

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE FÊMEAS ZEBUÍNAS DE CORTE SUBMETIDAS  
A DIFERENTES PROTOCOLOS DE IATF**

Ana Kelry Carneiro Lopes  
*Doctor Scientiae*

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2024**

**ANA KELRY CARNEIRO LOPES**

**EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE FÊMEAS ZEBUÍNAS DE CORTE SUBMETIDAS  
A DIFERENTES PROTOCOLOS DE IATF**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientadora: Cristina Mattos Veloso

Coorientadores: Renato Mesquita Peixoto  
Jeferson F da Fonseca

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

L8641  
2024  
Lopes, Ana Kelry Carneiro, 1990-  
Eficiência reprodutiva de fêmeas zebuínas de corte  
submetidas a diferentes protocolos de IATF / Ana Kelry  
Carneiro Lopes. – Viçosa, MG, 2024.  
1 tese eletrônica (57 f.): il.

Inclui anexo.

Orientador: Cristina Mattos Veloso.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Zootecnia, 2024.

Referências bibliográficas: f. 47-56.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.759>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Zebu - Inseminação artificial. 2. Eficiência reprodutiva.  
3. Parto (Obstetrícia veterinária). 4. Zebu - Criação - Fatores  
climáticos. I. Veloso, Cristina Mattos, 1968-. II. Universidade  
Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 22. ed. 636.208245

**ANA KELRY CARNEIRO LOPES**

**EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE FÊMEAS ZEBUÍNAS DE CORTE SUBMETIDAS  
A DIFERENTES PROTOCOLOS DE IATF**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 15 de agosto de 2024.

Assentimento:

---

Ana Kelry Carneiro Lopes  
Autora

---

Cristina Mattos Veloso  
Orientadora

Essa tese foi assinada digitalmente pela autora em 14/11/2024 às 15:29:33 e pela orientadora em 14/11/2024 às 15:37:05. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **VPCC.311T.JHTH** e clique no botão 'Validar documento'.

Aos meus pais, Helena Maria e Euclides Neto.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, pelo incentivo e apoio incondicional.

À Professora Cristina Mattos Veloso, por ter me aceitado como orientada.

Aos Professores Marco Aurélio Schiavo Novaes e Renato Mesquita Peixoto, pela coorientação.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do Doutorado Acadêmico.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

À empresa BR Embriões, pelo fornecimento dos dados.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“Vivendo no sertão, o homem se adapta, se molda, mas não se rende. Enfrenta a seca, o sol, a terra árida, mas mantém a alma firme e resistente.”

(Graciliano Ramos)

## RESUMO

LOPES, Ana Kelry Carneiro, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2024. **Eficiência reprodutiva de fêmeas zebuínas de corte submetidas a diferentes protocolos de IATF.** Orientadora: Cristina Mattos Veloso. Coorientadores: Renato Mesquita Peixoto e Jeferson Ferreira da Fonseca.

Objetivou-se avaliar dados de taxa de prenhez de fêmeas bovinas zebuínas com aptidão para corte, em rotina comercial, submetidas a protocolos de indução de ovulação, seguidos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) no Estado de Minas Gerais, Brasil. Avaliaram-se dados de 14.002 fêmeas, submetidas a três protocolos comerciais. O tratamento hormonal consistiu em, no D0, inserção do dispositivo intravaginal de progesterona (P4) e aplicação de benzoato de estradiol (BE) e, no D11, a realização da IATF. Os dois primeiros protocolos (PROT1 e PROT2) foram realizados em quatro manejos, com aplicação de gonadotrofina coriônica equina (eCG) no D7 e prostaglandina (PGF2a) no D9. O PROT3 em três manejos, com aplicação de PGF2a, eCG e cipionato de estradiol (ECP) no D9. Independentemente do protocolo, todas as fêmeas foram inseminadas no D11. Após 30 dias da IATF, realizou-se diagnóstico de gestação (DG), com auxílio de ultrassom. Para análise estatística, utilizou-se o software Statistical Package for Social Science (SPSS), versão 27.0, a 5% de significância. Do total de fêmeas, denotou-se associação significativa ( $p = 0,05$ ) entre o DG e as variáveis ordem de parto, protocolo, ressincronização e manifestação de estro. Em seguida, quando estratificado por ordem de parto, foi observada associação significativa ( $p = 0,05$ ) entre o DG e as variáveis protocolo, ressincronização e manifestação de estro para pluríparas, primíparas e nulíparas. Além de ter havido efeito ( $p = 0,05$ ) para o escore de condição corporal (ECC) no D11 e no DG, entre as distintas parturientes. Ademais, considerando os protocolos, verificou-se associação significativa ( $p = 0,05$ ) entre o DG e as variáveis ordem de parto e manifestação de estro para PROT1, PROT2 e PROT3. Conclui-se que fêmeas bovinas com aptidão para corte, de distintas ordens de parto, apresentam desempenho reprodutivo satisfatório ao serem submetidas a protocolos de quatro manejos, principalmente com o uso da dupla aplicação de eCG em pluríparas e primíparas em anestro. Por fim, a identificação da intensidade dos sinais de estro destaca-se como um fator importante para a otimização dos

resultados finais da IATF.

Palavras-chave: clima tropical; concepção; eficiência reprodutiva; ordem de parto; sistema extensivo; zebuino

## ABSTRACT

LOPES, Ana Kelry Carneiro, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2024. **Reproductive efficiency of beef zebu females submitted to different TAI protocols.** Adviser: Cristina Mattos Veloso. Co-advisers: Renato Mesquita Peixoto and Jeferson Ferreira da Fonseca.

The objective of this study was to evaluate pregnancy rate data of female Zebu cattle suitable for beef, in a commercial routine, subjected to ovulation induction protocols, followed by fixed-time artificial insemination (FTAI) in the State of Minas Gerais, Brazil. Data from 14.002 females subjected to three commercial protocols were evaluated. Hormonal treatment consisted of, on D0, insertion of the intravaginal progesterone device (P4) and application of estradiol benzoate (BE) and, on D11, performance of IATF. The first two protocols (PROT1 and PROT2) were performed in four managements, with application of equine chorionic gonadotropin (eCG) on D7 and prostaglandin (PGF2a) on D9. PROT3 in three managements, with application of PGF2a, eCG and estradiol cypionate (ECP) on D9. Regardless of the protocol, all females were inseminated on D11. After 30 days of FTAI, pregnancy diagnosis (PD) was performed with the aid of ultrasound. For statistical analysis, the Statistical Package for Social Science (SPSS) software, version 27.0, was used, at 5% significance. Of the total number of females, a significant association ( $p = 0.05$ ) was noted between PD and the variables birth order, protocol, resynchronization and manifestation of estrus. Then, when stratified by birth order, a significant association ( $p = 0.05$ ) was observed between PD and the variables, protocol, resynchronization and manifestation of estrus for pluriparous, primiparous and nulliparous. Furthermore, there was an effect ( $p = 0.05$ ) for the body condition score (BCS) on D11 and PD, among the different parturients. Furthermore, considering the protocols, a significant association ( $p = 0.05$ ) was found between PD and the variables calving order and manifestation of estrus for PROT1, PROT2 and PROT3. It is concluded that female cattle suitable for beef, of different calving orders, present satisfactory reproductive performance when subjected to four-management protocols, mainly with the use of double eCG application in pluriparous and primiparous cows in anestrus. Finally, the identification of the intensity of estrus signs stands out as an important factor for the optimization of the final results of FTAI.

Keywords: tropical climate; conception; reproductive efficiency; calving order; extensive system; zebu

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Seleção e manejo das matrizes zebuínas de corte no Estado de Minas Gerais, Brasil.....	32
Figura 2. Esquema dos protocolos utilizados em fêmeas de bovinos de corte no Estado de Minas Gerais, Brasil.....	34
Figura 3. Avaliação do percentual de prenhez de fêmeas bovinas de corte sobre as variáveis ordem de parto (A), protocolo (B), ressincronização (C) e manifestação do estro (D) no Estado de Minas Gerais, Brasil.....	36
Figura 4. Avaliação do percentual de prenhez de pluríparas sobre as variáveis protocolo (A), período de manejo (B), ressincronização (C) e manifestação do estro (D) no Estado de Minas Gerais, Brasil.....	37
Figura 5. Avaliação do percentual de prenhez de primíparas sobre as variáveis protocolo (A), período de manejo (B), ressincronização (C) e manifestação do estro (D) no Estado de Minas Gerais, Brasil.....	38
Figura 6. Avaliação do percentual de prenhez de nulíparas sobre as variáveis protocolo (A), ressincronização (B) e manifestação do estro (C) no Estado de Minas Gerais, Brasil.....	39
Figura 7. Avaliação do percentual de prenhez de fêmeas bovinas de corte em função do protocolo 1 sobre as variáveis ordem de parto (A), ressincronização (B) e manifestação do estro (C) no Estado de Minas Gerais, Brasil.....	40
Figura 8. Avaliação do percentual de prenhez de fêmeas bovinas de corte em função do protocolo 2 sobre as variáveis ordem de parto (A), período de manejo (B), ressincronização (C) e manifestação do estro (D) no Estado de Minas Gerais, Brasil.....	41
Figura 9. Avaliação do percentual de prenhez de fêmeas bovinas de corte em função do protocolo 3 sobre as variáveis ordem de parto (A), período de manejo (B) e manifestação do estro (D) no Estado de Minas Gerais, Brasil.....	42

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<b>ACNB</b>	Associação dos Criadores de Nelore do Brasil
<b>BE</b>	Benzoato de estradiol
<b>CIDR®</b>	Implante intravaginal liberador de progesterona
<b>CL</b>	Corpo lúteo
<b>DIP</b>	Dispositivo intravaginal
<b>DG</b>	Diagnóstico de gestação
<b>D0</b>	Dia 0 do protocolo
<b>D7</b>	Dia 7 do protocolo
<b>D9</b>	Dia 9 do protocolo
<b>D11</b>	Dia 11 do protocolo
<b>D29</b>	Dia 29 do protocolo
<b>D30</b>	Dia 30 do protocolo
<b>ECC</b>	Escore de condição corporal
<b>eCG</b>	Gonadotrofina coriônica equina
<b>ECP</b>	Cipionato de estradiol
<b>E<sub>2</sub></b>	Estrogênio
<b>GnRH</b>	Hormônio liberador de gonadotrofinas
<b>IA</b>	Inseminação artificial
<b>IATF</b>	Inseminação artificial em tempo fixo
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IFN-t</b>	Interferon-tau
<b>I.M.</b>	Intramuscular
<b>INMET</b>	Instituto Nacional de Meteorologia
<b>ITU</b>	Índice de temperatura e umidade
<b>mg</b>	Miligrama
<b>mL</b>	Mililitro
<b>PGF<sub>2α</sub></b>	Prostaglandina F <sub>2α</sub>
<b>PROT1</b>	Protocolo 1
<b>PROT2</b>	Protocolo 2
<b>PROT3</b>	Protocolo 3
<b>P<sub>4</sub></b>	Progesterona
<b>p ≤ 0,05</b>	Significativo
<b>p ≥ 0,05</b>	Não significativo
<b>TA</b>	Temperatura ambiente
<b>UR</b>	Umidade relativa do ar

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1. Características dos grupos raciais e eficiência reprodutiva.....	15
2.2. Fisiologia reprodutiva.....	16
2.3. Precocidade.....	19
2.4. Inseminação artificial em tempo fixo (IATF).....	20
2.4.1. A técnica.....	20
2.4.2. Fatores que impactam a IATF.....	22
2.4.3. Critérios e pontos de descarte dos animais.....	24
2.4.4. Protocolos reprodutivos comerciais.....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1. Localização e meteorologia.....	29
3.2. Seleção e manejo das matrizes.....	29
3.3. Protocolos de indução à ovulação.....	30
3.4. Aspectos gerais do sêmen criopreservado.....	32
3.5. Comportamento de estro e diagnóstico de gestação.....	32
3.6. Avaliação da condição corporal.....	33
3.7. Análise estatística.....	33
4. RESULTADOS.....	34
5. DISCUSSÃO.....	41
6. CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS.....	47
ANEXO A - Normas.....	57

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui um rebanho bovino estimado em 202,78 milhões de cabeças, distribuídas por todo território nacional (ABIEC, 2024). Destes, o Estado de Minas Gerais é detentor de 22,9 milhões de animais, o equivalente a 9,7% do rebanho brasileiro, criados em uma extensa área com mais de 38 milhões de hectares de pastagens nativas e cultivadas (IBGE, 2022), que favorece a intensa atividade do setor em seus mais diferentes ciclos de produção, sendo um Estado promissor para a exploração econômica da bovinocultura de corte.

Todavia, apesar da representatividade nacional para produção de carne bovina, ainda é observada uma baixa eficiência reprodutiva, acompanhada de índices zootécnicos insatisfatórios, tais como taxas de prenhez, concepção, natalidade, desmama e peso ao desmame relativamente baixos, além da incidência de fêmeas em anestro por períodos prolongados e precocidade tardia, que estão frequentemente relacionadas ao manejo incorreto (MOREIRA et al., 2020).

No entanto, a eficiência reprodutiva é fundamental para a sustentabilidade e o sucesso econômico da produção animal, pois, por meio da investigação dos principais indicadores produtivos e reprodutivos torna-se possível obter maximização da taxa de natalidade, avanços na qualidade genética, uniformidade do rebanho, além de incrementos à rentabilidade do negócio (SCHMIDT et al., 2019), principalmente em propriedades que adotam biotecnologias da reprodução como a inseminação artificial em tempo fixo (IATF).

Ademais, por meio da IATF, é possível a obtenção de animais com alto potencial genético, pois viabiliza o uso de sistemas de cruzamento entre raças para produção de carne, aumentando a heterose ou vigor híbrido por meio da utilização de sêmen de touros europeus testados em fêmeas zebuínas (VAN GIOI et al., 2023), conjuntamente à implementação dos protocolos, levando em consideração as características predominantes do grupo *Bos indicus*, a fim de assegurar os tratamentos hormonais adequados nas propriedades (LAZZARI et al., 2023).

Estes protocolos visam, sobretudo, potencializar ganhos genéticos e impulsionar a eficiência reprodutiva. No entanto, ainda assim podem ocorrer variações nos resultados finais (BARUSELLI et al., 2019). Diante disso, por meio de estudos observacionais, consegue-se ter uma abordagem confiável para investigar possíveis falhas nos programas de IATF, que são amplamente difundidos. A partir

dessa análise, torna-se possível buscar estratégias que otimizem as práticas reprodutivas.

Portanto, objetivou-se avaliar em estudo observacional, dados de taxa de prenhez de fêmeas bovinas zebuínas com aptidão para corte em rotina comercial, submetidas a protocolos de indução de ovulação seguidos de IATF, no Estado de Minas Gerais, Brasil.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Características dos grupos raciais e eficiência reprodutiva

O rebanho bovino comercial brasileiro detém aproximadamente 202,78 milhões de cabeças (ABIEC, 2024), sendo que 80% do total provêm de raças zebuínas, dentre as quais tem maior ênfase a raça Nelore, somada aos demais animais mestiços zebuínos (ABIEC, 2018). A outra parcela compõe as raças taurinas, caracterizando assim, o atual cenário pecuário com grande relevância na economia nacional, visto que, em 2020, o setor representou 10% do PIB total do país (ABIEC, 2021).

Dentre as raças zebuínas de corte destacam-se Nelore, Guzerá, Brahman e Tabapuã. Todavia, a raça Nelore, originada da Índia, é predominante no território brasileiro, sendo destinada quase que exclusivamente à produção de carne. Os animais provenientes dessa raça caracterizam-se por pelagem branca ou cinza-clara com a presença marcante do cupim, bem adaptados às condições climáticas, rústicos, resistentes a parasitas, além de apresentarem boa habilidade materna (ACNB, 2006).

Diante do alto potencial genético do gado Nelore, da Silveira et al. (2018) destacaram a importância da avaliação da variabilidade genética, associações genéticas e fenotípicas, ganhos de crescimento, qualidade de carcaça e composição morfológica, como fatores imprescindíveis para fornecer suporte e seleção da hereditariedade da raça em questão.

Além disso, a reprodução é um outro ponto importante a ser considerado no processo de seleção em rebanhos de corte (TERTO et al., 2016). Neste sentido, Schillings Neto et al. (2018), testando o desempenho reprodutivo de novilhas Nelore imunizadas ou não contra doenças da esfera reprodutiva e submetidas à inseminação artificial em tempo fixo (IATF), constataram taxas de prenhez variando de 87,7% a 90,5%, denotando assim o potencial reprodutivo e imunológico da raça.

