
Lavoura	3,0	3,3	3,2	7,2	6,3	6,7	52,9	49,0	51,0
Lavoura %	-4,7	-3,8	-4,0	-19,4	-14,0	-17,1	-15,9	-13,6	-14,9
Cavalcante (2018)									
Mata	0,5	0,4	0,5	-	-	-	-	-	-
Pasto	0,9	0,6	0,8	-	-	-	-	-	-
Pasto %	+80,0	+34,9	+63,6	-	-	-	-	-	-
Média Geral									
Mata	5,4	4,1	4,7	8,5	7,1	7,8	53,5	37,4	38,8
Pasto %	+3,4	-6,3	-1,0	-12,9	-9,8	-11,5	+14,3	-12,3	-13,3
Lavoura %	-7,6	-7,2	-7,0	+1,7	+4,2	+3,5	11,1	+13,7	+12,3

Dados adaptados de Rudnick (2015), Henrique (2016), Mikos (2017) e Cavalcante (2018).

Nota: Algumas informações de Cavalcante (2018) tiveram que ser desconsideradas devido a ampla dispersão dos dados.

Os teores de K (Tabela 6) e de P (Tabela 7) tiveram variabilidade nos resultados dos estudos analisados, em função da fertilidade natural dos solos e das adubações feitas nas pastagens e lavouras. Na média geral, os valores relativos K diminuíram de -7,4% e de -14,0% na camada de 0-10 cm com pasto e lavoura, respectivamente. Já o P na camada de 0-10 cm

aumentou relativamente em +3,4% no pasto em relação à mata e diminuiu em 7,6% na lavoura em relação à mata. O K e o P diminuíram seus valores relativos, na média geral, nas áreas de lavoura, devido a maior exportação pela produção de grãos, especialmente nos cafeeiros e possíveis perdas por erosão e lixiviação. Pois, essas lavouras apresentam cultivos geralmente com menor cobertura de solo e com sistema radicular menos abundante, quando comparado às matas e às pastagens.

Os teores de K e P, normalmente são encontrados em maiores quantidades nos primeiros centímetros do perfil do solo, devido à reciclagem, adubação em superfície, ao maior acúmulo de resíduos orgânicos (Novais et al., 2007) e maior tempo de mineralização dos resíduos pela ausência de revolvimento do solo (Melo; Alleoni, 2009). Ainda, no caso do P a baixa mobilidade do nutriente no solo ocorre pela elevada capacidade de ser convertido em forma menos solúvel (Lopes, 2001). A predominância de P na superfície do solo também é favorecida pela maior presença de matéria orgânica e atividade biológica, pois com a mineralização dos resíduos orgânicos o P é liberado da biomassa e há um aumento de sua concentração na solução, embora, temporariamente possa ficar imobilizado pela incorporação à biomassa microbiana (Novais et al., 2007).

Os teores de K e P foram menores na mata da região Nordeste se comparado à região do Conesul (Tabelas 9 e 10), demonstrando assim como para o pH, teores de Ca e Mg, CTC e V% o maior intemperismo, devido aos fatores e processos de formação dos solos. Nas áreas com histórico de adubação, os valores relativos de P na camada de 0-10 cm foram menores em -61,0% no pasto em relação à mata e em -26,3% nas lavouras em relação à mata (Tabela 13). Já os valores relativos de K foram maiores em +8,0% no pasto em relação à mata e em +9,7% na lavoura, em relação à mata. Pelos valores de diminuição considerável de P e pelo pouco aumento de K, acredita-se que as adubações não estejam sendo suficientes para elevar a fertilidade do solo e com isso poder ter maior rendimento tanto dos pastos como das culturas cultivadas.

Tabela 8 – pH, Al e H+Al em solos de mata em duas regiões de Rondônia e em diferentes profundidades.

Regiões	pH			Al			H + Al		
	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média
	----- Cmolc.kg ⁻¹ -----								
Mata NE ¹	3,4	3,5	3,5	2,5	2,5	2,5	6,6	6,1	6,4
Mata CS ²	5,6	5,5	5,5	0,2	0,2	0,2	3,2	3,1	3,2

Dados adaptados de Rudnick (2015), Henrique (2016), Mikos (2017) e Cavalcante (2018).

¹ Mata na região do Noroeste de RO (Porto Velho, Candeias de Jamari e Ariquemes). ² Mata na região do Conesul de RO (Alta Floresta d'Oeste, Alvorada d'Oeste, Rolim de Moura e São Felipe d'Oeste, Cacoal, Espigão D'Oeste, Presidente Médici, Alto Alegre dos Parecis, Nova Brasilândia D'Oeste, Novo Horizonte D'Oeste, Santa Luzia).

Tabela 9 – Ca, Mg e K em solos de mata em duas regiões de Rondônia e em diferentes profundidades.

Regiões	Ca			Mg			K		
	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média
	----- Cmolc.kg ⁻¹ -----								
Mata NE ¹	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mata CS ²	4,2	3,1	3,6	1,0	0,8	0,9	0,3	0,3	0,3

Dados adaptados de Rudnick (2015), Henrique (2016), Mikos (2017) e Cavalcante (2018).

¹ Mata na região do Noroeste de RO (Porto Velho, Candeias de Jamari e Ariquemes). ² Mata na região do Conesul de RO (Alta Floresta d'Oeste, Alvorada d'Oeste, Rolim de Moura e São Felipe d'Oeste, Cacoal, Espigão D'Oeste, Presidente Médici, Alto Alegre dos Parecis, Nova Brasilândia D'Oeste, Novo Horizonte D'Oeste, Santa Luzia).

Tabela 10 – P, CTC e V em solos de mata em duas regiões de Rondônia e em diferentes profundidades.

Regiões	P			CTC			V		
	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média
	----- mg.kg ⁻¹ -----			----- Cmolc.kg ⁻¹ -----			----- % -----		
Mata NE ¹	3,9	1,8	2,9	6,5	5,9	6,2	22,1	21,5	21,8
Mata CS ²	6,3	5,4	5,9	8,8	7,3	8,0	58,0	53,5	55,8

Dados adaptados de Rudnick (2015), Henrique (2016), Mikos (2017) e Cavalcante (2018).

¹ Mata na região do Noroeste de RO (Porto Velho, Candeias de Jamari e Ariquemes). ² Mata na região do Conesul de RO (Alta Floresta d'Oeste, Alvorada d'Oeste, Rolim de Moura e São Felipe d'Oeste, Cacoal, Espigão D'Oeste, Presidente Médici, Alto Alegre dos Parecis, Nova Brasilândia D'Oeste, Novo Horizonte D'Oeste, Santa Luzia).

Tabela 11 – pH, Al e H+Al em solos com diferentes usos e manejos em Rondônia em diferentes profundidades, nas avaliações de mata, pasto e relativização (%) do pasto e lavoura em relação a mata.

Avaliações	pH			Al			H + Al		
	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média
----- Cmol.c.kg ⁻¹ -----									
Área sem histórico de aplicação de calcário ¹									
Mata	4,9	4,8	4,8	1,2	1,2	1,2	4,4	4,1	4,3
Pasto	4,8	4,7	4,7	1,0	1,3	1,2	4,1	4,1	4,1
Pasto %	-0,7	-3,6	-2,3	-13,4	+6,4	-3,8	-7,2	+0,8	-3,4
Lavoura	5,8	6,0	5,8	0,9	0,0	0,0	3,1	3,0	3,0
Lavoura %	+19,7	+24,1	+19,2	-28,3	-96,1	-96,8	-29,5	-28,2	-29,2
Área com histórico de aplicação de calcário ²									
Pasto	5,6	5,4	5,5	0,2	0,3	0,2	3,3	3,0	3,1
Pasto %	+14,8	+12,3	+13,5	-84,8	-77,1	-81,5	-25,5	-27,8	-26,4
Lavoura	5,4	5,4	5,4	0,1	0,2	0,2	3,5	3,2	3,3
Lavoura %	+11,5	+12,6	+12,0	-88,4	-81,3	-85,2	-21,4	-22,6	-22,0

Dados adaptados de Rudnick (2015), Henrique (2016), Mikos (2017) e Cavalcante (2018).

¹ 36 pastos e 15 lavouras em áreas sem histórico de aplicação de calcário. ² 12 pastos e 4 lavouras em áreas com histórico de aplicação de calcário.

Tabela 12 – Ca, Mg e CTC em solos com diferentes usos e manejos em Rondônia em diferentes profundidades, nas avaliações de mata, pasto e relativização (%) do pasto e lavoura em relação a mata.

Avaliação	Ca			Mg			CTC		
	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média
----- Cmol.kg ⁻¹ -----									
Área sem histórico de aplicação de calcário ¹									
Mata	3,6	2,8	3,2	0,9	0,7	0,8	8,5	7,1	7,8
Pasto	2,1	1,8	1,9	0,7	0,5	0,5	6,8	6,1	6,4
Pasto %	-41,6	-35,3	-38,8	-24,1	-33,4	-29,8	-19,5	-14,8	-17,3
Lavoura	4,5	3,7	4,1	0,9	0,7	0,8	8,9	7,6	8,2
Lavoura %	25,5	35,3	29,8	3,5	-0,7	1,2	4,5	7,4	5,8
Área com histórico de aplicação de calcário ²									
Pasto	3,1	2,6	2,9	0,9	0,6	0,7	7,5	6,3	6,9
Pasto %	-13,4	-6,3	-10,1	1,4	-13,0	-5,0	-11,6	-11,5	-11,7
Lavoura	2,7	2,3	2,5	0,8	0,6	0,7	7,2	6,3	6,7
Lavoura %	-25,8	-15,7	-21,2	-12,1	-14,1	-12,8	-15,1	-11,7	-14,6

Dados adaptados de Rudnick (2015), Henrique (2016), Mikos (2017) e Cavalcante (2018).

¹ 36 pastos e 15 lavouras em áreas sem histórico de aplicação de calcário. ² 12 pastos e 4 lavouras em áreas com histórico de aplicação de calcário.

Tabela 13 – P e K em solos com diferentes usos e manejos em Rondônia em diferentes profundidades, nas avaliações de mata, pasto e relativização (%) do pasto e lavoura em relação a mata.

Avaliação	P			K		
	0-10cm	10-20cm	Média	0-10cm	10-20cm	Média
	----- mg.kg ⁻¹ -----			----- Cmol.c.cm ⁻³ -----		
	Área sem histórico de aplicação de fertilizantes ¹					
Mata	5,4	4,1	4,7	0,3	0,3	0,3
Pasto	3,6	3,0	3,1	0,3	0,2	0,2
Pasto %	-32,5	-26,5	-34,2	-19,8	-13,1	-17,8
Lavoura	4,3	4,2	4,2	0,2	0,2	0,2
Lavoura %	-20,2	+1,7	-11,1	-21,9	-23,9	-24,1
	Área com histórico de aplicação de fertilizantes ²					
Pasto	2,1	2,0	2,0	0,3	0,3	0,3
Pasto %	-61,0	-52,1	-57,2	+8,0	+26,7	+15,2
Lavoura	4,0	3,5	3,7	0,3	0,3	0,3
Lavoura %	-26,3	-14,8	-21,2	+6,6	+9,7	+6,7

Dados adaptados de Rudnick (2015), Henrique (2016), Mikos (2017) e Cavalcante (2018).

¹ 30 pastos e 9 lavouras em áreas sem histórico de aplicação de fertilizantes. ² 18 pastos e 8 lavouras em áreas com histórico de aplicação de fertilizantes.

Em síntese, os solos explorados com culturas (pastagens ou agrícolas) apresentaram maior densidade, logo menor porosidade total e a macroporosidade e, em alguns casos, aumentaram a microporosidade, assim como reduziram o teor de matéria orgânica. Os solos de mata da região Noroeste do estado de RO, que não sofreram manejos de solos, apresentaram menor pH, teores de Ca, Mg, K, CTC e V% e maiores teores de Al e H+Al, em relação à mata da região do Conesul do estado de Rondônia. Por fim, os solos que receberam aplicação de calcário e fertilizantes apresentaram dados inconsistentes e, em algumas ocasiões, não deixaram efeito residual que modificasse, como esperado, os atributos avaliados.

Referências

- ANDRADE, R. S.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.4, p.411–418, 2009.
- ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 320 p. 2010.
- BERTONI, J.; LOMBARDI, F.N. **Conservação do solo**. 7 ed. São Paulo: Ícone, 2010. 30 – 31 p.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. C.; SILVA, A. P. Efeito da compactação na produtividade de cultivares de soja em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 5, p. 787-794, 2006.
- BLAINSKI, E.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J. GUIMARÃES, R. M. L. Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p. 975-983, 2008.
- BRASILIANO, M. F.; SCHLINDWEIN, J. A.; COLETA, Q. P.; CASA-GRANDE, D.; MOLINE, E. F. V.; PEQUENO, P. L.; FIORELLI-PEREIRA, E. C. **Estimativa do valor de H+Al por correlação com o pH smp em solos de Rondônia**. SEMINÁRIO DE PESQUISA E EXTENSÃO RURAL, II, Anais..., Rolim de Moura, 4p. 2008.
- CALONEGO, J. C.; DOS SANTOS, C. H.; TIRITAN, C. S.; JÚNIOR, J. R. C. Estoques de carbono e propriedades físicas de solos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 128-135, 2012.
- CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. F.; FREITAS, D. A. F. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa

e pastagens no pantanal sul-mato-grossense. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 35, n. 02, p. 613-622, 2011.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009.

CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M. C.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M. Variabilidade espacial de MO, P, K e CTC do solo sob diferentes usos e manejos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 394-400, 2007.

CAVALCANTE, N. C. **Caracterização dos atributos físicos e químicos em explorações agropecuárias na região de Porto Velho - Rondônia**. 81 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2018.

COSTA, N. L. **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Embrapa Rondônia-Livro técnico (INFOTECA-E), 2004.

COSTA, N. L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R. G. A. Nitrogênio e fósforo na recuperação de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **PUBVET**, v. 2, n. 24, 2008.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geodiversidade do estado de Rondônia**/ Organização Amilcar Adamy. – Porto Velho: Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. **CPRM**, 337 p.: 30. 2010.

DIAS JUNIOR, M. S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 20, n. 1, p. 175-182, 1996.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**. QuaeWork: a method to assess work organization (duration and regulation) at farm-scale, 319 p. 2003.

DIAS-FILHO, M. B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 2. ed. Belém: **Embrapa Amazônia Oriental**, 173p, 2005.

DIAS-FILHO, M.B.; ANDRADE, C.M.S de. **Pastagens no ecossistema do trópico úmido**. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: alternativas viáveis visando a sustentabilidade dos ecossistemas de produção de ruminantes nos diferentes ecossistemas, 2005, Goiânia, Anais...Goiânia: SBZ. p. 95-104.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. Edição 2. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

FERNANDES, L.C.; GUIMARÃES, S.C.P. (Coord.) **Atlas geoambiental de Rondônia**. 2. ed. Porto Velho: SEDAM, 141 p. 2002.

FERREIRA, M. M. Caracterização Física do Solo. In: JONG van LIER, Q. Ed. Física do Solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p. 1- 29, 2010.

GREGO, C. R.; RODRIGUES, C. A. G.; VIEIRA, S. R.; KOBAYASHI, A. G.; FURTADO, A. L. S. **Degradação de pastagem avaliada por atributos físicos do solo de fácil obtenção analisados por geoestatística**. II Simpósio de Geoestatística em Ciências Agrárias, São Paulo, 2011.

GUARIZ, H. R.; CAMPANHAR, W. A.; PICOLI, M. H. S.; CECÍLIA, R. A.; HOLLANDA, M. P. D. **Variação da umidade e da densidade do solo sob diferentes coberturas vegetais**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14. 2009, Natal. Anais. Natal: INPE. p. 7709-7716. 2009.

HENRIQUE N. S. **Qualidade de solos em áreas alteradas pelos usos na região central do estado de Rondônia**. Dissertação. 58 f. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Fundação Universidade Federal de Rondônia, 2016.

ICHIHARA, S. M. **Desmatamento e recuperação de pastagens degradadas na região Amazônica: uma abordagem através das análises de projetos**. USP. ESALQ, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área da unidade territorial: Área territorial brasileira 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/panorama>>. Acesso em: 16 jul. 2021.

JORGE, R. F.; ALMEIDA, C. X.; BORGES, E. N.; PASSOS, R. R. Distribuição de poros e densidade de latossolos submetidos a diferentes sistemas de uso e manejo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, p. 159-169, 2012.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; ZIMMER, A. H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. **I Simpósio de produção de gado de corte**. 1997.

KITAMURA, P.C. **A Amazônia e o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Embrapa Meio Ambiente, 182p. 1994.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003.

LOPES, A. S. **Guia de fertilidade do solo**. Lavras. Universidade Federal de Lavras. 250p. 2001.

MACEDO, M. C. M. **Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas**. Revista Brasileira de Zootecnia, Brasília, 38: 133-146, 2009.

MAGALHÃES, S. S. A.; WEBER, O. L. S.; SANTOS, C. H.; VALADÃO, F. C. A. Estoque de nutrientes sob diferentes sistemas de uso do solo de Colorado do Oeste-RO. **Acta Amazônica**, v. 43, n.1, p. 63-72, 2013.

MANFRÉ, L. A.; DA SILVA, A. M.; URBAN, R. C. Atributos de qualidade de solos sob dois diferentes tipos de manejo no município de Ibiúna/SP, Brazil. **Interciencia**, v. 36, n. 10, p. 757-763, 2011.

MARIALVA, V. G. **Diagnóstico Socioeconômico: Ji-Paraná**. Porto Velho: SEBRAE-RO. 1999.

MEIRELLES, N. M. F. **Degradação de pastagens: critérios de avaliação**. Encontro Sobre Recuperação de Pastagens, v. 1, p. 27-48, 1993.

MELO FILHO, J. F.; CARVALHO, L. L.; SILVEIRA, D. C.; SACRAMENTO, J. A. A. S.; SILVEIRA, E. C. P. **Índice de qualidade em um Latossolo amarelo coeso cultivado com citros**. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 31, n. 4, p. 1168-1177, 2009.

MEURER, E. J.; ANGHINONI, I. A solução do solo. In: MEURER, E.J. Ed. **Fundamentos da Química do Solo**. 5ª. Ed./ Porto Alegre: Evangraf, 2012, p. 87 – 111.

MIKOS, A. **Avaliação dos atributos físicos e químicos de qualidade do solo sob diferentes usos e manejos no Território Zona da Mata – RO**. 91 f. Dissertação. (Mestrado Acadêmico em Ciências Ambientais) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, 2017.

MIRANDA, C. H. B. **Ciclagem de nutrientes em pastagens com vistas à sustentabilidade do sistema**. Campo Grande –MS. 16p. 2002.

MOTA, J. C. A.; FREIRE, A. G.; ASSIS JÚNIOR, R. N. Qualidade física de um Cambissolo sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 1196-1206, 2013.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, F. R.; ALVARES, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.) **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 471-550, 2007.

NUNES, L. A. P. L. DIAS, L. E. JUCKSCH, I. BARROS, N. F. Atributos físicos do solo em área de monocultivo de cafeeiro na zona da mata de Minas

Gerais = Soil physical attributes in area of monoculture of coffee in the zone of the bush of Minas Gerais. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 1, p. 71-78, 2010.

OLIVEIRA, V. S.; ROLIM, M. M.; VASCONCELOS, R. F. B.; PEDROSA, E. M. R. Distribuição de Agregados e carbono orgânico em um Argissolo Amarelo distrocóseo em diferentes manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 907-913, 2010.

PAPA, R. A.; LACERDA, P. C.; CAMPOS, P. M.; GOEDERT, W. J.; RAMOS, M. L. G.; KATO, E. Qualidade de Latossolos vermelhos e vermelho-amaros sob vegetação nativa de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 4, p. 564-571, 2011.

PORTUGAL, A. F.; JUNCKSH, I.; SCHAEFER, C. E. R.; NEVES, J. C. D. L. Estabilidade de agregados em Argissolo sob diferentes usos, comparado com mata. **Revista Ceres**, v. 57, p. 545- 553, 2010.

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

RUDNICK, V. A. S. **Atributos físicos e químicos do solo sob diferentes usos e manejos em Rondônia**. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) – Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2015.

SEDAM - Secretaria de Estadual de Desenvolvimento Ambiental. **Informativo Mensal Hidrometeorológico de Eventos Críticos no Estado de Rondônia, Período Chuvoso 2019-2020**. SEDAM, Porto Velho, 2020.

SEDAM - Secretaria de Estadual de Desenvolvimento Ambiental. Zoneamento Socioeconômico-Ecológico do Estado de Rondônia: **Um Instrumento de Gestão Ambiental a Serviço do Desenvolvimento Sustentável de Rondônia**. Porto Velho: SEDAM, 2007.

SERRÃO, E. A. S.; HOMMA, A. K. O. **Agriculture in the Amazon: the question of sustainability**. Washington: Committee for Agriculture Sustainability and Environment in the Humid Tropics, 100p. 1991.

SILVA, A. S. Análise morfológica dos solos e erosão. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 105-110. 2007.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M. C.; SCOPEL, E.; JUNIOR, C. C.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono total e atributos químicos com diferentes usos do solo no Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 31, n. 4, p. 709-717, 2009.

SPAIN, JAMES M.; GUALDRÓN, Ramón. Degradación y rehabilitación de pasturas. Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de investigación. Cali: **CIAT**, p. 269-283, 1991.

STÜRMER, S. L. K. **Atributos químicos, físico-mecânicos e mineralógicos de um Argissolo vermelho submetido a manejos de solo sob plantio direto**. Tese (Doutorado em Ciência do solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Solos, 174p. 1995.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A. **Recuperação e práticas sustentáveis de manejo de pastagens na Amazônia**. Embrapa Rondônia-Documentos (INFOTECA-E), 2012.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N.L.; PEREIRA, R.G. de A. Aspectos econômicos da recuperação de pastagens na Amazônia brasileira. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 5, n. 10, p. 27-49, 2010.

VALENTIM, J. F.; AMARAL, E. F.; MELO, A. W. F. **Zoneamento de risco edáfico atual e potencial de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* no Acre.** Embrapa Acre-Séries anteriores (INFOTECA-E), 2000.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 743-755, 2009.

WADT, P. G. S. **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre.** 1. ed. Rio Branco: Embrapa, p. 102-117. 2005.

3. RECUPERAÇÃO E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS EM RONDÔNIA

Andressa Gregolin Moreira

Jairo André Schindwein

Marcelo Crestani Mota

Danilo da Silva Marinho

Sérgio Monteze Alves

Karina Galvão de Souza

Odilene de Souza Teixeira

A área cultivada com pastagens no Brasil é estimada em cerca de 174 milhões de hectares, predominantemente utilizada na forma extensiva, para pecuária de corte (ANUALPEC, 2018). Em Rondônia, cerca de oito milhões de hectares são ocupados por pastagens cultivadas. Estas, nos primeiros anos de exploração, apresentam uma excelente produtividade, como consequência da incorporação ao solo de quantidades elevadas de nutrientes contidos nas cinzas da biomassa das florestas incineradas (IBGE, 2017). Por muito tempo a atividade pecuária dependeu da fertilidade natural dos solos de áreas recém desmatadas, entretanto, com o passar do tempo, somando com o manejo inadequado, superlotação e a ausência de adubação, muitas dessas áreas estão em algum estágio de degradação (Parente et al., 2014).

Nesse sentido, a degradação da pastagem é caracterizada pela perda gradual de sua produtividade, sobretudo pelo fator fertilidade do solo, o qual compromete sua longevidade (Fernandes et al., 2008). Ademais, agregam-se a este: a ausência de adubação de manutenção, má formação do pasto, falta de adaptação da espécie cultivada ao ambiente, superpastejo ou subpastejo, compactação do solo, ataque de pragas e doenças e infestação por plantas daninhas (Nesper et al., 2015). Sendo assim, é importante utilizar técnicas para diminuir o avanço da degradação das pastagens, como, por exemplo, práticas de calagem e da adubação (Martinello; Bernardo, 2007).

A maioria dos solos no estado de Rondônia são de baixa fertilidade natural, em decorrência do material de origem, do alto grau de intemperismo e das condições climáticas (Moline; Coutinho, 2015). Sendo necessária a correta calagem e adubação desses solos, a fim otimizar a qualidade vegetativa e nutricional das pastagens, e consequentemente, na longevidade das mesmas (Montanari et al., 2013).

Na adubação das pastagens duas fases distintas são consideradas: a de estabelecimento e a de manutenção. Na fase de estabelecimento, a necessidade dos nutrientes está relacionada diretamente com o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular e demais órgãos. Já na fase de manutenção, onde as pastagens já formadas apresentam sistema radicular bem desenvolvido e exploram um maior volume de solo, as adubações podem ser menores que na fase de estabelecimento (Sousa; Lobato, 2004).

A quantidade de nutrientes extraídos pela planta varia com a época do ano e com o manejo da pastagem, idade e estágio de desenvolvimento da planta, tipo de solo, nível de adubação e intensidade e frequência de desfolha (Marschner, 2011). As pastagens devem estar adequadamente nutridas para que apresentem uma produção satisfatória, havendo a necessidade de o pH do solo encontrar-se entre 5,5 e 6,5 para ocorrer a maior disponibilização de macro e micronutrientes (Costa et al., 2005). Em caso de acidez, que compreende valores abaixo dos limiares apresentados acima, as plantas têm o seu crescimento e desenvolvimento prejudicados, pois além de comprometer a fixação do fósforo, esta também provoca toxidez causada por Al^{+3} . Nesse caso, é necessária à aplicação de corretivos para elevar o pH, fornecer Ca^{+2} e Mg^{+2} e neutralizar os efeitos dos elementos tóxicos como Al^{+3} e Mn^{+2} (Carvalho; Nascente, 2014). Dessa maneira, a prática da calagem é de suma importância para se obter melhor eficiência dos fertilizantes aplicados ao solo.

Nessa perspectiva, o calcário é o principal corretivo da acidez do solo e possui baixa solubilidade, mas a sua eficiência está relacionada com o PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total), que por sua vez depende da granulometria do calcário, umidade do solo e a distribuição uniforme do corretivo (Kaminski et al., 2005). Dentre os nutrientes que mais limitam a produção das pastagens, o fósforo merece destaque, pois além de sua importância no valor nutritivo do pasto (Rezende et al., 2011), atua diretamente na formação das

estruturas e nos processos vitais para o desenvolvimento do sistema radicular e no perfilhamento (Marschner, 2011). Visto que, parte do fósforo aplicado no solo, fica retido na fase sólida do solo após sua dissolução, sendo que a intensidade do aproveitamento desse nutriente depende, principalmente, da espécie cultivada, da textura do solo, da qualidade dos minerais de argila e da acidez do solo, mas também está relacionada com a dose, fonte de P, da forma de aplicação e do sistema de preparo do solo (Sousa; Lobato, 2004).

Além do fósforo, o nitrogênio promove diversas alterações fisiológicas em gramíneas forrageiras, como no número, tamanho, peso e taxa de aparecimento de perfilhos e folhas, que são fatores intrínsecos na produção de massa seca e valor nutritivo da planta forrageira, contribuindo na elevação de índices zootécnicos (Alexandrino et al., 2010). A produção de matéria seca de pastagens, em resposta à adubação com níveis crescentes de N, é normalmente linear, dentro de certos limites, que variam com o potencial genético das diferentes pastagens, com a frequência de cortes e com as condições climáticas da área cultivada (Castro et al., 2016).

O potássio é um elemento essencial para todos os seres vivos, sendo o segundo nutriente mineral mais retirado do solo em elevadas quantidade pelas plantas. Desempenha várias funções na vida do vegetal, como no processo de regulação do potencial osmótico das células, é ativador de muitas enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, participa na translocação de carboidratos, aumenta a resistência à salinidade, geada, seca, doenças e ao acamamento (Marschner, 2011). Segundo Dias-Filho (2011) as pastagens com deficiência de potássio apresentam colmos raquíticos, finos e pouco resistentes ao acamamento, folhas pouco desenvolvidas e, em fases mais avançadas de deficiência, ocorre a clorose e posterior necrose nas pontas e nas margens, sendo pouco resistentes à seca e mais susceptíveis ao ataque de fungos, afetando assim a produtividade da pastagem.

Apesar da reconhecida importância da calagem e adubação das pastagens, ainda são escassos os trabalhos na literatura que evidenciam os efeitos e benefícios residuais do calcário, fósforo e potássio (Moreira et al., 2006; Oliveira et al., 2007; Rosolem et al., 2012). O maior desafio dos sistemas de produção de bovinos de corte a pasto está na utilização de tecnologias capazes de elevar a produtividade e a qualidade do produto. Para tanto, otimizar a

utilização dos recursos forrageiros consiste em um dos principais objetivos de estratégia de manejo a serem adotados (Reis et al., 2012).

Logo, o estudo do efeito residual dos nutrientes no solo faz-se necessário para a implantação de um modelo de desenvolvimento que seja sustentável, pois a crescente preocupação da sociedade com questões relacionadas ao meio ambiente, principalmente com a degradação do solo e a utilização racional da água, exige a adoção de práticas de manejo adequadas para minimizar os efeitos negativos sobre estes recursos. Portanto, o grande desafio é viabilizar um sistema de produção que se use racionalmente os recursos naturais, sem esgotar o solo. Por isso, estudou-se o efeito residual da calagem, adubação fosfatada, potássica e nitrogenada sob a produção de massa seca do capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

O estudo foi conduzido em uma propriedade particular localizada na RO 479, km 3,5, no município de Rolim de Moura/RO, entre outubro de 2010 e agosto de 2017. O solo da área experimental era um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Santos et al., 2013) de textura média, tendo como uso atual pastagem constituída por *B. brizantha* cv. Marandu, cujas principais características químicas foram: pH (água) = 5,2; P = 1,31 mg dm⁻³; K = 10 mg dm⁻³; Ca = 1,9 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,5 cmol_c dm⁻³; H + Al = 3,35 cmol_c dm⁻³. A área analisada foi dividida em duas partes com 100 parcelas de 49 m² cada uma.