Adicionalmente, Pfeifer et al. (2018), também trabalhando com fêmeas Nelore criadas extensivamente e submetidas a protocolos convencionais à base de estradiol-progesterona sob diferentes dosagens de prostaglandina (PGF<sub>2</sub>α), verificaram uma correlação positiva entre a intensidade dos sinais de cio e as taxas de concepção, as quais foram estimadas entre 41,32% e 49,07%.

No entanto, Silva et al. (2023), analisando a influência dos atributos qualitativos dos ejaculados de touros Nelore utilizados para IATF sob as taxas de prenhez, denotaram que a fertilidade dos doadores de sêmen manteve as taxas de concepção dispersas entre 34,74% e 57,68%, ressaltando a importância da avaliação prévia da qualidade espermática antes da IATF para a raça.

Neste contexto, a eficiência reprodutiva das diferentes raças de corte pode ser mensurada por meio de parâmetros como a média em dias entre o primeiro serviço e o pós-parto, relação taxa de prenhez/IA e o percentual das perdas gestacionais. A partir desta análise, torna-se viável o desenvolvimento de estratégias complementares para maximizar o uso da IATF e, por conseguinte, otimizar as taxas de concepção e a produtividade (BARUSELLI et al., 2018).

## **2.2. Fisiologia reprodutiva**

Os bovinos são poliéstricos não-estacionais com ciclos estrais intercalados a cada 21 dias, em média, e regulados pelo eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal. Assim, o hipotálamo secreta o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), que, por sua vez, chega à hipófise anterior, por meio do sistema porta hipotálamico-hipofisário, para controlar a liberação das gonadotrofinas: hormônio luteinizante (LH) e hormônio folículo estimulante (FSH), os quais irão atuar nos ovários (COLAZO e MAPLETOFT, 2014).

O hipotálamo e a hipófise controlam a síntese e secreção do hormônio folículo estimulante (FSH) por meio de mecanismos de retroalimentação, enquanto o folículo pré-ovulatório sinaliza o desencadeamento do comportamento sexual e o pico de hormônio luteinizante (LH), o qual é liberado em pulsos periódicos. O ponto crucial do ciclo estral bovino é a ovulação (BERRY et al., 2016), que ocorre ao término do estro.

O ciclo estral compreende as fases lútea e folicular. A fase folicular, sob efeito do estradiol ( $E_2$ ), abrange o proestro e o estro. A fase lútea tem influência da progesterona ( $P_4$ ), sendo representada pelo metaestro e diestro. O proestro tem duração média de dois a três dias, identificado pela queda nos níveis de  $P_4$  e o aumento de estradiol. O estro possui duração média de 12 a 18 horas, sendo observado o útero fortemente contraído e os folículos de até 25 mm de diâmetro. No metaestro ocorre a ovulação, desencadeada, em média, 12 horas após o estro. O

diestro é caracterizado pela intensa atividade do corpo lúteo e subsequente secreção de P<sub>4</sub> (SOARES e JUNQUEIRA, 2018).

Na espécie bovina, o desenvolvimento dos folículos e oócitos inicia-se na fase fetal e leva cerca de seis meses para ser concluído. O desenvolvimento folicular abrange a ativação dos folículos primordiais, primários e secundários, além do aumento do tamanho do oócito. Nos folículos primordiais, o oócito é circundado por uma única camada de células achatadas envolvidas pela membrana basal. Os secundários têm uma segunda camada de células da granulosa. A transição do estágio secundário para o terciário inclui a formação de camadas internas e externas das células da teca e do *cumulus oophorus* (ARAÚJO et al., 2014).

A maturação do oócito é o evento fisiológico imprescindível para o sucesso da fertilização e desenvolvimento embrionário. Na reprodução dos mamíferos, os oócitos seguem os estágios iniciais da meiose ainda na fase fetal e permanecem quiescentes no estágio diplóteno da prófase I até a ovulação ou atresia. A retomada da meiose e o avanço da maturação resultam na parada no estágio metáfase II, com extrusão do primeiro corpúsculo polar. A fusão do espermatozoide leva à extrusão do segundo corpúsculo polar, formando um embrião diploide após a primeira divisão mitótica que precede a fertilização (LONERGAN e FAIR, 2016).

Em vista disso, a fisiologia da foliculogênese em bovinos baseia-se na sequência de processos pelos quais os oócitos adquirem todas as propriedades fundamentais para tornarem-se viáveis. Uma vez que, para adquirir qualidade e competência oocitária, é necessário o desencadeamento da retomada da meiose, interação com a célula espermática, ativação do genoma do embrião para a formação de um zigoto funcional, e posterior implantação embrionária bem-sucedida e êxito na manutenção da prenhez (LUCIANO e SIRARD, 2018).

Além disso, salienta-se que a emergência de uma onda folicular é identificada pelo recrutamento de um novo grupo de folículos a qual ocorre no dia da ovulação, coincidindo com o aumento de FSH, que estimula o crescimento dos folículos de cerca de 33,4 mm em *Bos indicus* e 25,4 mm em *Bos taurus*. Em seguida, apenas um folículo continua a crescer, tornando-se dominante quando atinge 8,5 mm em *Bos taurus* e 6,1 mm em *Bos indicus*. A alternância da dependência de FSH para LH acontece devido aos receptores de LH nas células da teca e da granulosa, que aumentam conforme o folículo se desenvolve, permitindo que ele se torne dominante (CARVALHO et al., 2008; NOGUEIRA et al., 2010).

A inibina por sua vez, a qual é sintetizada pelo folículo dominante, tem a função de induzir a atresia de outros folículos e sinalizar à hipófise anterior a liberação de LH para completar a maturação do folículo e o desencadeamento da ovulação, além de, promover a formação do corpo lúteo (CL) até atingir o máximo de sua atividade e tamanho ocorrido progressivamente nos primeiros 10 dias após a ovulação (FIGUEIREDO et al., 1997).

Para o estabelecimento e manutenção da prenhez, é necessária a liberação de  $P_4$  pelo corpo lúteo (CL). Se a prenhez não ocorrer, o CL regride. Em contrapartida, quando a prenhez é estabelecida, a fase luteal é prolongada e o CL continua a produzir  $P_4$ . Se um concepto estiver presente no útero entre os dias 14 e 17 após o estro, não ocorrerá luteólise e a secreção de  $P_4$  é mantida até estabelecer a prenhez. No reconhecimento da prenhez, o concepto libera interferon-tau (IFN-t) como sinal para evitar a luteólise do CL, que é induzida pela liberação pulsátil de  $PGF2\alpha$  uterina (SAKUMOTO, 2016).

O entendimento aprofundado da fisiologia reprodutiva da espécie bovina é essencial para o sucesso das práticas de manejo e reprodução, especialmente quando se consideram as particularidades entre as fêmeas *Bos indicus* e *Bos taurus*, sendo uma dessas diferenças, o *pool* de folículos antrais, que tende a ser maior em fêmeas zebuínas, especialmente em vacas Nelore, em comparação com fêmeas taurinas, impactando diretamente a resposta reprodutiva e a eficácia dos protocolos hormonais e de biotécnicas da reprodução, como a inseminação artificial (SILVA-SANTOS et al., 2011).

Nesse sentido, o maior número de folículos antrais foi positivamente associado a uma série de fenótipos reprodutivos, como estradiol intra-folicular, produção de embriões, desenvolvimento de blastocistos *in vitro* e fertilidade. Em contrapartida, o número reduzido de folículos antrais contribuiu para uma baixa produção de proteínas uterinas durante a puberdade de novilhas de corte e, a partir disso, denotaram que fêmeas com maior reserva folicular apresentavam um ambiente uterino mais propício e por conseguinte, melhores índices reprodutivos (MCNEEL et al., 2017).

### 2.3. Precocidade

A precocidade sexual pode ser definida como o desenvolvimento prematuro dos tecidos ou rápido crescimento corporal, capaz de atingir uma determinada proporção do peso adulto e o desencadeamento da puberdade. Em programas de melhoramento, fêmeas taurinas jovens podem atingir a puberdade entre 13 e 15 meses de idade, enquanto em fêmeas zebuínas, criadas extensivamente sem assistência de programas de melhoramento, a puberdade ocorre tardiamente, entre 22 e 36 meses de idade (GREGIANINI et al., 2021).

Neste sentido, a seleção de características reprodutivas é crucial para bovinocultura de corte, visto que a precocidade sexual e a longevidade de fêmeas trazem consequências diretas à rentabilidade e à lucratividade do sistema de produção. Isso ocorre em virtude de os animais mais precoces determinarem o número de fêmeas aptas à reprodução, a quantidade de bezerros desmamados, a taxa de reposição, bem como a permanência de fêmeas com maior número de ciclos produtivos no rebanho (ELER et al., 2014).

Assim, dentre os critérios adotados nos programas de seleção para atingir uma precocidade reprodutiva satisfatória do rebanho, destacam-se: menor idade à puberdade, prenhez precoce, idade ao primeiro parto, acompanhamento do escore de condição corporal (ECC) e o potencial genético dos animais. Contudo, para o alcance da eficiência reprodutiva, é necessário atentar a fatores como manejo e sanidade, os quais refletirão nos índices econômicos da pecuária de corte (PIRES et al 2015).

Desta maneira, a antecipação da idade à puberdade e a maturação precoce do circuito neuroendócrino reprodutivo podem ser alcançados mediante o emprego de um adequado manejo nutricional, voltado, principalmente, para a obtenção de aumento do ganho de peso durante o período de recria, uma vez que novilhas bem alimentadas adquirem precocidade sexual e alta fertilidade (FONSECA et al., 2020).

Paralelamente, a idade ao primeiro parto pode ser antecipada por meio do uso racional do manejo alimentar com suplementação estratégica no pré e pós-parto, aliado à utilização de pastagens cultivadas fornecidas durante o pós-parto. Além desses fatores, o emprego da desmama precoce, ajuste da densidade e adequado escore de condição corporal influenciam na precocidade das parições e, por

consequente, nas taxas de prenhez do período reprodutivo subsequente (CASTILHO et al., 2018).

## **2.4. Inseminação artificial em tempo fixo (IATF)**

### **2.4.1. A técnica**

A inseminação artificial em tempo fixo (IATF) surgiu somente na década de 90, mais especificamente em 1995, quando Pursley e colaboradores, da Universidade de Wisconsin nos Estados Unidos, planejavam otimizar as taxas de prenhez em fêmeas bovinas lactantes a partir da elaboração e introdução do primeiro protocolo hormonal, denominado *Ovsynch*, o qual preconizava sincronizar e induzir à ovulação (DA SILVA et al., 2021).

Assim, a IATF pode ser definida como a deposição mecânica do sêmen no aparelho genital feminino com uso de instrumentos, diferindo-se da técnica convencional por dispensar a observação contínua dos sinais de estro e utilizar protocolos hormonais capazes de controlar o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal das fêmeas. Os principais objetivos da técnica são o incremento das taxas de fertilidade, a redução do intervalo parto-concepção e a concentração das parições para épocas mais favoráveis (DOS SANTOS BREDA et al., 2013).

Em bovinos de corte, a sincronização da ovulação destaca-se como uma importante estratégia para alcançar a eficiência reprodutiva do rebanho e proporcionar melhorias genéticas com maior êxito, visto que, aproximadamente, 40 a 60% das fêmeas inseminadas emprenham logo após o primeiro ciclo de IATF. A técnica permite, ainda, em um curto período de tempo, a ressincronização de fêmeas que falharam na primeira IATF, para aumentar o percentual de animais prenhes ou, ainda, quando o número de touros é insuficiente na propriedade (DE OLIVEIRA MARQUES et al., 2015).

No entanto, para que essa biotecnologia alcance resultados satisfatórios, devem ser levados em consideração fatores imprescindíveis, como a condição nutricional e sanitária do rebanho, uso de sêmen de boa qualidade, infraestrutura, manejo adequado dos fármacos, bem como dos animais, e inseminadores experientes (FIRMINO e CHAGAS, 2021). Outro aspecto que corrobora para o sucesso da técnica é a intensidade de expressão comportamental do estro, pois

novilhas e vacas que expressam estro comportamental antes da IATF têm maiores taxas de prenhez (OOSTHUIZEN et al., 2020).

Em contrapartida, esses mesmos fatores, quando deficientes, podem prejudicar os resultados finais, reduzindo, conseqüentemente, a eficiência do serviço de inseminação (CARVALHO et al., 2019). Na espécie bovina, as principais limitações da aplicabilidade da IATF estão correlacionadas às condições fisiológicas naturais, como o anestro pós-parto e a baixa condição nutricional, associados aos problemas sanitários e às baixas concentrações plasmáticas de P<sub>4</sub>, contribuindo, desta forma, para redução dos índices reprodutivos e ineficácia da técnica (MELLO et al., 2014).

Todavia, em gado *Bos indicus*, essa tecnologia contorna problemas de incidência de anestro pós-parto e dificuldades para detecção de estro, por essa subespécie apresentar cio noturno com menor duração (SALES et al., 2015). Dessa forma, além de eliminar a necessidade de observação do estro e melhorar as taxas de serviço, a IATF sobressai-se por melhor planejar o intervalo entre partos e concepção e elevar o ganho genético, melhorando o desempenho reprodutivo e produtivo do rebanho (DADARWAL et al., 2013).

Ademais, uma alternativa prática e de baixo custo de implantação, para monitorar o estado nutricional e o desempenho reprodutivo de matrizes antes do emprego da IATF, é a avaliação visual do ECC, visto que ECC superior a 3,0 proporciona maiores taxas de prenhez em fêmeas bovinas de corte, quando submetidas a biotécnicas da reprodução, como a IATF (TORRES et al., 2015).

Grillo et al. (2015) confirmaram que a condição corporal influencia diretamente na ciclicidade das fêmeas e que o uso do ECC na avaliação nutricional permite a elaboração de estratégias alimentares para as matrizes e crias, proporcionando, desta forma, melhores indicadores de eficiência reprodutiva e produtiva em programas de IATF. Estes mesmos autores ainda afirmaram que a ordem de parto também reflete no desempenho reprodutivo do rebanho, além da escolha do protocolo (MADUREIRA et al, 2020).

Contudo, da Silva e Gottschall (2014), avaliando a fertilidade de novilhas de corte, submetidas a diferentes protocolos hormonais para a IATF, constataram uma resposta reprodutiva final mais satisfatória quando a técnica foi associada ao repasse do touro, pois a presença do reprodutor após a IATF, otimizou a taxa de

prenhez de novilhas de corte, independentemente da escolha do protocolo utilizado (GOTTSCHALL e DA SILVA, 2018).

#### **2.4.2. Fatores que impactam a IATF**

A IATF é uma biotécnica reprodutiva fundamental para maximizar a eficiência reprodutiva em rebanhos de corte, melhorando a produtividade e a redução do intervalo entre partos. No entanto, fatores como ordem de parto, prolongamento do anestro pós-parto, condição corporal, sanidade do rebanho e qualidade do sêmen podem impactar negativamente os resultados dos programas de IATF. Desta forma, identificar e contornar esses desafios é essencial para otimizar o sucesso da IATF.

Dessa forma, as particularidades existentes entre as diferentes ordens de parto devem ser consideradas ao adotar estratégias para melhorar a eficiência reprodutiva de fêmeas bovinas de corte, visto que a ciclicidade ovariana de nulíparas no início do protocolo de IATF é uma variável que pode afetar diretamente a fertilidade. Posto que, as baixas taxas de prenhez das nulíparas foram associadas às altas concentrações de P<sub>4</sub> quando submetidas a protocolos de sincronização da ovulação. Somado a isso, a duração da exposição de P<sub>4</sub> exógena pode influenciar o desenvolvimento folicular, afetando o tamanho do folículo ovulatório, a expressão do estro e a fertilidade (SÁ FILHO et al., 2009).

Já as vacas primíparas, o anestro pós-parto é o principal agravante, o qual torna-se mais acentuado principalmente em animais mantidos sob pastejo extensivo, pois aporte nutricional para atender às demandas de crescimento e lactação é insuficiente e compromete conseqüentemente a síntese e secreção de GnRH e LH. Salienta-se que esse déficit nutricional impacta mais as primíparas em relação às pluríparas, visto que estas apresentam maiores taxas de prenhez e tornam-se prenhes mais cedo durante a estação reprodutiva do que as primíparas. No entanto, essas diferenças entre as ordens de parto desaparecem quando as fêmeas recuperam o escore de condição corporal (SÁ FILHO et al., 2013) e reverterem, por conseguinte, o prolongamento de anestro.

Neste contexto o anestro ou período de inatividade sexual, caracteriza-se pela ausência de manifestações de estro e ovulações, sendo uma das principais

causas que afetam a eficiência dos programas de IATF, pois mesmo que os protocolos hormonais permitam a sincronização do estro, sabe-se que vacas que manifestam baixa expressão do estro ou não manifestam, dispõem de menor probabilidade de prenhez (FERREIRA et al., 2016). Nesse período, o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal recupera-se da prenhez anterior, e fatores como aleitamento, nutrição, estação, idade, além de outros, como estresse, doenças e retenção de placenta, influenciam o prolongamento do anestro (YAVAS e WALTON, 2000).

Bem por isso, o manejo nutricional adequado é crucial para melhorar o desempenho reprodutivo de bovinos de corte, sendo que por meio do escore de condição corporal (ECC) torna-se possível monitorar o *status* nutricional e ajustar as dietas conforme as exigências fisiológicas dos animais, melhorando, por conseguinte, a fertilidade, uma vez que vacas com ECC abaixo de 2,75 (escala de 1 a 5) no momento da IA apresentam menores taxas de prenhez em comparação àquelas com ECC superior (SALES et al., 2011). O ECC também influencia o retorno à ciclicidade no pós-parto, pois vacas com baixo ECC têm maior sensibilidade hipotalâmica ao estradiol, aumentando o intervalo entre parto e a retomada da ciclicidade, sendo a ocorrência do parto durante a seca, a principal causa do baixo ECC em grande parte das propriedades, onde a qualidade e disponibilidade de pastagens são mínimas (SANTOS et al., 2014).

Além da condição nutricional, a sanidade também está atrelada à eficiência reprodutiva e econômica dos rebanhos de corte, uma vez que, doenças reprodutivas causam grandes prejuízos, como repetição de cio, infertilidade, baixos índices de prenhez, abortos, natimortos e nascimento de animais defeituosos ou transmissores (PEREIRA et al., 2013). Os principais patógenos reprodutivos incluem *Leptospira*, *Campylobacter*, *Hemophilus*, *Brucella*, herpesvírus bovino tipo 1 (rinotraqueíte infecciosa bovina – IBR), diarreia viral bovina (BVD), *Tritrichomonas foetus* e *Neospora caninum*. Além desses, a raiva impacta significativamente à produção por ser uma zoonose que afeta o sistema nervoso central dos bovinos (VALLE, ANDREOTTI e THIAGO, 1998; GIVENS, 2006).

Ademais, a qualidade do sêmen do touro é imprescindível para o sucesso do protocolo de IATF, já que o uso de sêmen de baixa qualidade pode comprometer os resultados do programa, anulando os esforços de preparação do rebanho e os investimentos em tecnologia. Estudos destacam que a fertilidade do touro é uma

característica complexa, de baixa herdabilidade, influenciada por fatores ambientais, nutricionais e de manejo (LUZ et al. 2018; ZOCCA et al., 2019). Além disso, a capacitação do inseminador é igualmente importante, pois a eficiência na técnica de inseminação é um indicador determinante para o sucesso do programa (SEVERO, 2009).

### **2.4.3. Critérios e pontos de descarte dos animais**

Descarte é o termo geralmente utilizado para designar animais não mantidos no rebanho por um único ou múltiplo critérios produtivos e reprodutivos destinados aos frigoríficos para produção de carne e posteriormente, ao consumo (MOREIRA, ROSA e SCHAEFER, 2021). As decisões orientadas ao descarte podem variar e estão diretamente relacionadas ao objetivo de cada produtor rural.

Os principais critérios selecionados para o descarte de animais, nos sistemas de produção de gado de corte, estão atrelados a problemas sanitários, patológicos, reprodutivos, disfunções locomotoras, distúrbios metabólicos e idade avançada. Estes fatores eliminatórios são relevantes e devem ser levados em consideração, principalmente em propriedades que adotam tecnologias como a IATF (SOUZA, 2020).

Assim, quando não realizada a inspeção sanitária ou descarte correto dos animais antes da IATF, doenças da esfera reprodutiva, como brucelose, campilobacteriose e tricomonose, ou ainda aquelas que impactam negativamente a reprodução, como leptospirose, rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR) e diarreia viral bovina (BVD) podem ser responsáveis por grandes perdas produtivas e econômicas na propriedade rural (DA SILVA, DE MELLO e PALHANO, 2021; PEREIRA et al., 2013).

Segundo Adamczyk et al. (2017), outra razão predominante e mais comum para descarte involuntário consiste em problemas reprodutivos e infertilidade. Visto que, em programas de IATF, o percentual de prenhez em bovinos de corte varia entre 40% e 60%, indicando assim uma parcela considerável de fêmeas vazias ao final do processo. Este fato é ocasionado pelas perdas embrionárias, devido às baixas concentrações de progesterona no primeiro terço da prenhez (PUGLIESI et al., 2016).

Assim como a constância e a repetição de fêmeas vazias e inférteis no rebanho é uma condição indesejável, a qualidade seminal dos reprodutores também exerce forte impacto sobre os resultados finais da IATF. Isto deve-se ao fato de que o sêmen bovino, mesmo com qualidade espermática comprovada pelas empresas especializadas, pode apresentar resultados inconsistentes em protocolos de IATF, devido às condições ambientais e de manejo, sendo, portanto, a fertilidade do macho reprodutor um critério de seleção e descarte (FARIAS, DE FREITAS e BRAUNER, 2018).

Além da infertilidade, a claudicação surge como outra característica inqualificável no sistema de criação, pois, além de gerar preocupações ao bem-estar animal e ser uma condição dolorosa para o animal, problemas de locomoção podem reduzir o ECC, aumentar a incidência de lesões nos jarretes e joelhos, elevar o descarte involuntário, e, por conseguinte, diminuir drasticamente o valor de mercado do produto (ADAMCZYK et al., 2017).

Do mesmo modo, a avaliação da maturidade do animal por ser uma condição imprescindível para se estimar o valor potencial da carcaça, também se enquadra como indicativo de descarte, pois uma baixa cobertura de gordura e idade avançada refletem diretamente no rendimento da carcaça e na qualidade da carne, fazendo-se necessária a análise visual do comprimento da cauda, largura dos quadris, largura do focinho e comprimento da cabeça antes do descarte (MOREIRA, ROSA e SCHAEFER, 2021).

Ademais, animais que apresentam distúrbios metabólicos devem ser eliminados do rebanho, pois existe uma relação negativa entre eficiência alimentar e a fertilidade de novilhas e vacas, uma vez que o aporte nutricional estabelece a homeostase do metabolismo sistêmico e determina a proporção de tecidos muscular e adiposo, além da síntese e secreção de hormônios reguladores da função reprodutiva em fêmeas (MICHAEL, BARUSELLI e CAMPANILE, 2019).

#### **2.4.4. Protocolos reprodutivos comerciais**

Em programas de IATF, a sincronização e indução à ovulação se dão por meio do emprego de protocolos comerciais, com a administração de diferentes fármacos e distintos manejos. Os protocolos hormonais convencionalmente mais utilizados, em bovinos de corte, são os que associam progesterona ( $P_4$ ), estradiol ( $E_2$ )

e prostaglandina (PGF<sub>2</sub>α) ou, ainda, aqueles que aliam o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) e PGF<sub>2</sub>α, denominados *Ovsynch* (DA SILVA e GOTTSCHALL, 2014).

Os tratamentos à base de E<sub>2</sub> e P<sub>4</sub> consistem na inserção de um dispositivo liberador de P<sub>4</sub> e na administração de benzoato de estradiol (BE), em dias esporádicos do ciclo, para induzir a atresia folicular e promover o surgimento da onda folicular. Em seguida, a PGF<sub>2</sub>α é aplicada no momento da retirada da fonte de P<sub>4</sub> para garantir a luteólise, com subsequente aplicação de BE, GnRH ou LH, ou, ainda, cipionato de estradiol (ECP) para sincronizar a ovulação (BÓ et al., 2018).

Já *Co-Synch* denomina-se o protocolo mais comumente utilizado à base de GnRH, administrado no momento da IATF para impulsionar a ovulação. O mesmo inclui a introdução do dispositivo liberador de P<sub>4</sub> para superar as baixas taxas de ovulação após a primeira administração de GnRH, em novilhas e vacas de corte anovulatórias, ou, ainda, com a aplicação de uma ou duas doses de PGF<sub>2</sub>α mais gonadotrofina coriônica equina (eCG), em tratamentos à base de GnRH e P<sub>4</sub> (GOTTSCHALL, SILVA e ALMEIDA, 2016).

O tratamento com eCG, quando associado à P<sub>4</sub>, tem o intuito de otimizar os índices de fertilidade em fêmeas bovinas de corte, uma vez o uso dessa gonadotrofina provoca alterações no diâmetro padrão do folículo pré-ovulatório no momento da IATF, melhora a taxa ovulatória e eleva a concentração plasmática de P<sub>4</sub> durante a fase lútea seguinte (MELLO et al., 2014), seja em protocolos de três ou quatro manejos.

O protocolo com três manejos tem duração de oito dias, sendo que, no dia zero (D0), é feita a inserção do dispositivo intravaginal de P<sub>4</sub> e administração intramuscular de BE, para sincronizar as ondas foliculares. No D8, é feita a remoção do implante de P<sub>4</sub> e aplicação de PGF<sub>2</sub>α, para desencadear a luteólise. Posteriormente, ocorre a aplicação de eCG e cipionato de estradiol (ECP) para estimular a ovulação e liberar o pico de LH. No dia 10 (D10), sucede a inseminação artificial (IA) (DOS SANTOS BREDA et al., 2013).

O protocolo com quatro manejos é semelhante ao sistema de três manejos. Desta maneira, no D0, ocorre a implantação do dispositivo intravaginal de P<sub>4</sub> e a aplicação de benzoato de estradiol (BE). No D8, é realizada a administração de PGF<sub>2</sub>α, eCG e, concomitantemente, a retirada das fontes de P<sub>4</sub>. No D9, é feita

novamente, a aplicação de BE e eCG, e, no D10, a inseminação (BARUSELLI et al., 2021).

Estes protocolos podem sofrer modificações e visam, sobretudo, potencializar ganhos genéticos, assim como a ressincronização, que surge como estratégia reprodutiva focada na melhoria da taxa de serviço e redução do intervalo entre as inseminações, especialmente desenvolvida para aquelas fêmeas que não se tornaram prenhes na IATF anterior, impulsionando, dessa forma, a eficiência reprodutiva do rebanho (BARUSELLI et al., 2019).

No entanto, para que a ressincronização não se torne um fator limitante pelos custos gerados, a reutilização dos implantes de P<sub>4</sub>, nos programas de IATF, destacam-se como um método alternativo, que permite ajustes na relação custo/benefício, reduzindo o desembolso dos tratamentos em até 40% do custo dos protocolos, uma vez que a P<sub>4</sub> utilizada em protocolos de IATF é onerosa e, muitas vezes, inviabiliza o uso da técnica (CABRAL et al., 2013).

Além disso, trabalhos apontam que a concentração de P<sub>4</sub> dos dispositivos reutilizados pode ser suficiente para promover um controle semelhante ao do crescimento folicular ovariano e da ovulação em *Bos indicus*.

No entanto, Gottschall e da Silva. (2018), avaliando o desempenho reprodutivo de novilhas de corte submetidas a diferentes protocolos, certificaram que a modificação do *Ovsynch*, quando associado a um dispositivo intravaginal (DIP) com baixas concentrações de P<sub>4</sub>, proporcionou melhores taxas de prenhez à IATF, recomendando este tratamento como uma alternativa adicional ao terceiro uso de DIP.

Dadarwal et al. (2013), em sua pesquisa, testando os efeitos da P<sub>4</sub> durante o crescimento do folículo ovulatório, na fase sublútea em bovinos de corte, constataram que a P<sub>4</sub> favoreceu um maior tamanho dos folículos ovarianos, resultando em um CL maior, com subsequente concentração mais elevada de P<sub>4</sub> endógena e melhores taxas de prenhez após IATF.

Neste contexto, Hill et al. (2014), examinando os impactos de concentrações alteradas de P<sub>4</sub> em programa *Co-Synch* + implante intravaginal liberador de progesterona (CIDR) para vacas de corte lactantes, observaram que níveis elevados de P<sub>4</sub>, antes da IATF, em vacas cíclicas não influenciaram a taxa de fertilidade, propondo, portanto, que o *status* de ciclicidade seja estimado antes do início do

protocolo para que os tratamentos possam ser ajustados e, assim, reduzir custos e melhorar a prenhez por IATF.

Portanto, dada a diversidade dos protocolos amplamente empregados no Brasil, faz-se necessário avaliar a eficácia dos mesmos. Diante disso, o estudo observacional destaca-se como uma abordagem confiável para investigar e contornar possíveis falhas a partir do levantamento de dados atualizados oriundos de rotinas comerciais de IATF, principalmente no Estado de Minas Gerais, o qual carece de informações.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização e meteorologia

No presente estudo observacional foram considerado dados de 22 fazendas distribuídas em treze microrregiões, este quantitativo representa 0,06% da produção de bovinos de corte do Estado de Minas Gerais, Brasil. As propriedades assistidas forneciam suplemento mineral adequado aos animais e infraestrutura apropriada para a realização dos procedimentos de IATF.

Também foram levados em consideração os valores de temperatura ambiente (TA) e umidade relativa do ar (UR), ao longo do período da estação reprodutiva, ocorrida de dezembro de 2021 a maio de 2022 (período desta pesquisa), mensurados a cada hora por estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizadas nas mediações das fazendas-alvo deste estudo. Em seguida, foi calculado o índice de temperatura e umidade (ITU), utilizando o modelo desenvolvido por Thom (1959), conforme a equação abaixo:

$$\text{ITU: } (0,8 * TA + \left(\frac{UR}{100}\right) * (TA - 14,4) + 46,4)$$

#### 3.2. Seleção e manejo das matrizes

Foi avaliado um banco de dados proveniente de 14.002 fêmeas bovinas de origem zebuína, com aptidão para corte, idade média de 37 meses, peso médio de 400 kg, criadas em sistema extensivo com pastos predominantemente naturais ou irrigados e, em períodos de estiagem, era fornecido concentrado à base de milho e soja, na proporção ajustada para cada ordem de parto (Figura 1). As fêmeas avaliadas foram divididas em pluríparas (a partir da segunda ordem de parto) (74,1%; 10.377/14.002), primíparas (8,5%; 1.203/14.002) e nulíparas (17,2%; 2.422/14.002).

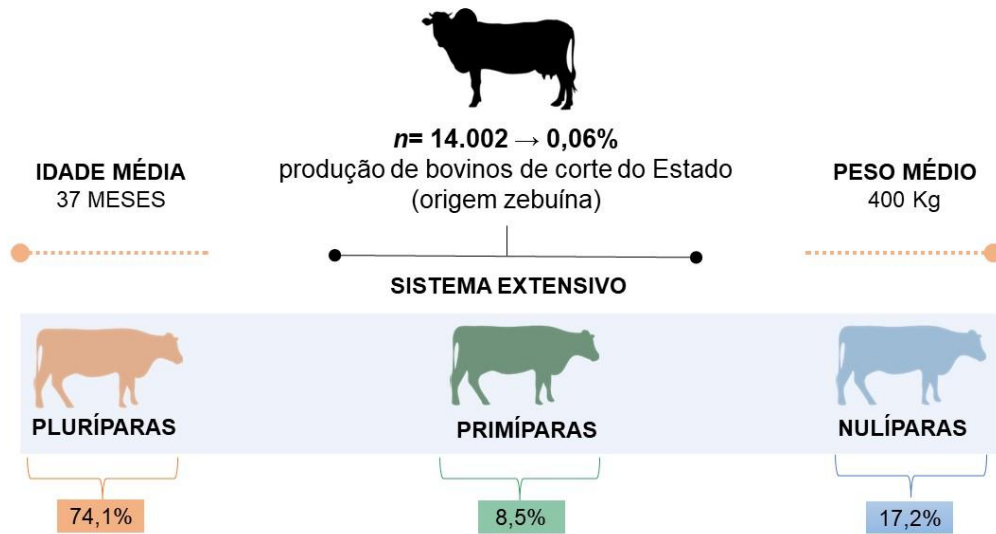


Figura 1. Seleção e manejo das matrizes zebuínas de corte no Estado de Minas Gerais, Brasil.