A pesquisa constou de dois experimentos, sendo que, no experimento A – utilizou-se um fatorial 5 x 5, sendo o fator 1 composto por cinco doses de calcário dolomítico com PRNT 90% (0, 1, 2, 4 e 8 t ha⁻¹) e o fator 2 composto por cinco doses de fósforo na forma de superfosfato simples (0, 100, 200, 400 e 800 kg de P₂O₅ ha⁻¹), ambos aplicados na implantação do experimento e mantidos em superfície. Com fornecimento de uma única dose de potássio (200 kg de K₂O ha⁻¹ na forma de KCl), na ocasião da implantação. Para suprir a necessidade de N foram realizadas três aplicações por ano, na dose de 100 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia.

No experimento B – utilizou-se um fatorial 5 x 5, sendo o fator 1 composto por cinco doses de potássio (0, 100, 200, 400 e 800 kg de K₂O ha⁻¹ na forma de cloreto de potássio) aplicadas na implantação do experimento no ano de 2010 e cinco doses anuais de nitrogênio (0, 50, 100, 200 e 400 kg de N ha⁻¹ na forma de ureia) ambos aplicados em superfície. As doses de N

foram parceladas em três subdoses e aplicadas nos meses de novembro, janeiro e março de cada ano. O calcário e o fósforo foram aplicados na instalação do experimento apenas em superfície na dose de 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples. Os cortes para avaliação de massa seca da *B. brizantha* cv. Marandu, foram realizados em 5 anos distintos (2010, 2011, 2012, 2013 e 2017).

Os resultados apontam que a produção de massa seca da braquiária, no ano de 2010 apresentou um aumento linear com as doses crescentes de fósforo, sendo a produção máxima de massa seca obtida com a dose de 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅ com 7871,44 kg ha⁻¹ (Figura 1).

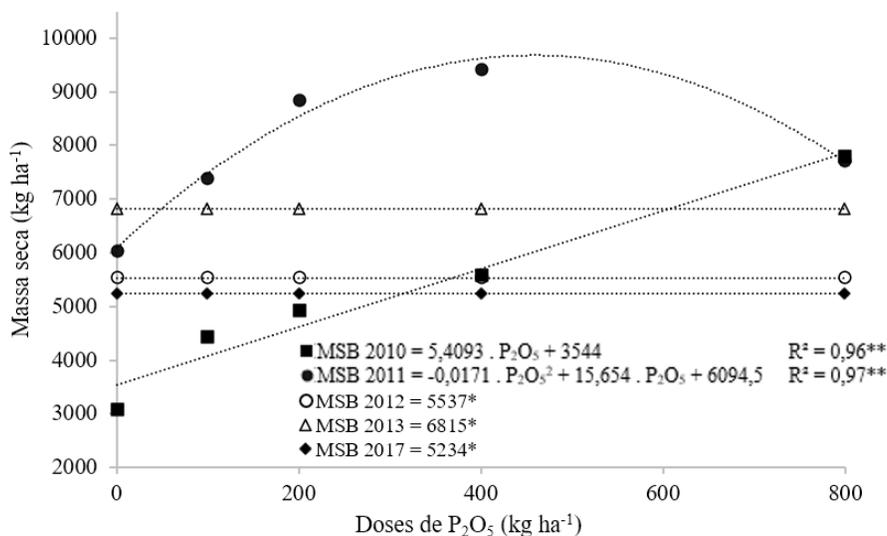


Figura 1 – Produção de massa seca de *B. brizantha* cv. Marandu em função da aplicação de doses de P₂O₅ nos anos de 2010, 2011, 2012, 2013 e 2017. * não significativo; ** significativo (P<0,01).

A produção de massa seca no ano de 2011 respondeu de forma quadrática às doses de fósforo. A maior produção foi observada na dose de 457,7 kg ha⁻¹ de P₂O₅ com 9686,4 kg ha⁻¹ de massa seca. No entanto, no ano de 2012, 2013 e 2017 não houve efeito para as doses de fósforo na produção de massa seca, sendo que em 2012 a produção média de foi de 5537 kg ha⁻¹, no ano de 2013 de 6815 kg ha⁻¹ e em 2017 com 5234 kg ha⁻¹. Desta forma, verificou-se que, mesmo apli-

cando 800 kg de P_2O_5 ha^{-1} a resposta para massa seca da braquiária é limitada até o segundo ano, devido ao fósforo ser pouco móvel no solo, mantendo-se na camada do solo onde foi aplicado. Este fato é esperado por se tratar de fertilização em pastagem em processo de recuperação (Oliveira et al., 2007).

A disponibilidade de P, na camada superficial do solo, diminui com o tempo, mesmo com a alta eficiência das plantas em absorver e utilizar o P nativo do solo, como ocorre com a braquiária, a qual apresenta elevado potencial de resposta à adubação fosfatada (Guedes et al., 2009). O fósforo proporciona um maior desenvolvimento da raiz, pois, em níveis adequados na planta, resulta em maior produção de fotoassimilados, aumentando o seu crescimento (Oliveira et al., 2007). Benett et al. (2009) ao trabalharem com *B. brizantha* cv. Marandu observaram que quanto maior o intervalo de tempo da aplicação da adubação fosfatada, maior a produtividade de massa seca da forrageira. Aparentemente este fato pode ser ocasionado pela planta apresentar nutrição adequada no decorrer do tempo, com um provável aumento no sistema radicular.

Do ano de 2010 para 2011 houve um incremento de 311% na produção do capim-marandu conforme aumentou-se as doses de calcário, de 2011 para 2012 houve uma redução de 22% na produção, sendo que mesmo aplicando 8 t ha^{-1} de calcário a resposta da planta foi similar (Figura 2). Resultado corroborado por Pinheiro et al. (2014), que ao avaliarem a produtividade do capim-marandu, observaram um aumento na produção de massa seca e uma maior extração de nutrientes durante o segundo ano após a aplicação do calcário.

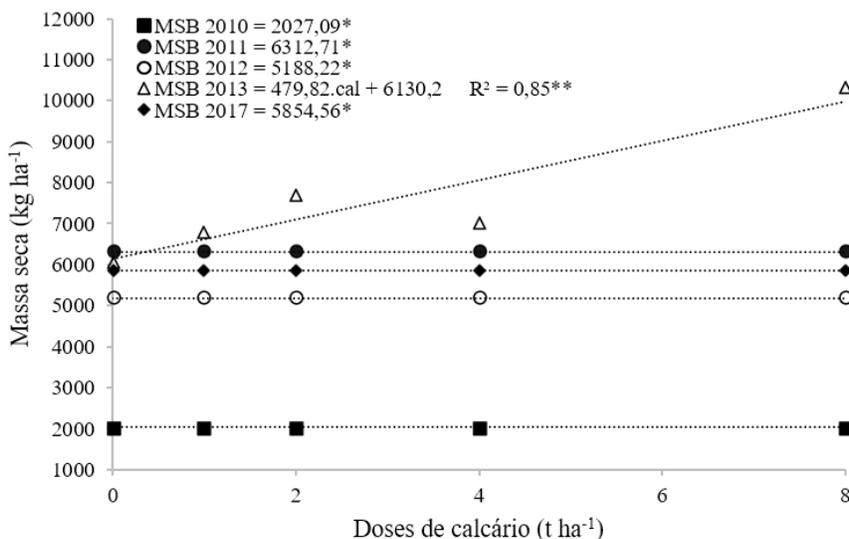


Figura 2 – Produção de massa seca de *B. brizantha* cv. Marandu em função da aplicação de doses de calcário nos anos de 2010, 2011, 2012, 2013 e 2017. * não significativo; ** significativo ($P < 0,01$).

Vale salientar que no ano de 2012 houve um período de déficit hídrico de novembro a dezembro, que coincidiu com a época do corte do capim, fato este, possivelmente justifica a redução de 22% na produção do capim de 2011 para 2012. Em decorrência do aumento das doses de calcário, em 2013 houve um incremento linear na produção de capim, o que pode estar associado ao tempo de reação do calcário no solo, que corresponde em torno de 12 meses após a aplicação (Caires et al., 2011). Aos sete anos após a aplicação do calcário não houve diferença na produção da braquiária com as doses crescentes.

A produção do capim-marandu, nos três primeiros anos (2010, 2011 e 2012) foi influenciada pela adubação potássica com resposta linear. A produção máxima foi obtida com a dose de 800 kg ha⁻¹ de K₂O com 8084 kg ha⁻¹ em 2010, 11283 kg ha⁻¹ em 2011 e 7362 kg ha⁻¹ em 2012 (Figura 3). Resultado semelhante foi encontrado por Rosolem et al. (2012) que ao avaliarem a produção de matéria seca da parte aérea das plantas de *B. ruziziensis*, verificaram aumento linear com as doses crescentes de K.

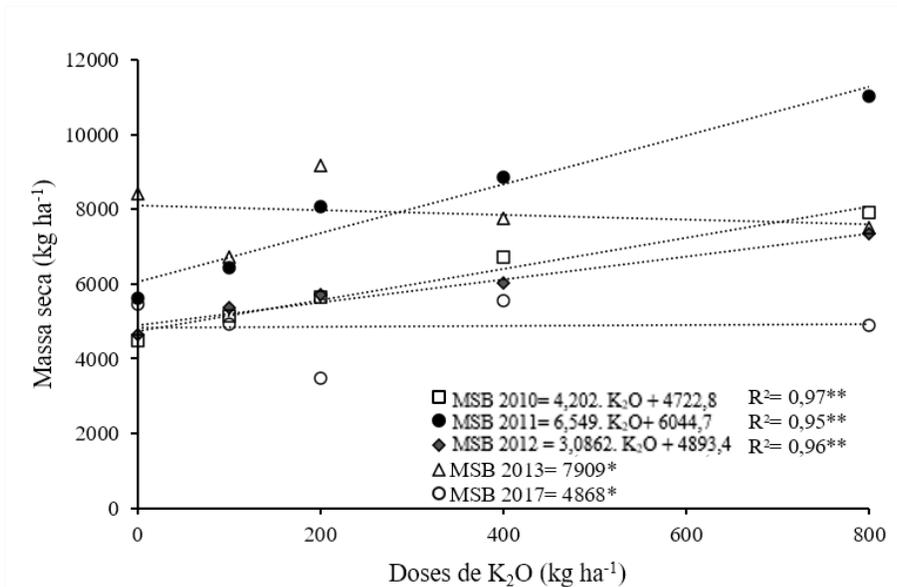


Figura 3 – Produção de massa seca de *B. brizantha* cv. Marandu em função da aplicação de doses de K₂O nos anos de 2010, 2011, 2012, 2013 e 2017. * não significativo; ** significativo (P<0,01).

O acréscimo linear da produção de forragem com a adubação potássica deve-se às várias funções que o potássio exerce na fisiologia do vegetal e no processo de regulação osmótica das células. Sendo ativador de muitas enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, assim como participa na translocação de carboidratos, aumenta a resistência à salinidade, geada, seca, doenças e ao acamamento (Marschner, 2011).

No entanto, no ano de 2013 e 2017 não houve efeito para as doses de potássio na produção de massa seca, sendo que em 2013 a produção média de massa seca foi de 7909 kg ha⁻¹ e no ano de 2017 de 4868 kg ha⁻¹. Desta forma, verifica-se que mesmo aplicando 800 de K₂O kg ha⁻¹ a resposta para massa seca é limitada até o terceiro ano, por causa da lixiviação do K do solo para camadas mais profundas. Fraga et al. (2009), ressaltam que, mantendo a situação de não aplicação de K por longos períodos, pode haver diminuição das reservas de K na fase sólida do solo e comprometimento da reposição deste à solução do solo e o estabelecimento de plantas.

Rosolem et al. (2012), ao avaliarem o residual da adubação potássica (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O) no cultivo de *B. ruziziensis*, verificaram que a produção de matéria seca total da parte aérea das plantas, sem o fornecimento de K e com 180 kg ha⁻¹, variou de 16500 a 21500 kg ha⁻¹, respectivamente. O que indica que na dose residual de 180 kg ha⁻¹ de K₂O houve superioridade de 30% na produção de matéria seca.

A produção de massa seca, em todos os anos avaliados (2010, 2011, 2012, 2013 e 2017) apresentou um aumento linear com as doses crescentes de N. O máximo de produção de massa seca ocorreu na dose de 400 kg ha⁻¹ de N, com 10225, 10550, 7590, 10844, 8004 kg ha⁻¹ de massa seca, nos anos de 2010, 2011, 2012, 2013 e 2017, respectivamente, mostrando um aumento de 376, 206, 163, 239, 339% em relação a dose 0 kg ha⁻¹ de N, para os anos de 2010, 2011, 2012, 2013 e 2017, respectivamente (Figura 4).

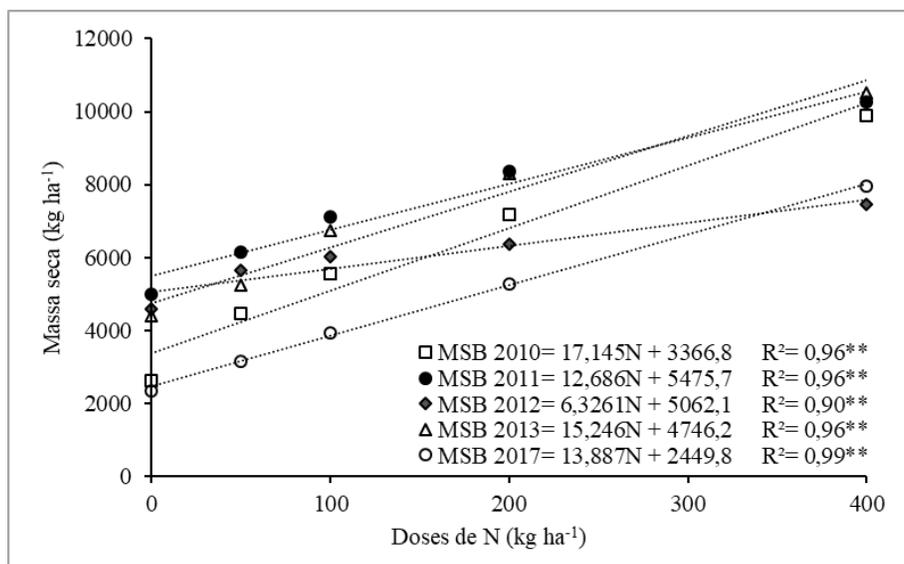


Figura 4 – Produção de massa seca de *B. brizantha* cv. Marandu em função da aplicação de doses de N nos anos de 2010, 2011, 2012, 2013 e 2017. ** significativo (P<0,01).

A alta produção de forragem obtida com a adubação nitrogenada pode ser atribuída principalmente aos efeitos do nitrogênio, que promove rápida expansão das folhas, aumento nas taxas das reações enzimáticas e no metabo-

lismo das plantas (Vitor et al., 2009), logo proporcionam aumentos nos teores de P, K, Ca e Mg no tecido da planta (Costa et al., 2009). Entretanto, quando o suprimento de N excede as exigências fisiológicas da planta, o N é armazenado na forma de nitrato e amidas (Marschner, 2011), podendo ser tóxicas quando consumidas pelos animais (Kaminskik; Krueel, 2011).

Nas épocas de avaliação 2012 e 2017, a produção de massa seca foi menor do que nos anos de 2010, 2011 e 2013. Ressalta-se que em 2012, por causa das chuvas intensas que ocorreram após a adubação nitrogenada, é possível que tenha ocorrido a lixiviação do $N^- NO_3$, assim como relatado por Sousa Neto (2008), o que pode ter condicionado a forrageira a baixas produtividades. Em 2017, a menor produção de massa seca foi decorrente dos menores valores de pH do solo, associada a baixa disponibilidade de P e K demonstrando a ação acidificante dos adubos nitrogenados (Silva et al., 2013).

Portanto, em todas as épocas de corte da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, a adubação fosfatada incrementou a produção de massa seca da parte aérea, respondendo ao efeito residual do calcário e do fósforo após sete anos da aplicação das doses. Além disso, esse capim-marandu respondeu ao residual de potássio até três anos após sua aplicação. Nesse sentido destaca-se que não é indicado fazer adubação potássica em doses altas para se obter o efeito residual no solo, em virtude da sua facilidade em lixiviação. Por fim, a adubação nitrogenada, realizada anualmente, promoveu resposta linear à produção de massa seca do capim-marandu.

Referências

ALEXANDRINO, E.; VAZ, R. G. M. V.; SANTOS, A. C. Características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o seu estabelecimento submetida a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience of Journal**, v. 26, n. 6, p. 886-893, 2010.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira 2017**. 24 ed. São Paulo: Instituto FNP, 2018. Disponível em: <<http://www.anualpec.com.br/>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

BENETT, C. G. S.; SILVA, K. S.; YAMASHITA, O. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GARCIA, M. P.; NAKAYAMA, F. T.; BUZETTI, S. Produção de *Brachiaria brizantha* sob doses crescentes de fósforo. **Omnia Exatas**, v. 2, n. 1, p. 17-25, 2009.

CAIRES, E. F.; JORIS, H. W.; CHURKA, S. Long-term effects of lime and gypsum additions on no-till corn and soybean yield and soil chemical properties in southern Brazil. **Soil Use and Management**, v. 27, n. 1, p. 45-53, 2011.

CARVALHO, M. D. C. S., NASCENTE, A. S. Calcário, gesso e efeito residual de fertilizantes na produção de biomassa e ciclagem de nutrientes de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 4, p. 370-380, 2014.

CASTRO, C. S.; LOBO, U. G. M.; RODRIGUES, L. M.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M. Eficiência de utilização de adubação orgânica em forrageiras tropicais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 4, p. 48-54, 2016.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, M. A. Doses e fontes de nitrogênio na nutrição mineral do capim-marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 115-123, 2009.

COSTA, K. A. P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P.; CUSTÓDIO, D. P.; SILVA, D. C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4.ed. Belém: Edição do Autor, 2011. 216p.

FERNANDES, F. M.; PRADO, R. M.; KAWATOKO, M.; ISEPON, O. J. Efeito residual de calcário, nitrogênio e zinco na produção de matéria seca de *Brachiaria decumbens* em condições de campo. **Zootecnia Tropical**, v. 26, n. 2, p. 125-131. 2008.

FRAGA, T. I.; GENRO JUNIOR, S. A.; INDA, A. V.; ANGHINONI, I. Suprimento de potássio e mineralogia de solos de várzea sob cultivos sucessivos de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 3, p. 497-506, 2009.

GUEDES, E. M. S.; FERNANDES, A. R.; LIMA, E. V.; GAMA, M. A. P.; SILVA, A. L. P. Fosfato natural de arad e calagem e o crescimento de *Brachiaria brizantha* em latossolo amarelo sob pastagem degradada na Amazônia. **Revista ciências agrárias**, v. 52, n. 1, p. 117-129, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Pesquisa Estatística. **SIDRA – Banco de dados agregados**. 2017. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 21 maio 2018.

KAMINSKI, E. M. F.; KRUEL, C. D. P. Modelo de carcinogênese gástrica utilizando piloroplastia de Finney: estudo experimental em ratos. **Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, v. 24, n. 4, p. 296-304, 2011.

KAMINSKI, J.; SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G., SILVA, L. S. Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o sistema plantio direto em um Argissolo sob pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 1, p. 573-580, 2005.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Academic press, 2011. 672p.

MARTINELLO, P.; BERARDO, N. Residual fertilizer effects on dry-matter yield and nutritive value of Mediterranean pastures. **Grass Forage Science**, v. 62, n. 1, p. 87-99, 2007.

MOLINE, E. F. V.; COUTINHO, E. L. M. Atributos químicos de solos da Amazônia Ocidental após sucessão da mata nativa em áreas de cultivo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 1, p. 14-20, 2015.

MONTANARI, R.; CARVALHO, M. P.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; DALCHIAVON, F. C. Produção de matéria seca da braquiária de acordo com os atributos químicos de um Latossolo em Selvíria, Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, v. 60, n. 4, p. 519-527, 2013.

MOREIRA, L. M.; FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A.; NÓBREGA, E. B. Adubação fosfatada e níveis críticos de fósforo no solo para manutenção da produtividade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier). **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 943-952, 2006.

NESPER, M.; BUNEMANN, E. K.; FONTE, S. J.; RAO, I. M.; VELÁSQUEZ, J. E.; RAMIREZ, B.; HEGGLIN, D.; FROSSARD, E.; OBERSON, A. Pasture degradation decreases organic P content of tropical soils due to soil structural decline. **Geoderma**, v. 257, n. 2, p. 123-133, nov., 2015.

OLIVEIRA, P. P. A.; OLIVEIRA, W. S.; CORSI, M. Efeito residual de fertilizantes fosfatados solúveis na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1715-1728, 2007.

PARENTE, T. L.; CAIONI, S.; CAIONE, G.; CAIONI, C.; SILVA, A. C. S. Fontes e doses de fertilizantes para produção de forragem de capim-marandu em área de pastagem degradada. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 1124-1132, 2014.

PINHEIRO, D. P.; LIMA, E. V.; FERNANDES, A. R.; SANTOS, W. M.; LIMA, P. S. L. Productivity of Marandu grass as a function of liming and phosphate fertilization in a Typic Hapludult from Amazonia. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, 57(1): 49-56, jan./mar., 2014.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; OLIVEIRA, A. A.; AZENHA, M. V.; CASAGRANDE, D. R. Suplementação como Estratégia de Produção de Carne de Qualidade em Pastagens Tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 642-655, 2012.

REZENDE, A. V.; LIMA, J. F.; RABELO, C. H. S.; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D. A.; CARVALHO, M.; FARIA JUNIOR, D. C.N. A.; BARBOSA, L. A. Características morfofisiológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em resposta à adubação fosfatada, **Revista Agrarian**, v. 4, n. 14, p. 335-343, 2011.

ROSOLEM, C. A.; VICENTINI, J. P. T. M. M.; STEINER, F. Suprimento de potássio em função da adubação potássica residual em um latossolo vermelho do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 5, p. 1507-1515, 2012.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SILVA, D. R. G.; COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; BERNARDES, T. F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 1, p. 184-191, 2013.

SOUSA NETO, E. R. **Perdas de nitrogênio pela emissão de óxido nitroso (N₂O) e sua relação com a decomposição da serapilheira e biomassa de raízes na floresta de Mata Atlântica**. Tese (Doutorado em Química na Agricultura e Meio Ambiente) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.) **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2004. p. 367-382.

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; JÚNIOR, D. N.; JÚNIOR, J. I. R. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 435-442, 2009.

4. TECNOLOGIAS PARA OTIMIZAR O MANEJO REPRODUTIVO DE BOVINOS NO BIOMA AMAZÔNIA

Luiz Francisco Machado Pfeifer

George Moreira da Silva

Vanessa Lemos de Souza

Jéssica Souza Andrade

Ivan Alberto Palheta Santos

Odilene de Souza Teixeira

O aumento produtivo dos rebanhos é uma crescente preocupação, especialmente neste momento, em que a busca por práticas sustentáveis tem incentivado pesquisadores a desenvolver tecnologias que permitam produzir, cada vez mais, em menores extensões de terra, com menos insumos. Neste sentido, o manejo reprodutivo, caracterizado como substancial para a rentabilidade da pecuária bovina, por estar diretamente associado a produtividade de um rebanho, deve ser eficiente para se adequar aos preceitos de produção sustentável.

Neste âmbito, quanto mais tecnificado for o sistema de produção, com uso de biotécnicas da reprodução, como inseminação artificial (IA) e controle farmacológico do ciclo estral, maior será a exigência de otimização dos índices reprodutivos. Apesar da disponibilidade dessas biotecnologias, a eficiência reprodutiva e, conseqüentemente, a rentabilidade dos sistemas de produção, tanto de bovinos de corte, quanto de leite no Brasil, ainda é considerada baixa, quando comparado a países desenvolvidos. Com vistas a isso, uma das formas de tornar o Brasil mais competitivo na produção de produtos de origem animal é por meio do aumento dos índices reprodutivos e do mérito genético do rebanho. Para tanto, ferramentas reprodutivas como a inseminação artificial em associação com o controle farmacológico do ciclo estral, permitem que fêmeas sejam inseminadas em momentos mais adequados, facilitando assim, o manejo, a disseminação da IA e o aumento do ganho genético dos animais comercializados.

Portanto, as biotecnologias reprodutivas, aplicadas aos sistemas de produção de bovinos, tornam-se um tema emergente e necessário para potencializar o desenvolvimento tecnológico e gerencial do setor pecuário no País. Por isso, serão abordados, na sequência, três estudos (Souza, 2019; Santos, 2021; Silva, 2021) que foram conduzidos com objetivo de entender os processos que definem a fertilidade do rebanho de cria e seus impactos nos índices produtivos dessa atividade, com vistas ao desenvolvimento regional do estado de Rondônia.

4.1 Estudo 1 - Evolução da eficiência reprodutiva do rebanho de Rondônia

Alguns indicadores zootécnicos como a taxa de natalidade, a taxa de desfrute e a taxa de lotação, podem ser utilizados para verificar a eficiência produtiva e consequentemente a rentabilidade da pecuária. Entre eles, destaca-se a taxa de natalidade, que é dada pela porcentagem do número de bezerros nascidos em relação ao número de vacas cobertas ou inseminadas. Tendo em vista a importância desse indicador, desenvolveu-se uma análise integrativa do panorama de produção com a taxa de natalidade do rebanho, no estado de Rondônia (Souza, 2019).

Nesse sentido, observa-se que a taxa de natalidade média do estado de Rondônia, que inclui bovinos de corte e leite, vem diminuindo acentuadamente, quando comparado aos anos anteriores, chegando a 57,0% em 2018, apesar do rebanho continuar crescendo (Figura 1). O pico máximo desse indicador ocorreu em 2010, com taxa em torno, 63,0%, o qual possivelmente esteja relacionado com o aumento do abate de bois em relação as vacas nesse período (IBGE, 2017).

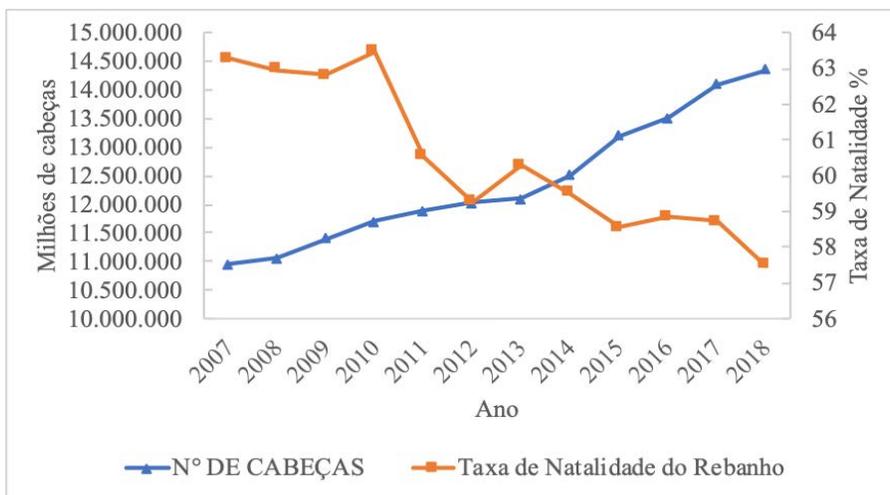


Figura 1 – Efetivo de bovinos do estado de Rondônia e a sua taxa de natalidade. Fonte: Dados de campanhas de vacinação IDARON (2007-2018).

Na perspectiva de análise da taxa de natalidade do rebanho de corte, também se observa diminuição, entretanto, sempre se mantendo acima dos 60,0%. Sendo que, o ano que apresentou menor taxa de natalidade teve percentual de 60,0% em 2018. Apesar de uma leve queda de 2017 para 2018, a taxa de natalidade do rebanho de corte é maior que a média estadual durante todos os anos analisados, mesmo não chegando aos 70,0% (Figura 2).

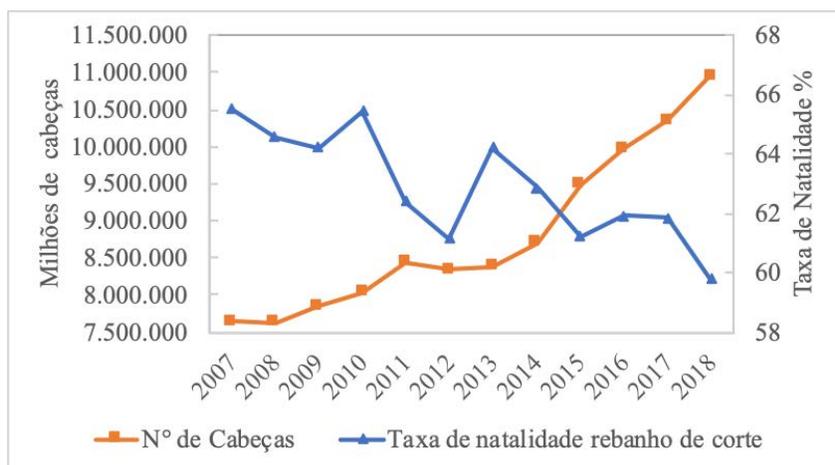


Figura 2 – Taxa de natalidade do rebanho de corte. Fonte: Dados de campanhas de vacinação IDARON (2007-2018).

De modo semelhante, no rebanho leiteiro do estado também é perceptível a queda na taxa de natalidade, porém, ainda mais acentuada quando comparada ao rebanho de corte. Com taxa média de 55,0%, presumidamente por conta da redução do número de cabeças, ao contrário do que vem ocorrendo na pecuária de corte (Figura 3).

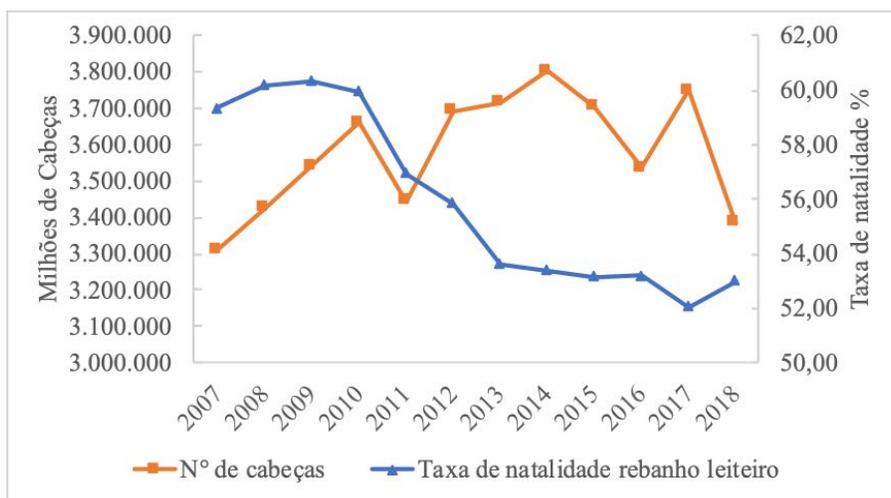


Figura 3 –Taxa de natalidade do rebanho leiteiro. Fonte: Dados de campanhas de vacinação IDARON (2007-2018).

Quando a taxa de natalidade do rebanho diminui, é necessário que haja um maior número de vacas para desmamar o mesmo número de bezerros, contudo alguns fatores podem influenciar na fertilidade do rebanho como a baixa taxa de reconcepção das vacas primíparas e o estado nutricional da fêmea no pós-parto. Em condições usuais, as vacas de primeira cria têm maior dificuldade de concepção na estação de monta subsequente, principalmente pelo desgaste durante a primeira gestação e a lactação, além do fato dela ainda estar em fase de crescimento (De Zen e Barros, 2010).

Apesar dos avanços técnicos no campo das biotecnologias, apenas 10,0% das fêmeas em idade reprodutiva, acima de 36 meses e 70,0% das novilhas entre 25 e 34 meses, são submetidas a inseminação artificial no Brasil (ASBIA, 2017), o restante são cobertas por meio da monta natural. Prática, ainda, muito utilizada nos sistemas de criação de bovinos de corte no País, pelo

fato dos animais, em sua grande maioria, serem criados em regime extensivo (Baruselli, 2019).

O baixo uso de biotecnologias da reprodução como a inseminação artificial no estado também pode justificar a diminuição da taxa de natalidade. Segundo o INDEX da ASBIA (2017), o total de vendas de sêmen do estado de Rondônia representa 3,8% do comércio de sêmen de gado de corte e 0,8% de gado leiteiro. O efetivo de vacas de corte em produção do estado, no ano de 2018, foi de 4.107.727 cabeças. Pressupondo que são utilizadas 1,5 doses de sêmen para cada fêmea emprenhar (Baruselli, 2019) e considerando que o estado comercializou 305.383 doses de gado de corte, verifica-se que somente 203.589 fêmeas são inseminadas no estado. Nesse sentido, apenas 5% do rebanho de corte do estado é inseminado e os outros 95% ainda utiliza o sistema de monta natural, que mantém a necessidade de touros na propriedade.

O rebanho leiteiro do estado em 2018 possuía cerca de 1.592.051 de vacas em idade reprodutiva, e o estado comercializou cerca de 32.724 doses de sêmen de raças de leite, logo, somente 21.816 fêmeas são inseminadas (1,5 doses de sêmen/vaca) (INDEX da ASBIA, 2017). Nesse contexto, nota-se que a porcentagem de inseminação do gado leiteiro em Rondônia é aquém, quando comparada com a pecuária de corte e com a média nacional, com cerca de apenas 1% do rebanho submetido a essa técnica. A média estadual da utilização da inseminação artificial em todo o rebanho é de 3,9%, abaixo da média nacional que é 10,0% das fêmeas em idade reprodutiva (Baruselli, 2019).

Fatores como a taxa de lotação podem estar envolvidos na queda de fertilidade do rebanho. Visto que, a área de pastagem do estado de Rondônia em 2007 era de 5,5 milhões de hectares e em 2008 já passava dos 6,4 milhões (INPE, 2016; Figura 4). Segundo o último censo agropecuário, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), a área de pastagem do estado de Rondônia em 2017 é de cerca de 6,1 milhões de hectares. Logo, a redução das áreas de pastagem pode estar associada a um leve aumento de produtividade, como o incremento na taxa de lotação (Figura 5) e também pela expansão da agricultura nas propriedades.

A taxa média de lotação de pastagem, do estado é de 1,3 UA/ha e vem aumentando com os passar dos anos (Figura 4; Figura 5), tal fenômeno pode pressupor incremento na produtividade. Entretanto, mesmo com a pecuária difundida em todo o estado, essa taxa ainda está abaixo do seu potencial produtivo. Logo, é possível aumentar a taxa de lotação para até 5 UA/ha na época das águas, por meio de manejo intensivo do gado e da pastagem (Euclides et al., 2001).

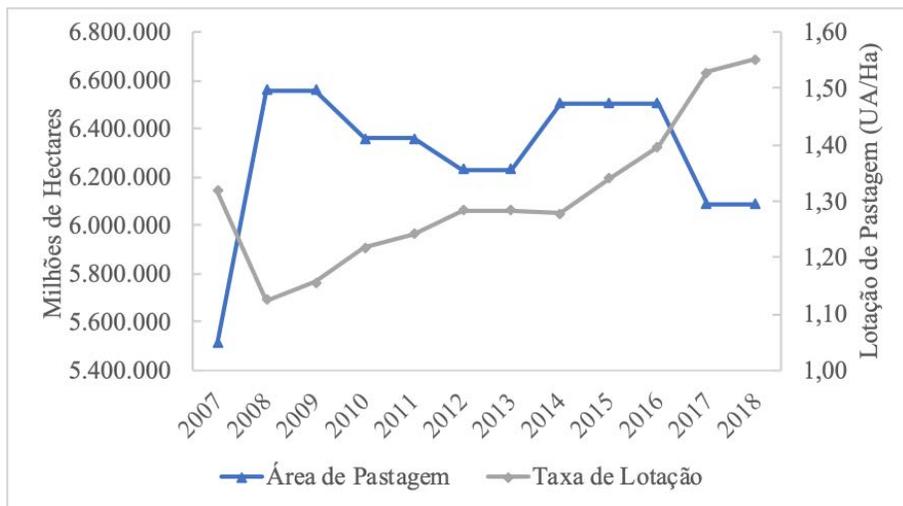


Figura 4 – Área de pastagem e taxa média de lotação por unidade animal (1 UA=450 kg de Peso Vivo) por hectare. Fonte: Dados de campanhas de vacinação IDARON (2007-2018).

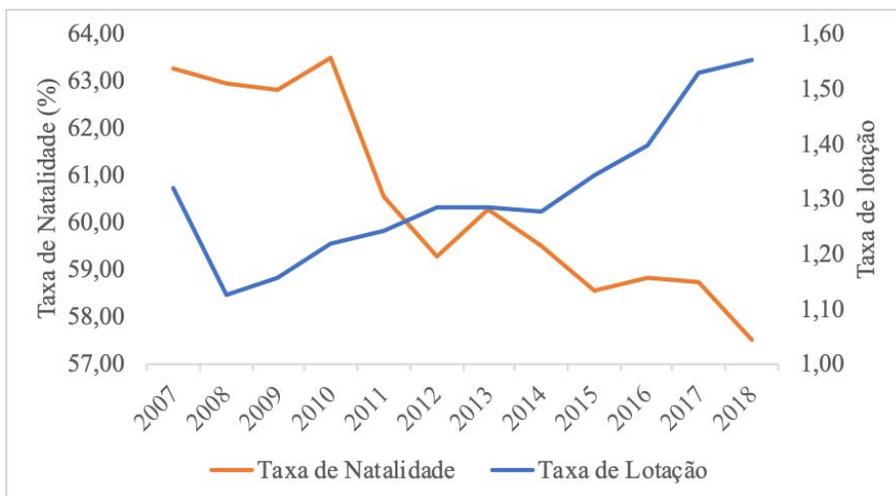


Figura 5 – Taxa de natalidade e a taxa de lotação do estado de Rondônia. Fonte: Dados de campanhas de vacinação IDARON (2007-2018).

A sazonalidade da produção de pastagem consiste em uma das maiores limitações da manutenção da produção de forragem durante o ano e influencia diretamente na produção animal, especialmente, durante o período seco (Euclides Filho; Euclides, 2010). Apesar disso, sabe-se que o estado possui potencial para aumentar a produção e produtividade da pecuária, mas isso só poderá ser atingido com investimento em tecnologias e pelo incentivo ao produtor gerado pelo retorno econômico (De Zen e Barros, 2010).

Nesse ponto, a fertilidade do rebanho é um fator que interfere na produção e na eficiência econômica da criação de bovinos, principalmente na fase de cria, na qual é necessário que as fêmeas produzam bezerros todo o ano para manter o sistema. Além disso, essa fase é influenciada pelas condições ambientais, pela genética animal (Baruselli et al., 2002; Haddad e Mendes, 2010) e pelo uso de tecnologias para garantir a produtividade animal.

Portanto, em síntese a pecuária de corte e leite ganha destaque no cenário econômico do estado de Rondônia, sendo uma atividade com potencial de crescimento. Pois, como pode-se perceber, o efetivo de rebanho vem aumentando. Contudo, é necessário que haja a superação de desafios, principalmente, no que se diz respeito a adoção de tecnologias e o acompanhamento dos índi-

ces zootécnicos do rebanho, para garantir o aumento da eficiência produtiva e a rentabilidade da produção.

4.2 Estudo 2 – Uso da detecção de cio e do GnRH para aumentar a eficiência de programas de IATF em vacas de corte

O comportamento de cio é utilizado como indicador de que a fêmea está apta para a reprodução, assim, dentro desse reportório destaca-se a aceitação de monta na fêmea por outro animal (fêmea ou macho), como sinal fidedigno para a detecção de cio (Owen, 2001). Contudo, cabe ressaltar que a identificação de cio é uma das dificuldades da inseminação artificial convencional, principalmente, porque depende da experiência do observador e da frequência das observações (Turco, 2006).

Com o advento da inseminação artificial em tempo fixo (IATF), a necessidade de observação e detecção de cio deixou de existir, pois os animais são inseminados em um tempo pré-determinado (Segui et al., 2002). Mesmo sem haver a necessidade de detecção de cio em protocolos de IATF, já se sabe que as fêmeas que expressam cio são consideradas mais férteis, pois acredita-se que esses animais possuam maior resposta ovariana (Ginther et al., 1996). Sendo assim, uma das alternativas para melhorar a eficiência reprodutiva, aumentar a taxa de serviço e promover o melhoramento genético, sem a necessidade de detecção de cio, é por meio da sincronização da ovulação, para posterior inseminação artificial em tempo fixo (Baruselli et al., 2007).

Além disso, a IATF surgiu como alternativa de encurtar a estação de monta, produzir bezerros uniformes, além de simplificar o uso da inseminação artificial (Moraes, 2008). Diante desse contexto, a busca por protocolos de sincronização de ovulação de fácil aplicação, que resulte em taxas de prenhez maiores que 50,0%, é uma justificativa importante para introduzir o uso dessa ferramenta em fazendas comerciais de vacas de corte (Baruselli, 2012).

Tendo em vista a importância da manifestação de cio para a eficiência reprodutiva, apresentaremos na sequência os resultados da pesquisa de Souza (2019), que avaliou a fertilidade de vacas de corte que expressam cio em proto-

colos de IATF, assim como a aplicação de Cipionato de Estradiol na expressão de cio e do Hormônio Liberador de Gonadotrofinas (GnRH), como indutor de ovulação, no dia da inseminação artificial, em animais que não expressam cio. Para isso, foram utilizadas 804 vacas lactantes da raça Nelore entre 40 e 60 dias pós-parto, com escore de condição corporal (ECC) entre 2,5 e 3,5 na escala de 1 a 5 (onde 1= animal muito magro e 5 = animal obeso, conforme Edmonson et al. (1989), mantidas em sistemas de pastejo de *Brachiaria brizantha* e com acesso à vontade a água e sal mineral.

Para a sincronização do estro, em um dia aleatório do ciclo estral denominado dia 0, todas as fêmeas receberam 2 mg de benzoato de estradiol (Gonadiol®, Zoetis, São Paulo, Brasil) por via intramuscular (i.m) e um implante intravaginal de liberação de progesterona (P4; 1,9 mg de progesterona, CIDR®, Pfizer Saúde Animal, São Paulo, Brasil). No dia 7, as fêmeas receberam 12,5 mg de Dinoprost de Trometamina (análogo de prostaglandina (PGF), Lutalyse®, Zoetis, São Paulo, Brasil) i.m. No dia 9, o CIDR foi removido e todas as fêmeas receberam 300 UI de Gonadotrofina Coriônica Equina (eCG, Novormon®, Zoetis, São Paulo, Brasil) i.m. Os animais foram marcados na região sacro-caudal para identificação da expressão de cio entre a retirada do implante de P4 e a IATF.

Ainda no dia 9 os animais foram distribuídos aleatoriamente em três grupos: 1) grupo ECP (n=269), vacas que receberam 1 mg de ECP (E.C.P®, Pfizer, São Paulo, Brasil, i.m. no dia 9; 2) grupo ECP+GnRH (n=269), vacas que receberam ECP no dia 9, sendo que as vacas desse grupo que não apresentavam cio, até 48 h após a remoção do dispositivo de P4, receberam GnRH no dia da IATF (D11); 3) grupo GnRH (n=266), vacas não receberam ECP no dia 9, sendo que as vacas que não manifestaram cio, até 48 h após a remoção do dispositivo de P4, receberam GnRH no dia da IATF (dia 11).

A expressão de cio foi avaliada no dia 11, ou seja, no dia da inseminação (IATF) e foi considerado em cio as vacas que tiveram a remoção total da tinta da garupa. A dose de GnRH utilizada nos grupos ECP+GnRH e GnRH foi 10,5 µg de acetato de buserelina (Gonaxal®, Biogénesis Bagó, Buenos Aires, Argentina) i.m. Os animais foram submetidos à IATF no dia 11. Também

foi avaliado o diâmetro do folículo pré-ovulatório no dia da IATF (n=138), por meio de ultrassonografia transretal. Trinta dias após a IATF foi realizado o diagnóstico de gestação através de ultrassonografia transretal (SIUI® CTS-900, China) (Foto 1).



Foto 1 – Vacas da raça Nelore durante o manejo reprodutivo de IATF.
Foto: Luiz Francisco Machado Pfeifer.

A proporção de animais que expressaram cio foi maior ($P < 0,001$) no grupo ECP com 68,7% (185/269), seguido do grupo ECP-GnRH com 57,2% (154/269) e pelo GnRH com 35,7% (95/266). Isso pode ser atribuído ao fato de o cipionato de estradiol ser utilizado como alternativa ao benzoato de estradiol, respondendo como indutor de ovulação, após a retirada do implante de progesterona. Essa prática é realizada com vistas a diminuir o número de manejos da IATF e manter similar a taxa de prenhez (Colazo et al., 2003; França et al., 2015), pois promove a ovulação em, aproximadamente, 70 horas após a remoção do dispositivo de progesterona (Reis et al., 2004; Martins et al., 2005).

O Cipionato de estradiol exerce influência no comportamento de cio das fêmeas (Sá Filho et al., 2011), logo, infere em aumento da proporção de animais em cio, como relatado em vacas nelore pós-parto (Pfeifer et al., 2018), e verificado no presente estudo. Ainda, ressalta-se que, entre os animais que expressaram cio, não houve diferença entre a proporção de prenhez dos grupos ECP=61,6% (114/185), ECP – GnRH=68,1% (105/154) e GnRH=63,1% (60/95) ($P=0,4$). Porém, foi possível observar que os animais do grupo GnRH,

aqueles que não receberam cipionato e apresentaram cio, obtiveram taxa de prenhez semelhantes aos animais que receberam cipionato de estradiol.

Em adição, entre os animais que não expressaram cio também não houve diferença na proporção de prenhez entre os grupos, sendo o ECP com 52,3% (44/84), o ECP – GnRH com 48,6% (56/115) e GnRH com 53,8% (92/171) ($P=0,7$). Também, não houve diferença para a taxa de prenhez por inseminação ($P=0,8$), com percentagem de 58,7% (158/269) para as vacas do grupo ECP, com 59,8% (161/269) para o grupo ECP-GNRH e, com 57,1% (152/266) para GnRH. Na separação dos animais pela expressão ou não de cio, durante a retirada do implante e a IATF, observou-se que as fêmeas que apresentaram cio possuíam maior taxa de prenhez por inseminação ($P<0,001$), com percentuais de 64,3% (279/434), quando comparado as fêmeas que não manifestaram cio no mesmo intervalo, com valor de 51,9% (192/370).

Logo, presume-se que a fêmea bovina que manifesta cio em protocolos de IATF possui maior resposta ovariana e, conseqüentemente, maior fertilidade, o que aumenta a taxa de prenhez, pois, já se sabe que animais submetidos aos protocolos possuem até três vezes mais chances de prenhez, quando comparados a fêmeas que não expressam cio (Sá Filho et al., 2011). No presente estudo a probabilidade de manifestação de cio aumentou, acompanhando a curva de crescimento folicular (Figura 1).

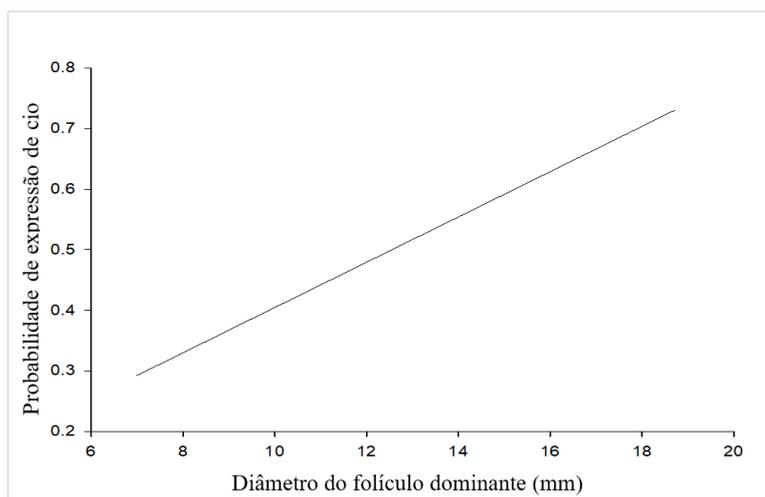


Figura 1 – Probabilidade de expressão de cio de acordo com o diâmetro do foliculo dominante ($P=0,04$) $n=138$.

As concentrações de estradiol, no momento da inseminação, podem influenciar diretamente na fertilização, pois elas alteram o ambiente uterino, propiciando a motilidade espermática e sua longevidade até a ovulação (Colazo et al., 2004; Perry; Perry, 2009; Besbaci et al., 2018). Esses fatores podem indicar o porquê de vacas que exibem cio possuírem maiores taxas de prenhez. Entretanto, o cipionato de estradiol tem a capacidade de induzir fêmeas ao “cio falso”, mesmo que estas não possuam folículos pré-ovulatórios, isso foi observado em vacas girolando ovariectomizadas, que ao serem tratadas com cipionato de estradiol apresentaram cio (Souza et al., 2017).

A aplicação do GnRH no dia da inseminação artificial ou em momentos específicos do protocolo, pode coincidir com a presença de um folículo dominante, da primeira ou segunda onda folicular, podendo induzir a formação de um corpo lúteo acessório. Isso, ocasiona aumento das concentrações de progesterona e reduz a produção de estradiol, favorecendo a sobrevivência embrionária (Stevenson et al., 2004; Wheaton et al., 2007). Rosenberger et al. (1991) sugerem que o momento da aplicação do GnRH também é importante, em virtude da ação na liberação do Hormônio Luteinizante (LH) endógeno, que auxilia na formação do corpo lúteo. Nesse sentido, esses autores sugerem que o momento ideal para a aplicação do GnRH é no dia da inseminação artificial, como foi realizado no presente estudo, ou ainda, até 6 horas antes da inseminação. Ressalta-se que a resposta fisiológica das vacas à aplicação de GnRH depende de algumas características foliculares, como o folículo possuir um diâmetro de, pelo menos, 10 mm para responder ao estímulo do LH.

No presente estudo, os animais que não exibiram cio e só receberam GnRH, como indutor de ovulação, apresentaram uma taxa de prenhez de 53,8% (92/171), não sendo diferente em relação ao grupo ECP (52,3%, 44/84) e ECP+GnRH (48,6%, 56/115). Ainda, a aplicação de GnRH no dia da IATF não aumentou a taxa de prenhez dos animais que não expressaram cio (Perry; Perry, 2009, Sá Filho et al., 2011). Em síntese, as vacas que exibiram cio entre a retirada do implante e a IATF têm maiores taxas de prenhez, quando comparadas aos animais que não exibiram cio em protocolos de IATF. Além disso, as vacas que receberam cipionato de estradiol, como indutor de ovula-

ção, apresentaram maior expressão de cio. Por fim, a aplicação de GnRH no dia da inseminação artificial não aumentou a taxa de prenhez de fêmeas em protocolos de IATF.

4.3 Estudo 3 – Qualidade espermática e cio de vacas de corte inseminadas em tempo fixo

Na América do Sul, os protocolos de sincronização são fundamentados no uso de estradiol e progesterona para controlar a dinâmica folicular, lútea e para sincronizar a ovulação, permitindo a IA sem a detecção de cio. No entanto, vários estudos demonstraram que vacas que expressam cio antes da IATF possuem maiores taxas de prenhez/IA e uma probabilidade de 3,3 vezes maior de ficarem prenhas, quando comparadas a fêmeas que não expressaram cio até o momento da IATF (Perry et al., 2007; Sá Filho et al., 2010; Richardson et al., 2016). Durante o estro, as concentrações de estradiol atingem o pico em aproximadamente 36 horas antes da ovulação (Chenault, 1975) e as concentrações pré-ovulatórias aumentadas de estradiol influenciam o transporte espermático (Hawk, 1983), resultando em maior sucesso da fertilização, melhor qualidade e viabilidade do embrião (Miller, 1976; Jinks, 2013) e otimização da taxa de prenhez (>60%) (Perry et al., 2005; Perry; Perry 2008).

Entretanto, para o sucesso da IA é necessário avaliar outros fatores que comprometem a fertilidade, como por exemplo, a qualidade do sêmen dos touros. Embora as centrais de inseminação artificial selecionam touros geneticamente superiores e que apresentam sêmen de alta qualidade, a fertilidade ainda é variável entre touros e até entre os ejaculados do mesmo touro, indicando a necessidade de critérios mais rigorosos para identificar os ejaculados adequados para IA (Ibanescu et al., 2020). Com a evolução das técnicas de avaliação de sêmen nas últimas décadas, especialmente com a incorporação da tecnologia de análise de sêmen assistida por computador (CASA), foi possível obter informações precisas sobre a concentração, motilidade, morfologia e outras variáveis relacionadas à qualidade do sêmen (Lu et al., 2014). Assim, a partir do uso do CASA para medir as variáveis de espermatozoides, pode-se

classificar as amostras com baixa motilidade e identificar os espermatozoides com padrões de motilidade hiperativos. Os espermatozoides hiperativos são caracterizados por um movimento vigoroso e não linear, causado por uma amplitude aumentada de batimentos flagelares que aumenta as chances de novas concepções das fêmeas. Pois, auxilia na capacidade do espermatozoide transitar pelo trato reprodutivo feminino e fecundar o oócito (Schmidt e Kamp, 2004).

A interação da resposta ovariana e o grau de hiperativação espermática já foi demonstrado anteriormente (Pfeifer et al., 2019). Nesse estudo, que utilizou o diâmetro do folículo como indicador do momento da ovulação, observou-se que vacas com folículos menores no dia da IATF tiveram uma menor probabilidade de engravidarem, quando foram inseminadas com espermatozoides hiperativos. Em contraste, quando inseminadas com espermatozoides não hiperativos, tiveram prenhez por IA (P/IA) aceitáveis e semelhantes (Pfeifer et al., 2019). Embora, esses resultados demonstraram um efeito do grau de hiperativação espermática na fertilidade, a utilização dessa metodologia é pouco prática para aplicação no campo, uma vez que exige um profissional qualificado e ultrassom para mensurar o diâmetro do folículo pré-ovulatório.

Portanto, a identificação de novos métodos para determinar o momento da ovulação e diferentes padrões de movimento dos espermatozoides torna-se importante para ajudar a estimar a capacidade de fertilização de amostras de sêmen bovino. Bem como para fornecer novas ideias para a otimização dos protocolos de IATF, uma vez que, a hiperativação é uma das características de aquisição da capacidade de fertilização dos espermatozoides. Com base nessas considerações, Silva (2021) avaliou os efeitos da qualidade do sêmen de touros e do cio das vacas em resposta a fertilidade, quando submetidas a IATF. Assim, foi hipotetizado que vacas que expressam cio, até 48 horas após a remoção do implante de progesterona, ovulam mais cedo. Além disso, presumia-se que o grau de hiperativação espermática afeta a fertilidade de vacas que expressam cio ou não (sem cio), até o momento da IATF.

Com vistas a promover maior confiabilidade experimental utilizou-se a aplicação do protocolo experimental em dois rebanhos. Assim, no experimento 1, a coleta de dados foi realizada na fazenda experimental da Embrapa Ron-

dônia. Os animais apresentavam escore de condição corporal 2,75-3,5 (ECC; intervalo de 1-5, onde 1= emaciada e 5 obesa; (ECC; escala 1-5; Ayres, et al., 2009) e eram mantidos em sistemas de pastejo de *Brachiaria brizantha* e com acesso à vontade a água e sal mineral.

Inicialmente, 24 vacas primíparas foram submetidas a um protocolo IATF a base de estradiol e progesterona. Todos os animais receberam um dispositivo intravaginal liberador de progesterona (1,9 g de progesterona, CIDR[®], Pfizer Animal Health, São Paulo, Brasil) e 2 mg de benzoato de estradiol (BE, Gonadiol[®], Zoetis, São Paulo, Brasil) por via intramuscular (i.m) no dia 0 (D0) do protocolo. No dia 8 (D8), o CIDR foi removido e administrado 150 µg de d-cloprostenol i.m (análogo de PGF2α; Croniben[®], Biogénesis-Bagó, Curitiba, Brasil) e 1 mg de cipionato de estradiol (ECP, E.C.P[®], Pfizer Animal Health, São Paulo, Brazil) e 300 UI de Gonadotrofina Coriônica Equina (eCG, Novormon[®], Syntex, Buenos Aires, Argentina) i.m. A IATF foi realizada 48 horas após a remoção do implante de progesterona com sêmen convencional (Figura 1). Posteriormente, 12 animais foram ressincronizadas com o mesmo protocolo descrito, totalizando 36 IAs. No momento da remoção do dispositivo intravaginal, os animais receberam dispositivo detector de cio (EstroTECT, Rockway Inc, Spring Valley, WI) para identificar os animais que expressam cio entre a retirada do implante de progesterona e a IATF.

Os animais foram submetidos à avaliação ultrassonográfica (SIUI[®] CTS-900, China) para mensuração do folículo dominante e confirmação da ovulação. O diâmetro e localização dos folículos ≥5 mm foram documentados para ambos os ovários e registrados em mapas individuais para monitoramento posterior. As avaliações foram realizadas a cada 24 horas entre a remoção do implante de progesterona e a IATF, e 12 horas a partir da IATF. A ausência do folículo pré-ovulatório (POF) e eventual presença de corpo lúteo no mesmo ovário, foi critério para confirmação da ovulação.

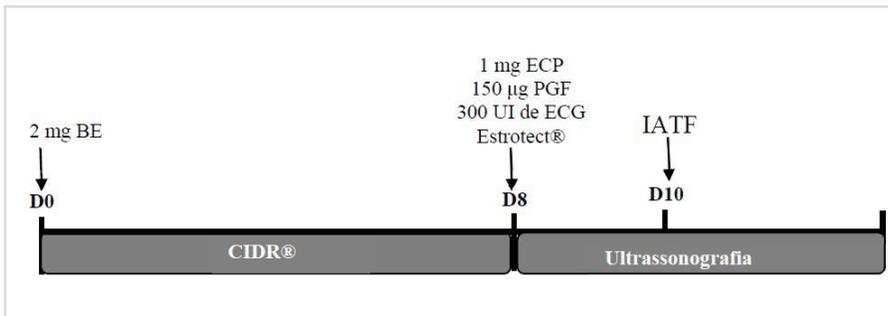


Figura 1 – Design do experimento 1 de vacas lactantes submetidas ao protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF).

No experimento 2, foram utilizadas 473 vacas múltíparas da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) com períodos de pós-parto entre 60-100 dias e ECC 2,5-3,5 (ECC; escala 1-5; Ayres, et al., 2009). Os animais eram oriundos de uma fazenda comercial em Rondônia e mantidos em pastagem de *Brachiaria brizantha* com livre acesso a água e sal mineral. Neste experimento, os animais receberam o mesmo protocolo hormonal descrito no Experimento 1 (Figura 1).

No momento da remoção do dispositivo intravaginal de P4, todas as vacas receberam uma marcação com giz na região lombo-sacral (Raidl-Maxi, RAIDEX GmbH, Dettingen/Erms, Alemanha) para identificar os animais que expressaram cio entre a retirada do implante de progesterona e a IATF. Animais que apresentavam remoção de 75% da marcação no dia da IA foram considerados positivos para a expressão de cio. A IATF foi realizada 48 horas após a remoção do implante de progesterona. Antes da IATF, os animais foram avaliados por ultrassonografia para mensuração do folículo dominante.

As partidas de sêmen utilizados neste experimento foram adquiridas de uma central de processamento de sêmen (Seleon Biotecnologia, Itatinga, SP, Brasil). As amostras foram submetidas ao CASA (Ivos-UltiMate®; Hamilton Thorne Biosciences, Beverly, MA, EUA) para classificação do sêmen, conforme o grau de hiperativação espermática. Para cada amostra de sêmen foram avaliadas aproximadamente 100.000 células e todas as análises foram realizadas pelo mesmo técnico. Para caracterizar o sêmen Hiperativo (+) e não hiperativados (H-) foram seguidos os mesmos critérios adotados por Pfeifer et

al. (2019), sendo assim, foram avaliadas as seguintes variáveis: velocidade curvilínea (VCL), amplitude de deslocamento lateral da cabeça (ALH) e linearidade (LIN). No entanto, o ponto de corte adotado para classificar as partidas em sêmen H (+) e H (-) apresentavam médias diferentes daqueles aplicadas por Pfeifer (2019), de modo que, no presente estudo foram considerados: H+ aqueles com maior ALH (7 μm) e VCL (149 $\mu\text{m/s}$), e menor LIN (50,6%) e; H- aqueles que apresentaram menor ALH (6,3 μm) e VCL (142,5 $\mu\text{m/s}$), e maior LIN (55.5%). A partir desse critério, foram selecionadas as partidas oriundas de três touros que possuíam sêmen com características de espermatozoides H (+) e H (-).