### 3.3. Protocolos de indução à ovulação

Das fêmeas nulíparas avaliadas, 51,5% (1.254/2.431) foram submetidas ao tratamento de indução à puberdade para que atingissem o estágio de ciclicidade o mais breve possível. Para isso, foi inserido um dispositivo intravaginal de progesterona (1,9 g de P<sub>4</sub>; CIDR®; Zoetis, SP, Brasil) de quarto uso por 12 dias. Na retirada, foi aplicado 0,3 mL de cipionato de estradiol (ECP®; Zoetis, SP, Brasil) por via intramuscular (I.M.).

As primíparas e pluríparas paridas com menos de 60 dias, ou seja, detectadas com anestro pós-parto, que representaram 48,7% (6.822/14.002) do total de fêmeas, receberiam um tratamento hormonal adaptado a partir da metodologia descrita por Carvalho (2017). Esta consistia em, no D0, inserção do dispositivo intravaginal de P<sub>4</sub> (1,9 g de P<sub>4</sub>; CIDR®; Zoetis, SP, Brasil) e aplicação de 2 mg de benzoato de estradiol (BE; Gonadiol®; Zoetis, SP, Brasil) via I.M. No D7, foram aplicados 2,5 mg de prostaglandina (Lutalyse®; Zoetis, SP, Brasil) via I.M. No D9, foi feita a remoção da fonte de P<sub>4</sub> mais a aplicação de 2,5 mg de prostaglandina (Lutalyse®; Zoetis, SP, Brasil), 1,5 mL de gonadotrofina coriônica equina (eCG, Novormon®; Zoetis, SP, Brasil) e 0,5 mg de cipionato de estradiol (ECP®; Zoetis, SP, Brasil) via I.M., sendo este o protocolo 1 (PROT1).

Outro protocolo adotado (PROT2), que foi realizado em 40,7% das fêmeas (5.705/14.002), consistia em, no D0, inserção do dispositivo intravaginal de P<sub>4</sub> (1,9 g de P<sub>4</sub>; CIDR®; Zoetis, SP, Brasil) e aplicação de 2 mg de benzoato de estradiol (BE; Gonadiol®; Zoetis; SP, Brasil) via I.M. No D7, foram aplicados 2,5 mg de prostaglandina (Lutalyse®; Zoetis, SP, Brasil) e 0,8 mL de gonadotrofina coriônica equina (eCG) (Novormon®; Zoetis, SP, Brasil) via I.M. No D9, realizou-se a remoção da fonte de P<sub>4</sub> mais a aplicação de 1,5 mL de eCG, (eCG, Novormon®; Zoetis, SP, Brasil) mais 0,5 mg de ECP (ECP®; Zoetis, SP, Brasil). e 0,8 mL de eCG (Novormon®; Zoetis, SP, Brasil) via I.M.

O terceiro protocolo empregado (PROT3) foi destinado a 10,5% (1.475/14.002) das fêmeas. Inicialmente (D0), foi feita a inserção do dispositivo intravaginal de P<sub>4</sub> (1,9 g de P<sub>4</sub>; CIDR®; Zoetis, SP, Brasil) e aplicação de 2 mg de benzoato de estradiol (BE; Gonadiol®; Zoetis; SP, Brasil) via I.M. No D9, procedeu-se com a remoção da fonte de P<sub>4</sub> mais a aplicação de 2,5 mg de prostaglandina (Lutalyse®; Zoetis, SP, Brasil), 1,5 mL de gonadotrofina coriônica equina (eCG) (Novormon®; Zoetis, SP, Brasil) e 0,5 mL de cipionato de estradiol (ECP®; Zoetis, SP, Brasil) via I.M.

Todas as fêmeas foram inseminadas no D11, 48 horas após a retirada do implante de P<sub>4</sub>, sendo que 72,5% (10.152/14.002) foram manejadas no período da manhã e 27,4% (3.850/14.002) no turno da tarde.

Desta maneira, como os três protocolos tiveram inserção do dispositivo intravaginal de P<sub>4</sub> no D0 e inseminação artificial no D11, os primeiros dois protocolos (PROT1 e PROT2) foram realizados em quatro manejos, com aplicação de gonadotrofina coriônica equina (eCG) no D7 e prostaglandina (PGF<sub>2α</sub>) no D9, enquanto o PROT3, em três manejos, com aplicação de PGF<sub>2α</sub>, eCG e cipionato de estradiol (ECP) no D9 (Figura 2).

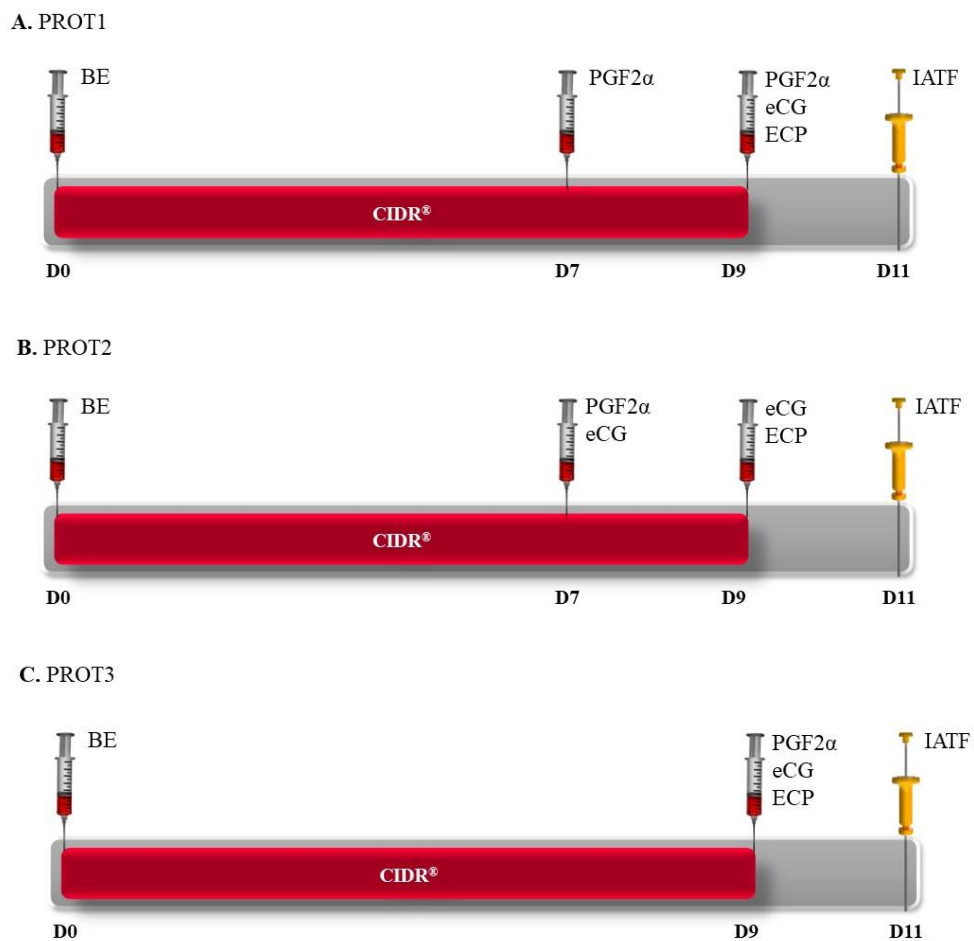


Figura 2. Esquema dos protocolos utilizados em fêmeas de bovinos de corte no Estado de Minas Gerais, Brasil. CIDR®: dispositivo intravaginal liberador de progesterona; BE: benzoato de estradiol; PGF<sub>2α</sub>: prostaglandina F<sub>2α</sub>; eCG: gonadotrofina coriônica equina; ECP: cipionato de estradiol; IATF: inseminação artificial em tempo fixo.

### 3.4. Aspectos gerais do sêmen criopreservado

O sêmen utilizado para as inseminações foi obtido a partir de distintas Centrais de Reprodução, sendo que 93,5% (16.222/17.357) dos touros eram zebuínos (Nelore e Nelore mocho). Todas as partidas foram testadas e aprovadas para IATF, conforme os parâmetros estabelecidos pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 2013).

### 3.5. Comportamento de estro e diagnóstico de gestação

A região da base da cauda e sacro-ílica das fêmeas foi marcada com bastão de tinta para auxiliar na identificação da manifestação de estro, levando em

consideração o escore de remoção da tinta, sendo classificado como 0, os animais com estro intenso e sem resquícios de tinta, e 1, os animais sem sinais de estro e com a tinta intacta.

O diagnóstico de gestação (DG) foi realizado aos 30 dias após a IATF, com auxílio de um aparelho ultrassonográfico (Mindray DP 2200 portátil, China) acoplado a um transdutor linear, com frequência de 5 Hz. Para realização deste procedimento, os animais foram conduzidos ao tronco de contenção para imobilização. Portanto, neste dia, fêmeas que apresentaram resultado negativo para DG foram ressincronizadas.

### **3.6. Avaliação da condição corporal**

No dia da inseminação (D11) e no diagnóstico de gestação (D30) foram realizadas avaliações do escore de condição corporal (ECC) das fêmeas por meio da avaliação visual e tátil da região lombar, a fim de avaliar o desenvolvimento do músculo *Longissimus dorsi* e a camada de gordura sobre os processos espinhosos e transversais das vértebras lombares, considerando a escala de 1 a 5, segundo Pfeifer et al. (2021).

### **3.7. Análise estatística**

Inicialmente, em virtude do elevado número de animais e variáveis levantadas, os dados foram reunidos, tabulados, selecionados e classificados por microrregiões de Minas Gerais (MG). Sequencialmente, os dados foram descritos, estatisticamente, a partir de suas frequências (percentual) ou médias  $\pm$  EPM, sendo desconsiderados os dados omissos. A associação de todas as variáveis de interesse com a variável de desfecho (diagnóstico de gestação) foi testada por qui-quadrado, enquanto as médias do ECC, no dia da realização da IA (D11) e no do DG (30) foram testadas par a par pelo teste t para amostras pareadas. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados por meio do *software Statistical Package for Social Science* (SPSS – versão 27.0), sendo os resultados comparativos considerados significativos quando  $p < 0,05$ .

#### 4. RESULTADOS

O índice de temperatura e umidade, durante o período analisado de dezembro de 2021 a maio de 2022, foi 72,1.

A média do escore de condição corporal no dia da inseminação (D11) e no DG foi de  $2,74 \pm 0,006$  e  $2,80 \pm 0,005$ ,  $2,51 \pm 0,01$  e  $2,65 \pm 0,01$ , e por fim,  $3,02 \pm 0,012$  e  $3,17 \pm 0,014$  para pluríparas, primíparas e nulíparas, respectivamente.

Do total de fêmeas, agrupadas em ordem de partos, os protocolos e consideradas também as ressincronizações e a manifestação de estro, verificou-se associação significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre o diagnóstico de gestação (DG) e as variáveis ordem de parto, protocolo, ressincronização e manifestação de estro. Entretanto, a associação entre o DG e o período de manejo não foi significativa ( $p \geq 0,05$ ) (Figura 3).

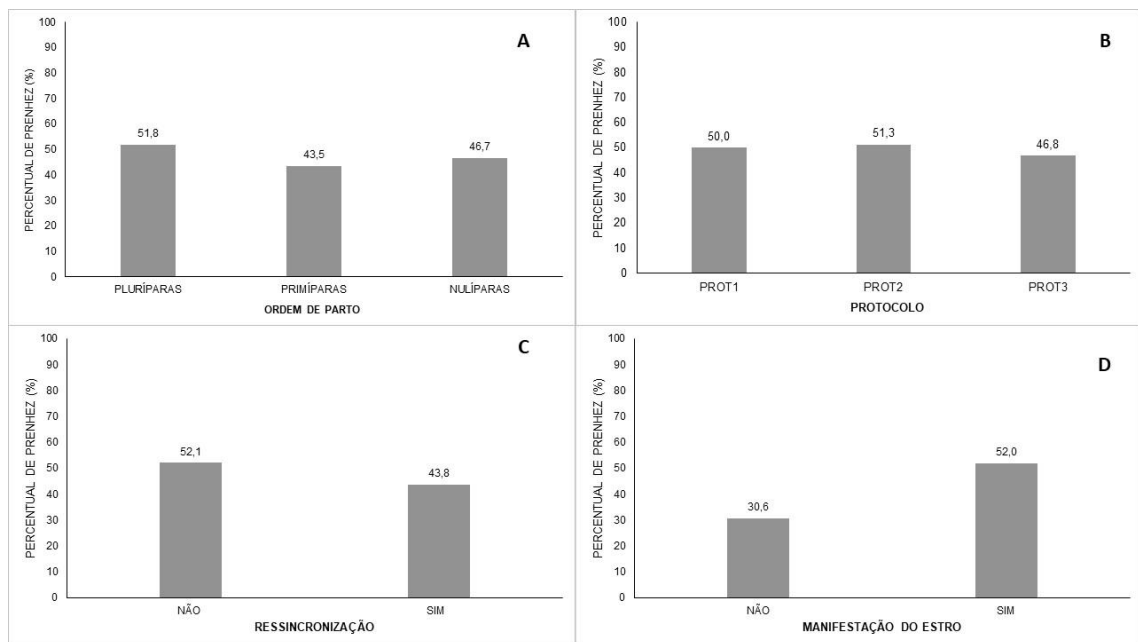


Figura 3. Avaliação do percentual de prenhez de fêmeas bovinas de corte sobre as variáveis ordem de parto (A), protocolo (B), ressincronização (C) e manifestação do estro (D) no Estado de Minas Gerais, Brasil.

No que diz respeito à ordem de parto, verificou-se que 51,8% (5.372/10.377) das pluríparas estavam gestantes, seguidas das nulíparas (46,7%; 1.132/2.422) e, então, das primíparas (43,5%; 523/1.203) (Figura 3 A).

Quando comparado por protocolos, o percentual de fêmeas gestantes foi superior com o uso do PROT2 (51,3%; 2.926/5.705), seguido do PROT1 (50,0%; 3.410/6.822), e, por fim, do PROT3 (46,8%; 691/1.475) (Figura 3 B).

Em relação à ressinchronização, 22,8% (3.201/14.002) foram ressinchronizadas. O percentual de fêmeas gestantes dentre aquelas que não foram ressinchronizadas, foi de 52,1% (5.624/10.801). Já nas fêmeas ressinchronizadas o percentual de gestantes foi de 43,8% (1.403/3.201) (Figura 3 C).

Do total de fêmeas avaliadas, 91,6% (12.829/14.002) das fêmeas manifestaram estro e, destas, 52,0% (6.668/12.829) apresentaram prenhez, enquanto daquelas que não manifestaram estro, 30,6% (359/1.173) exibiram concepção (Figura 3 D).

Quando estratificado por ordem de parto, dentre as pluríparas foi observado associação significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre o diagnóstico de gestação (DG) e as variáveis, protocolo, período de manejo, ressinchronização e manifestação de estro (Figura 4).