As partilhas de sêmen hiperativo (H +) e não-hiperativo (H -) de cada um dos três touros selecionados, foram usadas para inseminação de vacas que expressaram cio (Cio) e sem expressão de cio (SCio). Assim, após estas atribuições, os animais foram alocados para os seguintes grupos: CioH+ (n=144), CioH- (n=148), SCioH+ (n=112) e SCioH- (n=69). O diagnóstico gestação foi realizado trinta dias após a IATF, por meio da ultrassonografia transretal (SIUI CTS-900, sonda linear com MHZ, Guangdong, China). A detecção de uma vesícula embrionária com embrião viável foi usada como indicador de prenhez. A P/IA foi calculada como a proporção de vacas prenhes 30 dias após a IATF, dividido pelo total de vacas inseminadas.

No Experimento 1, quatro vacas não responderam ao protocolo hormonal e, portanto, foram descartadas do experimento. Dos 32 animais que continuaram no experimento, 59,3% (19/32) expressaram cio até 48 horas após a remoção do implante de progesterona e 93,8% (30/32) das vacas ovularam. Os resultados demonstraram que vacas que expressaram cio até 48 horas após a remoção do CIDR, ovularam mais cedo em relação as vacas que não expressaram cio ($P < 0,02$) (Tabela 1).

Tabela 1– Respostas ovarianas de vacas Nelore que expressaram cio e sem cio em até 48 horas a partir da remoção do implante.

Variáveis	Cio em até 48 horas	Sem cio em até 48 horas	Valor de P
Diâmetro do POF (mm)	11,4 ± 1,2	12,2 ± 1,6	0,16
Crescimento por dia do POF (mm)*	1,3	1,5	0,32
Momento da ovulação (horas)**	73,3 ± 13,1A	95,5 ± 37,5B	0,02
Taxa de ovulação	94,7% (18/19)	92,3% (12/13)	0,78

^{AB} Letras diferente na mesma linha, diferem entre si (P<0,05). * Entre a remoção do CIDR e a ovulação; **Após a remoção do CIDR.

No experimento 2, não houve efeito (P=0,10) do grau de hiperativação espermática na fertilidade de vacas que expressaram cio ou sem cio em até 48 horas após a remoção da P4 e na interação do grau de hiperativação espermática e cio (P=0,42). Entretanto vacas que expressaram cio tiveram maior taxa de Prenhez/IA (P<0,05). Os dados para P/IA baseados na expressão de cio (Cio e SCio) e grau de hiperativação espermática (H + ou H-) estão incluídos na Figura 2.

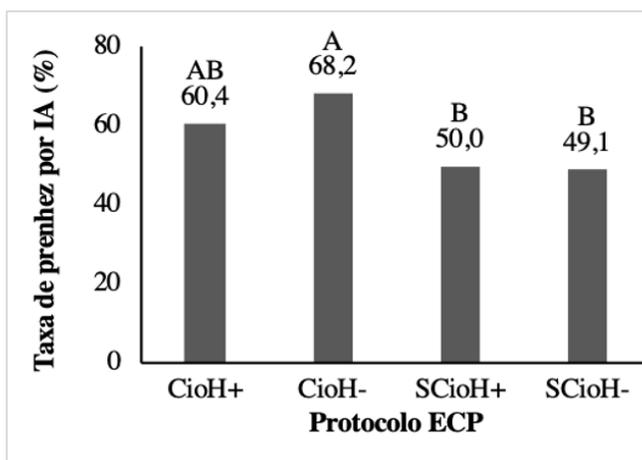


Figura 2 – Taxa de prenhez de vacas de corte inseminadas com sêmen (H+ ou H-) em relação aos animais que expressaram cio ou não até o momento da IATF; letras diferentes indicam efeito entre os grupos (P<0,05).

Apenas 256 animais foram submetidos a mensuração do diâmetro do POF no dia da IATF. Vacas que expressaram cio tinham maior diâmetro do POF, do que vacas que não expressaram cio. Além disso, a probabilidade de prenhez aumentou conforme o diâmetro folicular aumentava de diâmetro ($P=0,04$; Figura 3) e a probabilidade de a vaca expressar cio aumentava de acordo com aumento do diâmetro do POF ($P=0,01$; Figura 4). Entretanto, não foi observado diferenças entre o grau de hiperatividade espermática e interação cio*hiperatividade. As médias do diâmetro do POF estão descritas na Tabela 2.

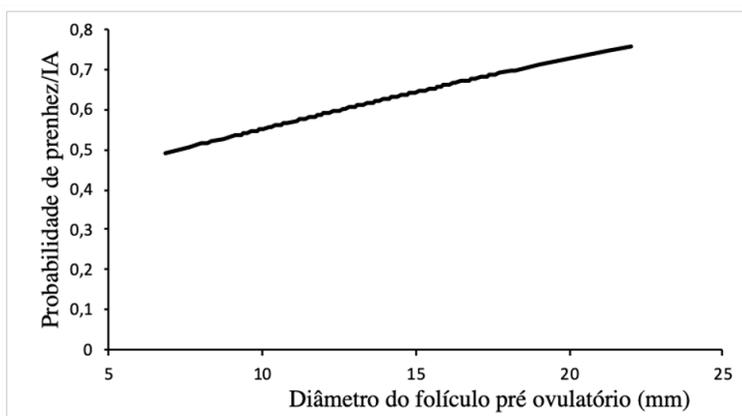


Figura 3 – Probabilidade de prenhez de acordo com o diâmetro do folículo dominante ($P=0,04$).

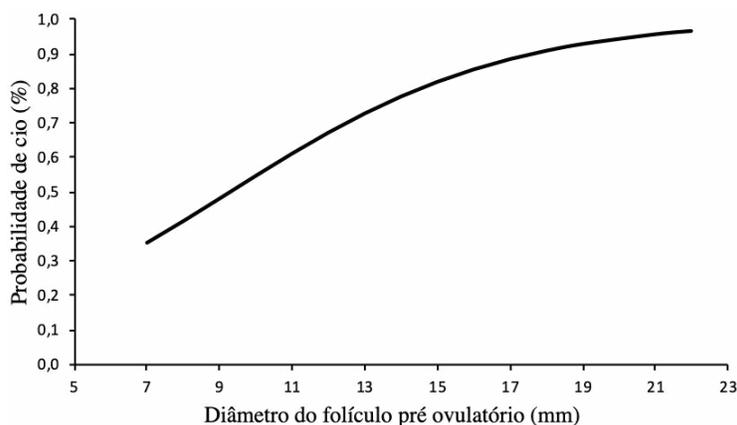


Figura 4 – Probabilidade de cio de acordo com o diâmetro do folículo dominante ($P=0,01$).

Os dados para P/IA geral, com base na classificação da expressão cio (Cio ou sem cio até 48 horas após a remoção do implante de progesterona) e hiperatividade espermática (H+ ou H-), estão incluídos na Tabela 2. Na P/IA geral, não foi observado o efeito do grau de hiperatividade na fertilidade, entretanto, vacas que expressaram cio tiveram maior taxa de prenhez comparado as vacas que não expressaram cio até 48 horas após a remoção do implante de progesterona.

Tabela 2 – Taxa de prenhez e diâmetro do folículo pré-ovulatório de acordo com a expressão de cio e o grau de hiperativação espermática.

	Expressão de cio		Grau de Hiperatividade		Valor de P		
	Cio	Sem cio	H+	H-	Cio	Hiper ¹	Cio* Hiper ¹
Pre-nhez/ IA	63,6% (186/292) A	48,6% (88/181)B	55,4% (142/256)	60,8% (132/217)	0,07	0,25	0,40
POF (mm)	13,5 ± 0,2A	12,1 ± 0,3B	13,3 ± 0,2	13,0 ± 0,2	0,001	0,38	0,35

^{AB} Letras diferentes indicam diferença entre os grupos (P<0,05). ¹Hiper: hiperatividade.

Em conclusão, vacas que expressam cio até 48 horas após a remoção da P4 ovulam mais cedo e têm maior probabilidade de terem um POF de maior diâmetro e probabilidade de concepção na IATF, do que as vacas que não expressam cio. No entanto, o grau de hiperativação espermática não afetou a fertilidade de vacas de corte, independentemente da ocorrência de cio. Assim, com base nessas considerações acreditamos que seria importante conduzir novos experimentos com partidas de sêmen que apresentem um grau de hiperativação espermática mais hiperativada (H+), do que as utilizadas nesse experimento.

4.4 Estudo 4 – Efeito da época do ano e da suplementação energético-proteica no metabolismo e na resposta ovariana de vacas leiteiras criadas no bioma Amazônia

No sistema reprodutivo de fêmeas, o estresse térmico influencia na fisiologia ovariana, aumentando a incidência de anestro e ovulações silenciosas (Gwazdauskas et al., 1981), e acarreta em inibição da dominância folicular (Badinga et al., 1993). O estresse térmico reduz o grau de dominância do folículo selecionado e isso pode levar a uma redução da capacidade esteroidogênica das células da teca e da granulosa, diminuindo as concentrações de estradiol no sangue (De Rensis et al., 2002) e redução nas concentrações plasmáticas de LH (Wise et al., 1988). Os níveis plasmáticos de progesterona podem estar elevados ou baixos, dependendo se o estresse calórico é agudo ou crônico e do estado metabólico do animal (De Rensis et al., 2002).

Nesse sentido, em vacas Holandês, no verão egípcio e no início da lactação, observam-se alterações no diâmetro de folículo dominante e alterações bioquímicas no fluido folicular, o que poderia resultar em menor viabilidade do oócito (Shehab-El-Deen et al., 2010). Bilego et al. (2013) observaram menor diâmetro de folículo ovulatório em novilhas Girolando na época de chuvas com alto calor e umidade, no Centro-Oeste brasileiro.

As alterações causadas pelo estresse térmico, nos níveis hormonais e crescimento folicular, podem potencialmente ser controladas por administração exógena de hormônios, por meio de programas de inseminação artificial em tempo fixo. Em estudo, verificou-se que tratamentos de vacas Holandês em lactação no verão do Mississipi, EUA, com 100 mcg de GnRH, no momento da detecção do cio seguido de inseminação com 10 horas-12 horas, aumentou a concentração de progesterona e, conseqüentemente na taxa de gestação (Ullah et al., 1996).

Em estudo com 1056 vacas da raça Holandês, de alta produção e em lactação, verificou-se que a sincronização do ciclo estral e ovulação, usando protocolo hormonal de IATF, melhorou as taxas de concepção no verão (43,3%), sendo semelhante àquelas obtidas no inverno (39,7%), estação em que as vacas

estão em conforto térmico (De Rensis et al., 2017). O protocolo utilizado consistia na inserção de dispositivo de P4 por 5 dias, seguido de injeções de gonadotrofina coriônica equina (eCG) e Prostaglandina F2 alfa (PGF2 alpha) no momento da retirada do implante (P4), ainda 48 horas após esse procedimento foi realizado a injeção de GnRH, e a IATF foi operacionalizada após 60 horas da remoção do implante (P4).

Entre as possíveis explicações dos autores para esse melhor resultado de fertilidade, com protocolo curto no verão, está o menor tempo de exposição dos oócitos imaturos aos efeitos do estresse térmico, devido à indução hormonal de ovulação mais precoce, aliado à manutenção dos níveis de progesterona (Garcia-Ispierto et al., 2013). De fato, o estresse térmico pode alterar a duração das ondas foliculares e interferir na dominância folicular e no tamanho dos folículos (Guzeloglu et al., 2001; De Rensis; Scaramuzzi, 2003).

Sob condições de estresse térmico, a IATF ainda traz resultados inconsistentes em relação à taxa de concepção, mas observa-se grande efeito de cargas térmicas sobre tais índices, talvez por causa dos efeitos do estresse sobre a ovulação (Schüller et al., 2014). Kornmatitsuk et al. (2008) observaram que vacas Holandês sob condições de estresse de verão apresentam uma maior proporção de anovulações, do que na estação fria do ano, com menor taxa de concepção na primeira inseminação pós-parto.

Nessa perspectiva, sob condições de estresse térmico, vacas de leite tiveram 3,9 vezes mais chance de falhas na ovulação (López-Gatius et al., 2005). Krininger et al. (2003) sugerem que animais de origem europeia possam ter o momento da ovulação diferente de zebuínos, quando em condições de estresse térmico, pela observação das diferenças de clivagem entre embriões obtidos dessas origens. Assim, os diferentes esquemas de IATF podem ter resultados controversos, quando aplicados em animais em condições de pós-parto e estresse térmico.

Segundo Ferraz Junior et al. (2016) a antecipação ou atrasos de ovulação podem interferir na fertilidade, uma vez que a inseminação é feita em tempo fixo após a retirada dos hormônios. Desse modo, torna-se importante identificar o efeito de determinado esquema de inseminação sobre a ovulação

em condições de estresse, para então propor procedimentos que solucionem o problema, como alteração do momento de inseminação de acordo com os efeitos do estresse no momento da ovulação.

Nesse sentido, Santos (2021) desenvolveu uma experimentação a campo na unidade de pesquisa da Embrapa Rondônia, em Porto Velho-RO. O tipo climático do local é Am, segundo a classificação de Köppen, tropical chuvoso, com uma estação relativamente seca durante o ano e temperaturas médias anuais de 25,5 °C, máxima de 31,5 °C e mínima de 20,7 °C (Alvares et al., 2013). A temperatura média do ar apresenta pouca variação ao longo do período e o regime pluviométrico é caracterizado por um período mais chuvoso, que está compreendido entre os meses de novembro e abril, com precipitações superiores a 220 mm. O período mais seco, foi constatado entre os meses de maio e setembro, com precipitações inferiores a 55 mm (Rondônia, 2018).

Para essa experimentação, foram utilizadas 12 vacas Girolando (5 vacas $\frac{3}{4}$ e 1 vaca $\frac{1}{2}$ por grupo, todas com \pm 60 dias pós-parto), com escore corporal médio de 3,2 (de uma escala de 1 a 5 - Edmonson et al., 1989), submetidas em avaliação de dois fatores (período do ano x suplementação), sendo estes: estação chuvosa ou estação seca; com ou sem suplementação. Os animais foram separados entre os grupos experimentais de acordo com o grau sanguíneo e produção de leite, com a finalidade de tornar os grupos homogêneos.

Em cada período experimental de 34 dias, dedicavam-se 11 dias para início do protocolo hormonal e avaliações por ultrassonografia da dinâmica ovariana. Em seguida, destinavam-se nove dias para avaliação de consumo voluntário e comportamento de pastejo, com 14 dias de adaptação. O quadro resumo do período experimental está representado na Figura 1.

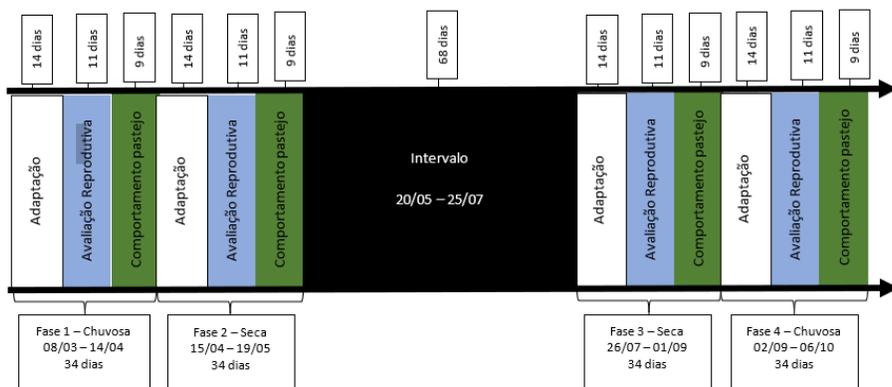


Figura 1 - Quadro resumo dos períodos experimentais.

Os animais foram acondicionados em um sistema de lotação intermitente em Capim Zuri (*Panicum maximum* Zuri), com 1 dia de ocupação e 22 dias de descanso. Foi estabelecido oferta de forragem inicial de 10 kg de MS/100Kg de peso vivo, em área média de 300 m² por piquete, com taxa de lotação instantânea de 42,0 UA/ha. As informações de massa de forragem, matéria seca, altura de entrada e de saída constam na Tabela 1.

Tabela 1 - Matéria verde (MV), Matéria seca (MS), produção de MS/ha e altura do Capim zuri (*Panicum maximum* Zuri) na entrada e saída dos animais durante o período experimental.

Variáveis	Chuvvas		Seca	
	Entrada	Saída	Entrada	Saída
MV/ha (kg)	12.117,0	9.442,5	9.070,0	6.700,0
MS (%)	30,0	32,0	32,0	34,0
MS/ha (kg)	3.635,1	3.021,6	2.766,3	2.244,5
Altura (cm)	78,0	46,0	47,0	2,5

A ordenha foi realizada duas vezes ao dia (07:30 h e 13:30 h), por intermédio de ordenhadeira móvel com a disposição dos animais lado a lado. Todos os animais encontravam-se em estágio aleatório do ciclo estral e receberam, simultaneamente, 2 mg de benzoato de estradiol e um dispositivo intravaginal liberador de progesterona (CIDR) no dia 0 para sincronizar a onda folicular.

O CIDR foi removido juntamente com aplicação intramuscular de 500 µg d-Cloprostenol (PGF) no dia 8. No dia 9 as vacas receberam 1 mg de benzoato de estradiol intramuscular. O procedimento foi repetido em todos os animais em cada tratamento. A avaliação da dinâmica folicular foi realizada por meio de ultrassonografia a partir do dia 8, com avaliações a cada 12 horas a partir dessa data. Em cada avaliação, calculava-se o diâmetro do folículo dominante, e, quando detectada a ovulação, anotava-se a hora da provável ovulação e o último diâmetro folicular medido de cada animal.

Para avaliação das dietas, verificou-se inicialmente a composição química da forragem, tanto no período chuvoso quanto no período seco, com a finalidade de calcular o déficit nutricional para elaboração do concentrado. As exigências energéticas e proteicas foram extraídas do NRC (2001) e a partir dessa informação formulou-se o concentrado, a base de farelo de soja e fubá de milho, com teor de proteína bruta de 30% e nutrientes digestíveis totais de 88%. A composição química das forrageiras nos diferentes períodos assim como a composição do concentrado encontra-se na Tabela 2. Os sais minerais foram fornecidos à vontade. O consumo de concentrado nunca foi superior a 1,5% do peso vivo do animal, a fim de evitar o efeito substitutivo, isto é, a substituição do consumo da forragem pelo concentrado.

Tabela 2 - Teor de matéria seca (MS), cinzas, fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia digestível (ED) de capim zuri (*Panicum maximum*) nas estações chuvosa e seca e o concentrado utilizado no período experimental.

Variáveis	Pastagem		Concentrado
	Chuvvas	Seca	
MS (%)	27,0	33,5	90,0
Cinzas (%MS)	3,0	2,5	15,0
FDN (%MS)	72,5	76,5	22,0
FDA (%MS)	50,5	54,0	10,0
EE (%MS)	2,2	1,85	2,5
PB (%MS)	11,5	7,5	30,0
NDT (%MS)	51,0	45,0	88,0
ED (kcal)	22,5	19,8	38,8

Para cada estação do ano (chuvosa ou seca) existiam dois grupos de animais, um deles recebia dieta balanceada por meio da adição de suplementação para a correções das exigências nutricionais, sendo que os níveis de proteína e a energia foram calculados de acordo com a produção de leite, categoria e dias de lactação (NRC, 2001); e o outro grupo não recebia suplementação (Tabela 3).

Tabela 3 - Composição química final da dieta dos animais em condições de suplementação ou não, dentro de duas estações do ano (chuvosa e seca).

Variáveis	Chuvvas		Seca	
	Suplementado	Não suplementado	Suplementado	Não suplementado
MS (%MS)	44,4	27,0	49,9	34,5
Cin (%MS)	6,3	3,0	6,0	2,5
FDN (%MS)	55,6	68,5	59,6	74,0
FDA (%MS)	39,3	50,5	42,9	55,5
EE (%MS)	2,1	2,0	2,0	1,9
PB (%MS)	17,3	11,5	13,7	7,5
NDT (%MS)	62,3	52,5	57,3	45,5
ED (Kcal)	57,7	44,8	39,1	33,8

De posse das informações do teor nutricional e do consumo, foi possível estimar o consumo de matéria seca por peso vivo do animal em cada estação, bem como o consumo e concentrado, de proteína bruta e de nutrientes digestíveis totais (Tabela 4).

Tabela 4 - Consumo de matéria seca (CMS) total e do concentrado em relação ao peso vivo, consumo de proteína bruta (PB) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) durante o período experimental.

Variáveis	Chuvvas		Seca	
	Suplementados	Não suplementados	Suplementados	Não suplementados
CMS total (% PV)	2,66	2,48	2,59	2,41
CMS concentrado (% PV)	0,65	0	0,42	0
Consumo de PB (Kg/dia)	1,97	1,78	1,56	1,25
Consumo de NDT (kg/dia)	13,1	10,18	8,85	7,68

A temperatura intravaginal (TI) dos animais experimentais foram aferidas por termômetros data logger (Termocrom TC Basi c- logger) acoplados a dispositivos intravaginais inertes (Vickrs et al., 2010). Os parâmetros climáticos: temperatura do ar (TA, °C), velocidade do vento, umidade relativa do ar (UR, %), radiação solar (R, KJ/m²) e temperatura de ponto de orvalho (TPo, °C) foram coletadas diariamente, a cada hora, durante os períodos do experimento, por meio da estação meteorológica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), localizada a 500 m do campo experimental da Embrapa de Porto Velho-RO. A partir desses dados calculou-se o índice de temperatura e umidade, cuja equação foi proposta por Thom (1959): $ITU = TA + 0,36 \times TPo + 41,2$, onde: ITU= Índice de temperatura e umidade, adimensional; TA= temperatura do ar, em °C; e TPo = temperatura de ponto de orvalho, em °C.

Quando os animais estavam na ordenha, era considerado o valor do globo de dentro da ordenha, que durava em média 2 horas por dia, sendo 1 hora de manhã e 1 hora de tarde. Por intermédio desse dado, foi possível calcular o índice de temperatura de globo e umidade, conforme a equação apresentada por Buffington et al., (1981): $ITGU = Tgn + 0,36 \times TPo + 41,5$, onde: ITGU - índice de temperatura de globo e umidade (adimensional), Tgn - temperatura do globo negro, °C, TPo – temperatura ponto de orvalho.

A frequência respiratória foi estimada pela equação descrita por Eigenberg et al. (2007) para regiões com temperatura do ar acima de 25 °C: $FRE = (5,1 \times TA) + (0,58 \times UR) - (1,7 \times V) + (0,039 \times R) - 105,7$ onde: FRE = frequência respiratória estimada, em movimentos por minuto, TA = temperatura do ar, em °C, UR = umidade relativa do ar, em %, V = velocidade do vento, em metros por segundo, e R = radiação solar.

Na análise dos dados, observa-se que houve diferença entre as médias do ITGU, sendo que o período de seca obteve maior resultado, em relação à época chuvosa (Tabela 5). Para os valores de ITU não houve diferença entre as estações avaliadas, porém os valores foram acima de 72, caracterizando ambiente estressante nas duas épocas do ano.

Tabela 5 - Média do ITGU e ITU em relação as diferentes estações do ano, durante o período experimental.

Estação do ano	Média ITGU	Erro-Padrão	Média ITU	Erro-Padrão
Chuvosa	82,0 B	0,53	76,5	0,35
Seca	89,5 A	0,52	76,9	0,42

Letras diferentes representam diferença entre os tratamentos dentro do efeito ($P < 0,01$).

De acordo com Baêta e Souza (2010), os valores de ITGU demonstram que os animais estão fora da zona de conforto nas estações seca e chuvosa, por mais que ambos tiveram diferença, colocando o período da seca como a estação de maior estresse térmico e com riscos a homeostase do animal. A Figura 2 mostra os resultados de ITGU e ITU ao longo dos períodos diurno e noturno, nas estações chuvosa e seca do período experimental.

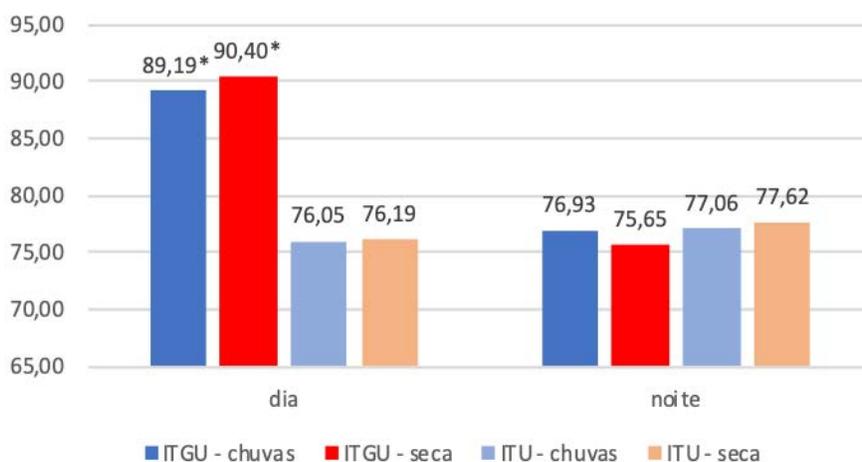


Figura 2 - Média do ITGU e do ITU avaliadas durante o dia e noite em diferentes períodos do ano, durante o período experimental. * $P < 0,05$.

Durante o dia, os resultados ultrapassam o limite considerado perigoso para a saúde do animal, podendo alterar a homeostase dos animais e levando a queda na produção e no desempenho reprodutivo dos animais. O ITGU é um indicador climático que considera os fatores ambientais de temperatura, umidade, radiação direta e a movimentação de ar do local (Baêta; Souza, 2010),

enquanto o ITU apenas pondera a temperatura e umidade, por isso possui algumas limitações, porém mundialmente usado nos trabalhos de reprodução animal (Zimbelman et al., 2009).

Os parâmetros climáticos são importantes na avaliação dos animais, pois existe um balanço entre os mecanismos de produção e perda de calor para que a temperatura corporal permaneça constante. Quando os receptores detectam variações no clima, os mecanismos fisiológicos e comportamentais são acionados para manter a homeotermia (Barros et al., 2010). Logo, o estresse térmico provoca diminuição do desempenho com inferências negativas na fertilidade em vacas leiteiras (Lew et al., 2006). Baêta e Souza (2010) afirma que valores acima de 84 de ITGU significa que os animais estão sob condições de estresse calórico severo, acarretando prejuízo no rendimento reprodutivo dos animais e Ingraham et al. (1974) consideram que valores acima de 72 para o ITU já sinalizam estresse por calor para vacas leiteiras.

A frequência respiratória estimada (FRE) foi ilustrada na Figura 3 em cada estação (chuvosa e seca), durante experimento. Os dados de FRE estão de acordo com Eigenberg et al. (2007), pois para valores de ITU acima de 74, os animais podem ter valores de FR acima de 90 mov./min. Stober (1993) afirma que a FR normal em bovinos adultos está entre 24 a 36 mov/min, e em condições de estresse térmico, os valores aumentam mais rápido que a temperatura corporal. Comparando os valores de ITGU encontrados por Carvalho et al. (2018), os valores de ITGU foram aproximados aos relatados pela autora citada, mostrando que os animais estão sob estresse térmico em Porto Velho – RO.

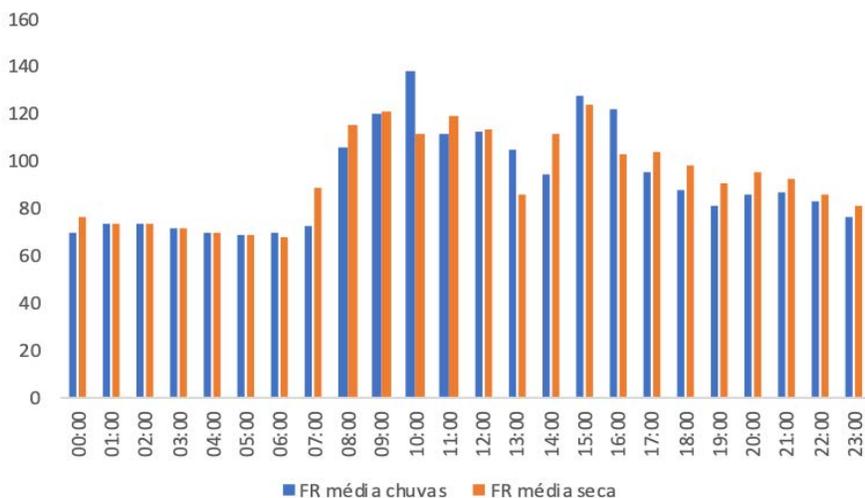


Figura 3 - Frequência respiratória estimada (FRE) em mov./min de vacas no período seco e período chuvoso em Porto Velho (RO).

Os dados coincidem com Moraes et al. (2008) em relação ao valor elevado da FR em animais da raça Holandês, variando no cruzamento entre diferentes graus sanguíneos (3/4 e 31/32). Ferreira et al. (2006) encontrou FR acima de 120 mov./min. em 39 machos e 32 fêmeas 1/2 Gir x 1/2 Holandês, pois o ITU encontrava-se em 97. Moraes et al. (2008) explica que nas situações de alto ITGU e ITU, os animais começam a acionar a demanda de energia para utilizar a termólise evaporativa, com vistas a manter a homeotermia nos horários mais críticos.

A análise de correção de Pearson para as variáveis climáticas ITGU, ITU, R e FRE estão apresentados na Tabela 6. O comportamento dos fatores ITU, R e FRE em relação ao ITGU, na estação chuvosa (dia e noite) e estação seca (dia), teve correlação positiva pela análise de Pearson, demonstrando que a elevação do ITGU tem relação moderada com os aumentos das demais variáveis supracitadas. Além disso, observa-se correlação negativa do ITGU com a FRE no período da noite da estação seca.

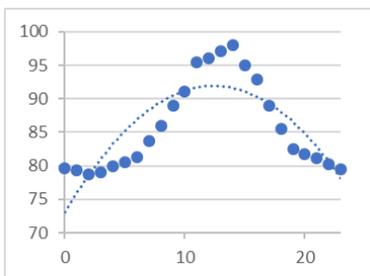
Tabela 6 - Interação do ITGU com o ITU, R e FRE na estação chuvosa e seca, em diferentes turnos (dia e noite).