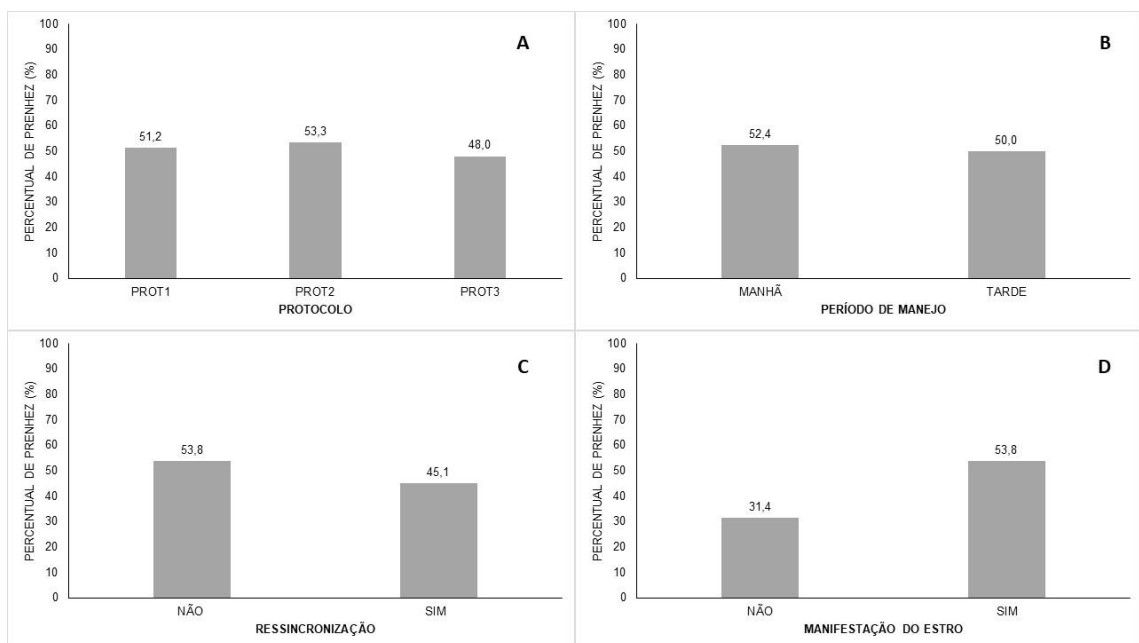


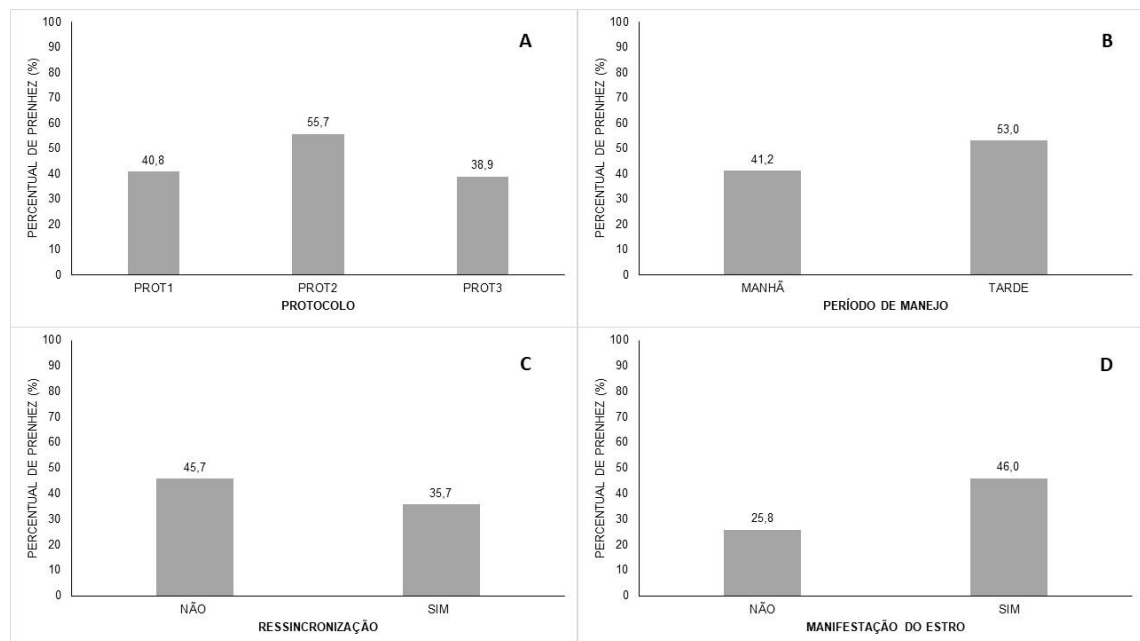
Figura 4. Avaliação do percentual de prenhez de pluríparas sobre as variáveis protocolo (A), período de manejo (B), ressinchronização (C) e manifestação do estro (D) no Estado de Minas Gerais, Brasil.

Nestas fêmeas, a utilização dos PROT2 (53,3%; 2209/4.143) e PROT1 (51,2%; 2.699/5.267) resultaram em maiores percentuais de prenhez quando comparados ao protocolo 3 ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 4 A). Quanto ao período de manejo, o percentual de concepção foi superior para procedimentos realizados pela manhã 52,4% (3.973/7.581), em relação ao turno da tarde, que resultaram em 50,0% (1.399/2.796) de prenhez (Figura 4 B). Quanto à ressinchronização, apenas 23,8% (2.459/10.377) foram ressinchronizadas. O percentual de concepção das fêmeas não

ressincronizadas foi 53,8% (4.263/7.918) contra 45,1% (1.109/2.459) nas ressinchronizadas (Figura 4 C).

Dentre as fêmeas pluríparas, 90,9% (9438/10.377) manifestaram sinais de estro, das quais 53,8% (5.077/9.438) apresentaram prenhez, enquanto daquelas que não manifestaram estro 31,4% (295/939) exibiram concepção (Figura 4 D).

Dentre as vacas primíparas, denotou-se associação significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre o DG e as variáveis protocolo, período de manejo, ressinchronização e



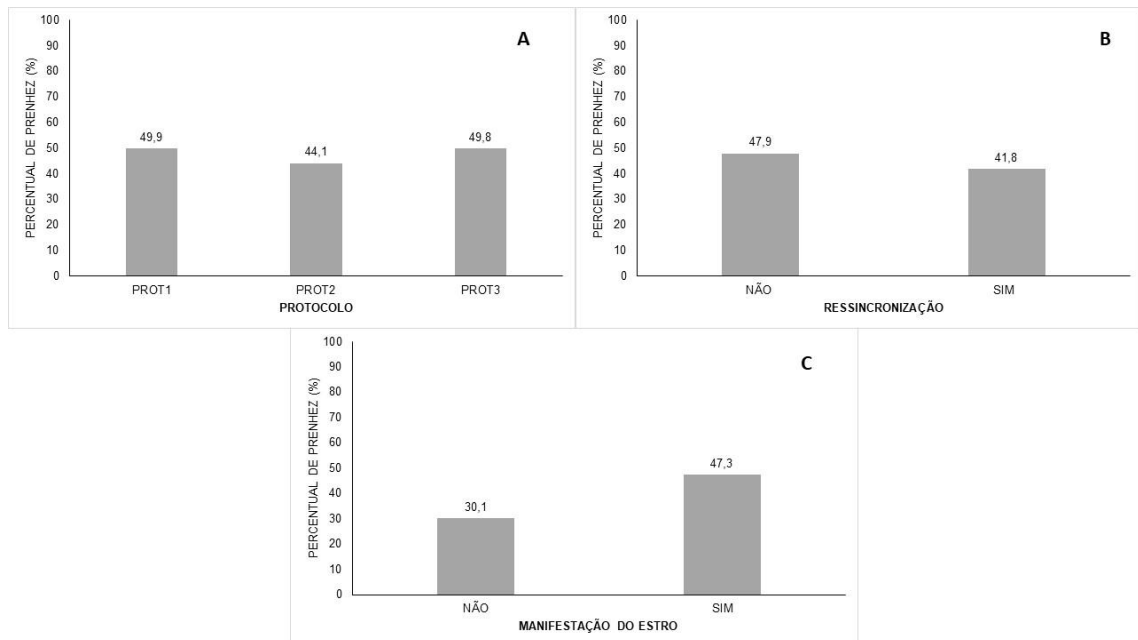
manifestação do estro (Figura 5).

Figura 5. Avaliação do percentual de prenhez de primíparas sobre as variáveis protocolo (A), período de manejo (B), ressinchronização (C) e manifestação do estro (D) no Estado de Minas Gerais, Brasil

Nas fêmeas desta ordem de parto, o PROT2 (55,7%; 136/244) e o PROT1 (40,8%; 294/720) resultaram em maiores taxas de prenhez, quando comparados ao protocolo 3 ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 5 A). Quanto ao período de manejo, o percentual de concepção foi superior para procedimentos realizados à tarde 53,0% (123/232), em relação ao turno da manhã, que resultaram em 41,2% (400/971) de prenhez (Figura 5 B). Quanto à ressinchronização, 22,1% (266/1.203) das primíparas foram ressinchronizadas. Entretanto, o percentual de concepção das fêmeas não ressinchronizadas foi 45,7% (428/937) contra 35,7% (95/266) nas ressinchronizadas (Figura 5 C). Adicionalmente, denota-se que 87,4% (1.052/1.203) das primíparas manifestaram sinais de estro, 46,0% (484/1.052) apresentaram prenhez, enquanto,

das que não manifestaram este comportamento apenas 25,8% (39/151) exibiram concepção (Figura 5 D).

Em última análise, as fêmeas nulíparas apresentaram associação significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre o DG e as variáveis protocolo, ressincronização e



manifestação do estro. No entanto, sem ocorrência de associação significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre o DG e o período de manejo e indução à puberdade (Figura 6).

Figura 6. Avaliação do percentual de prenhez de nulíparas sobre as variáveis protocolo (A), ressincronização (B) e manifestação do estro (C) no Estado de Minas Gerais, Brasil.

Nesta ordem de parto, foi observado que o PROT1 (49,9%; 417/835) e o PROT3 (49,8; 134/269) apresentaram maiores percentuais de prenhez em relação ao protocolo 2 ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 6 A). Quanto à ressincronização, 19,6% (476/2.422) das nulíparas foram ressincronizadas. A porcentagem de concepção das nulíparas não ressincronizadas foi 47,9% (933/1.946) contra 41,8% (199/476) nas ressincronizadas (Figura 6 B). Quanto à manifestação de estro, 96,5% (2.339/2.422) das fêmeas exibiram estro. Destas, 47,3% (1.107/2.339) apresentaram prenhez, enquanto, daquelas que não manifestaram estro apenas 30,1% (25/83) exibiram concepção (Figura 6 C).

Quando organizado por protocolos, em relação ao PROT1 verificou-se associação significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre o DG e as variáveis ordem de parto, ressincronização e manifestação de estro. Contudo, não foi verificada associação significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre o DG e o período de manejo (Figura 7).

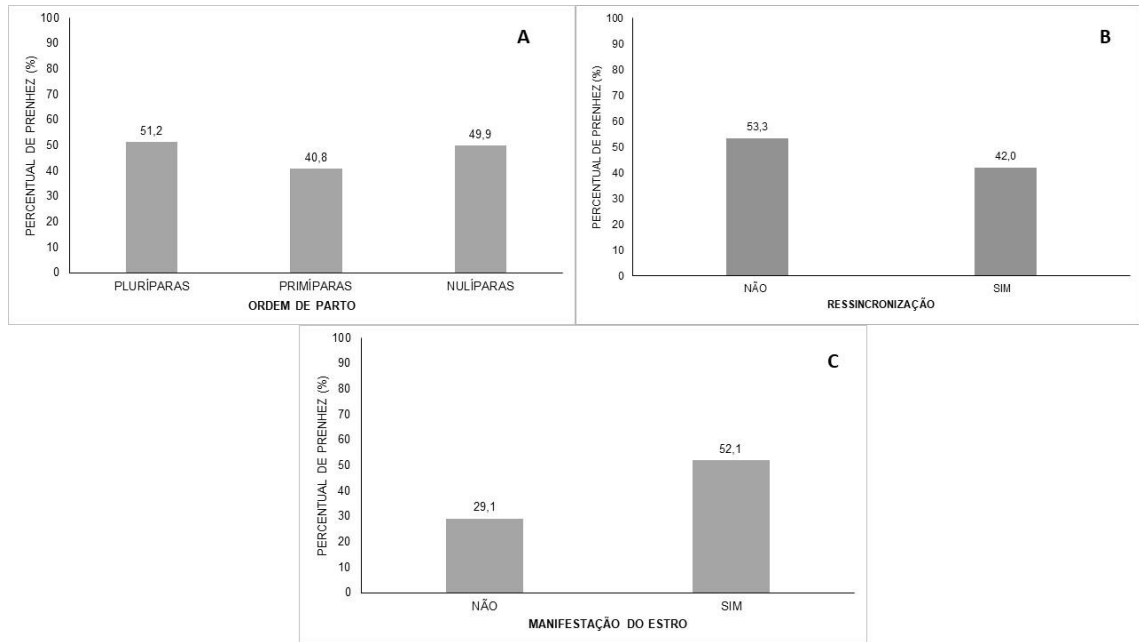


Figura 7. Avaliação do percentual de prenhez de fêmeas bovinas de corte em função do protocolo 1 sobre as variáveis ordem de parto (A), ressincronização (B) e manifestação do estro (C) no Estado de Minas Gerais, Brasil.

Quanto à ordem de parto, observou-se que 51,2% (2.699/5.267) das pluríparas estavam prenhes, seguidas das nulíparas (49,9%; 417/835) e, então, das primíparas (40,8%; 294/720) (Figura 7 A). Quanto à ressincronização, a porcentagem de concepção das fêmeas não ressincronizadas foi 53,3% (2.573/4.828) contra 42,0% (837/1.994) nas ressincronizadas (Figura 7 B). Quanto à manifestação de estro, 52,1% (3.229/6.200) apresentaram prenhez, enquanto, daquelas que não manifestaram estro apenas 29,1% (181/622) exibiram concepção (Figura 7 C).

No tocante ao PROT2, denotou-se associação significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre o DG e as variáveis ordem de parto, período de manejo, ressincronização e manifestação do estro (Figura 8).

Figura 8. Avaliação do percentual de prenhez de fêmeas bovinas de corte em função do protocolo 2 sobre as variáveis ordem de parto (A), período de manejo (B), ressincronização (C) e manifestação do estro (D) no Estado de Minas Gerais, Brasil.

Quando comparado por ordem de parto, observou-se que 55,7% (136/244) das primíparas estavam prenhes, seguidas das pluríparas (53,3%; 2.209/4.143) e, então, das nulíparas (44,1%; 581/1.318) (Figura 8 A). Em relação ao período de manejo, o percentual de concepção foi superior para procedimentos realizados pela manhã 52,2% (2.380/4.558), em relação ao turno da tarde, que resultaram em 47,6% (546/1.147) de prenhez (Figura 8 B). Quanto à ressincronização, a porcentagem de concepção das fêmeas não ressincronizadas foi 52,1% (2.635/5.058) contra 45,0% (291/647) nas ressincronizadas (Figura 8 C). Quanto à manifestação de estro, 52,6% (2.792/5.304) apresentaram prenhez, enquanto, daquelas que não manifestaram estro apenas 33,4% (134/401) exibiram concepção (Figura 8 D).

Em última análise, no que diz respeito ao PROT3 houve associação significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre o DG e as variáveis ordem de parto, período de manejo e manifestação do estro. No entanto, sem ocorrência de associação significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre o DG e a ressincronização (Figura 9).

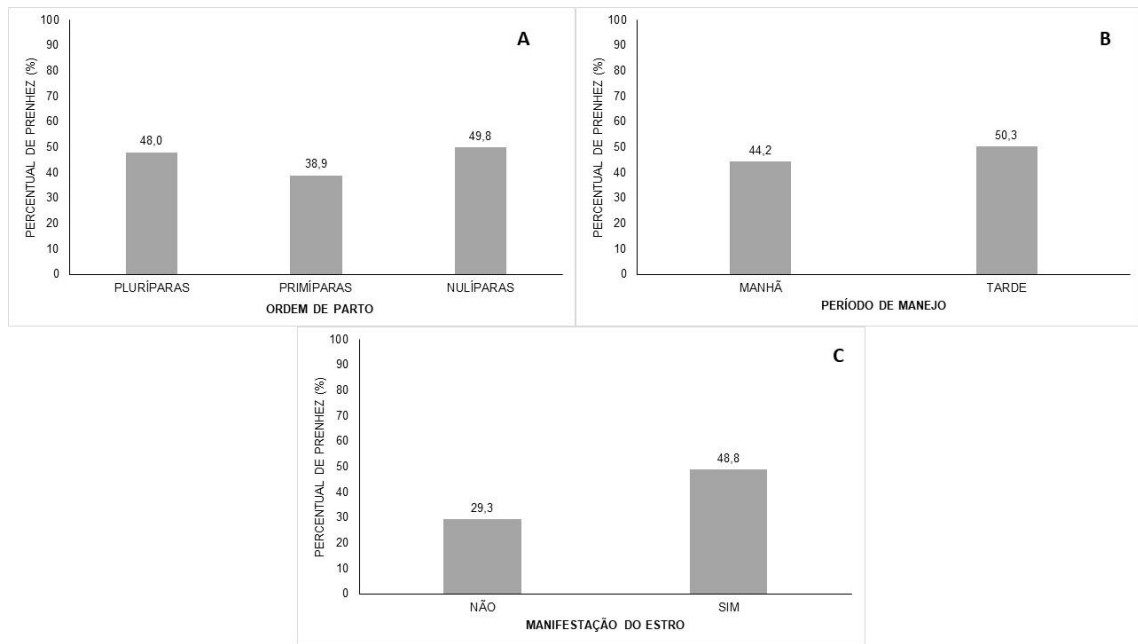


Figura 9. Avaliação do percentual de prenhez de fêmeas bovinas de corte em função do protocolo 3 sobre as variáveis ordem de parto (A), período de manejo (B) e manifestação do estro (D) no Estado de Minas Gerais, Brasil.