Estação	Período do dia	Variáveis	Correlação	Observações	
Chuvvas	Dia	ITU	0,39**	935	
		ITGU	R	0,44*	935
			FR	0,49**	935
	Noite	ITU	0,40**	935	
		ITGU	R	-	-
			FR	0,18*	935
Seca	Dia	ITU	0,50**	935	
		ITGU	R	0,29**	935
			FR	0,42**	935
	Noite	ITU	0,03	935	
		ITGU	R	-	-
			FR	-0,18**	935

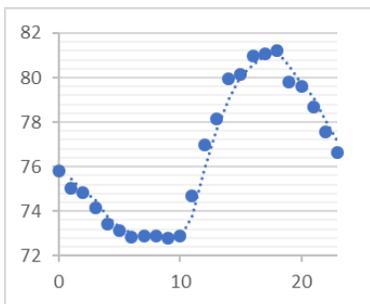
* $P < 0,05$. ** $P < 0,0001$.

Foram também avaliadas as equações de regressão quadrática (Tabela 7) e os gráficos de regressão dos quatro índices, nas diferentes estações do ano e turno (Figura 4). As equações apresentaram coeficiente de determinação elevado, acima de 90% ($r^2=0,90$) para grande parte das variáveis, demonstrando que os valores expressos nas equações se aproximam dos previstos para as estações do ano.

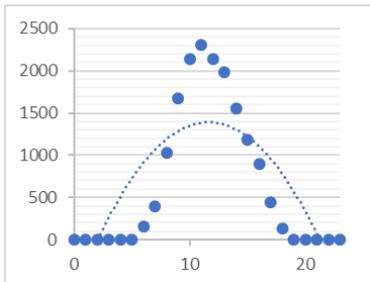
A)



B)



C)



D)

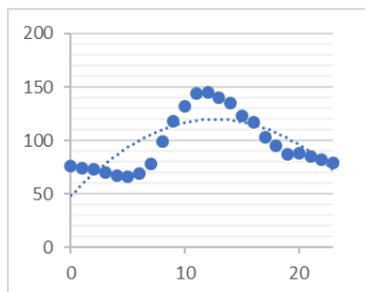


Figura 4- Gráficos de dispersão de ITGU (A), ITU (B), radiação solar (C) e FRE (D) de acordo com as horas do dia.

Tabela 7 - Equações de regressão para estimar valores das variáveis de conforto térmico ITGU, com o ITU, R e FRE de acordo com a estação (chuvosa e seca), em diferentes turnos (dia e noite).

Estação	Período do dia	Variável	Equação	R ²
Chuvvas	Dia	ITGU	$y = -0,3732x^2 + 9,2053x + 36,491$	0,95
		ITU	$y = 0,0017x^2 + 0,7659x + 66,992$	0,94
		FR	$y = -2,3841x^2 + 58,952x - 211,65$	0,94
		R	$y = -60,785x^2 + 1455,7x - 6715,6$	0,93
	Noite	ITGU	$y = -0,054x^2 + 1,3566x + 72,461$	0,91
		ITU	$y = -0,0125x^2 + 0,5299x + 73,872$	0,6
		FR	$y = -0,046x^2 + 1,9201x + 68,383$	0,58
		R	-	-
Seco	Dia	ITGU	$y = -0,328x^2 + 8,8174x + 38,784$	0,91
		ITU	$y = 0,0714x^2 - 0,6234x + 73,419$	0,91
		FR	$y = -1,6719x^2 + 41,584x - 123,6$	0,96
		R	$y = -69,531x^2 + 1600,7x - 7008,7$	0,93
	Noite	ITGU	$y = -0,0195x^2 + 0,552x + 81,209$	0,35
		ITU	$y = -0,0042x^2 + 0,2783x + 73,419$	0,62
		FR	$y = 0,0157x^2 + 0,0769x + 70,984$	0,51
		R	-	-

Vários trabalhos correlacionam o ITGU com o ITU de maneira positiva, em diferentes partes do mundo, mas, embora observada uma correlação moderada, todos os estudos ressaltam que o ITGU continua sendo o melhor índice para avaliar o conforto térmico dos animais a pasto (Azevedo et

al., 2005; Silva et al., 2007; Aggarwal; Avila et al., 2013; Upadhyay, 2013). O fato de o ITGU considerar diretamente o efeito da radiação sobre os corpos garante credibilidade nas informações referentes ao conforto animal, em comparação ao ITU (Zimbelman et al., 2009).

O globo negro, mesmo sendo uma ferramenta amplamente utilizada como artifício para simular o efeito da radiação solar sobre os animais, não deve ser considerado como um instrumento com acurácia elevada. Pois, a temperatura do globo sugere que, dentro das condições do globo, como o material empregado, as temperaturas resultantes seriam as apresentadas, mas vale ressaltar que os corpos dos animais apresentam formas, tamanho e estruturas que afetam diretamente a relação com a radiação solar (Silva et al., 2007).

A estimativa do valor de ITGU, ITU, FRE e R dentro das condições das estações chuvosa e seca, por meio das equações de regressão, demonstram alto coeficiente de determinação, o que sugere que os dados possuem comportamento semelhante dentro do período experimental, nas duas estações. Logo, presume-se que esses índices podem apresentar uma padronização durante o ano, haja vista que os dados foram sequenciais durante o ano do experimento.

A baixa correlação dos índices a noite, no período chuvoso e no período seco, resulta em correlação negativa com a FRE, contudo essa constatação carece de fundamentação da literatura. A hipótese mais provável é que esse fenômeno esteja correlacionado com mecanismos de adaptação a forma aguda do estresse, a qual os animais são submetidos durante o período diurno. Nesse sentido, como forma de avaliação desses mecanismos adaptativos, foi avaliada a temperatura intravaginal dos animais durante o período experimental (Figura 5).

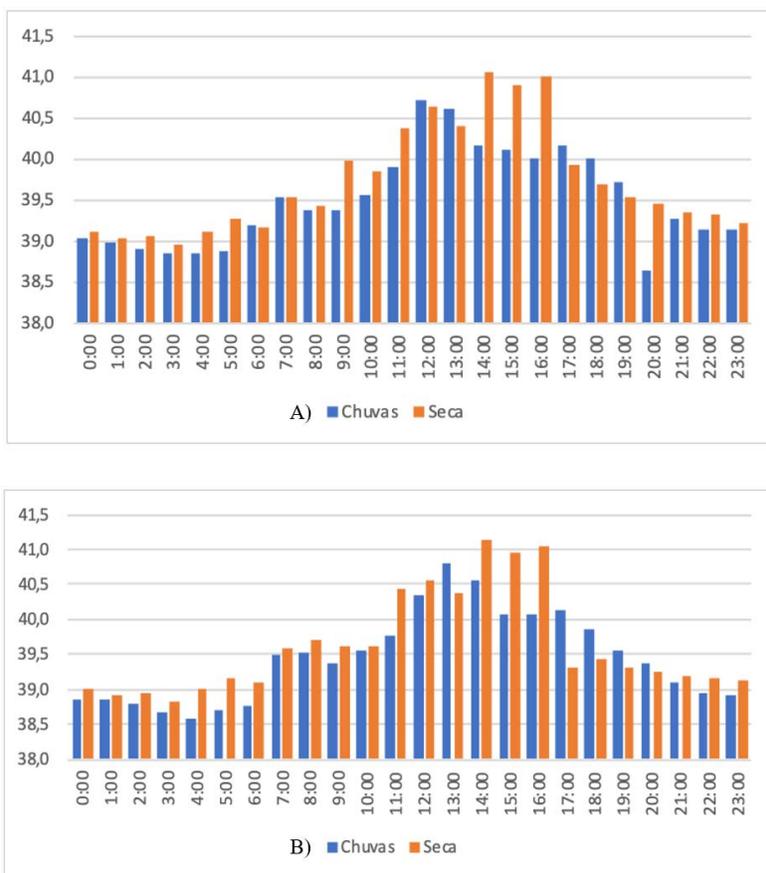


Figura 5 - Temperatura Intravaginal (TI) dos animais suplementados, no período chuvoso e seco (A) e temperatura não suplementados no período chuvoso e seco (B).

Os bovinos acionam mecanismos para enfrentar o estresse térmico que envolve mudanças no comportamento e alteração nos parâmetros fisiológicos, a fim de monitorar a perda de calor corporal, evitando a hipertermia (Ferreira et al., 2006). As variáveis de temperatura intravaginal do animal, assim como as concentrações plasmáticas de T3, T4, Cortisol e Corpos Cetônicos estão na Tabela 8. Não houve interação entre os fatores para os dados coletados. A TI não teve diferença em relação a suplementação, mas apresentou diferença na estação do ano, com média acima na época seca.

Os níveis de T3 diferiram apenas em relação a suplementação oferecida durante o experimento, onde os níveis mais altos foram para aqueles que não

receberam concentrado. Os dados de cortisol apresentaram tendência ($0,1 < \text{valor de } p > 0,05$), o que sugere a necessidade de mais trabalhos científicos a respeito dessa variável e os tratamentos escolhidos. Para T4 e corpos cetônicos, não houve diferença significativa nos fatores suplementação e estação do ano.

Tabela 8 - Temperatura intravaginal (TI) e as concentrações plasmáticas de T3, T4, Cortisol e Corpos Cetônicos durante o período experimental.

Item	Estação		Suplementação		P valor		Interação
	Chuvas	Seca	Sim	Não	Estação	Supl.	
T.I. (°C)	39,1 B (0,07)	39,7 A (0,12)	39,3 (0,11)	39,4 (0,11)	0,01	0,44	0,46
T3 (ng/mL)	0,5 (0,07)	0,5 (0,06)	0,5 B (0,05)	0,6 A (0,07)	0,55	0,02	0,81
T4 (ng/mL)	10,8 (2,53)	11,9 (3,24)	10,4 (3,14)	12,2 (2,42)	0,47	0,23	0,89
Cortisol (ng/mL)	4,3* (3,68)	8,0* (4,71)	5,7 (3,95)	6,8 (4,85)	0,10	0,56	0,50
Corpos cetônicos (mmol/dL)	0,8 (0,05)	0,9 (0,10)	0,9 (0,10)	0,9 (0,08)	0,96	0,29	0,65

Valores designados com letras diferenciam estatisticamente entre as linhas ($P < 0,05$), valores com * são considerados tendência ($0,05 < P < 0,10$). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média do tratamento.

Os valores considerados normais para a homeostase dos ruminantes com aptidão leiteira variam de 38 °C a 39,5 °C. No período da seca, a temperatura interna teve aumento em relação ao período e não em relação à suplementação. Em concordância com os valores de ITGU, observa-se incremento da TI entre os períodos de chuva e seca, com maiores resultados no período da seca, resultado considerado perigoso para os animais com aptidão leiteira (Baêta; Souza, 2010).

Contudo, Cardoso et al. (2015) detectaram temperaturas atingindo patamares de 41 °C como nesse trabalho, concluindo uma adaptação fisiológica de animais Girolando em território nacional. Os pesquisadores verificaram que essas adaptações afetam a fisiologia desses animais, especialmente a

quantidade de hemoglobinas, a qual tem relação com a eficiência do transporte de oxigênio aos tecidos. Em adição, a genética zebuína permite que os animais tenham outros mecanismos para suportar o estresse térmico, como a diminuição do metabolismo e aumento da pressão sanguínea, como formas de dissipar o calor, não sendo possível detectar facilmente (Hansen, 2004).

Façanha et al. (2017) relataram que apesar do mecanismo de dissipação de calor dos zebuínos ser uma forma eficiente para a adaptação a diversos ambientes, a consequência desse mecanismo é que todo o eixo-hipotalâmico-hipofisário é acionado e o sistema imune dos animais é afetado, aumentando a susceptibilidade dos animais à patógenos. O presente trabalho também detectou variações na produção de T3 em animais com menor adaptação aos ambientes de estresse térmico.

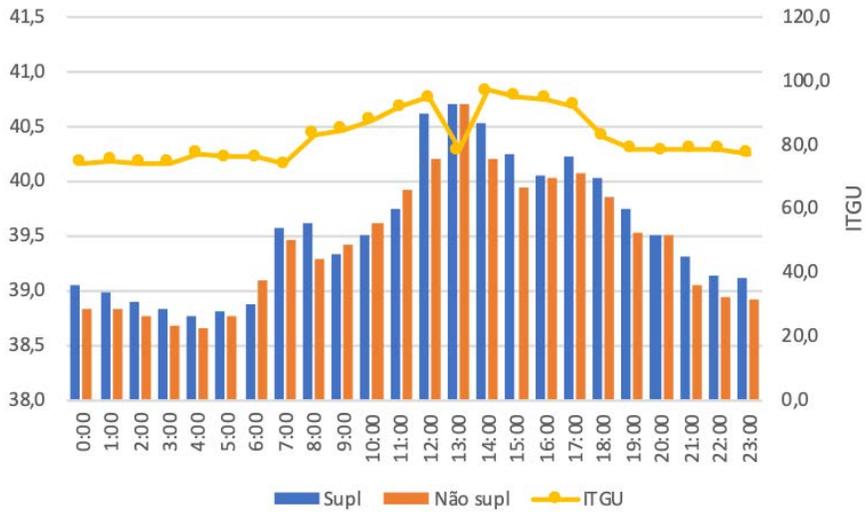
Morais et al. (2008) analisaram resultados de T3 e T4 em situações de alto estresse calórico (ITGU>87) e os valores de T3 encontrados foram, na média, de 1,05 ng/mL. Para os autores é justificável, pois o T3 é responsável pela termogênese obrigatória, e os fatores climáticos podem regular a sua produção. O aparelho neuroendócrino é influenciado pelos fatores climáticos e os hormônios da tireoide T4 e T3, exercem importante papel na adaptação do animal à condição ambiental (Dukes, 1996).

Em condições de baixas temperaturas, a termogênese é necessária para manter os animais aquecidos. Nessa situação, para o animal sintetizar calor, por exemplo, o hipotálamo estimulará a atividade da hipófise, que por sua vez, secretará o hormônio tireotrófico (TSH), impulsionando a tireoide a liberar tiroxina. A tiroxina ativa o metabolismo celular, por meio da formação de triiodotironina, estimulando o metabolismo basal a produzir calor. Para as condições desse experimento, espera-se que a produção de T3 e T4 fossem menores, mas a concentração de T4 foi elevada em relação ao encontrado na literatura. Para Costa et al. (2015) e Vasconcelos et al. (2020) a proporção normal de T4 e T3 é de 1:1 em condições de clima temperado, a maior concentração de T4 livre significa que parte desse T4 não está sendo metabolizado nos tecidos, e isso denota uma característica adaptativa dos animais para a não produção de calor.

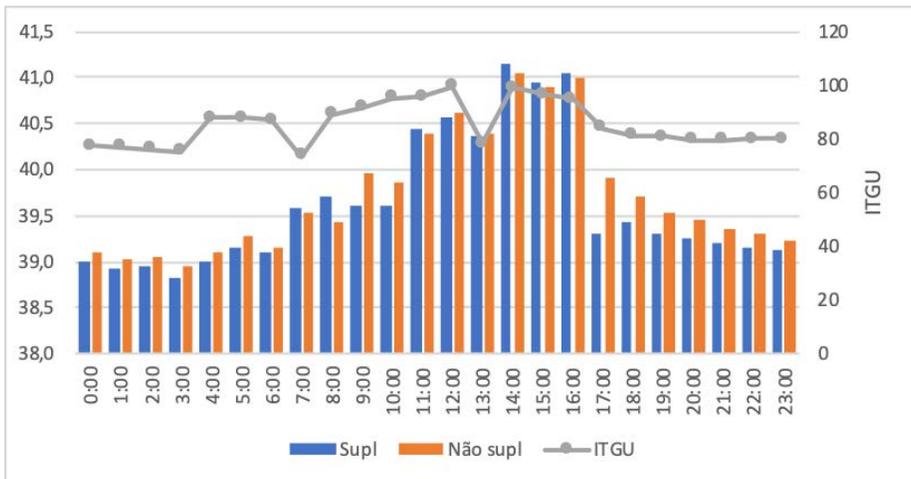
Em termos de secreção de cortisol, observa-se que no período da seca ocorrem maiores concentrações sanguíneas, quando comparado com a estação de chuvas, o qual acompanha e o aumento da TI e do ITGU (Tabela 8). Esse hormônio é reconhecido como principal indicador estresse (Lucy, 2019; Randall, 2010; Souza; Batista, 2012) e tem efeito gliconeogênico. Sendo que, Lucy (2019) relata que o cortisol pode diminuir a capacidade de resposta dos folículos ovarianos ao LH.

Contudo, em situações de menor intensidade ou curta exposição, os níveis de cortisol aumentam, porém com a longa exposição aos fatores estressantes, esses níveis podem diminuir, por conta da adaptação. Logo, a redução pode ocorrer como mecanismo benéfico para a diminuição da produção de calor pelos animais (Christinson; Johnson, 1972; Arcaro Junior et al., 2003). No presente experimento, esperou-se que os níveis de cortisol estivessem mais altos, em virtude dos elevados valores do ITGU, porém vale ressaltar que os animais estavam expostos, há pelo menos 1 ano na mesma condição, tempo suficiente para estarem adaptados.

Na avaliação de distúrbios metabólicos, sabe-se que os ruminantes têm predisposição a valores mais altos de corpos cetônicos que espécies não ruminantes, por conta dos produtos decorrentes da fermentação ruminal (Bonato et al., 2015). O mesmo autor considera que em condições ambientais normais, os valores devem estar abaixo de 3 mg/dL. Todos os animais do experimento estiveram dentro desses valores. Os resultados da TI e o ITGU, por estação do ano (chuvoso e seco) e com ou sem uso de suplementação, estão descritos na Figura 6.



A)



B)

Figura 6 - Temperatura intravaginal de animais suplementados e não suplementados no período chuvoso, com ITGU (A) e temperatura intravaginal de animais suplementados e não suplementados no período seco, com ITGU (B).

A TI aumenta em concordância com os valores de ITGU nas estações chuvosa e seca (Figura 6 A e B), para os animais que receberam ou não suplementação, com exceção do período das 07:00 h e 13:00 h (horário da ordenha), no qual ocorre decréscimo no ITGU. Porém, a TI eleva-se a valores acima do intervalo considerado dentro da homeotermia (38 °C a 39,5 °C). A hipertermia pode acontecer em situações de aumento do incremento calórico provocado por uma alimentação de difícil digestão, como é o caso do volumoso e até mesmo como afirma Wilson et al. (1998), na qual a produção de leite influencia na elevação da temperatura corporal.

Em comparação ao comportamento dos gráficos A e B, observa-se que no período da seca, os animais que não foram suplementados tiveram picos de TI bem mais elevados e prolongados que no período chuvoso. Dessa maneira, o fornecimento de dieta com maior qualidade de nutrientes torna-se necessária para que a produção de leite e reprodução não tenha declínios abruptos (Pimentel et al., 2007). Visto que, existe uma relação linear decrescente dos teores de fibra indigestível em detergente ácido com o incremento calórico, devido aos processos envolvidos na fermentação de dietas contendo maior proporção de fibra (Azevêdo; Alves, 2009). Para Nããs (1989), a variação do TI é explicada por conta do acúmulo do calor no organismo animal que está exposto aos fatores ambientais, assim como de sua incapacidade de eliminar o excedente de maneira rápida.

Os dados de duração da ovulação, taxa de ovulação e do diâmetro do folículo dominante (POF) estão na Tabela 9. Não houve interação entre esses fatores para a variável hora da ovulação e POF. Entretanto, com relação às estações do ano, houve diferença no tempo de ovulação, na qual o período da seca, os animais levaram mais tempo que no período chuvoso. A suplementação alimentar não influenciou no tempo de ovulação.

Tabela 9 - Duração da ovulação, taxa de ovulação e do diâmetro do folículo dominante (POF) em vacas leiteiras sob diferentes estações (chuvas e seca) e suplementação (suplementação com concentrado ou não) e correlação entre os valores.

Item	Estação		Suplementação		P valor		
	Chuvas	Seca	Sim	Não	Estação	Supl.	Interação
Hora da ovulação (h)	51,3B (2,69)	65,0A (3,71)	56,6 (3,71)	62,21 (3,78)	<0,01	0,41	0,63
POF (mm)	12,9 (0,50)	12,9 (0,30)	13,8A (0,46)	12,1 B (0,27)	0,82	<0,01	0,14

Valores designados com letras diferenciam estatisticamente entre as linhas ($P < 0,01$), valores com * são considerados tendência ($0,05 < P < 0,10$); Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média do tratamento; Valores referentes ao teste de correlação chi-quadrado.

Segundo Pfeifer et al. (2007), que avaliaram 93 vacas na região Amazônica, identificaram que os folículos com maior diâmetro apresentaram menor hora de ovulação. No presente trabalho, considerando que houve uma separação entre as estações do ano e suplementação, percebe-se que os animais não apresentaram mesmo comportamento, pois o diâmetro folicular e a ovulação são influenciados pela época do ano e pelo aporte nutricional.

Nesse contexto, a estação seca teve resultado elevado para ocorrer a ovulação (65 horas), em comparação com a estação chuvosa (51 horas). Contudo não diferiu com o tamanho do folículo dominante, pois independente da estação do ano, o tamanho foi de, aproximadamente, 13mm. A duração foi menor na estação chuvosa, com média de 51,3 horas.

Segundo Wilson et al. (1998), vacas que são submetidas ao estresse térmico tendem a ovular mais tardiamente. Segundo esses autores, a cada 3,3 °C acima da temperatura de conforto térmico dos animais, ocorre aumento de 1 dia para ovulação, em climas temperados. Visto que, a prevalência do folículo dominante, em animais sob estresse térmico, tende a encerrar o crescimento a partir do 17º dia do ciclo estral, mantendo ou até diminuindo seu diâmetro.

Outros trabalhos também revelaram comportamento semelhante ao citado acima, indicando que as concentrações de estradiol podem diminuir

sensivelmente no período de dominância folicular em animais com estresse térmico (Gwazdauskas et al., 1981), sendo que os teores de FSH não costumam variar em animais nessas condições (Gutiérrez et al., 1997). Uma vez que, são reportadas concentrações de estradiol similares (Roman-Ponce et al., 1981) ou até menores (Rosenberg et al., 1982) de estradiol na literatura, para animais sob estresse térmico. Os mecanismos exatos para decréscimo nos níveis de estradiol no sangue, em animais sob condições de estresse pelo calor, ainda são desconhecidos, mas Wilson et al. (1998) sugerem que esses mecanismos tendem a diferir em animais com condições genéticas diferentes. Visto que, eles possuem mecanismos distintos para dissipação do calor, além disso pode ter os efeitos externos agindo, como a nutrição.

Webb et al. (2004) afirmam que dietas com indução da circulação de alta ou baixa concentração de insulina influenciam na velocidade de ocorrência da ovulação em fêmeas bovinas. Nesse sentido, observa-se que no período chuvoso, estação conhecida por ter qualidade nutricional no pasto (Souza et al., 2012), ocorrem maior sintetização de insulina no organismo do animal, visto que nessa estação as plantas apresentam maior quantidade de carboidratos solúveis, importantes para a indução de hormônio (Webb et al., 2004). Logo, alterações na dieta é um dos fatores extrínsecos que podem provocar mudanças no momento, duração e intensidade do estro em ruminantes (Sartori; Guardieiro, 2010).

De acordo com O'Callaghan e Boland (1999) a exigência de energia para variáveis como ovulação e crescimento folicular é menor (menos que 3 MJ de energia metabolizável por dia) que a exigência para a manutenção e produção das vacas leiteiras (60 a 250 MJ de energia metabolizável por dia). Na variável POF, houve diferença para o efeito da suplementação, sendo que os animais que receberam suplementação tiveram diâmetro folicular maior (13,80 mm), em relação aos animais que não foram suplementados (12,09 mm). Na presente pesquisa, também se encontrou que o desenvolvimento de oócitos ocorre de forma adequada em animais com a nutrição equilibrada (Bergfeld et al., 1994; Rhodes et al., 1994; Mackey et al., 1999; Bossis et al., 2000; Armstrong et al., 2001).

Artunduanaga et al. (2010) observaram aumento no diâmetro folicular de vacas primíparas da raça Holandês suplementadas com sais de cálcio e ácidos graxos da soja, os diâmetros apresentados foram semelhantes aos encontrados no presente trabalho. Ribeiro Filho et al. (2013) verificaram resultados positivos na taxa de concepção de fêmeas com folículos com diâmetro de $13,33 \pm 2,40$ mm, em relação das vacas não gestantes que alcançaram $11,27 \pm 2,75$ mm. No presente trabalho, as fêmeas que apresentaram esse tipo de diâmetro (>13 mm) estavam no grupo que receberam suplementação.

Em síntese, na região Amazônica, os dados de ITU, ITGU e FRE sugerem estresse térmico severo na época seca e chuvosa para os animais, mas o valor de ITGU foi maior no período seco. Logo, nesse período a TI foi maior, o que sugere que os animais têm maior estresse térmico nessa época do ano, com menor capacidade de dissipação do calor. Já os animais suplementados apresentaram menores valores de T3 em relação aos não suplementados e os valores de T4 se mantiveram elevados no decorrer do ano, não diferindo entre os animais suplementados ou não. Por fim, a suplementação influenciou no diâmetro folicular, mas não interferiu na hora da ovulação, sendo que esta última variável foi menor no período chuvoso, apresentando média de 53 horas após a aplicação do benzoato de estradiol, em relação às 65 horas no período seco.

Referências

IDARON. Agência de Defesa Sanitária Agrossilvipastoril de Rondônia. **Relatórios de Campanhas de Vacinação 2007 a 2018**. Online. Disponível em: <<http://www.idaron.ro.gov.br/Portal/svArquivos.aspx>> Acesso em: 20 mai. 2019.

AGGARWAL, A.; UPADHYAY, R. **Heat stress and animal productivity**. [s.l.] Springer, 2013.

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, n. 6, p. 711–728, 2013.

ARCARO JUNIOR, I.; ARCARO, J. R. P.; POZZI, C. R.; FAGUNDES, H.; MATARAZZO, S. V.; OLIVEIRA, C. A. Teores plasmáticos de hormônios, produção e composição do leite em sala de espera climatizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 350–354, 2003.

ARMSTRONG, D. G.; MCEVOY, T. G.; BAXTER, G.; ROBINSON, J. J.; HOGG, C. O.; WOAD, K. J.; WEBB, R.; SINCLAIR, K. D. Effect of dietary energy and protein on bovine follicular dynamics and embryo production in vitro: Associations with the ovarian insulin-like growth factor system. **Biology of Reproduction**, v. 64, n. 6, p. 1624–1632, 2001.

ARTUNDUAGA, M. A. T.; COELHO, S. G.; BORGES, A. M.; LANA, A. M. Q.; REIS, R. B.; CAMPOS, B. G.; SATURNINO, H. M.; SÁ FORTES, R. V.; COSTA, H. N. First follicular wave and first postpartum ovulation of primiparous Holstein dairy cows receiving diets with different energetic sources during the transition period. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 1, p. 116–123, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL – ASBIA. **Index ASBIA 2017**. Disponível em: <<http://www.asbia.com.br/index>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

AVILA, A. S.; JÁCOME, I. M. T. D.; FACCENDA, A.; PANAZZOLO, D. M.; MÜLLER, E. R. Avaliação e Correlação de parâmetros fisiológicos e índices bioclimáticos de vacas Holandês em diferentes estações. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 14, n. 14, p. 2878–2884, 2013.

AYRES, H.; FERREIRA, R. M.; TORRES-JÚNIOR, J. R. S.; DEMÉTRIO, C. G. B.; LIMA, C. G.; BARUSELLI, P. S. Validation of body condition score as a predictor of subcutaneous fat in Nelore (*Bos indicus*) cows. **Livestock Science**, v. 123, n. 2-3, p. 175-179, 2009.

AZEVÊDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. Bioclimatologia Aplicada à Bovinocultura Leiteira. **Embrapa**, p. 83, 2009.

AZEVEDO, M.; PIRES, M. F. A.; SATURNINO, H. M.; LANA, A. M. Q.; SAMPAIO, I. B. M.; MONTEIRO, J. B. N.; MORATO, L. E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras ¹/₂, ³/₄ e ⁷/₈ Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2000–2008, 2005.

BADINGA, L; THATCHER, W. W.; DIAZ, T.; DROST, M.; WOLFENSON, D. Effect of Environmental Heat Stress on Follicular Development and Steroidogenesis in Lactating Holstein Cows. **Theriogenology**, v. 39, p. 797–810, 1993.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiencia em edificações rurais**. 2. ed. Viçosa - MG: UFV, 2010.

BARROS, P. C.; OLIVEIRA, V.; CHAMBÓ, E. D; SOUZA, L. C. Aspectos práticos da termorregulação em suínos. **Nutritime**, v. 7, n. 3, p. 1248–1253, 2010.

BARUSELLI, P. S. **Avaliação do mercado de IATF no Brasil**. Boletim Eletrônico do Departamento de Reprodução Animal/FMVZ/USP, 1. ed., 2019.

BARUSELLI, P. S.; GIMENES, L.U.; SALES, J. N. S. Fisiologia reprodutiva de fêmeas taurinas e zebuínas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.31, n.2, p.205-211, 2007.

BARUSELLI, P. S.; MARQUES, M. O.; CARVALHO, N. A. T.; MADUREIRA, E. H.; CAMPOS FILHO, E. P. Efeito de diferentes protocolos de inseminação artificial em tempo fixo na eficiência reprodutiva de vacas de corte lactantes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v. 26, p. 218–221, 2002.

BARUSELLI, P. S.; SALES, J. N. S.; VIEIRA, L. M.; SÁ FILHO, M. F. History, evolution and perspectives of timed artificial insemination programs in Brazil. **Animal Reproduction**, v.9, p.139-152, 2012.

BERGFELD, E. G. M.; KOJIMA, F. N.; CUPP, A. S.; WEHRMAN, M. E.; PETERS, K. E.; GARCIA-WINDER, M.; KINDER, J. E. Ovarian follicular development in prepubertal heifers is influenced by level of dietary energy intake. **Biology of Reproduction**, v. 51, n. 5, p. 1051–1057, 1994.

BESBACI, M.; ABDELLI, A.; BELABDI, I.; BENABDELAZIZ, A.; KHELILI, R.; MEBARKI, M.; KAIDI, R. Effects of GnRH or hCG on day 11 after artificial insemination in cows luteal activity. **Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society**, v. 69, n. 4, 2018.