Quanto a ordem de parto, denotou-se que 49,8% (134/269) das nulíparas estavam prenhes, seguidas das pluríparas (48,0%; 464/967) e, então, das primíparas (38,9%; 93/239) (Figura 9 A). Em relação ao período de manejo, o percentual de concepção foi superior para procedimentos realizados à tarde 50,3% (319/634), em relação ao turno da manhã, que resultaram em 44,2% (372/841) de prenhez (Figura 9 B). Quanto à manifestação de estro, 48,8% (647/1.325) apresentaram prenhez, enquanto, daquelas que não manifestaram estro apenas 29,3% (44/150) exibiram concepção (Figura 9 C).

## 5. DISCUSSÃO

Notoriamente, a mensuração dos parâmetros ambientais influencia diretamente na reprodução dos bovinos, visto que o ITU acima de 72 está relacionado à ocorrência de estresse por calor, provocando alterações comportamentais e fisiológicas, bem como disfunções reprodutivas como atrasos na ovulação, repetição de estro e variações na síntese dos hormônios (DA SILVA et al., 2023). Desta forma, o presente estudo apresentou o ITU acima do recomendado, sendo um dado limite entre situações de conforto e estresse, pois, conforme análise de Rohleder et al. (2022), o ITU elevado requer atenção e adoção de estratégias que minimizem os impactos impostos pelas mudanças climáticas intersazonais, com ajustes nas práticas de manejo e nos sistemas de produção, como aumento do número de árvores, uso de sombrites, sombreamento dos bebedouros e cochos, dentre outros, a fim de promover a melhoria dos índices de fertilidade.

Adicionalmente, a ordem de parto pode interferir nos resultados finais da IATF, visto que Nogueira et al. (2014), Bottino et al. (2021) e Pfeifer et al. (2022) encontraram percentuais superiores de prenhez para pluríparas em relação às primíparas, corroborando com os achados do presente estudo. Em contrapartida, outros autores (DE OLIVEIRA MARQUES et al., 2015; GRILLO et al., 2015) obtiveram maior taxa de prenhez em nulíparas em comparação às pluríparas e primíparas. Em concordância, Eloy et al. (2022) mostraram maior taxa de prenhez em nulíparas em relação às primíparas. Entretanto, ambas ordens de parto com percentuais de concepção acima da média nacional, o que difere dos valores aqui encontrados, pois pluríparas apresentaram maior ocorrência de prenhez que as primíparas e nulíparas, sendo os valores estas, inferiores à média. Diante disso, é importante enfatizar que primíparas tendem a apresentar menor taxa de concepção e maior intervalo pós-parto do que as demais ordens de parto, por haver uma maior exigência nutricional no pós-parto e desafiante balanço energético negativo, que, associado ao efeito inibitório da sucção, pode promover menor frequência dos pulsos de LH e por conseguinte, reduzir o percentual de prenhez (NOGUEIRA et al., 2014).

Ademais, animais criados em regiões tropicais podem apresentar comprometimento da atividade ovariana, no pós-parto, devido ao suprimento

inadequado de energia pelas pastagens. Desta forma, o baixo desempenho reprodutivo tem sido correlacionado às primíparas, principalmente quando submetidas a períodos de restrição alimentar no pré ou pós-parto (ELOY et al., 2022). A energia consumida pelos animais é, prioritariamente, direcionada para funções vitais de manutenção e produção de leite, em detrimento das funções reprodutivas (BRUNORO et al., 2017), o que pode ter ocasionado subestimativa de prenhez para as primíparas e nulíparas. Desta forma, é necessário compreender as características fisiológicas predominantes entre os grupos, a fim de assegurar os tratamentos hormonais adequados nas propriedades (LAZZARI et al., 2023).

Em rebanhos de corte, os protocolos à base de  $E_2/P_4$ , com intervalo de nove dias, visam, sobretudo, promover o sucesso no estabelecimento da prenhez (CREPALDI et al., 2019). Fisiologicamente, o  $E_2$ , quando administrado na presença de  $P_4$ , leva à supressão da liberação das gonadotrofinas e subsequente regressão dos folículos. Assim, logo após o  $E_2$  ser metabolizado, ocorre a liberação de hormônio folículo estimulante (FSH) e o surgimento de uma nova onda folicular (BÓ et al., 1994). Desse modo, este tratamento é difundido em casos de anestro pós-parto, pois soluciona falhas na indução da ciclicidade, com aumento da frequência dos pulsos de hormônio luteinizante (LH), crescimento folicular e ovulação (ALVES et al., 2021).

Já as prostaglandinas ( $PGF_{2\alpha}$ ) afetam diversas vias da reprodução em bovinos, sendo os usos mais comuns para sincronização de estro, regressão de corpo lúteo persistente e indução de aborto ou parto, devido às suas propriedades luteolíticas (WEEMS; WEEMS; RANDEL, 2006). Desse modo, em programas de sincronização da ovulação, a  $PGF_{2\alpha}$  é usada para promover a luteólise, diminuir os níveis de  $P_4$  e sincronizar a ovulação, podendo ser administrada em única ou dupla dose, em momentos distintos do protocolo, no dia sete e/ou no dia nove, sendo que duas aplicações são eficientes em condições de anestro, pois aumentam a liberação de LH e, por conseguinte, melhora o desenvolvimento folicular final (PEREIRA et al., 2015).

Comumente, vacas de corte apresentam alta prevalência de anestro pós-parto. Diante disso, o eCG tem sido incluído nos protocolos de IATF, para induzir o desenvolvimento folicular e aumentar as taxas de prenhez (PITALUGA et al., 2013). O eCG possui atividade semelhante à do FSH e LH e capacidade de ligar-se aos receptores dessas gonadotrofinas, dando prosseguimento ao crescimento do folículo

dominante mediante a secreção insuficiente de FSH e LH (PESSOA et al., 2016). Assim, o eCG, quando administrado dois dias antes e/ou concomitantemente à remoção do implante de P<sub>4</sub>, é uma alternativa eficaz para elevar as taxas ovulatórias e de concepção (TORTORELLA et al., 2013).

No entanto, nos protocolos E<sub>2</sub>/P<sub>4</sub>, as ovulações geralmente são induzidas com baixa dosagem de éster de estradiol, conjuntamente com a retirada do dispositivo de P<sub>4</sub> (PFEIFER et al., 2020). Desta forma, sabendo que a função uterina pós-ovulatória é influenciada pelas condições pré-ovulatórias, a concentração circulante de éster de estradiol é imprescindível para a programação da atividade do endométrio durante o início da prenhez (BOSOLASCO et al., 2021). Com isso, a administração do cipionato de estradiol (ECP), no momento da retirada do implante intravaginal de P<sub>4</sub>, tem efeito potencial na indução do comportamento do estro e ovulação (SILVA et al., 2018), como verificado neste estudo.

Além disso, existe correlação positiva entre percentual de prenhez e expressão do estro, sendo que a taxa de concepção, em vacas que apresentam estro durante a IATF, é 20,9% superior à de vacas que não expressam estro (BONATO et al., 2021). Isto denota uma coerência no comportamento dos nossos dados, pois fêmeas que apresentaram escore positivo para sinais de estro tiveram melhor desempenho reprodutivo.

Também denotamos que as pluríparas tiveram ocorrência de prenhez acima da média, quando submetidas aos protocolos com dosagem dupla de PGF<sub>2α</sub> e de eCG, mostrando a eficiência da utilização desses fármacos em reverter condições de anestro e obter melhor desempenho reprodutivo (PEREIRA et al., 2015). Além de que, o ECP foi eficiente em elevar as taxas ovulatórias e, conseqüentemente, otimizar a ocorrência de concepção (SALES et al., 2016) logo na primeira IA, posto que um número reduzido de pluríparas foi posteriormente submetido à resincronização. Também foi observado que as condições ambientais no período da manhã favoreceram as taxas de concepção, pois as vacas, sendo animais homeotérmicos, tendem a um equilíbrio térmico ideal quando manejadas em horários, cujas temperaturas estão próximas à zona de termoneutralidade, favorecendo assim, a ocorrência dos eventos reprodutivos (HOOPER et al., 2018). Somado à experiência reprodutiva, à baixa exigência nutricional e à maior responsividade aos tratamentos hormonais, o maior percentual de prenhez foi

associado àquelas pluríparas com maior viabilidade dos sinais de estro (BOTTINO et al., 2021).

Do mesmo modo, a ocorrência das primíparas apresentarem valores de prenhez acima da média, nos protocolos com dosagem dupla de eCG, pode ser atribuído ao fato que o emprego dessa gonadotrofina, em tratamentos à base de  $E_2/P_4$ , induzem o aumento folicular, melhoram as taxas ovulatórias e a fertilidade, principalmente em primíparas em anestro (SALES et al., 2016), como verificado neste estudo. Além disso, os efeitos da nutrição inadequada, combinados às exigências de crescimento, primeira lactação e à exposição a períodos de restrição alimentar e alta luminosidade, típica do cenário tropical, podem ter causado alterações na síntese dos hormônios e elevado os percentuais de prenhez, quando o manejo foi realizado à tarde (ELOY et al., 2022). Ademais, Bonato et al. (2021) ressaltam que primíparas podem apresentar desempenho reprodutivo similar às demais paridades, já que fêmeas detectadas em estro durante a IATF tiveram taxa de prenhez semelhante à de pluríparas, corroborando assim com os nossos achados.

Já as nulíparas, apesar da resposta satisfatória aos tratamentos hormonais, resultados que correspondem à taxa de prenhez esperada não foram alcançados, visto que fatores relacionados à sensibilidade de fêmeas jovens à  $P_4$  liberada pelos dispositivos podem interferir sobre as taxas ovulatórias por exercer *feedback* negativo sobre o aumento da frequência dos pulsos de LH, resultando em baixa fertilidade logo no primeiro serviço (DE CARVALHO ARAÚJO et al., 2019). Isto, supostamente, explica o fato de um número maior de fêmeas terem sido manejadas para as ressincronizações, como mostrado nesta pesquisa. Além disso, não se deve descartar o efeito do clima e a qualidade das pastagens, pois Duittoz, et al. (2018) salientam que o estresse nutricional prolongado prejudica a atividade cíclica das nulíparas por suprimir a liberação do LH em pulsos de alta frequência, necessários para o crescimento dos folículos ovarianos até o estágio pré-ovulatório. Entretanto, pesquisas apontam uma correlação entre desempenho ovariano e maior ocorrência do estro e prenhez, pois fêmeas que manifestam estro entre a retirada do implante de  $P_4$  e o momento da IA possuem altas concentração de  $E_2$  circulante, associadas a maiores dimensões foliculares que, portanto, favorecem a concepção (MENEZES et al., 2021). Isto explica o fato de os melhores percentuais estarem atrelados às nulíparas, que apresentaram maior intensidade de sinais de estro no nosso estudo.

Contudo, apesar do percentual de prenhez estar abaixo da média nacional, ressaltamos que a utilização de protocolos hormonais para indução à puberdade, em nulíparas, pode ser uma estratégia viável para agregar maior eficiência reprodutiva e retorno econômico em rebanho de corte (PEREIRA et al., 2019).

Analisando as variáveis em função dos protocolos, o PROT1 elevou o percentual de prenhez das pluríparas, visto que, tratamentos à base de E<sub>2</sub>/P<sub>4</sub> associado à PGF<sub>2α</sub> administrada antes e, no dia da remoção do implante de P<sub>4</sub> mais eCG, tem sido eficientemente utilizado em vacas *Bos indicus* em anestro assegurando taxas de prenhez acima de 50% (SALES et al., 2016) como denotado nesta pesquisa. Isto deve-se ao fato dos progestágenos restringir o efeito de *feedback* negativo do E<sub>2</sub> reduzindo o número de receptores de estrogênio no hipotálamo e o efeito de *feedback* negativo do E<sub>2</sub> na liberação de GnRH, permitindo assim, um aumento da frequência de liberação de LH (BILBAO et al., 2016). Já a PGF<sub>2α</sub> favoreceu a sincronização e manifestação de estro em uma maior quantidade de animais, com o aumento da taxa de concepção logo no primeiro serviço (SÁ FILHO et al., 2013), enquanto que o eCG colaborou sobre o desenvolvimento folicular final e a elevação das taxas de ovulação em vacas *Bos indicus* em anestro ou com baixo escore de condição corporal (ECC < 3) no início do programa de sincronização (PESSOA et al., 2016) como verificado no presente estudo.

O PROT2, similar ao tratamento anterior, diferindo, sobretudo, na administração adicional de eCG, estimulou o aumento do percentual de prenhez em primíparas e pluríparas, por essa gonadotrofina dar o suporte necessário para o desenvolvimento e a maturação final do folículo e, por conseguinte, otimizar o resultado da prenhez, eliminando assim, a desproporção na relação P/IA entre as vacas de diferentes paridades (SÁ FILHO et al., 2010). Também foi verificado com o uso PROT2 uma correlação positiva entre a ocorrência de sinais estro e a prenhez, pois o uso do eCG eleva a concentração de E<sub>2</sub>, sintetizado pelo folículo ovulatório de maior diâmetro, desencadeando assim, um maior número de vacas em estro (PESSOA et al., 2016). Somado a isso, a prenhez foi influenciada positivamente quando os procedimentos de rotina de IATF foram conduzidos no turno da manhã, considerando que a fertilidade de vacas *Bos indicus*, principalmente quando mantidas em sistemas extensivos à pasto, pode ser impactada por fatores ambientais, já que o manejo reprodutivo realizado nas primeiras horas do dia,

quando as temperaturas estão mais amenas, facilita a sincronização hormonal e o sucesso da concepção (DINIZ et al., 2020).

Em última instância, o PROT3, composto por três manejos, tem sido empregado com frequência em rebanhos de corte, movimentando os animais apenas três vezes, reduzindo o estresse animal e os custos com a mão-de-obra (MACEDO; OLIVEIRA; ROCHA, 2015) bem como, permitindo resultados satisfatórios de prenhez (SALES et al., 2012). No entanto, o uso do PROT3 resultou em percentuais de prenhez abaixo da média nacional entre as diferentes paridades. Contudo, em sistemas de três manejos, o ECP tem sido amplamente utilizado para substituir o BE como indutor da ovulação, pois quando administrado junto à retirada do implante de P<sub>4</sub>, mantém níveis plasmáticos suficientes para estimular o pico de LH após a queda dos níveis de P<sub>4</sub> (PALHÃO et al., 2014). Desta forma, pressupomos que a relação positiva entre intensidade dos sinais do estro e prenhez foi em decorrência ao uso do ECP, sendo este, uma alternativa para simplificar os programas de sincronização, sem afetar a eficácia do tratamento hormonal, principalmente em grandes rebanhos comerciais (FRANÇA et al., 2022). Todavia, os efeitos da exposição a períodos de restrição alimentar e alta luminosidade, típica do cenário tropical, podem ter causado disfunções na síntese dos hormônios e elevado os percentuais de prenhez, quando o manejo foi realizado à tarde (ELOY et al., 2022).

## **6. CONCLUSÕES**

Conclui-se que, quando manejadas extensivamente em condições tropicais, fêmeas bovinas com aptidão para corte, de distintas ordens de parto, apresentam desempenho reprodutivo satisfatório ao serem submetidas a protocolos comerciais de quatro manejos. Ademais, o uso da dupla aplicação de eCG demonstrou ser eficaz em melhorar o percentual de concepção das pluríparas e primíparas em anestro. Por fim, a identificação da intensidade dos sinais de estro demonstrou ser um fator imprescindível para a otimização dos resultados finais da IATF com base nesta análise observacional dos dados comerciais disponibilizados.