BILEGO, U. O.; BILEGO, U. O.; SANTOS, F. C.; PORTO, R. N. G.; PIRES, B. C.; OLIVEIRA FILHO, B. D.; VIU, M. A. O.; GAMBARINI, M. L. Ovarian evaluation of Girolando (Holstein × Gir) heifers submitted to a GnRH-PGF2 α -GnRH protocol in the dry or rainy seasons in the tropical savannah. **Tropical Animal Health and Production**, v. 45, n. 7, p. 1461–1467, 2013.

BONATO, D. V.; VRISMAN, D. P.; TAIRA, A. R.; GHIZZI, L. G.; UENO, R. K.; NEUMANN, M.; TEIXEIRA, P. P. M.; CRIVELLENTI, S. B. Cetose em vacas leiteiras de alta produção. **Revista Investigação**, v. 14, n. 6, p. 96–101, 2015.

BOSSIS, I.; WETTEMANN, R. P.; WELTY, S. D.; VIZCARRA, J.; SPICER, L. J. Nutritionally induced anovulation in beef heifers: Ovarian and endocrine function during realimentation and resumption of ovulation. **Biology of Reproduction**, v. 62, n. 5, p. 1436–1444, 2000.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. Black globe humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE [American Society of Agricultural Engineers] (USA)**, v. 24, p. 711–714, 1981.

CARDOSO, C. C.; PERIPOLLI, V.; AMADOR, S. A.; BRANDÃO, E. G.; ESTEVES, G. I. F.; SOUSA, C. M. Z.; FRANÇA, M. F. M. S.; GONÇALVES, F. G.; BARBOSA, F. A.; MONTALVÃO T. C.; MARTINS, C. F.; FONSECA NETO, A. M.; MCMANUS, C. Physiological and ther-

mographic response to heat stress in zebu cattle. **Livestock Science**, v. 182, p. 83–92, 2015.

CARVALHO, G. A.; SALMAN, A. K. D.; CRUZ, P. G.; SILVA, F. R. F.; HALFEN, J.; SCHMITT, E. Relationship between thermal comfort indices and internal temperature of grazing lactating holstein × gyr cows in western Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 48, n. 3, p. 191–196, 2018.

CHENAULT, J. R.; THATCHER, W. W.; KALRA, P. S.; ABRAMS, R. M.; WILCOX, C. J. Transitory changes in plasma progesterone, estradiol, and luteinizing hormone approaching ovulation in the bovine. **Journal of dairy science**, v. 58, n. 5, p. 709–717, 1975.

CHRISTINSON, G. I.; JOHNSON, H. D. Cortisol Turnover in Heat-Stressed Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 35, n. 5, p. 1005–1010, 1972.

COLAZO, M. G.; KASTELIC, J. P.; MAPLETOFT, R. J. Effects of estradiol cypionate (ECP) on ovarian follicular dynamics, synchrony of ovulation, and fertility in CIDR-based, fixed-time AI programs in beef heifers. **Theriogenology**, v. 60, n. 5, p. 855–865, 2003.

COLAZO, M. G.; KASTELIC, J. P.; MARTÍNEZ, M. F.; WHITTAKER, P. R.; WILDE, R.; AMBROSE, J. D.; CORBETT, R.; MAPLETOFT, R. J. Fertility following fixed-time AI in CIDR-treated beef heifers given GnRH or estradiol cypionate and fed diets supplemented with flax seed or sunflower seed. **Theriogenology**, v. 61, n. 6, p. 1115–1124, 2004.

COSTA, A. N. L.; FEITOSA, J. V.; MONTEZUMA JÚNIOR, P. A.; SOUZA, P. T.; ARAÚJO, A. A. Hormonal profiles, physiological parameters, and productive and reproductive performances of Girolando cows in the state of Ceará-Brazil. **International Journal of Biometeorology**, v. 59, n. 2, p. 231–236, 2015.

DE RENSIS, F.; LOPEZ-GATIUS, F.; GARCÍA-ISPIERTO, I.; MORINI, G.; SCARAMUZZI, R. J. Causes of declining fertility in dairy cows during the warm season. **Theriogenology**, v. 91, p. 145–153, 2017.

DE RENSIS, F.; MARCONI, P.; CAPELLI, T.; GATTI, F.; FACCIOLONGO, F.; FRANZINI, S.; SCARAMUZZI, R. Fertility in postpartum dairy cows in winter or summer following estrus synchronization and fixed time AI after the induction of an LH surge with GnRH or hCG. **Theriogenology**, v. 58, n. 9, p. 1675–87, dez. 2002.

DE RENSIS, F.; SCARAMUZZI, R. J. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow—a review. **Theriogenology**, v. 60, n. 6, p. 1139–1151, 2003.

DE ZEN, S.; BARROS, G. S. C. Evolução do mercado brasileiro da carne bovina. In PIRES, A. V. **Bovinocultura de corte** / Alexandre Vaz Pires. - - Piracicaba: FEALQ, 2010. V II, 760 p.

DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1996.

EDMONSON, A. J.; LEAN, J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T.; Webster, G. A body condition scoring chart for Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, p. 68-78, 1989.

EIGENBERG, R. A.; BROWN-BRANDL, T. M.; NIENABER, J. A. Development of a livestock weather safety monitor for feedlot cattle. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 23, n. 5, p. 657–660, 2007.

EUCLIDES FILHO, K., EUCLIDES, V. P. B. Desenvolvimento recente da pecuária de corte brasileira e suas perspectivas. In PIRES, A. V. **Bovinocultura de corte** / Alexandre Vaz Pires. - - Piracicaba: FEALQ, 2010. V II, 760 p.

EUCLIDES V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Animal production from tropical pastures renovated by subsoiling and fertilization in the Cerrados of Brazil. In INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro, Brasil. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2001. P. 841-842.

FAÇANHA, D. A. E.; FERREIRA, J. B.; SOTO-BLANCO, B.; GUILHERMINO, M. M.; LEITE, J. H. G. M.; NERY, K. M.; VASCONCELOS, A. M.; COSTA, W. P. Multivariate approach to milk production and some physiological traits of crossbred dairy cows. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 2851–2856, 2017.

FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; PIRES, A. V.; BIEHL, M. V.; SANTOS, M. H.; BARROSO, J. P. R.; GONÇALVES, J. R. S.; ROBERTO SARTORI, M.; DAY, M. L. Comparison of two timed artificial insemination system schemes to synchronize estrus and ovulation in Nellore cattle. **Theriogenology**, v. 86, n. 8, p. 1939–1943, 2016.

FERREIRA, F.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L.; COELHO, S. G.; CARVALHO, A. U.; FERREIRA, P. M.; FACURY FILHO, E. J.; CAMPOS, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 732–738, 2006.

FRANÇA, L. M.; RODRIGUES, A. S.; BRANDÃO, L. G. N.; LOIOLA, M. V. G.; CHALHOUB, M.; FERRAZ, P. A.; BITTENCOURT, R. F.; JESUS, E. O.; RIBEIRO FILHO, A. L. Comparação de dois ésteres de estradiol como indutores da ovulação sobre o diâmetro folicular e a taxa de gestação de bovinos leiteiros submetidos a programa de Inseminação Artificial em Tempo Fixo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.16, n.4, p.958-965, 2015.

GARCIA-ISPIERTO, I.; LÓPEZ-HELGUERA, I.; TUTUSAUS, J.; SERRANO, B.; MONLEÓN, E.; BADIOLA, J.; LÓPEZ-GATIUS, F. Coxiella burnetii shedding during the peripartum period and subsequent fertility in dairy cattle. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 48, n. 3, p. 441–446, 2013.

GINTHER, O. J.; WILTBANK, M. C.; FRICKE, P. M.; GIBBONS, J.R.; KOT, K. Selection of the dominant follicle in cattle. **Biology of reproduction**. 55:1187-94, 1996.

GUTIÉRREZ, C. G.; GLAZYRIN, A. L.; ROBERTSON, G. W.; CAMPBELL, B. K.; GONG, J. G.; BRAMLEY, T. A.; WEBB, R. Ultra-structural characteristics of bovine granulosa cells associated with maintenance of oestradiol production in vitro. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 134, n. 1, p. 51–58, 1997.

GUZELOGLU, A.; AMBROSE, J. D.; KASSA, T.; DIAZ, T.; THATCHER, M. J.; THATCHER, W. W. Long-term follicular dynamics and biochemical characteristics of dominant follicles in dairy cows subjected to acute heat stress. **Animal Reproduction Science**, v. 66, n. 1, p. 15–34, 2001.

GWAZDAUSKAS, F. C.; THATCHER, W. W.; KIDDY, C. A.; PAAPE, M. J.; WILCOX, C. J. Hormonal patterns during heat stress following PG-F2 α -tham salt induced luteal regression in heifers. **Theriogenology**, v. 16, n. 3, p. 271–285, set. 1981.

HADDAD, C. M.; MENDES, C. Q. Manejo da estação de monta, das vacas e das crias. In PIRES, A. V. **Bovinocultura de corte** / Alexandre Vaz Pires. - - Piracicaba: FEALQ, 2010. V II, p. 760.

HANSEN, P. J. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. **Animal Reproduction Science**, v. 82–83, p. 349–360, 2004.

HAWK, H. W. Sperm survival and transport in the female reproductive tract. **Journal of Dairy Science**, v. 66, n. 12, p. 2645–2660, 1983.

IBANESCU, I.; SIUDA, M.; BOLLWEIN, H. Motile sperm subpopulations in bull semen using different clustering approaches—Associations with flow cytometric sperm characteristics and fertility. **Animal Reproduction Science**, v. 215, p. 106329, 2020.

INGRAHAM, R. H.; GILLETTE, D. D.; WAGNER, W. D. Relationship of Temperature and Humidity to Conception Rate of Holstein Cows in Sub-tropical Climate. **Journal of Dairy Science**, v. 57, n. 4, p. 476–481, 1974.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?edicao=21858&ct=downloads>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. **Projeto TerraClass**. Online. Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terra-class2014.php>. Acesso em: 20 mai. 2016.

JINKS, E. M.; SMITH, M. F.; ATKINS, J. A.; POHLER, K. G.; PERRY, G. A.; MACNEIL, M. D.; GEARY, T. W. Preovulatory estradiol and the establishment and maintenance of pregnancy in suckled beef cows. **Journal of animal science**, v. 91, n. 3, p. 1176-1185, 2013.

KORNMATITSUK, B.; CHANTARAPRATEEP, P.; KORNMATITSUK, S.; KINDAHL, H. Different types of postpartum luteal activity affected by the exposure of heat stress and subsequent reproductive performance in holstein lactating cows. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 43, n. 5, p. 515–519, 2008.

KRININGER, C. E. BLOCK, J.; AL-KATANANI, Y. M.; RIVERA, R. M.; CHASE, C. C.; HANSEN, P. J. Differences between Brahman and Holstein cows in response to estrus synchronization, superovulation and resistance of embryos to heat shock. **Animal reproduction science**, v. 78, n. 1–2, p. 13–24, 15, 2003.

LEW, B. J.; MEIDAN, R.; WOLFENSON, D. Concentrações hormonais e desenvolvimento folicular de vacas leiteiras em hipertermia sazonal e aguda. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 816–822, 2006.

LÓPEZ-GATIUS, F.; LÓPEZ-BÉJAR, M.; FENECH, M.; HUNTER, R. H. F. Ovulation failure and double ovulation in dairy cattle: risk factors and effects. **Theriogenology**, v. 63, n. 5, p. 1298–1307, 15, 2005.

LU, J. C.; HUANG, Y. F.; LÜ, N. Q. Computer-aided sperm analysis: past, present and future. **Andrologia**, v. 46, n. 4, p. 329-338, 2014.

LUCY, M. C. Stress, strain, and pregnancy outcome in postpartum cows. **Animal Reproduction**, v. 16, n. 3, p. 455-464, 2019.

MACKEY, D. R.; SREENAN, J. M.; ROCHE, J. F.; DISKIN, M. G. Effect of acute nutritional restriction on incidence of anovulation and periovulatory estradiol and gonadotropin concentrations in beef heifers. **Biology of Reproduction**, v. 61, n. 6, p. 1601-1607, 1999.

MARTINS, C. M.; CASTRICINI, E. S. C.; SÁ FILHO, M. F.; GIMENES, L. U.; BARUSELLI, P. S. Dinâmica folicular em novilhas e vacas nelore (*Bos indicus*) tratadas

com dispositivo intravaginal de progesterona novo ou reutilizado associado ou não a progesterona injetável. **Acta Scientiae Veterinarie**, v. 33, p. 227, 2005.

MILLER, B. G.; MOORE, N. W. Effects of progesterone and oestradiol on endometrial metabolism and embryo survival in the ovariectomized ewe. **Theoriology**, v. 6, n. 6, p. 636-636, 1976.

MORAES, J. C. F.; SOUZA, C. J. H.; GONÇALVES, P. B. D.; FREITAS, V. J. F.; LOPES JÚNIOR, E. S. Controle de estro e da ovulação em ruminantes. In GONÇALVES, P. B. D.; FIGUEIREDO, J. R.; FREITAS, V. J. F. **Biotécnicas aplicadas à reprodução animal**. 2ª ed. São Paulo: ROCA, 2008. p 33-53.

MORAIS, D. A. E. F.; MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; VASCONCELOS, A. M.; LIMA, P. O.; GUILHERMINO, M. M.; Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 84, p. 538-545, 2008.

NÃÃS, I. A. **Principio de Conforto Termico na produção Animal**. São Paulo: Ícone, 1989.

NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition**. 7. ed. Washington DC: [s.n.], 2001.

O'CALLAGHAN, D.; BOLAND, M. P. Nutritional effects on ovulation, embryo development and the establishment of pregnancy in ruminants. **Animal Science**, v. 68, n. 2, p. 299–314, 1999.

OWEN, R.D. Bovine Estrus: Tools for Detection and Understand. In: FIELDS, M. J., SAND, R.S., YELICH, J.V. **Factors Affecting Calf Crop: Biotechnology of Reproduction**. Danvers, Massachusetts: CRC Press, 2001. Cap. 2. p. 9-21.

PERRY, G. A.; PERRY, B. L. Effect of preovulatory concentrations of estradiol and initiation of standing estrus on uterine pH in beef cows. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 34, n. 3, p. 333-338, 2008.

PERRY, G. A.; SMITH, M. F.; LUCY, M. C.; GREEN, J. A.; PARKS, T. E.; MACNEIL, M. D.; GEARY, T. W. Relationship between follicle size at insemination and pregnancy success. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 102, n. 14, p. 5268-5273, 2005.

PERRY, G.A.; SMITH, M.F.; ROBERTS, A.J.; MACNEIL, M.D.; GEARY, T. W. Relationship between size of the ovulatory follicle and pregnancy success in beef heifers. **Journal of animal science**, v. 85, n. 3, p. 684-689, 2007.

PERRY, G.A.; PERRY, B. L. GnRH treatment at artificial insemination in beef cattle fails to increase plasma progesterone concentrations or pregnancy rates. **Theriogenology**, v.71, p.775–779, 2009.

PFEIFER, L. F. M.; CASTILHO, E. M.; SCHNEIDER, A.; LUZ, E. M.; LUCIA JÚNIOR, T.; DIONELLO, N. J. L.; CORRÊA, M. N. Utilização de cloprostenol sódico e benzoato de estradiol em vacas de corte inseminadas em tempo-fixo ou com observação de cio. **Ciência Animal Brasileira**, 2007.

PFEIFER, L. F. M.; JÚNIOR, J. S. O.; POTIENS, J. R. Effect of sperm kinematics and size of follicle at ovulation on pregnancy rate after timed AI of beef cows. **Animal reproduction science**, v. 201, p. 55-62, 2019.

PFEIFER, L. F. M.; RODRIGUES, W. B.; CASANOVA, K. S.; ANACHE, N. A.; CASTRO, N. A.; CASTILHO, E. M.; NOGUEIRA, E. Different protocols using PGF₂ α as ovulation inducer in Nelore cows subjected to estradiol-progesterone timed AI based protocols. **Theriogenology**, v. 120, p. 56-60, 2018.

PIMENTEL, P. G.; MOURA, A. A. A. N.; NEIVA, J. N. M.; ARAÚJO, A. A.; TAIR, R. F. L. Consumo, produção de leite e estresse térmico em vacas da raça Pardo-Suíça alimentadas com castanha de caju. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 6, p. 1523-1530, 2007.

RANDALL, M. Physiology of Stress: Cortisol and the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis. **DUJS Online - The Dartmouth Undergraduate Journal of Science**, 2010.

REIS, E. L.; MARQUES, M. O.; CARVALHO, N. A. T.; NASSER, C. L. F.; COSTA NETO, W. P.; BARUSELLI, P. S. Aumento da taxa de concepção em receptoras de embrião bovino com maiores concentrações plasmáticas de progesterona no dia da inovulação. **Acta Scientiae Veterinariae**, 32: 88, 2004.

RHODES, F. M.; FITZPATRICK, L. A.; ENTWISTLE, K. W.; DE'ATH, G. Before and After Nutritional Anoestrus. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 104, , p. 41-49, 1994.

RIBEIRO FILHO, A. L.; FERRAZ, P. A.; RODRIGUES, A. S.; BITTENCOURT, T. C. B. S. C.; LOIOLA, M. V. G.; CHALHOUB, M. Diâmetro do folículo no momento da inseminação artificial em tempo fixo e taxa de concepção em vacas nelore. **Ciencia Animal Brasileira**, v. 14, n. 4, p. 501-507, 2013.

RICHARDSON, B. N.; HILL, S. L.; STEVENSON, J. S.; DJIRA, G. D.; PERRY, G. A. Expression of estrus before fixed-time AI affects conception

rates and factors that impact expression of estrus and the repeatability of expression of estrus in sequential breeding seasons. **Animal reproduction science**, v. 166, p. 133-140, 2016.

ROMAN-PONCE, H.; THATCHER, W. W.; WILCOX, C. J. Hormonal interrelationships and physiological responses of lactating dairy cows to a shade management system in a subtropical environment. **Theriogenology**, v. 16, n. 2, p. 139-154, 1981.

RONDÔNIA. **Indicador de Anomalia da Precipitação Mensal: Índice “BMDI” no Estado de Rondônia, Período Chuvoso 2017-2018**. Porto Velho: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental - SEDAM, 2018.

ROSENBERG, M.; FOLMAN, Y.; HERZ, Z.; FLAMENBAUM, I.; BERMAN, A.; KAIM, M. Effect of climatic conditions on peripheral concentrations of LH, progesterone and oestradiol-17 β in high milk-yielding cows. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 66, n. 1, p. 139-146, 1982.

ROSENBERGER, M.; CHUN, S.Y.; KAIM, M.; HERZ, Z.; FOLMAN, Y. The effect of GnRH administered to dairy cows during oestrus on plasma LH and conception in relation to the time of treatment and insemination. **Animal Reproduction Science**. v. 24, p. 13-24, 1991.

SÁ FILHO, M. D.; CRESPILO, A. M.; SANTOS, J. E. P.; PERRY, G. A.; BARUSELLI, P. S. Ovarian follicle diameter at timed insemination and estrous response influence likelihood of ovulation and pregnancy after estrous synchronization with progesterone or progestin-based protocols in suckled *Bos indicus* cows. **Animal Reproduction Science**, v. 120, n. 1-4, p. 23-30, 2010.

SÁ FILHO, M.F.; SANTOS, J. E. P.; FERREIRA, R. M., SALES, J. N. S., BARUSELLI, P. S. Importance of estrus on pregnancy per insemination in suckled *Bos indicus* cows submitted to estradiol/progesterone-based timed insemination protocols. **Theriogenology**, v. 76, p.455-463, 2011.

SANTOS, I. A. P. **Efeito do época do ano e da suplementação energético-proteica no metabolismo, comportamento ingestivo e resposta ovariana de vacas leiteiras criadas no Bioma Amazônia.** 58 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional em Meio Ambiente, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto velho, 2021.

SARTORI, R.; GUARDIEIRO, M. M. Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, , p. 422–432, 2010.

SCHMIDT, H.; KAMP, G. Induced hyperactivity in boar spermatozoa and its evaluation by computer-assisted sperm analysis. **Reproduction**, v. 128, n. 2, p. 171-179, 2004.

SCHÜLLER, L. K.; BURFEIND, O.; HEUWIESER, W. Impact of heat stress on conception rate of dairy cows in the moderate climate considering different temperature-humidity index thresholds, periods relative to breeding, and heat load indices. **Theriogenology**, v. 81, n. 8, p. 1050–1057, 2014.

SEGUI, M. S.; WEISS, R. R.; CUNHA, A. P.; ZOLLER, R. Indução ao estro em bovinos de corte (Estrus induction in beef cattle). **Archives of Veterinary Science**, v. 7, n. 2, p. 173-178, 2002.

SHEHAB-EL-DEEN, M. A. M. M.; LEROY, J. L. M. R.; FADEL, M. S.; SALEH, S. Y. A.; MAES, D.; VAN SOOM, A. Biochemical changes in the follicular fluid of the dominant follicle of high producing dairy cows exposed to heat stress early post-partum. **Animal Reproduction Science**, v. 117, n. 3, p. 189–200, 2010.

SILVA, G. M. **Grau de hiperativação espermática e cio na prenhez de vacas de corte inseminadas em tempo fixo.** 2021. 45 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional em Meio Ambiente, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto velho, 2021.

SILVA, R. G.; MORAIS, D. A. E. F.; GUILHERMINO, M. M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4 SUPPLEMENT, p. 1192–1198, ago. 2007.

SOUZA, B. B.; BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária Científica No Semiárido**, v. 8, n. 3, p. 6–10, 2012.

SOUZA, D. R.; SILVA, F. F.; ROCHA NETO, A. L.; SILVA, V. L.; DIAS, D. L. S.; SOUZA, D. D.; ALMEIDA, P. J. P.; PONDÉ, W. P. S. T. S. Suplementação proteica a pasto sob o consumo, digestibilidade e desempenho na terminação de novilhos Nelore na época das águas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, p. 1121–1132, 2012.

SOUZA, V. L. **Avaliação da fertilidade do rebanho bovino de Rondônia e o uso da detecção de cio e do GnRH para aumentar a eficiência de programas de IATF**. 2019. 39 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional em Meio Ambiente, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto velho, 2019.

SOUZA, V. L.; NEVES, P. M. A.; ANDRADE, J. S.; FERREIRA, R.; PFEIFER, L. F. M. Efeito do cipionato de estradiol (ECP) na incidência de cio em vacas castradas. In **VIII Encontro de Iniciação à Pesquisa da Embrapa Rondônia e III Encontro de Pós-graduação, 2017** / editor, Luiz Francisco Machado Pfeifer. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2017. 79p.

STEVENSON, J. S.; TIFFANY, S. M.; LUCY, M. C. Use of estradiol cypionate as a substitute for GnRH in protocols for synchronizing ovulation in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. v. 87, p. 3298–3305. 2004.

STOBER, M. Identificação, Anamnese, regras básicas da técnica do exame clínico geral. In: **Exame clínico dos bovinos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1993. p. 419.

THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, v. 12, p. 5761, 1959.

TURCO, C. P. **Melhoramento Genético ao Alcance do Produtor: bovino-cultura de corte**. Bebedouro: Ed. SCOT CONSULTORIA, 2006. 169p.

ULLAH, G.; FUQUAY, J. W.; KEAWKHONG, T.; CLARK, B. L.; POGUE, D. E.; MURPHEY, E. J. Effect of gonadotropin-releasing hormone at estrus on subsequent luteal function and fertility in lactating Holsteins during heat stress. **Journal of dairy science**, v. 79, n. 11, p. 1950–3, 1996.

VASCONCELOS, A. M.; ALBUQUERQUE, C. C.; CARVALHO, J. F.; FAÇANHA, D. A. E.; LIMA, F. R. G.; SILVEIRA, R. M. F.; FERREIRA, J. Adaptive profile of dairy cows in a tropical region. **International Journal of Biometeorology**, v. 64, n. 1, p. 105–113, 2020.

VICKERS, L. A.; BURFEIND, O.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; VEIRA, D. M.; WEARY, D. M.; HEUWIESER, W. Technical note: Comparison of rectal and vaginal temperatures in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 11, p. 5246–5251, 2010.

WEBB, R.; GARNSWORTHY, P. C.; GONG, J-G.; ARMSTRONG, D. G. Control of follicular growth: Local interactions and nutritional influences. **Journal of animal science**, v. 82, n. 63–74, p. 2299–2302, 2004.

WHEATON, J. E.; LAMB, G. C. Induction of cyclicity in postpartum anestrous beef cows using progesterone, GnRH and estradiol cypionate (ECP). **Animal Reproduction Science**. v. 102, p. 208–216, 2007.

WILSON, S. J.; MARION, R. S.; SPAIN, J. N.; SPIERS, D. E.; KEISLER, D. H.; LUCY, M. C. Effects of Controlled Heat Stress on Ovarian Function of Dairy Cattle. Lactating Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 8, p. 2124–2131, 1998.

WISE, M. E.; ARMSTRONG, D. V.; HUBER, J. T.; HUNTER, R.; WIERSMA, F. Hormonal Alterations in the Lactating Dairy Cow in Response to Thermal Stress. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 9, p. 2480–2485, set. 1988.

ZIMBELMAN, R. B.; RHOADS, R. P.; RHOADS, M. L.; DUFF, G. C.; BAUMGARD, L. H.; COLLIER, R. J. A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. **Arizona and New Mexico Dairy Newsletter**, p. 158–169, 2009.

5. ALTERNATIVAS PARA MITIGAR O ESTRESSE TÉRMICO DE BOVINOS EM PASTEJO NO BIOMA AMAZÔNIA

Ana Karina Dias Salman

Elaine Coimbra de Souza

Giovanna Araújo de Carvalho

Odilene de Souza Teixeira

O estado de Rondônia, localizado próximo à faixa climática tropical do planeta, caracteriza-se por apresentar temperaturas elevadas durante o ano todo, em consequência da alta incidência de radiação solar. Tal atributo, somado aos valores também elevados de umidade relativa do ar, faz com que os animais de produção, principalmente os criados em sistema extensivo, não expressem completamente seu potencial produtivo e reprodutivo (Azevedo et al., 2005; McManus et al., 2009; Gurgel et al., 2012). Nesse sentido, destaca-se o paradoxo entre as condições climáticas e a prospecção da atividade pecuária a longo prazo no bioma Amazônia.

Desse modo, as condições climáticas revelam um cenário futuro desafiador nessa região, em virtude do estresse térmico que pode causar, no qual a combinação entre variáveis climáticas e a alta produção de calor metabólico do animal, resulta em um estoque de calor corporal excedente, impossibilitando o animal de dissipá-lo para o ambiente (Yang, 2014; Silva et al., 2015). Em resposta a esse fenômeno, mudanças hormonais, fisiológicas e comportamentais ocorrem com o intuito de remover o excesso de calor gerado e assim, manter o animal dentro de sua zona de conforto térmico (ZCT) (Azêvedo e Alves, 2009; Herbut et al., 2018).

Nessa perspectiva, os índices de conforto térmico foram desenvolvidos com base em variáveis meteorológicas e/ou fisiológicas para prever o efeito do estresse térmico na pecuária (Bohmanova et al., 2007; Nascimento et al., 2013). Uma vez que, esses índices auxiliam os produtores e os pesquisadores

na escolha de meios de mitigar o estresse e determinar os períodos em que estas medidas serão implementadas (Moraes Júnior et al., 2010; Berman et al., 2016). Dentre os indicadores propostos na literatura, destaca-se o índice de temperatura e umidade (ITU).

O ITU foi proposto por Thom (1959) e adaptado para animais de produção e está fundamentado, exclusivamente em variáveis climáticas (temperatura e umidade). Tal índice é utilizado com relevância em estudos sobre adaptabilidade de bovinos leiteiros (Kadzere et al., 2002; Takahashi et al., 2009; Marins, 2016; Liu et al., 2019), porém as variáveis e seus coeficientes devem ser consistentes com os mecanismos fisiológicos de troca de calor dos animais que estão sendo avaliados (Silva et al., 2007).

Nesse aspecto, alterações na frequência respiratória (FR) e na temperatura interna (TI) são os dois parâmetros fisiológicos mais utilizados no monitoramento do impacto do estresse térmico no desempenho animal (Almeida et al., 2013). Isso se deve ao fato de que a FR é o primeiro sinal visível de que o animal está em estresse térmico, atuando como mecanismo de termorregulação (Rashamol et al., 2018). Já a TI é considerada um efeito da termorregulação, podendo mostrar-se elevada (acima de 39,0°C), quando os mecanismos termorregulatórios falham em manter a homeostase do animal (Silanikove, 2000; Marai; Haeb, 2010). Entretanto, tais medidas são difíceis de ser mensuradas, principalmente em condições a campo e com grande número de animais (Bewley et al., 2008; Gaughan, 2009).

Em meio a condições estressantes de altas temperaturas, os animais respondem com alterações em seu comportamento, a fim de inibir a produção de calor endógeno ou para promover a sua perda (Schütz et al. 2011). Assim, a atividade de pastejo é a mais prejudicada, pois os animais diminuem o tempo destinado a essa atividade, aumentam o tempo em ócio e passam a ter maior ingestão de água (Perissinotto et al., 2005; Silva et al., 2009). Com a redução da atividade de pastejo e, conseqüentemente, do consumo alimentar, os animais apresentam menor ganho de peso, redução da eficiência reprodutiva e queda na produção de leite, o que acarreta prejuízos econômicos em virtude do baixo desempenho dos animais (Soren, 2012; Mellado et al., 2016).

Neste contexto, evidencia-se que estudos nessa área tornam-se emergentes haja vista a extensão do comprometimento produtivo e do bem-estar de animais criados a campo. Logo, a adoção de estratégias de manejo e sistemas de criação com maior eficiência na produção animal, como o sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) mostra-se como uma alternativa, pois, além dos benefícios para o solo e para a pastagem (Freitas et al., 2013), pode contribuir para o componente pecuário, em função do sombreamento natural proporcionado pelo componente florestal, cuja presença de árvores está associada ao conforto térmico (Schütz et al., 2014), otimizando o ganho de peso e, conseqüentemente, maior produção por animal (Paciullo et al., 2011) (Foto 1).



Foto 1 – Vacas da raça Girolando em pastejo no sistema de Integração Lavoura-Pecuária e Floresta (ILPF).

Foto: Nislene Molina.

Aliado ao sombreamento natural do sistema ILPF, a suplementação lipídica na dieta dos animais também se configura como opção, com vistas a auxiliar na adaptabilidade dos mesmos. Dentre os benefícios, observa-se a redução do incremento calórico produzido e de parâmetros fisiológicos responsáveis pela termorregulação, além do aumento na produção leiteira e melhorias reprodutivas (Staples et al., 2001; Porfírio-da-Silva et al., 2006; Bernardino; Garcia, 2010; Moallem et al., 2010; Wang et al., 2010; Silveira et al., 2014).

Na sequência serão abordados dois estudos (Carvalho, 2019; Souza, 2019a) que tiveram como objetivo avaliar as alterações comportamentais e respostas termorreguladoras de vacas lactantes e novilhas Girolando, manejadas em diferentes situações de pastejo em clima tropical.

Para alcançar os objetivos foram conduzidos dois ensaios de campo realizados no ano de 2015 no campo experimental da Embrapa Rondônia no município de Porto Velho, Rondônia, Brasil. O clima, segundo o sistema de classificação de Köppen atualizado por Alvares et al. (2014) é do tipo Am, caracterizado por duas estações bem definidas: verão chuvoso (novembro a abril) e inverno seco (maio a setembro). As médias anuais de temperatura do ar e de pluviosidade são de 26°C e 2095 mm, respectivamente. Na Tabela 1 são apresentadas as principais características dos ensaios:

Tabela 1 – Informações dos experimentos realizados no ano de 2015 no campo experimental da Embrapa Rondônia em Porto Velho, Rondônia.

Informações	Ensaio 1 (Carvalho, 2019)	Ensaio 2 (Souza, 2019a)
Período de execução	Janeiro a março/2015	Setembro a novembro/2015
Objetivo	Avaliar o efeito da suplementação com óleo de soja na produção e no comportamento de vacas lactantes	Avaliar o comportamento em pastejo e o conforto térmico de novilhas Girolando em sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e floresta (ILPF)
Delineamento <i>crossover</i> 2 x 2	2 tratamentos x 2 períodos de 20 dias (10 dias de adaptação e 10 dias para coleta de dados)	2 tratamentos x 2 períodos de 30 dias (10 dias de adaptação e 20 dias para coleta de dados)
Tratamentos	Suplementação com concentrado contendo (OS ⁺) ou não (OS ⁻) óleo de soja (7% da Matéria Seca) ¹	Pastagem a pleno sol ou pastagem sombreada por sete renques de eucalipto (65% de sombreamento)
Animais ²	Vacas lactantes	Novilhas
Autorização - CEUA ²	Protocolo – 01-2018	Protocolo – 06-2015
Grupo Genético	½ Holandês x Gir (n = 4) ¾ Holandês x Gir (n = 4)	¾ Holandês x Gir (n=8)
Idade	-	25±6,8 meses
Peso	471±5 kg/PV	268±83 kg/PV
Dias em lactação (DEL)	53±3 dias	-
Produção leiteira	22,6±3 kg/leite/dia	-
Pastagem	Capim-marandu manejado com lotação intermitente com 2 dias de ocupação e 10 dias de descanso e taxa de lotação média de 2,5 unidade animal (450 kg) por ha	Capim-xaraés manejado com lotação intermitente com 10 dias de ocupação e 30 dias de descanso e taxa de lotação média de 2,5 unidade animal (450 kg) por ha

¹Informações sobre as dietas experimentais disponível em Carvalho (2019)

²Ceua - Comissão de Ética para Uso de Animais da Embrapa Rondônia-RO.

5.1 – Estratégia nutricional com vistas a mitigação do estresse térmico em vacas de leite

A pesquisadora Carvalho (2019) realizou o ensaio experimental com vacas Girolando, cujo valor médio do ITU (Thom, 1959), durante o período experimental, foi de 75,6 ($\pm 2,5$), o que indica que os animais estavam sob condição de estresse ameno (ITU ente 72 e 78), de acordo com classificação de Armstrong (1994). Existe consenso de que em ambiente com ITU acima de 72, os animais já apresentam quedas produtivas e reprodutivos (Xue et al., 2010; Gorniak et al., 2014; Liu et al., 2019). Azevedo et al. (2005) afirmam que na literatura, tanto nacional quanto internacional, é limitada a quantidade de informações que se referem aos níveis críticos desse índice (ITU) para vacas mestiças.

A suplementação com óleo de soja não teve efeito sobre a frequência respiratória (FR) das vacas Girolando em lactação, sendo as médias dos tratamentos OS⁻ e do OS⁺ foi de 52,85 \pm 1,02 mov./min. e 53,79 \pm 1,03 mov./min., respectivamente. Os horários que foram observadas médias de FR maiores ao limite de 60 mov./min., considerado normal para bovinos adultos (Silanikove, 2000), foram às 08:00 h e entre às 13:00 e às 17:00 horas para os animais suplementados com óleo (OS⁺). Considerando os horários das avaliações ao longo do dia (Figura 1A), as médias da FR foram 10,4% e 12,1% superiores ($P < 0,001$) no grupo OS⁺, em relação àquelas observadas nos animais do grupo OS⁻ às 15:00 e às 16:00 horas, respectivamente, indicando que essa medida não foi efetiva para mitigar os efeitos do estresse térmico sobre os animais.

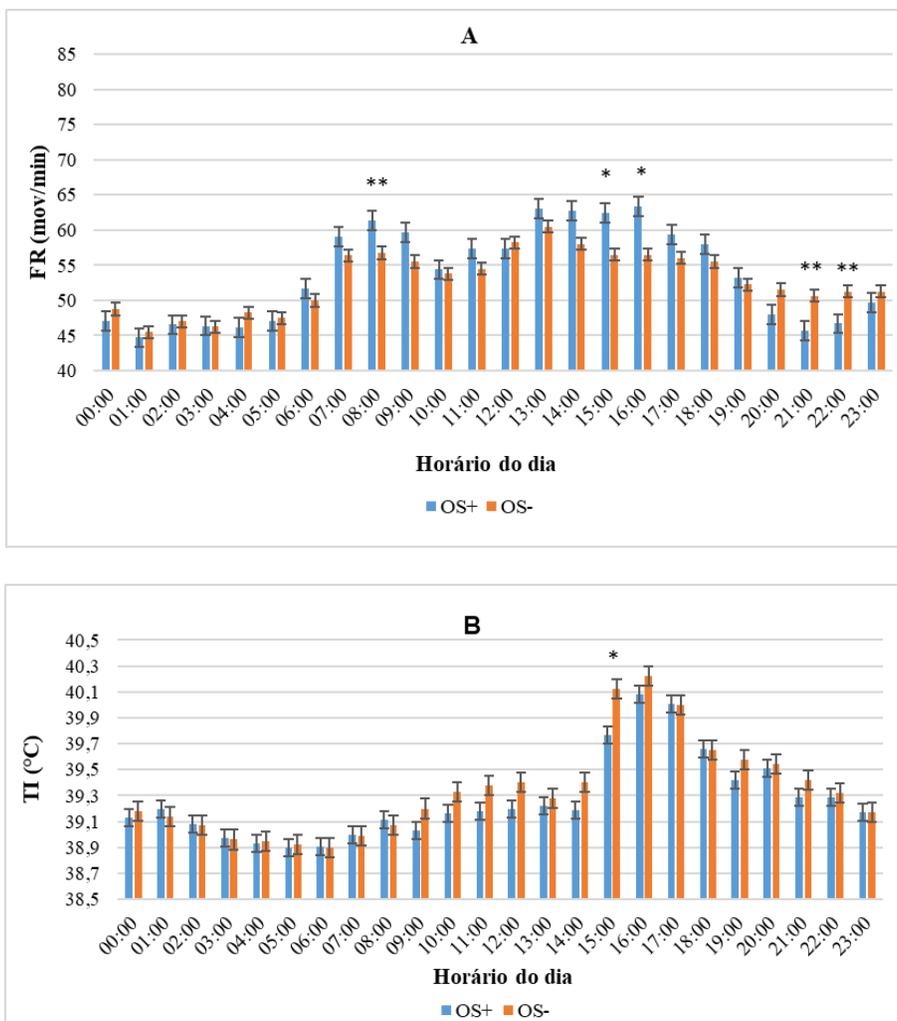


Figura 1 – Frequência respiratória (FR, **A**) e temperatura interna (TI, **B**) de vacas Girolando em lactação suplementadas (OS⁺) ou não (OS⁻) com óleo de soja, em pastagem de capim-marandu a pleno sol no município de Porto Velho (RO) no período das 00:00 às 23:00 horas. (* P<0,05 **P<0,01).

De maneira geral, independente dos tratamentos, as vacas Girolando em lactação apresentaram FR maior durante o dia (7:00h às 18:00h), do que no período da noite (19:00h às 6:00h). Corrêa et al. (2007), ao estudarem vacas leiteiras Holandês em sistema *free stall*, observaram que a FR dos animais foi maior no período da tarde (12:00 às 18:00 horas) em comparação com outros

horários ao longo do dia. Isso evidencia a necessidade de manejos alternativos para mitigar o estresse por calor no município de Porto Velho, como o provimento de sombra (natural ou artificial) para animais em pastagem ou, ainda, ventilação com aspersão em sistemas *free-stall*, com vistas a auxiliar as vacas em lactação na dissipação de calor.

Com relação à temperatura interna dos animais (Figura 1B), observou-se diferença ($P < 0,01$) somente às 15:00 horas, quando a média da TI do grupo OS⁺ foi inferior a do grupo OS⁻. Já com relação a média diária não se observa diferença entre os grupos, sendo de $39,27 \pm 0,11^\circ\text{C}$ para os animais suplementado (OS⁺) e $39,34 \pm 0,11^\circ\text{C}$ para o grupo sem suplementação (OS⁻). Ambas as temperaturas estão dentro da faixa considerada normal para bovinos, que compreende entre 38°C a $39,5^\circ\text{C}$ (Silanikove, 2000). Apesar da suplementação com óleo de soja não influenciar a TI das vacas Girolando em lactação, Carvalho et al. (2018) observaram que a TI variou entre os grupos genéticos, com a maior média observada à noite (das 18:00 h até 5:59 h) nas vacas $\frac{3}{4}$ Holandês \times $\frac{1}{4}$ Gir ($\frac{3}{4}$ HG) em relação às $\frac{1}{2}$ Holandês \times $\frac{1}{2}$ Gir ($\frac{1}{2}$ HG) (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias de temperatura interna (TI, °C) de vacas Girolando em lactação em pastagem a pleno sol no município de Porto Velho (RO), considerando grupos genéticos e períodos do dia (Dia = 06:00 h às 17:59 h e Noite = 18:00 h às 5:59 h).

Grupo Genético	Período		Erro-Padrão
	Dia	Noite	
$\frac{1}{2}$ HxG	39,0 Bb	39,1 Bb	0,088
$\frac{3}{4}$ HxG	39,4 Bb	39,5 Aa	0,088
Probabilidade	0,0007		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Quanto a TI entre os grupos genéticos, Dalcin et al. (2016) também encontraram alterações entre vacas lactantes $\frac{3}{4}$ HG e $\frac{1}{2}$ HG ($39,4^\circ\text{C}$ vs. $39,0^\circ\text{C}$, respectivamente). As vacas cruzadas $\frac{1}{2}$ HG são mais termotolerantes do que $\frac{3}{4}$ HG sob condição de estresse por calor (Costa et al., 2015). A incapacidade das

vacas $\frac{3}{4}$ HG de dissipar o calor corporal de forma mais adequada que as $\frac{1}{2}$ HG pode ser explicada pelo fato de que as raças zebuínas regulam a temperatura corporal de maneira mais eficiente do que as europeias, em resposta ao estresse térmico (Dalcin et al., 2016).

Logo, está bem estabelecido que as subespécies *Bos taurus indicus* e *Bos taurus taurus* regulam a temperatura corporal, de forma distinta (Lees et al., 2018). Assim, considerando que a perda de calor por meio evaporativo (suor ou respiração) é a forma mais eficiente de dissipação de calor em bovinos e que as raças zebuínas possuem maior número e atividade secretora dessas glândulas, torna-se compreensível os resultados encontrados no presente estudo. Nesse contexto, já se sabe que em clima tropical, a taxa de sudação de rebanho Girolando aumenta, acompanhando a proporção das raças zebuínas (Gir) (Mellado et al, 2011) (Foto 2; Foto 3).



Foto 2. Vacas da Girolando em pastagem sombreada.
Foto: Renata Silva.



Foto 3. Vacas Holandês em pastagem sombreada.
Foto: Renata Silva.

Além disso, os zebuínos possuem menor espessura de pele e com pelos mais curtos, brilhosos e lisos, os quais geralmente possuem coloração clara. Esses aspectos auxiliam na dissipação do calor corporal, tornando-os mais adaptados às condições tropicais (Figura 2). Outra característica que os diferem e vale destacar, é o metabolismo mais baixo das raças zebuínas em comparação com as europeias. À vista disso, em uma situação de estresse calórico, os zebuínos podem sustentar seus níveis metabólicos sem queda no consumo de oxigênio (O_2), até temperaturas mais elevadas que os animais taurinos (Hansen, 2004).



Figura 2 – Diferenças anatômicas e fisiológicas entre bovinos das subespécies *Bos taurus indicus* e *Bos taurus taurus*. Fonte: elaborada pelos autores.

Com relação ao comportamento ingestivo, a inclusão de 7% de óleo de soja na matéria seca do concentrado não alterou a taxa de bocado, o total de bocados diário e a massa de bocado das vacas lactantes, quando comparado ao grupo sem adição (CO⁺ vs. OS⁻). Considerando que o comportamento ingestivo dos herbívoros é influenciado pela estrutura do dossel, caracterizada pela altura, relação folha/colmo, densidade de forragem e massa de lâmina foliar, pelas características químicas e digestibilidade da forragem (Sollenberger; Burns, 2001), a semelhança no comportamento ingestivo das vacas suplementadas ou não com óleo de soja pode ser explicada pelo fato das mesmas estarem sujeitas às mesmas condições de pasto (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias de taxa de bocado, total de bocados diário, massa de bocado, número de sessões e duração de sessões de pastejo de vacas lactantes Girolando mantidas em pastagem de capim-marandu e suplementadas com concentrado contendo (OS+) ou não (OS-) 7% de óleo de soja.

Variáveis	Tratamentos		P
	OS ⁺	OS ⁻	
Taxa de bocado (bocados/min)	31,0	31,9	0,64
Total de bocados diário (n/dia)	11,0	10,4	0,37
Massa de bocado (g de MS/bocado)	0,9	1,0	0,25
Sessões de pastejo (n/dia)	5,0	6,0	0,43
Duração de sessões de pastejo (min)	63,3	57,4	0,22

Médias na linha não diferem entre si pelo teste Tukey-Kramer a 5% de significância.

As taxas de bocado das vacas lactantes, em ambos os tratamentos, estão próximas a variação de 33 e 41 bocados/min. encontrada por Silva et al. (2011), em estudo com novilhas Girolando em pastagem de capim *Brachiaria decumbens* Stapf. As médias do total de bocados (Tabela 3) foram menores que a de 28,4 bocados/dia observada por Gregorini et al. (2013) em vacas lactantes em pastagem de azevém perene (*Lolium perenne* L.); e menores que a média de 21,1 bocados/dia relatada por Pacheco et al. (2013), em vacas de descarte em pastagem de Milheto e Capim Sudão. Tal fato pode estar relacionado ao uso de suplemento concentrado na dieta das vacas do presente estudo, o qual devido ao maior adensamento energético, atendeu às exigências nutricionais dos animais ao longo do dia e conseqüentemente reduziu a ingestão da forragem da pastagem. Isso ocorre, por causa do efeito substitutivo do pasto por suplemento, resultando em menor número de bocados diário. Além disso, as médias da massa do bocado, 0,9 e 1,0 g de MS/bocado observadas nos tratamentos OS⁺ e OS⁻, respectivamente, estão próximas a variação de 1,0 a 1,1 g de MS/bocado observada em bovinos adultos mantidos em pastagens de clima tropical (Geremia, 2016).

O número e a duração das sessões de pastejo, das vacas lactantes, foram semelhantes entre os tratamentos (OS⁺ vs. OS⁻) (Tabela 3), corroborando com

Santana Junior et al. (2013), os quais observaram que a inclusão de fontes lipídicas, em diferentes níveis na suplementação, de vacas em lactação não exerce influência nessas variáveis. Pode-se dizer que o número de sessões de pastejo observado nesse estudo (5 e 6 sessões de pastejo/dia para OS⁺ vs. OS⁻, respectivamente) esteve próximo ao, normalmente, observado em bovinos adultos que é entre 6 e 8 sessões (Teixeira et al., 2010). As sessões de pastejo estão relacionadas ao tempo de duração das mesmas, pois quanto maior o tempo de duração nessa atividade, menor será o número das sessões (Santana Junior et al., 2012; Werner et al., 2019). De fato, isso ocorreu no presente estudo, na qual a duração média das sessões de pastejo de 63,3 e 57,4 minutos nos tratamentos OS⁺ e SO⁻, respectivamente (Tabela 3), foram acima da média de 40 minutos prevista para bovinos (Teixeira et al., 2010).

5.2 – Adoção de sistemas integrados de produção para otimizar o conforto térmico em vacas de leite

Durante o período experimental do ensaio com as novilhas Girolando em sistemas de integração lavoura-pecuária e floresta, Souza et al. (2019a) observaram médias diárias de temperatura do ar (TA) e umidade relativa do ar (UR) semelhantes entre os sistemas, sendo essas respectivamente; de 34,4±2,4 °C e 54,9% no sistema ILP; e de 33,9±1,76 °C e 54,4% no sistema ILPF. Esses resultados não eram esperados, já que normalmente, a TA é maior no sistema ILP, do que no ILPF (Aranha et al., 2019; Navarini et al., 2009). Porém, supõe-se que os termohigrômetros não tiveram sensibilidade para detectar as diferenças entre os dois sistemas. Isso refletiu nos valores de ITU, que também não diferiram entre os sistemas ILP e ILPF. Os valores de ITU registrados foram de 79,04±4,84 no sistema ILP; e de 78,97±4,36 no ILPF, os quais estão acima de 72, valor limite para que bovinos leiteiros não experimentem os efeitos negativos do clima sobre sua produtividade (Armstrong, 1994). De acordo com a classificação proposta por Armstrong (1994), os animais nos sistemas ILP e ILPF se encontravam em estresse moderado (ITU entre 79 e 88).

Apesar do ITU não ter indicado diferenças de conforto térmico entre os sistemas ILP e ILPF, analisando os parâmetros fisiológicos, comportamentais e produtivos entre as novilhas Girolando mantidas nesses sistemas, ficou evidenciado que a presença de árvores proporciona uma condição mais favorável aos animais. Isso porque as árvores transformam a energia solar em energia química latente pelo processo de fotossíntese, o que reduz a parcela de energia destinada ao aquecimento do ar (Baêta; Souza, 1997). O sombreamento proporcionado por bosques de árvores provoca redução média de aproximadamente, 11% na carga térmica radiante em pastagem de capim estrela-africana (*Cynodon plectostachyus*) no oeste do Paraná (Navarini et al., 2009).

Em termos dos parâmetros fisiológicos, observou-se que a FR das novilhas no sistema ILP ($57,9 \pm 12,12$ mov./min.) foi maior em comparação com a do sistema ILPF ($51,8 \pm 12,14$ mov./min.). Avaliando o conforto térmico de bezerros mestiços Holandês \times Zebu mantidos em abrigos móveis, sob sombrites ou a céu aberto, Cunha et al. (2007) evidenciaram que os animais mantidos a céu aberto apresentaram, no período da tarde, maior FR em relação aos demais tratamentos. Em estudo desenvolvido no Uruguai, Rovira e Velazco (2010) constataram médias de FR de 74 ± 2 , $67,0 \pm 18$ e $61,0 \pm 12$ mov./min. em novilhos Angus \times Hereford, de 15 meses de idade, mantidas em três condições: sem acesso a sombra; com sombra artificial ou sombra natural (projetada por árvores de eucalipto), respectivamente.

Nos períodos das 09:00 horas às 14:00 horas e das 17:00 horas até 18:00 horas, observa-se médias mais elevadas ($P < 0,001$) de FR para as novilhas do grupo ILP, em relação àquelas do ILPF (Figura 3). O sombreamento pelo sistema ILPF pode ter diminuído o calor absorvido pelo corpo dos animais e, desse modo, influenciado na redução da FR.

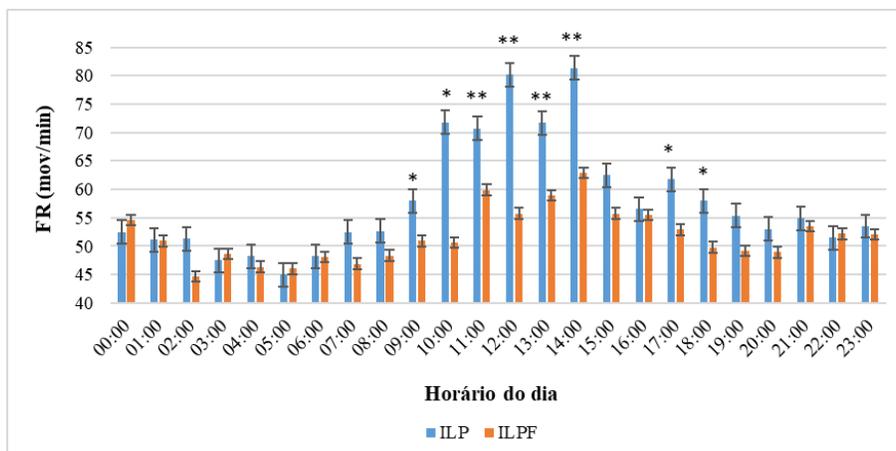


Figura 3 – Frequência respiratória (FR) de novilhas Girolando pastejando capim-xaraés em sistemas ILP e ILPF no período de 00:00 até 23:00 horas.

As médias diárias da TI das novilhas Girolando nos sistemas ILPF ($39,4 \pm 0,13$ °C) e ILP ($39,5 \pm 0,13$ °C) foram bem próximas. Porém, ao analisar as variações da TI das novilhas Girolando ao longo de 24 horas (Figura 4), observa-se que as variações na TI das novilhas acompanharam o ITU, e que nos horários das 11:00 horas, 12:00 horas e 13:00 horas, quando o ITU esteve entre 84 e 86, as novilhas do ILPF apresentaram TI mais baixa que àquelas que estavam a pelo sol. Durante o dia (06:00h até 17:59h), as novilhas no sistema ILP apresentaram TI maior ($39,5 \pm 0,56$ °C), em comparação com o sistema ILPF ($39,41 \pm 0,52$ °C), no qual provavelmente a copa das árvores reduziu a exposição direta das novilhas à radiação solar e, conseqüentemente, o calor absorvido por elas foi menor.

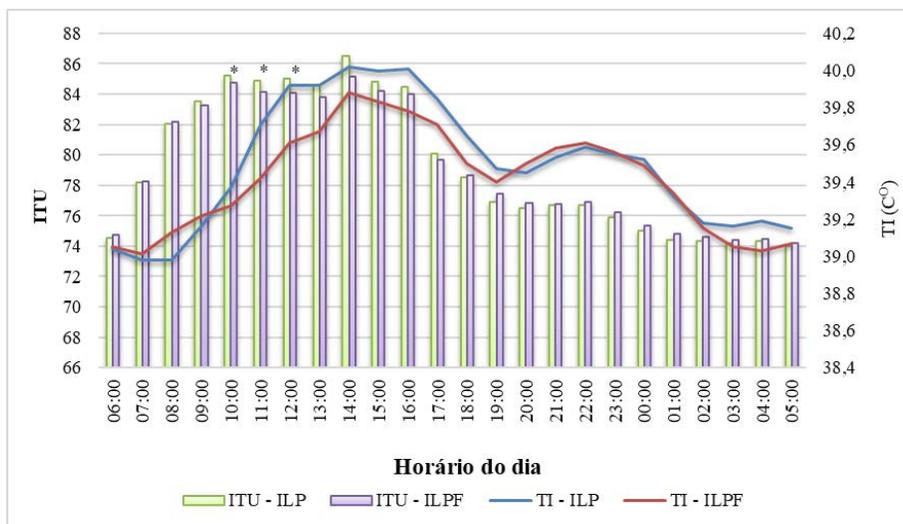


Figura 4– Variações no índice de temperatura e umidade (ITU) e na temperatura interna (TI) das novilhas Girolando pastejando capim-xaraés em sistema integração lavoura-pecuária (ILP) e integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) ao longo de 24 horas.

Na Tabela 4 são apresentadas as médias do período diurno (6:00 horas às 17:59 horas) dos tempos de pastejo e de ingestão de água e da temperatura interna de novilhas Girolando em capim-xaraés, sob os sistemas ILP e ILPF observadas no estudo de Souza et al. (2019b). Esses resultados mostram que no período diurno, as novilhas Girolando pastejaram por mais tempo e gastaram aproximadamente 50% menos tempo com a atividade de consumo de água em pastagens sombreadas. Isso está relacionado com a redução da incidência de radiação solar proporcionada pela presença das árvores, o que torna o ambiente com melhores condições climáticas para que os animais consigam fazer a termorregulação da temperatura corporal de forma mais eficiente (Navarini et al., 2009; Schütz et al., 2011).

Em relação ao ganho de peso vivo diário (GPD), Souza (2016) observou que as novilhas no sistema ILPF obtiveram acréscimo de 0,262 kg de PV, quando equiparadas as fêmeas do sistema ILP (0,983 kg PV vs. 0,721 kg PV, respectivamente). Carvalho e Olivo (1996), comparando o ganho de peso de novilhas leiteiras com e sem acesso à sombra, relataram que animais submetidos ao ambiente sombreado alcançaram aumento de,

em média, 0,250 kg de PV, quando confrontado aos animais expostos ao sol. Silva et al. (2009) também observaram maior ganho de peso diário em vacas da raça Pitangueira pastejando em áreas com sombreamento artificial. É importante ressaltar que esse maior ganho de peso de novilhas leiteiras nessa fase (pré-púbere) é primordial, visto que contempla o momento do desenvolvimento mamário. Além disso, o maior ganho de peso pode resultar em antecipação da idade à primeira cobertura e ao primeiro parto (Vandelaar, 1997; Paciullo et al., 2009). Para Hoffman (1997) nessa fase, fêmeas leiteiras devem ter um ganho de peso médio de 0,800 a 0,900 kg por dia, estando próximo aos valores encontrados no sistema ILPF

Tabela 4 – Médias dos tempos de pastejo, do tempo de ingestão de água, e da temperatura interna no período diurno (6:00 horas às 17:59 horas) de novilhas Girolando pastejando capim-xaraés em sistema integração lavoura-pecuária (ILP) e integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

Variável	ILPF	ILP
Tempo pastejo diurno (minutos)	581,3A	436,9B
Tempo bebendo água diurno (minutos)	4,9B	10,2A
Temperatura interna diurna (°C)	39,4B	39,5A

Médias nas linhas seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey-Kramer a 5% de significância.

Souza (2016), comparando os sistemas integrados em relação ao ganho de peso vivo total (kg PV), observou diferenças numéricas no peso final dos animais, sendo maior no sistema ILPF em relação ao ILP (41,5 kg PV vs. 31,5 kg PV, respectivamente). Ao avaliar novilhas mestiças Holandês x Zebu em pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob sistema silvipastoril (ou ILPF) e monocultura, Xavier (2009), observou maior peso vivo final em animais mantidos em áreas sombreadas.

O desempenho produtivo e o conforto térmico de animais mantidos em sistema silvipastoril são superiores à média dos sistemas tradicionais, por fornecer sombreamento e amenizar o desconforto animal. Esses fatores são condizentes com os novos preceitos de produção sustentável na pecuária, contribuindo para os aspectos produtivos, biológicos, econômicos, sociais

e ecológicos dessa exploração (Castro et al., 2008). A melhora do conforto térmico para o animal ocorre porque o dossel das árvores reduz a carga de calor que o animal recebe em 26%, em comparação com o ambiente a pleno sol (Silva et al., 2010).

Com relação ao comportamento ingestivo, a taxa de bocado e o total de bocados diário das novilhas Girolando apresentaram diferenças entre os sistemas ($P < 0,05$), com valores superiores para o sistema ILPF em relação ao ILP (Tabela 5). De modo geral, a taxa de bocado está relacionada à altura do dossel forrageiro. Em condições de maior altura da pastagem os animais tendem a diminuir a taxa de bocado e o tempo de pastejo, em função da massa de bocado ser elevada nessas condições, ocasionando também mudanças no total de bocados diário, já que este é produto da taxa de bocado e do tempo de pastejo (Rocha et al., 2016; Sampaio et al., 2016).

Apesar da altura numericamente maior do capim-xaraés na área do sistema ILPF, quando comparado ao ILP (Tabela 6), não foi observada diminuição na taxa de bocado (TB) nesse sistema. Isso pode estar relacionado com a densidade volumétrica da forragem, a qual obteve tendência de ser maior no sistema ILP (Tabela 5). Logo, resultou em aumento na massa do bocado (Tabela 6) e, conseqüentemente, menor TB pois os animais levam mais tempo para deglutir com maior volume (Hirata et al., 2010; Teixeira et al., 2010; Galli et al., 2018).

Tabela 5 – Médias de taxa de bocado, total de bocados diário, massa de bocado, número de sessões e duração de sessões de pastejo de novilhas Girolando mantidas em sistemas integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Floresta (ILPF).

Variáveis	Sistema		P
	ILP	ILPF	
Taxa de bocado (bocados/min)	23,6 B	28,5 A	0,049
Total de bocados diário (n/dia)	9,1 B	12,3 A	0,022
Massa de bocado (g de MS/bocado)	1,1 A	0,7 B	0,008
Sessões de pastejo (n/dia)	9,0 A	8,0 A	0,320
Duração de sessões de pastejo (min)	44,7 A	49,0 A	0,650

P= Probabilidade.

Em síntese, o estresse por calor é um desafio a ser superado pelos produtores de leite na região Amazônica, já que rebanhos leiteiros, sob esta condição, apresentam redução na atividade de pastejo e, conseqüentemente, do consumo alimentar, com inferências no desempenho animal. Por essa razão, medidas para mitigar ou atenuar os efeitos negativos no calor sobre os animais devem ser tomadas.