## REFERÊNCIAS

ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Perfil da pecuária no Brasil**. 2018. Disponível em: <<https://www.beefpoint.com.br/abiec-perfil-da-pecuaria-no-brasil/>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Perfil da pecuária no Brasil**. 2021. Disponível em: <<https://www.beefpoint.com.br/abiec-perfil-da-pecuaria-no-brasil/>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

ACNB - Associação dos Criadores de Nelore do Brasil. **Caracterização Racial**. 2006. Disponível em: <<http://www.nelore.org.br/Raca/Caracterizacao>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

ADAMCZYK, K., MAKULSKA, J., JAGUSIAK, W., WEGLARZ, A. **Associations between strain, herd size, age at first calving, culling reason and lifetime performance characteristics in Holstein-Friesian cows**. *Animal*, 11(2), 327-334, 2017.

ALVES, R. L.; SILVA, M. A.; CONSENTINI, C. E.; SILVA, L. O.; FOLCHINI, N. P.; OLIVA, A. L.; SARTORI, R. **Hormonal combinations aiming to improve reproductive outcomes of Bos indicus cows submitted to estradiol/progesterone-based timed AI protocols**. *Theriogenology*, 169, 89-99, 2021.

ARAÚJO, V. R.; GASTAL, M. O.; FIGUEIREDO, J. R.; GASTAL, E. L. **In vitro culture of bovine preantral follicles: a review**. *Reproductive biology and endocrinology*, 12(1), 1-14, 2014.

BARUSELLI, P. S.; CATUSSI, B. L. C.; ABREU, L. Â. D.; ELLIFF, F. M.; SILVA, L. D. G. D.; BATISTA, E. S.; CREPALDI, G. A. **Evolução e perspectivas da inseminação artificial em bovinos**. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 43(2), 308-314, 2019.

BARUSELLI, P. S.; DE ABREU, L. Â.; CATUSSI, B. L. C.; FELIPE, G., DOS SANTOS, F.; FACTOR, L.; CREPALDI, G. A. **Mitos e realidades sobre a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em bovinos de corte**. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 45(4), 625-646, 2021.

BARUSELLI, P. S.; FERREIRA, R. M.; COLLI, M. H. A.; ELLIFF, F. M.; SÁ FILHO, M. F.; VIEIRA, L.; DE FREITAS, B. G. **Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil**. *Animal Reproduction (AR)*, 14(3), 558-571, 2018.

BERRY, D. P.; FRIGGENS, N. C.; LUCY, M.; ROCHE, J. R. **Milk production and fertility in cattle**. *Annual review of animal biosciences*, 4, 269-290, 2016.

- BILBAO, M. G., MASSARA, N., RAMOS, S., ZAPATA, L. O., FARCEY, M. F., PESOA, J., BARTOLOME, J. A. **Extending the duration of treatment with progesterone and equine chorionic gonadotropin improves fertility in suckled beef cows with low body condition score subjected to timed artificial insemination.** *Theriogenology*, 86(2), 536-544, 2016.
- BÓ, G. A.; ADAMS, G. P.; PIERSON, R. A.; TRIBULO, H. E.; CACCIA, M.; MAPLETOFT, R. J. **Follicular wave dynamics after estradiol-17 $\beta$  treatment of heifers with or without a progestogen implant.** *Theriogenology*, 41(8), 1555-1569, 1994.
- BÓ, G. A.; HUGUENINE, E.; DE LA MATA, J. J.; NÚÑEZ-OLIVERA, R.; BARUSELLI, P. S. MENCHACA, A. **Programs for fixed-time artificial insemination in South American beef cattle.** *Animal Reproduction*, 15(Suppl 1), 952, 2018.
- BONATO, D. V.; CARRER FILHO, L.; SANTOS, E. S.; FIGUEIRA, M. R.; CERZETTI, M. B.; MOROTTI, F.; SENEDA, M. M. **Estrus expression and pregnancy rates in heifers primiparous and multiparous Nelore cows subjected to timed artificial insemination with strategic use of gonadotropin-releasing hormone.** *Semina: Ciências Agrárias*, 42(6SUPL2), 3825-3836, 2021.
- BOSOLASCO, D.; NUÑEZ-OLIVERA, R.; DE BRUN, V.; MEIKLE, A.; MENCHACA, A. **Estradiol cypionate administered at the end of a progesterone-based protocol for FTAI induces ovulation and improves postovulatory luteal function and uterine environment in anestrous beef cows.** *Theriogenology*, 162, 74-83, 2021.
- BOTTINO, M. P.; SIMÕES, L. M. S.; SILVA, L. A. C. L.; GIROTTO, R. W.; SCANDIUZZI JR, L. A.; MASSONETO, J. P. M.; SALES, J. N. D. S. **Effects of eCG and FSH in timed artificial insemination treatment regimens on estrous expression and pregnancy rates in primiparous and multiparous *Bos indicus* cows.** *Animal Reproduction Science*, 228, 106751, 2021.
- BRUNORO, R.; FRANCISCO, F. F.; PINHO, R. O.; BRUNORO, J. R. P.; LUZ, M. R.; SIQUEIRA, J. B. **Reutilização de implantes de progesterona em vacas Nelore de diferentes categorias submetidas a IATF.** *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, 41(4), 716-722, 2017.
- CABRAL, J. F.; LEÃO, K. M.; DA SILVA, M. A. P.; BRASIL, R. B. **Indução do estro em novilhas Nelore com implante intravaginal de progesterona de quarto uso.** *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 20(1), 2013.
- CARVALHO, J. B. P.; CARVALHO, N. A. T.; REIS, E. L.; NICHI, M.; SOUZA, A. H.; 15 BARUSELLI, P. A. **Effects of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus* x *Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers.** *Theriogenology*, v. 69, p. 169-175, 2008.
- CARVALHO, J. S.; CAVALCANTI, M. O.; CHAVES, M. S.; RIZZO, H. **Eficiência da inseminação artificial em tempo fixo em fêmeas zebuínas na mesorregião**

**Sudeste do Pará, Brasil.** Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 62, 2019.

CARVALHO, R. S. **Influência da alteração do escore de condição corporal e de hormônios metabólicos pós-parto na eficiência reprodutiva de vacas nelore inseminadas em tempo fixo.** Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil, 65p. 2017.

CASTILHO, E. M.; VAZ, R. Z.; FERNANDES, T. A.; CONCEIÇÃO, V. G. D. D.; BRUM, O. B. **Precocidade de parto na estação de parição sobre a eficiência produtiva de vacas primíparas aos 24 meses de idade.** Ciência Animal Brasileira, 19, 2018.

COLAZO, M. G.; MAPLETOFT, R. **Fisiología del ciclo estral bovino.** Ciencia Veterinaria, 16(2), 31-46, 2014.

CREPALDI, G. A.; SALES, J. N. D. S.; GIROTTO, R. W.; CARVALHO, J. G. S.; BARUSELLI, P. S. **Effect of induction of ovulation with estradiol benzoate at P4 device removal on ovulation rate and fertility in Bos indicus cows submitted to a TAI protocol.** Animal Reproduction Science, 209, 106141, 2019.

DADARWAL, D.; MAPLETOFT, R. J.; ADAMS, G. P.; PFEIFER, L. F. M.; CREELMAN, C.; SINGH, J. **Effect of progesterone concentration and duration of proestrus on fertility in beef cattle after fixed-time artificial insemination.** Theriogenology, 79(5), 859-866, 2013.

DANTAS, L. E. J. D. S. **Fatores que afetam a precocidade sexual em novilhas.** Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Tocantins (UFT), Brasil, 32p, 2021.

DA SILVA, L. R.; GOTTSCHALL, C. S. **Desempenho reprodutivo de novilhas de corte submetidas a diferentes protocolos para inseminação artificial em tempo fixo (IATF).** Revista de Iniciação Científica da ULBRA, 1(12), 2014.

DA SILVA, M. A. N.; DE MELLO, M. R. B.; PALHANO, H. B. **Inseminação artificial e inseminação artificial em tempo fixo em bovinos.** Revista Científica do UBM, 79-97, 2021.

DA SILVA, W. A. L.; DA COSTA E SILVA, E. V.; FERREIRA, M. G. C. R.; GHELLER, J. M.; POEHLAND, R.; MELO-STERZA, F. D. A. **Effect of shading on the physiological and reproductive parameters in Nelore cows.** Tropical Animal Health and Production, 55(6), 374, 2023.

DA SILVEIRA, D. D.; DE VARGAS, L.; PEREIRA, R. J.; CAMPOS, G. S.; VAZ, R. Z.; LÔBO, R. B.; BOLIGON, A. A. **Quantitative study of genetic gain for growth, carcass, and morphological traits of Nelore cattle.** Canadian Journal of Animal Science, 99(2), 296-306, 2018.

DE CARVALHO ARAÚJO, A. C.; NONATO, M. S.; BEZERRA, A. R. A.; MURTA, D. C. R. X.; MURTA, D. V. F.; SANTOS, J. M. L.; CARNEIRO, J. A. M. **Efeito indução**

**da ovulação em novilhas com protocolo de ciclicidade.** Brazilian Journal of Development, 5(11), 24286-24290, 2019.

DE OLIVEIRA MARQUES, M.; MOROTTI, F.; DA SILVA, C. B.; JÚNIOR, M. R.; DA SILVA, R. C. P.; BARUSELLI, P. S.; SENEDA, M. M. **Influence of category-heifers, primiparous and multiparous lactating cows-in a large-scale resynchronization fixed-time artificial insemination program.** Journal of Veterinary Science, 16(3), 367-371, 2015.

DINIZ, J. V. A.; DA SILVA, L. O.; NOGUEIRA, M. M. B.; DE FREITAS, R. R.; LUCKNER, M. N.; SATRAPA, R. A.; OBA, E. **Bioclimatic influence on the pregnancy rate in embryo-recipient cows in the amazonian biome.** In Reproductive Biology and Technology in Animals. IntechOpen, 2020.

DOS SANTOS BRENDA, J. C.; KOZICKI, L. E.; FRARE, J.; SILVA, D. B.; WEISS, R. R.; SANTOS, I. W.; BERTOL, M. A. F. **Sincronização do estro (SE) visando à inseminação artificial em tempo fixo (IATF) com protocolos de três manejos em bovinos de corte.** Revista Acadêmica Ciência Animal, 11(1), 51-57, 2013.

DUITTOZ, A. H.; TILLET, Y.; LE BOURHIS, D.; SCHIBLER, L. The timing of puberty (oocyte quality and management). Reprodução Animal (AR), 13 (3), 313-333, 2018.  
ELER, J. P.; BIGNARDI, A. B.; FERRAZ, J. B. S.; SANTANA JR, M. L. **Genetic relationships among traits related to reproduction and growth of Nelore females.** Theriogenology, 82(5), 708-714, 2014.

ELOY, L. R.; BREMM, C.; LOBATO, J. F.; PÖTTER, L.; LACA, E. A. **Direct and indirect nutritional factors that determine reproductive performance of heifer and primiparous cows.** Plos one, 17(10), e0275426, 2022.

FARIAS, L. B.; DE FREITAS, J. R. P.; BRAUNER, C. C. **Avaliação do efeito do touro e da condição corporal na taxa de prenhez de vacas submetidas ao protocolo de inseminação artificial em tempo fixo.** Revista Científica Rural, 20(2), 305-313, 2018.

FERREIRA, J. E.; SILVA, O. R.; COUTO, S. R. B.; SILENCIATO, L. N.; MELLO, M. R. B. Eficiência reprodutiva de vacas nelores submetidas à IATF e repasse com touros. **Anais da XXX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões**, Foz do Iguaçu, p.189, 2016.

FIGUEIREDO, R.A.; BARROS, C.M.; PINHEIRO, O.L. E.; SOLE, J.M.P. **Ovarian 1112 follicular dynamics in Nelore breed (*Bos indicus*) cattle.** Theriogenology, v.47, 1113 p.1489-1505, 1997.

FIRMINO, A. A. F.; CHAGAS, J. C. C. **Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) em bovinos de corte na Fazenda Alfredo de Maya no município de Cacimbinhas/AL.** Diversitas Journal, 6(4), 4159-4170, 2021.

FONSECA, A. P.; ALVES, B. R. C.; CAMPOS, M. M.; COSTA, R. M.; MACHADO, F. S.; PEREIRA, L. G. R.; BORGES, Á. M. **Idade à puberdade e características reprodutivas de novilhas mestiças F1 Holandês x Gir com fenótipos**

**divergentes para consumo alimentar residual.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 72, 1093-1101, 2020.

FRANÇA, I. G. D.; BEZERRA, N. P. C.; NETA, A. V. C.; SANTOS, L. S.; RIBEIRO, D. L. D. S.; JUNIOR, J. R. S. T. **Gene expression and Doppler flowmetry of the reproductive tract in Nelore (*Bos indicus*) cows synchronized with estradiol and equine chorionic gonadotrophin.** Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 46(1), 28-43, 2022.

GIVENS, M. D. **A clinical, evidence-based approach to infectious causes of infertility in beef cattle.** Theriogenology, v. 66, n. 3, p.648-654, ago. 2006.

GOTTSCHALL, C. S.; SILVA, L. D.; ALMEIDA, M. D. **Análise econômica de dois protocolos para inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em novilhas de corte.** Revista Brasileira de Reprodução Animal, 40, 99-104, 2016.

GOTTSCHALL, C. S.; DA SILVA, L. R. **Taxa de prenhez de novilhas de corte submetidas à IATF com protocolo a base de BE ou Ovsynch modificado.** Pubvet, 12, 133, 2018.

GREGIANINI, H. A. G.; JUNIOR, J. M. C.; NETO, A. P.; DA COSTA FILHO, L. C. C.; GREGIANINI, J. T. F.; PINHEIRO, A. K.; TRENKEL, C. K. G. **Precocidade sexual de novilhas Nelore em rebanho sob seleção no Estado do Acre.** Research, Society and Development, 10(4), e16310413945-e16310413945, 2021.

GRILLO G. F.; GUIMARÃES A. L. L.; COUTO S. R. B.; FIGUEIREDO M. A.; PALHANO H. B. **Comparison of the pregnancy rate among heifers, primiparous and multifarous Nelore breed submitted to artificial insemination at fixed time.** Brazilian Journal of Veterinary Medicine, 37(3):193-197, 2015.

HILL, S. L.; PERRY, G. A.; MERCADANTE, V. R. G.; LAMB, G. C.; JAEGER, J. R.; OLSON, K. C.; STEVENSON, J. S. **Altered progesterone concentrations by hormonal manipulations before a fixed-time artificial insemination CO-Synch+ CIDR program in suckled beef cows.** Theriogenology, 82(1), 104-113, 2014.

HOOPER, H. B.; SALOMÃO, D. D. O. S.; AYRES, G. F.; TITTO, C. G.; DOS SANTOS, R. M.; DE MATTOS NASCIMENTO, M. R. B. **Conforto térmico de vacas leiteiras mestiças durante a inseminação e a relação com a taxa de concepção.** Revista Acadêmica Ciência Animal, 16, 1-10, 2018.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Sistema de Recuperação Automática (SIDRA).** Efetivo do rebanho brasileiro, 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>. Acesso em: 12/06/2023.

LAZZARI, J.; DOS SANTOS VELHO, G.; GASPERIN, B. G.; TOMAZELE, M.; ROVANI, L. F. M. P.; MONDADORI, R. G. **Estratégias farmacológicas para a manipulação do ciclo estral de fêmeas bovinas de raças de corte taurinas.** Revista Brasileira de Reprodução Animal, 47(2), 119-123, 2023.

- LIMA, A. C. N. D.; PEREIRA, E. T. N.; ALMEIDA, I. D. C.; XAVIER, E. D.; OLIVEIRA, D. C. F.; ALMEIDA, A. C. D. **Perdas reprodutivas e reconcepção em fêmeas bovinas de corte submetidas a inseminação artificial em tempo fixo.** *Ciência Animal Brasileira*, 23, e70384, 2022.
- LONERGAN, P.; FAIR, T. **Maturation of oocytes in vitro.** *Annual Review of Animal Biosciences*, 4, 255-268, 2016.
- LUCIANO, A. M.; SIRARD, M. A. **Successful in vitro maturation of oocytes: a matter of follicular differentiation.** *Biology of reproduction*, 98(2), 162-169, 2018.
- LUZ, G. B.; MAFFI, A. S.; FARIAS, L. B.; XAVIER, E. G.; LIMA, M. E.; CORREA, M. N.; BRAUNER, C. C. **Effects of the Bull on Conception Rate of Dairy Cows in Different Seasons and According to AI Type.** *Acta Scientiae Veterinariae*, v.46, p.1552, 2018.
- MACEDO, G. G. OLIVEIRA, M.; ROCHA, C. D. **Sincronização da ovulação: como mimetizar ainda mais a fisiologia da reprodução para obter melhores resultados?** *Revista brasileira de reprodução animal*, 41-46, 2015.
- MADUREIRA, G.; CONSENTINI, C. E.; MOTTA, J. C.; DRUM, J. N.; PRATA, A. B.; MONTEIRO JR, P. L.; SARTORI, R. **Progesterone-based timed AI protocols for Bos indicus cattle II: reproductive outcomes of either EB or GnRH-type protocol, using or not GnRH at AI.** *Theriogenology*, 145, 86-93, 2020.
- MCNEEL, A. K.; SOARES, É. M.; PATTERSON, A. L.; VALLET, J. L.; WRIGHT, E. C.; LARIMORE, E. L.; CUSHMAN, R. A. **Beef heifers with diminished numbers of antral follicles have decreased uterine protein concentrations.** *Animal Reproduction Science*, 179, 1-9, 2017.
- MELLO, R. R. C.; FERREIRA, J. E.; MELLO, M. R. B.; PALHANO, H. B. **Utilização da gonadotrofina coriônica equina (eCG) em protocolos de sincronização da ovulação para IATF em bovinos: revisão.** *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 38(3), 129-134, 2014.
- MENEZES, A. A.; BATISTA, L. A. S.; SOUSA, A. B.; LOIOLA, M. V. G.; BITTENCOURT, R. F.; FILHO, A. D. L. R.; RODRIGUES, A. S. **Efeito da expressão do estro sobre características morfofuncionais foliculares, luteais e fertilidade em fêmeas Bos indicus sincronizadas para IATF.** *Acta Scientiae Veterinariae*, 49, 1790, 2021.
- MICHAEL, J. D.; BARUSELLI, P. S.; CAMPANILE, G. **Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review.** *Theriogenology*, 125, 277-284, 2019.
- MOREIRA, L. C.; ROSA, G. J.; SCHAEFER, D. M. **Beef production from cull dairy cows: a review from culling to consumption.** *Journal of Animal Science*, 99(7), skab192, 2021.
- NOGUEIRA, É; BATISTA, D. S. D. N.; COSTA FILHO, L. C. C. D.; DIAS, A. M.; SILVA, J. C. B.; ÍTAVO, L. C. V. **Pregnancy rate in lactating Bos indicus cows**

**subjected to fixed-time artificial insemination and treated with different follicular growth inducers.** Revista Brasileira de Zootecnia, 43, 358-362, 2014.

NOGUEIRA, M. F. G.; FERNANDES, P.; ERENO, R. L.; SIMÕES, R. A. L.; BURATINI JUNIOR, J.; BARROS, C. M. **Luteinizing Hormone Receptor (LHR): basic concepts in cattle and other mammals. A review.** Anim. Reprod, v.7, p.51-64, 2010.

OOSTHUIZEN, N.; COOKE, R. F.; SCHUBACH, K. M.; FONTES, P. L.; BRANDÃO, A. P.; OLIVEIRA FILHO, R. V.; LAMB, G. C. **Effects of estrous expression and intensity of behavioral estrous symptoms on variables associated with fertility in beef cows treated for fixed-time artificial insemination.** Animal Reproduction Science, 214, 106308, 2020.

PALHÃO, M. P.; PIEDADE, C. S.; ARAÚJO, H. L.; FERNANDES, C. A. C.; GUIMARÃES, C. R. B.; RIBEIRO, J. R. **Sincronização folicular e vascularização do folículo dominante em novilhas mestiças tratadas com estradiol.** Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v. 21, p.117-21. 2014.

PEREIRA, P. A. C.; FERREIRA, A. M.; CARVALHO, L. B.; VERNEQUE, R. S.; HENRY, M.; LEITE, R. C. **Comparison of reproductive efficiency indexes by different methods in dairy cattle herds.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 65, 1383-1388, 2013.

PEREIRA, L. C.; DE SOUZA FERREIRA, R.; FUJII GONGALVES, R.; VINHAS ÍTAVO, L. C.; SIGNOR KOHL, E.; MENEZES DIAS, A.; GONGALVES MATEUS, R. **Economic evaluation of puberty induction of nulliparous Nelore heifers using intravaginal device and melengestrol acetate.** Acta Agronómica, 68(3), 205-212, 2019.

PEREIRA, M. H. C.; WILTBANK, M. C.; BARBOSA, L. F. S. P.; COSTA J. R., W. M.; CARVALHO, M. A. P.; VASCONCELOS, J. L. M. **Effect of adding a gonadotropin-releasing-hormone treatment at the beginning and a second prostaglandin F2 $\alpha$  treatment at the end of an estradiol-based protocol for timed artificial insemination in lactating dairy cows during cool or hot seasons of the year.** Journal of Dairy Science, 98(2), 947-959, 2015.

PESSOA, G. A.; MARTINI, A. P.; CARLOTO, G. W.; RODRIGUES, M. C. C.; JÚNIOR, I. C.; BARUSELLI, P. S.; SÁ FILHO, M. F. D. **Different doses of equine chorionic gonadotropin on ovarian follicular growth and pregnancy rate of suckled Bos taurus beef cows subjected to timed artificial insemination protocol.** Theriogenology, 85(5), 792-799, 2016.

PFEIFER, L. F. M.; GASPERIN, B. G.; CESTARO, J. P.; SCHNEIDER, A. **Postponing TAI in beef cows with small preovulatory follicles.** Animal Reproduction Science, 242, 107006, 2022.

PFEIFER, L. F. M.; MOREIRA, E. M.; DA SILVA, G. M.; DE SOUZA, V. L.; NUNES, V. R. R.; DE SOUZA ANDRADE, J.; FERREIRA, R. **Effect of estradiol cypionate**

**on estrus expression and pregnancy in timed artificially inseminated beef cows.** *Livestock Science*, 231, 103886, 2020.

PFEIFER, L. F. M.; RODRIGUES, W. B.; DA SILVA, K. C.; ANACHE, N. A.; CASTRO, N. A.; CASTILHO, E. M.; NOGUEIRA E. **Different protocols using PGF2 $\alpha$  as ovulation inducer in Nelore cows subjected to estradiol-progesterone timed AI based protocols.** *Theriogenology*, 120, 56 e 60, 2018.

PFEIFER, L. F. M.; SILVA, S. A. D. S.; RODRIGUES, W. B.; NOGUEIRA, E.; SAMIRA ALVES DE SOUZA SILVA, F. I. F.; WALVONVITIS, B. R.; NOGUEIRA, E. **Índice de condição corporal de vacas de corte: relação entre ECC e fertilidade de vacas submetidas a protocolos de IATF.** Porto Velho-RO: Embrapa Rondônia, 2021.

PIRES, A. V.; OLIVEIRA, D. C. F.; DE OLIVEIRA, L. T.; MARTINS, D. C.; VILELA, S. D. J. **Precocidade reprodutiva em bovinos de corte.** *Caderno de Ciências Agrárias*, 7, 246-259, 2015.

PITALUGA, P. C. S. F.; SA FILHO, M. F.; SALES, J. N. S.; BARUSELLI, P. S.; VINCENTI, L. **Manipulation of the proestrous by exogenous gonadotropin and estradiol during a timed artificial insemination protocol in suckled *Bos indicus* beef cows.** *Livestock Science*, 154(1-3), 229-234, 2013.

PUGLIESI, G.; SANTOS, F. B.; LOPES, E.; NOGUEIRA, É.; MAIO, J. R. G.; BINELLI, M. **Improved fertility in suckled beef cows ovulating large follicles or supplemented with long-acting progesterone after timed-AI.** *Theriogenology*, 85(7), 1239-1248, 2016.

ROHLEDER, L. A. S.; QUERINO, C. A. S.; ALVES, P. V.; QUERINO, J. K. A. D. S.; PEDREIRA JUNIOR, A. L.; VAZ, M. A. B. **Avaliação de parâmetros ambientais em uma microrregião no sul do estado do Amazonas e suas relações com estresse térmico de bovinos leiteiros.** *Ciência Animal Brasileira*, 23, 2022.

SÁ FILHO M.F.; PENTEADO L.; REIS E.L.; REIS T.A.N.P.S.; GALVÃO K.N.; BARUSELLI P.S. **Timed artificial insemination early in the breeding season improves the reproductive performance of suckled beef cows.** *Theriogenology*, v. 79, n. 4, p. 625–632, 2013.

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*, 120(1-4), 23-30, 2010.

SÁ FILHO O.G.; MENEGHETTI M.; PERES R.F.G.; LAMB G.C.; VASCONCELOS J.L.M. **Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows II: Strategies and factors affecting fertility.** *Theriogenology*, v.72, p.210-218, 2009.

SAKUMOTO, R. **Pregnancy-associated changes in uterine-luteal relationships in cows: A mini-review.** *Reproductive Biology*, 16(2), 182-188, 2016.

SALES, J. N. D. S.; BOTTINO, M. P.; SILVA, L. A. C. L.; GIROTTTO, R. W.; MASSONETO, J. P. M.; SOUZA, J. C.; BARUSELLI, P. S. **Effects of eCG are more pronounced in primiparous than multiparous *Bos indicus* cows submitted to a timed artificial insemination protocol.** *Theriogenology*, 86(9), 2290-2295, 2016.

SALES, J. N. S.; CARVALHO, J. B. P.; CREPALDI, G. A.; SOARES, J. G.; GIROTTTO, R. W.; MAIO, J. R. G.; BARUSELLI, P. S. **Effect of circulating progesterone concentration during synchronization for fixed-time artificial insemination on ovulation and fertility in *Bos indicus* (Nelore) beef cows.** *Theriogenology*, 83(6), 1093-1100, 2015.

SALES J. N. S.; CREPALDI G. A.; GIROTTTO R. W.; SOUZA A. H.; BARUSELLI P. S. **Fixed-time AI protocols replacing eCG with a single dose of FSH were less effective in stimulating follicular growth, ovulation, and fertility in suckled-anestrus Nelore beef cows.** *Animal Reproduction Science*, v.124, n.1-2, p.12-18, 2011.

SANTOS F. A. P, DÓREA J. R. R.; SOUZA J.; BATISTEL F.; DIOGO F. **Forage Management and Methods to Improve Nutrient Intake in Grazing Cattle.** 25th Florida Rumin. Nutr. 144-165, 2014.

SCHILLINGS NETO, E.; NOGUEIRA, E.; JARDIM, R.; ABREU, U. G. P. D.; STERZA, F. A. D. M.; PELLEGRIN, A. O.; JULIANO, R. S. **Reproductive performance of Nelore heifers raised in extensive system undergoing different vaccination protocols in fixed-time artificial insemination (FTAI).** *Ciência Rural*, 49, e20180902, 2019.

SCHMIDT, P. I.; CAMPOS, G. S.; ROSO, V. M.; SOUZA, F. R. P.; BOLIGON, A. A. **Genetic analysis of female reproductive efficiency, scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle.** *Theriogenology*, 128, 47-53, 2019.

SEVERO, N. C. **Influência da qualidade do sêmen bovino congelado sobre a fertilidade.** *A Hora Veterinária*, Porto Alegre, ano 28, n. 167, p. 36-39, 2009.

SILVA, C. S.; DA COSTA-E-SILVA, E. V.; DODE, M. A. N.; CUNHA, A. T. M.; GARCIA, W. R.; SAMPAIO, B. F. B.; NOGUEIRA, E. **Semen quality of Nelore and Angus bulls classified by fertility indices and relations with field fertility in fixed-time artificial insemination.** *Theriogenology*, 212, 148-156, 2023.

SILVA, E. P.; WILTBANK, M. C.; MACHADO, A. B.; GAMBIN, L. S.; DIAS, M. M.; CHAIBEN, M. F.; BORGES, J. B. **Optimizing timed AI protocols for Angus beef heifers: Comparison of induction of synchronized ovulation with estradiol cypionate or GnRH.** *Theriogenology*, 121, 7-12, 2018.

SILVA-SANTOS, K.C.; SANTOS, G.M.G.; SILOTO, L.S.; HERTEL, M.F.; ANDRADE, E.R.; RUBIN, M.I.B.; STURION, L.; STERZA, F.A.M.; SENEDA, M.M. **Estimate of**

**the population of preantral follicles in the ovaries of *Bos taurus indicus* and *Bos taurus taurus* females.** Theriogenology, v.76, p.1051-1057, 2011.

SOARES, P. H. A.; JUNQUEIRA, F. S. **Particularidades reprodutivas da fêmea bovina: Revisão.** Pubvet, 13, 148, 2018.

SOUZA, L. C. **PIVE e IATF aplicadas à reprodução de bovinos de corte,** 2020.

TERTO, G. G.; DE SOUSA JÚNIOR, S. C.; SANTOS, K. R.; GUIMARÃES, J. E. C.; LUZ, C. S. M.; JÚNIOR, C. P. B.; FONSECA, W. J. L. **Características reprodutivas de bovinos da raça Nelore do meio Norte do Brasil.** PUBVET, 6, Art-1387, 2016.

THOM, E. C. **The discomfort index Weatherwise.** 60:12-57, 1959.

TORRES, H. A. L.; TINEO, J. S. A.; RAIDAN, F. S. S. **Influência do escore de condição corporal na probabilidade de prenhez em bovinos de corte.** Archivos de Zootecnia, 64(247), 255-259, 2015.

TORTORELLA, R. D.; FERREIRA, R.; DOS SANTOS, J. T.; DE ANDRADE NETO, O. S.; BARRETA, M. H.; OLIVEIRA, J. F.; NEVES, J. P. **The effect of equine chorionic gonadotropin on follicular size, luteal volume, circulating progesterone concentrations, and pregnancy rates in anestrus beef cows treated with a novel fixed-time artificial insemination protocol.** Theriogenology, 79(8), 1204-1209, 2013.

VALLE, E. R.; ANDREOTTI, R.; THIAGO, L. R. L. S. **Estratégias para aumento da eficiência reprodutiva e produtiva em bovinos de corte.** Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1998. 80 p.

VAN GIOI, P.; VAN TIEM, P.; VAN DUNG, D.; THIEN, V. C.; HOANG, T. T. M. **Preliminary results of utility for wagyu and red angus bull's straw frozen semen on zebu crossbred cows in thai binh province, vietnam.** Journal of Animal Science and Technology, 139, 2023.

WEEMS C.W.; WEEMS Y.S.; RANDEL R.D. **Prostaglandins and reproduction in female farm animals.** Veterinary journal. 2006; 171:206-28.

YAVAS, Y.; WALTON, J. S., 2000. **Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review.** Theriogenology 54, 25–55.

ZOCA, S. M.; SHAFII, B.; PRICE, W.; UTT, M.; HARSTINE, B.; MCDONALD, K.; DALTON, J. **Angus sire field fertility and in vitro sperm characteristics following use of different sperm insemination doses in Brazilian beef cattle.** Theriogenology, 147, 146-153, 2020.

## ANEXO A – Normas



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

*Av. P. H. Rolfs, s/nº, Campus Universitário – Viçosa, MG, CEP: 36570-900 – Telefone (31)3612-4603 – E-mail: dzo@ufv.br*

---

### DECLARAÇÃO

Eu, **Cristina Mattos Veloso**, declaro que os dados utilizados no projeto intitulado “Análise observacional da eficiência reprodutiva em bovinos de corte sob diferentes protocolos comerciais de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em Minas Gerais” foram disponibilizados e consentidos pela empresa **BR Embriões**, cujo CNPJ é 38.828.791/0001-58, localizada na Rua Dr. Luís França de Souza, 81 - Morada do Sol, Montes Claros – MG; CEP: 39401-805.

Portanto, a **Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção da Universidade Federal de Viçosa (CEUAP-UFV)** fez uma avaliação prévia do projeto e notificou não haver necessidade de apreciação pela referida Comissão por tratar-se de estudo observacional.

Por ser verdade, assino a presente declaração.

Viçosa-MG, 04 de janeiro de 2024.

*Cristina M. Veloso*

**Cristina Mattos Veloso**  
Professora Associada  
Orientadora da estudante Ana Kelry Carneiro Lopes  
Departamento de Zootecnia  
Universidade Federal de Viçosa