Tabela 6 – Densidade volumétrica da forragem (DVF) e altura do capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Floresta (ILPF).

Sistema	DVF (MS kg/ha/cm)	Altura (cm)
ILP	68,3	76,6
ILPF	55,9	97,0

MS - Matéria seca.

Estratégias relacionadas ao manejo nutricional vêm sendo propostas como alternativas práticas para amenizar estes efeitos do estresse térmico. Nesse sentido, destaca-se a suplementação com gordura, que visa aumentar a disponibilidade de energia da dieta, sem aumentar a produção de calor metabólico. Estudos sobre o uso de fontes lipídicas para aumentar a densidade energética de dietas de vacas em lactação, no entanto, têm apresentado extensas dispersões nas respostas, principalmente, quanto à ingestão de matéria seca e produção de leite.

Nossos resultados mostram que em rebanho Girolando, vacas em lactação não alteram seu comportamento ingestivo em função da suplementação com óleo de soja (7% na MS da dieta), porém, também não apresentaram mudanças nos parâmetros fisiológicos (frequência respiratória e temperatura interna), mesmo sob uma condição ambiental de estresse térmico moderado. Indicando que essa medida não foi efetiva para a finalidade de otimizar o conforto térmico aos animais.

Por outro lado, o fornecimento de sombra natural, proporcionado por árvores de eucalipto, tem um efeito positivo sobre o comportamento em pastejo (maior tempo de pastejo durante o dia e menor tempo ingerindo água)

de novilhas Girolando. Essa alternativa, se mostrou promissora para atenuar uma situação de estresse térmico moderado que ficou evidenciado nas horas mais quentes do dia e foi capaz de evitar o aumento da frequência respiratória. A temperatura interna dos animais na pastagem sombreada também é menor, indicando que o sombreamento com árvores é eficiente para reduzir o estresse por calor em novilhas Girolando.

Contudo, cabe ressaltar que uma desvantagem apontada para o sombreamento de pastagem é a diminuição da capacidade produtiva do capim, em função da redução da transmissão da radiação solar fotossinteticamente ativa. Tal circunstância leva a planta forrageira a fazer adaptações morfofisiológicas, que causam a menor densidade do dossel forrageiro. Porém, novilhas Girolando são capazes de adaptar seu comportamento ingestivo, aumentando a taxa de bocado para manutenção do consumo de forragem adequado, o qual é necessário para seu crescimento e desenvolvimento. Adicionado a isso, as novilhas na pastagem sombreada gastam menos energia para manutenção da temperatura corporal, logo potencializam o seu desempenho.

Por fim, essa temática ainda carece de conhecimento científicos acerca do estresse térmico associado aos de rebanhos Girolando, em especial com vacas em lactação, para projetar comparações dos sistemas pastoris sombreados ou não, nas condições climáticas de Rondônia. A partir desse entendimento, será possível a criação de indicadores técnicos e econômicos do efeito do sombreamento sobre a produtividade leiteira para essa região.

Referências

ALMEIDA, G. L.; PANDORFI, H.; BARBOSA, S. B.; PEREIRA, D. F.; GUISELINI, C.; ALMEIDA, G. A. Comportamento, produção e qualidade do leite de vacas Holandês-Gir com climatização no curral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 8, p. 892-899, 2013.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

ARANHA, H.S.; ANDRIGHETTO, C.; LUPATINI, G.C.; BUENO, L. G.F.; TRIVELIN, G.A.; MATEUS, G.P.; LUZ, P.A.C.; SANTOS, J.M.F.; SEKIYA, M.S.; VAZ, R.F. Produção e conforto térmico de bovinos da raça Nelore terminados em sistemas integrados de produção agropecuária. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 5, p. 1686-1694, 2019.

ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 2044-2050, 1994.

AZÊVEDO, D. M. M. R. A.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009.

AZEVEDO, M.; PIRES, M. F. A.; SATURNINO, H. M.; LANA, A. M. Q.; SAMPAIO, I. B. M.; MONTEIRO, J. B. N.; MORATO, L. E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras ¹/₂, ³/₄ e ⁷/₈ Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2000-2008. 2005.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246 p.

BERMAN, A.; HOROVITZ, T.; KAIM, M.; GACITUA, H. A comparison of THI indices leads to a sensible heat-based heat stress index for shaded cattle that aligns temperature and humidity stress. **International Journal of Biometeorology**, v. 60, p. 1453-1462, 2016.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. Sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 77-88, 2010.

BEWLEY, J. M.; EINSTEIN, M. E.; GROTT, M. W.; SCHUTZ, M. M. Comparison of reticular and rectal core body temperatures in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 4661-4672, 2008.

BOHMANOVA, J.; MISZTAL, I.; COLE, J. B. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 1947-1956, 2007.

CARVALHO, G. A.; SALMAN, A. K. D.; CRUZ, P. G.; SILVA, F. R. F.; HALFEN, J.; SCHMITT, E. Relationship between thermal comfort indices and internal temperature of grazing lactating Holstein × Gyr cows in the western Amazonia. *Acta Amazonica*, v. 48, p. 191-196, 2018.

CARVALHO, G. **Respostas termorregulatórias de bovinos Girolando mantidos em pastagem em clima tropical**. Porto Velho, RO, Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Fundação Universidade Federal de Rondônia. 2019. 54 f.

CARVALHO, N. M.; OLIVO, C. J. Reações fisiológicas e ganho de peso corporal de novilhas leiteiras, mantidas ao sol e à sombra. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBZ, p. 140-142.

CASTRO, A. C.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; SANTOS, N. F. A.; MONTEIRO, E. M. M.; AVIZ, M. A. B.; GARCIA, A. R. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. *Ciência Rural*, v. 38, n. 8, p. 2395-2402, 2008.

CORRÊA, A. M. V. **Utilização da soja em diferentes formas na alimentação de vacas leiteiras**. 128f. 2007. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, Minas Gerais.

COSTA, A. N. L.; FEITOSA, J. V.; JÚNIOR, P. A. M.; SOUZA, P. T.; ARAÚJO, A. A. Hormonal profiles, physiological parameters, and productive and reproductive performances of Girolando cows in the state of Ceará—Brazil. *International Journal of Biometeorology*, v. 59, p. 231-236, 2015.

CUNHA, D. N. F. V.; CAMPOS, O. F.; PEREIRA, J. C.; PIRES, M. F. Á.; LIZIEIRE, R. S. P.; MARTUSCELLO, J. A. U. Desempenho, variáveis fisiológicas e comportamento de bezerros mantidos em diferentes instalações: época seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 4, p. 847-854, 2007.

DALCIN, V. C.; FISCHER, V.; DALTRO, D. D. S.; ALFONZO, E. P. M.; STUMPF, M. T.; KOLLING, G. J.; MCMANUS, C. Physiological parameters for thermal stress in dairy cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 8, p. 458-465, 2016.

FREITAS, E. C. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; FONSECA, D. M.; SANTOS, M. V.; LEITE, H. G.; MACHADO, V. D. Deposição de serapilheira e de nutrientes no solo em Sistema Agrossilvipastoril com eucalipto e acácia. **Revista Árvore**, v. 37, n. 3, p. 409-417, 2013.

GALLI, J. R.; CANGIANO, C. A.; PECE, M. A.; LARRIPA, M. J.; MILONE, D. H.; UTSUMI, S. A.; LACA, E. A. Monitoring and assessment of ingestive chewing sounds for prediction of herbage intake rate in grazing cattle. **Animal**, v. 12, n. 5, p. 973-982, 2018.

GAUGHAN, P.; LACETERA, N.; VALTORTA, S. E.; KHALIFA, H. H.; HAHN, L.; MADER, T. **Response of domestic animals to climate challenges**. In: Biometeorology for adaptation to climate variability and change. Springer, Dordrecht, 2009.

GEREMIA, E. V. **Estrutura do dossel forrageiro e comportamento ingestivo de novilhas em *Brachiaria brizantha* cv. Piatã sob regimes de sombra em área de integração lavoura-pecuária-floresta**. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. Piracicaba - SP. 2016. 151p.

GORNIAC, T.; MEYER, U.; SÜDEKUM, K-H. DÄNICKE, S. Impact of mild heat stress on dry matter intake, milk yield and milk composition in mid-lactation Holstein dairy cows in a temperate climate. **Archives of Animal Nutrition**, v. 68, p. 358-369, 2014.

GREGORINI, P.; MINNEE, E. M. K.; GRIFFITHS, W.; LEE, J. M. Dairy cows increase ingestive mastication and reduce ruminative chewing when grazing chicory and plantain. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 12, p. 7798-7805, 2013.

GURGEL, E. M.; SERAPHIM, O. J.; SILVA, I. J. O. Método de avaliação bioclimática da qualidade da sombra de árvores visando ao conforto térmico animal. **Revista Energia na Agricultura**, v. 2, p. 20-34. 2012.

HANSEN, P. J. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. **Animal Reproduction Science**, v. 82-83, p.349-360. 2004.

HERBUT, P.; ANGRECKA, S.; WALCZAK, J. Environmental parameters to assessing of heat stress in dairy cattle: a review. **International Journal of Biometeorology**, v. 62, p. 2089-2097. 2018.

HIRATA, M.; KUNIEDA, E.; TOBISA, M. Short-term ingestive behaviour of cattle grazing tropical stoloniferous grasses with contrasting growth forms. **The Journal of Agricultural Science**, v. 148, n. 5, p. 615-624, 2010.

HOFFMAN, P. C. Optimum body size of Holstein replacement heifers. *Journal of Animal Science*, v. 75, n. 3, p. 836-845, 1997.

KADZERE, C. T.; MURPHY, M. R.; SILANIKOVE, N.; MALTZ, E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, v. 77, p. 59-71, 2002.

LEES, A. M.; LEES, J.C.; LISLE, A.T.; SULLIVAN, M.L.; GAUGHAN, J.B. Effect of heat stress on rumen temperature of three breeds of cattle. **International Journal Biometeorology**, 62: 207-215. 2018.

LIU, J.; LI, L.; CHEN, X.; LU, Y.; WANG, D. A review of the effects of heat stress on body temperature, milk production, and reproduction in dairy cows: a novel idea for monitoring and evaluations of heat stress. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 32, n. 9, p. 1332-1339, 2019.

MARAI, I. F.; HAEEB, A. A. Buffalo's biological functions as affected by heat stress - A review. **Livestock Science**, v. 127, p. 89-109, 2010.

MARINS, T. N. Índices de estresse térmico e perfil metabólico nos períodos de transição e espera voluntária de vacas da raça **Girolando**, criadas em clima

tropical. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). 114f. 2016. Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiânia.

MCMANUS, C.; PALUDO, G. R.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L. C. B.; PAIVA, S. R. Heat tolerance in Brazilian sheep: physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v. 4, n. 1, p. 95-101, 2009.

MELLADO, M.; LÓPEZ, R.; SANTIAGO, Á.; VELIZ, F. G.; MACÍAS-CRUZ, U.; AVENDAÑO-REYES, L.; GARCÍA, J. E. Climatic conditions, twining and frequency of milking as factors affecting the risk of fetal losses in high-yielding Holstein cows in a hot environment. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 6, p. 1247-1252, 2016.

MELLADO, M.; CORONEL, F.; ESTRADA, A.; RIOS, F. G. Lactation Performance of Holstein and Holstein x Gyr Cattle under Intensive Condition in a Subtropical Environment. **Tropical Subtropical Agroecosystems**, v.14, n.3, p.927-931, 2011.

MOALLEM, U.; ALTMARK, G.; LEHRER, H.; ARIELI, A. Performance of high-yielding dairy cows supplemented with fat or concentrate under hot and humid climates. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 3192-3202, 2010.

MORAES JÚNIOR, R. J.; GARCIA, A. R.; SANTOS, N. F. A.; NAHÚM, B. S.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; ARAÚJO, C. V.; COSTA, N. A. Conforto ambiental de bezerros bubalinos (*Bubalus bubalis* Linnaeus, 1758) em sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 4, p. 629-640, 2010.

NASCIMENTO, G. V. D.; CARDOSO, E. D. A.; BATISTA, N. L.; SOUZA, B. B. D.; CAMBUÍ, G. B. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, p. 28-36. 2013.

NAVARINI, F.C.; KLOSOWSKI, E.S.; CAMPOS, A.T.; TEIXEIRA, R.A.; ALMEIDA, C. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agrícola**, v.29, p.508-517, 2009.

PACHECO, R. F.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; RESTLE, J.; PIZZUTI, L. A. D.; CATTELAM, J. Parâmetros comportamentais de vacas de descarte em pastagens de Milheto ou Capim Sudão. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 3, p. 323-331, 2013.

PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T.; GOMIDE, C. A. M.; MAURÍCIO, R. M.; PIRES, M. D. F. Á.; MÜLLER, M. D.; XAVIER, D. F. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v. 141, n. 2-3, p. 166-172, 2011.

PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; MALAQUIAS JUNIOR, J. D.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N. M., MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 44, n. 11, p. 1528-1535, 2009.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J. D.; SILVA, I. J.; MATARAZZO, S. V. Influência do ambiente no consumo de água de bebida de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 289-294, 2005.

PORFIRIO-DA-SILVA, V. **Arborização de pastagens: procedimentos para introdução de árvores em pastagens convencionais**. Colombo: Embrapa Florestas. Comunicado Técnico,155, 2006.

RASHAMOL, V. P.; SEJIAN, V.; BAGATH, M.; KRISHNAN, G.; ARCHANA, P. R.; BHATTA, R. Physiological adaptability of livestock to heat stress: an updated review. **Journal of Animal Behavior and Biometeorology**, v. 6, p. 62-71, 2018.

ROCHA, C. H.; SANTOS, G. T.; PADILHA, D. A.; SCHMITT, D.; MEDEIROS NETO, C.; SBRISSIA, A. F. Padrões de deslocamento de bovinos em pastos de capim-quicuiu sob lotação intermitente. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 6, p. 1647-1654, 2016.

ROVIRA, P.; VELAZCO, J. The effect of artificial or natural shade on respiration rate, behavior and performance of grazing steers. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 53, n. 4, p. 347-353, 2010.

SAMPAIO, A. F.; MENDES, F. B. L.; SANTANA JÚNIOR, H. A.; SANTANA, E. O. C.; SILVA, R. R.; SILVA, F. F. Correlação entre comportamento ingestivo e consumo de nutrientes em vacas a pasto. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 18, n. 2, p. 110-120, 2016.

SANTANA JUNIOR, H. A.; FIGUEIREDO, M. P.; SANTANA, E. O. C.; MENDES, F. B.; ABREU FILHO, G.; PINHEIRO, A. A.; LISBOA, M. M.; LUZ, Y. S.; VIANA, P. T.; FERREIRA, A. H. C.; RECH, C. L. S. Glicerina bruta na dieta de vacas lactantes mantidas em pastagem tropical: comportamento ingestivo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, 2013.

SANTANA JÚNIOR, H. A.; SILVA, R. R.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, F. F.; MENDES, F. B. L.; ABREU FILHO, G.; TRINDADE JÚNIOR, G.; CARDOSO, E. O.; BARROSO, D. S.; PEREIRA, M. M. Correlação entre digestibilidade e comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, n. 236, p. 549- 558, 2012.

SCHÜTZ, K. E., ROGERS, A. R., COX, N. R., WEBSTER, J. R.; TUCKER, C. B. Dairy cattle prefer shade over sprinklers: Effects on behavior and physiology. **Journal of dairy science**, v. 94, n. 1, p. 273-283, 2011.

SCHÜTZ, K. E.; COX, N. R.; TUCKER, C. B. A field study of the behavioral and physiological effects of varying amounts of shade for lactating cows at pasture. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 6, p. 3599-3605, 2014.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, p.1-18, 2000.

SILVA, A. M.; MODESTO, E. C.; LIRA, C. C.; SANTOS, M. V. F.; BRASIL, L. H. A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. Caracterização do pasto e da extrusa de novilhas Girolanda, em pastagem de *Brachiaria decumbens*, submetidas a diferentes taxas de lotação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 2, p. 115-122, 2011.

SILVA, É. C. L.; MODESTO, E. C.; AZEVEDO, M.; FERREIRA, M. A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SCHULER, A. R. P. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 3, p. 295-302, 2009.

SILVA, L. L. G. G.; DE RESENDE, A. S.; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, M. S.; COLOMBARI, A. A.; TORRES, A. Q. A.; MATTA, P. M.; PERIN, T. B.; FRANCO, A. Avaliação de conforto térmico em sistema silvipastoril em ambiente tropical. **Asociación Latinoamericana de Producción Animal**, v. 18, n. 3-4, p. 87-95. 2010.

SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C.; COSTA, L. L. M. Index of thermal stress for cows (ITSC) under high solar radiation in tropical environments. **International Journal of Biometeorology**, v. 59, n. 5, p. 551-559, 2015.

SILVA, R. G.; MORAIS, D. A. E. F.; GUILHERMINO, M. M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1192-1198, 2007.

SILVEIRA, M. F.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; MISSIO, R. L.; DONICHT, P. A. M. M.; SEGABINAZZI, L. R.; CALLEGARO, A. M.; JONER, G. Suplementação com gordura protegida para vacas de corte desmamadas precocemente mantidas em pastagem natural. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 3, p. 809-817, 2014.

SOULLENBERGER, L.E.; BURNS, J.C. Canopy characteristics, ingestive behavior and herbage intake in cultivated tropical grasslands. *In*: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS 19., 2001, São Pedro. Proceedings... São Pedro: São Paulo, 2001. p.321-327.

SOREN, N. M. Nutritional Manipulations to Optimize Productivity During Environmental Stresses in Livestock. *In*: Sejian, V., Naqvi, S., Ezeji, T.; Lakritz, J., & Lal R. (eds) **Environmental Stress and Amelioration in Livestock Production**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 181-218.

SOUZA, E. C. **Avaliação de comportamento em pastejo de novilhas girolando em sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) e floresta (ILPF) em Porto Velho, Rondônia**. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Zootecnia - Faculdades Integradas Aparício Carvalho (FIMCA), Porto Velho, Rondônia, 2016. 43 f.

SOUZA, E. C. **Comportamento ingestivo de bovinos Girolando manejados em diferentes situações de pastejo em Porto Velho, Rondônia**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Fundação Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho, RO, 2019a. 47 f.

SOUZA, E. C.; SALMAN, A. K. D.; CRUZ, P. G.; VEIT, H. M.; CARVALHO, G. A.; SILVA, F. R. F. SCHMITT, E. Thermal comfort and grazing behavior of Girolando heifers in integrated crop-livestock (ICL) and crop-livestock-forest (ICLF) systems. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 41, e46483, 2019b.

STAPLES, C. R.; THATCHER, W.; MATTOS, R. **Fat supplementation strategies for lactating dairy cow diets**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE, 2, 2001, Lavras, MG. Anais... Lavras: UFLA, 2001. p.161-178.

TAKAHASHI, L. S.; BILLER, J. D.; TAKAHASHI, K. M. **Bioclimatologia zootécnica**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 91p, 2009.

TEIXEIRA, F. A.; MARQUES, J. A.; SILVA, F. F.; E PIRES, A. J. V. Comportamento ingestivo e padrão de deslocamento de bovinos em pastagens tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 57-70, 2010.

THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, v. 12, p. 57-59, 1959.

VANDEHAAR, M. J. Feeding dairy heifers for life long profittradutor. SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 1997, Proenix. **Proceedings...** Phoenix: University of Arizona, 1997. p. 101-109.

WANG, J. P.; BU, D. P.; WANG, J. Q.; HUO, X. K.; GUO, T. J.; WEI, H. Y.; ZHOU, L. Y.; RASTANI, R. R.; BAUMGARD, L. H.; LI, F. D. Effect of saturated fatty acid supplementation on production and metabolism indices in heat-stressed mid-lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 4121-4127, 2010.

WERNER, J.; UMSTATTERC, C.; KENNEDYA, E.; GRANTD, J.; LESOE, L.; GEOGHEGANA, A.; SHALLOOA, L.; SCHICKF, M.; O'BRIENA, B. Identification of possible cow grazing behaviour indicators for restricted grass availability in a pasture-based spring calving dairy system. **Livestock Science**, v. 220, p. 74-82, 2019.

XAVIER, D. F. **Monitoramento do fluxo de nitrogênio em pastagens de Brachiaria decumbens em monocultura e em sistema silvipastoril**. Tese de Doutorado. Tese, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ. 2009. 105p.

XUE, B.; WANG, Z. S.; LI, S. L.; WANG, L. Z.; WANG, Z. X. Temperature-humidity index on performance of cows. **China Animal Husbandry and Veterinary Medicine**, v. 37, p. 153-157, 2010.

YANG, P. G. Effects of heat stress on meat quality and muscle metabolites of finishing pigs. **Institute of Animal Sciences of Chinese Academy of Agriculture Sciences**, v.3, n.11. p. 1562-1569 2014.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Ana Karina Dias Salman

Possui graduação em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agronômicas e Veterinárias – FCAV-UNESP de Jaboticabal-SP (1995), mestrado em Zootecnia pela FCAV-UNESP de Jaboticabal-SP (1999) e doutorado em Zootecnia pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMZ-V-UNESP de Botucatu-SP (2003). Atualmente é Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no Estado de Rondônia-RO e Professora Permanente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA) da Universidade Federal de Rondônia – UNIR-RO. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6594-0667>

Jairo André Schlindwein

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul –Unijuí (1993), mestrado em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (1998) e doutorado em Ciência do Solo – UFRGS (2003). Atualmente é Professor Associado da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), atuando no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA) dessa instituição. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4556-5887>

Luiz Francisco Machado Pfeifer

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Pelotas – UFPel (2002), mestrado em Medicina Veterinária – UFPel (2005) e doutorado em Zootecnia – UFPel (2008). Atualmente é Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no Estado de Rondônia-RO e Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA) da Universidade Federal de Rondônia – UNIR-RO. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2069-951X>

SOBRE OS AUTORES

Aline Mikos Rabelo

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2010), especialização em Defesa Sanitária e Agropecuária – Faculdade da Amazônia de Vilhena – FAMA (2014) e mestrado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2017). Atualmente é aluna de doutorado pelo Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Universidade Federal de Rondônia – UNIR-RO. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0932-4944>

Ana Karina Dias Salman

Possui graduação em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrônomicas e Veterinárias – FCAV-UNESP de Jaboticabal-SP (1995), mestrado em Zootecnia pela FCAV-UNESP de Jaboticabal-SP (1999) e doutorado em Zootecnia pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMZV-UNESP de Botucatu-SP (2003). Atualmente é Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no Estado de Rondônia-RO e Professora Permanente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA) da Universidade Federal de Rondônia – UNIR-RO. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6594-0667>

Andressa Gregolin Moreira

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2014) e mestrado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2018). Atualmente é Professora da Faculdade Marechal Rondon – FARON-RO. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4543-6943>

Danilo da Silva Marinho

Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2021) e especialização em Docência no Ensino Superior pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci – Uniasselvi (2021). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9588-9233>

Elaine Coimbra de Souza

Possui graduação em Zootecnia pelas Faculdades Integradas Aparício Carvalho – FIMCA (2016) e mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2019). Atualmente é aluna de doutorado pelo Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Universidade Federal de Rondônia – UNIR-RO. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4839-9298>

Elaine Cosma Fiorelli

Possui graduação em Agronomia pela Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC (1997), mestrado em Ciência do Solo pela Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC (2000) e doutorado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2017). Atualmente é Professora da Universidade Federal de Rondônia –UNIR-RO. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9030-9006>

George Moreira da Silva

Possui graduação em Medicina Veterinária pelas Faculdades Integradas Aparício Carvalho – FIMCA (2018) e mestrando em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2021). Atualmente é membro do Programa de Apoio à Interiorização em Pesquisa e Inovação Tecnológica no Amazonas. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3705-0170>

Giovanna Araújo de Carvalho

Possui graduação em Zootecnia pelas Faculdades Integradas Aparício Carvalho – FIMCA (2016) e mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2019). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5475-0569>

Ivan Alberto Palheta Santos

Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA (2010), mestrado em Ciência Animal pela Universidade Federal do Pará – UFPA (2013) e doutorado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2021). Atualmente é Professor na Faculdades Integradas Aparício Carvalho – FIMCA-RO. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1131-3814>

Jairo André Schlindwein

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijuí (1993), mestrado em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (1998) e doutorado em Ciência do Solo – UFRGS (2003). Atualmente é Professor Associado da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), atuando no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA) dessa instituição. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4556-5887>

Jamile Mariano Macedo Taborda

Possui graduação em Química pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2008) e mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2015). Atualmente é aluna de doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede Bionorte da Universidade Estadual do Maranhão – UE-MA-MA. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9420-6282>

Jéssica Souza Andrade

Possui graduação em Biomedicina pelo Centro universitário Luterano de Ji-Paraná – CEULJI/ULBRA (2014), mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente – PGDRA/UNIR (2017) e doutoranda em Biotecnologia pela Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal – Bionorte/Fiocruz – UNIR-RO ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9595-6966>

Karina Galvão de Souza

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2011) e mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Acre – UFAC (2014). Atualmente é Professora da Faculdade Marechal Rondon – FARON-RO. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9831-2536>

Leonardo Ventura Araújo

Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC (2007) e mestrado em Economia pela Universidade Federal de Viçosa – UFV (2009). Atualmente é Analista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no Estado de Rondônia-RO. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9284-5689>

Luiz Francisco Machado Pfeifer

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Pelotas – UFPel (2002), mestrado em Medicina Veterinária – UFPel (2005) e doutorado em Zootecnia – UFPel (2008). Atualmente é Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no Estado de Rondônia-RO e Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA) da Universidade Federal de Rondônia – UNIR-RO. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2069-951X>

Marcelo Crestani Mota

Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Pelotas – UFPel (2011), mestrado em Manejo e Conservação do Solo e da Água pela Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – UFPel (2015) e doutorado em Clima e Ambiente pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA (2019). Atualmente é Professor na Faculdade Marechal Rondon – FARON-RO. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3872-9679>

Nirvani Schroeder Henrique

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2011), mestrado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2016) e doutorado em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista – UNESP de Ilha Solteira-SP (2020). Atualmente atua como Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Campus Cacoal-RO. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3208-5910>

Numydia Carvalho Cavalcante

Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (2018), pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), especialista em fertilidade do solo e nutrição de plantas no agronegócio, pela Universidade Federal de Lavras - UFLA, graduada em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás - UFGO (2002). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Extensão Rural e de planejamento na extensão rural. Atua na EMATER RO desde 02/2005. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6961-7100>

Odilene de Souza Teixeira

Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM (2013), mestrado em Zootecnia – UFSM (2016) e doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (2020). Atualmente é Professora Voluntária no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – IFMS, Campus Ponta Porã-MS. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6961-7100>

Petrus Luiz de Luna Pequeno

Graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal da Paraíba UFPB – (1997), mestrado em Manejo de Solo e Água – UFPB (1999) e doutorado em Ciência do Solo – UFPB (2016). Atualmente é Professor da Universidade Federal de Rondônia – UNIR-RO. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3109-3177>

Sérgio Monteze Alves

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Minas Gerais –UFMG (2009), mestrado em Entomologia Agrícola pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE (2012) e doutorado em Entomologia Agrícola – UFRPE (2016). Atualmente é Professor da Faculdade Marechal Rondon – FARON-RO.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1301-6883>

Vaneide Araújo de Sousa Rudnick

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2008), mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2015) e doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, (2020). Atualmente é Professora das Faculdades Integradas Aparício Carvalho – FIMCA-RO. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0384-798X>

Vanessa Lemos de Souza

Possui graduação em Zootecnia pelas Faculdades Integradas Aparício Carvalho – FIMCA (2016) e mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR (2019). Atualmente é Analista Ambiental no Instituto de Pesquisa em Fauna Neotropical – IPEFAN. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0468-1897>

A Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR) é uma instituição pública de ensino superior criada em 1982. Ao longo de aproximados 40 anos, as ações de ensino, pesquisa e extensão formaram profissionais qualificados para atuação em todas as esferas da sociedade e do mercado de trabalho. A partir do ano 2000, com o início da oferta de cursos de Pós-Graduação, essa ação foi sendo ampliada, sendo ofertados, atualmente, 24 mestrados e 04 doutorados, abrangendo diversas áreas do conhecimento e priorizando pesquisas atinentes às questões ambientais, sociais, educacionais, culturais, econômicas e geográficas da Amazônia e especialmente de Rondônia. Como política de apoio e fortalecimento à Pós-Graduação e à pesquisa na Universidade, a Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa (PROPESQ) instituiu a publicação de livros elaborados pelos programas de Pós-Graduação, como atividade de divulgação e compartilhamento dos resultados das pesquisas produzidas por pesquisadores desta Instituição, tendo a Editora da Universidade Federal de Rondônia (EDUFRO), como unidade sistematizadora de todas as produções. Dessa forma, a coleção é resultado dos trabalhos elaborados pelos PPG da UNIR, com temas e abordagens disciplinares e transdisciplinares que visa a divulgação dos resultados das pesquisas elaboradas nessa Instituição e aproximação da UNIR das Instituições Estaduais, Municipais e de toda a Sociedade.

Maria Madalena de Aguiar Cavalcante – Diretora de Pós-Graduação
Artur de Souza Moret – Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa

O desafio da Fundação Universidade Federal de Rondônia no ensino de graduação e de Pós-Graduação nunca foi tão grande, principalmente a partir dos recursos cada vez menores. Nesta pandemia por covid-19, o desafio foi não parar e a Pós-Graduação da UNIR não parou: defesas de dissertações e teses tornaram-se on-line e as produções acadêmicas-científicas não cessaram. A Coleção Pós-Graduação é a demonstração de que o esforço para o crescimento e a consolidação se mantém firme e constante. O futuro da Pós-Graduação na UNIR é o resultado das ações articuladas entre todos os atores, com maior abertura para a sociedade e para os setores públicos e com um grande objetivo que nos motiva, o de contribuir na formação em excelência de professores e pesquisadores nos países limítrofes. Os resultados nos colocam em papel de destaque na Amazônia e é isso o que desejamos: ser uma Instituição pública e gratuita, com forte apoio da sociedade para a oferta de cursos e formações que promovam o Desenvolvimento Regional e Sustentável do Estado de Rondônia.

Marcele Regina Nogueira Pereira – Reitora