Ciência Animal Brasileira
Brazilian Animal Science

DOI: 10.1590/1809-6891v27e-84674P

e-ISSN 1809-6891
Zootecnia | Artigo científico

Relação entre peso corporal e eficiência reprodutiva em novilhas Nelore (*Bos taurus indicus*) submetidas à IATF

[Relationship between body weight and reproductive efficiency in Nelore (*Bos taurus indicus*) heifers submitted to TAI]

Alice Caroline Souza e Castro[1], Marcos Coura Carneiro[1], Guardion de Sales Filho[2], Leonardo Shinji Imai[2], Gabryel Henrique Cavelani Moura[2], Pedro Henrique Déo[1.2], Leonardo de França e Melo[1], Carlos Eduardo Cardoso Consentini[3], José Felipe Warmling Sprícigo*[1]

1 Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brasil
2 Fazenda Nova Piratininga, São Miguel do Araguaia, Goiás, Brasil
3 GlobalGen vet science, Brasil

*autor correspondente: josespricigo@ufg.br

Recebido: 17 de dezembro de 2025. Aceito: 18 de março de 2026. Publicado: 29 de abril de 2026.
Editor: Rondineli P. Barbero

Resumo: O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do peso corporal e do desempenho ponderal sobre a taxa de concepção e perda gestacional em novilhas Nelore submetidas à inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Foram utilizadas 1.927 novilhas criadas a pasto, com idade média de 24 meses. Os protocolos hormonais foram realizados entre outubro de 2024 e março de 2025. As novilhas foram pesadas em três momentos: 50 dias antes do protocolo (D–50), início da IATF (D0) e no diagnóstico de gestação aos 30 dias após a IATF (DG30). As variáveis peso corporal e ganho médio diário (GMD) foram classificadas em quartis (Q1 mais leve e Q4 mais pesado) e associadas às taxas de concepção e perda gestacional. Análises estatísticas foram realizadas no SAS Studio. Primeiramente, utilizou-se um modelo de regressão logística generalizada ajustado, e posteriormente um modelo categorizado por quartil, com nível de significância de 5 %. Observou-se taxa de concepção de 51,3 % (988/1927) em DG30 e 48,1 % (926/1927) em DG60. As taxas de concepção foram maiores ($p<0,001$) em novilhas com corpo lúteo no início do protocolo. O peso corporal no D0 foi positivamente associado às taxas de concepção ($p<0,05$), assim como o GMD no período periconcepcional, que influenciou tanto a fertilidade quanto a manutenção da gestação. A concepção em novilhas com maior GMD foi de 51,3 % (236/460) e a perda gestacional de 3,7 % (9/245). Maior desempenho ponderal e presença de ciclicidade ovariana favorevem as taxas de concepção e manutenção da gestação em novilhas nelore submetidas a IATF.

Palavras-chave: CL; GMD; Perda Gestacional; Concepção.

Abstract: The present study aimed to evaluate the influence of body weight and weight change on conception rate and pregnancy loss rates in Nelore heifers subjected to timed artificial insemination (TAI). A total of 1,927 pasture-raised heifers, 24 months-old on average were used. Hormonal protocols were carried out between October 2024 and March 2025. Heifers were weighed at three time points: 50 days before the protocol (D–50), at the beginning of TAI (D0), and at pregnancy diagnosis at 30 days post-AI (PD30). Body weight and average daily gain (ADG) were categorized into quartiles (Q1 = lightest; Q4 = heaviest) and associated with conception and pregnancy loss rates. Statistical

Copyright ©. Este é um artigo em acesso aberto distribuído nos termos da Creative Commons Attribution License que permite o uso irrestrito, a distribuição e reprodução em qualquer meio desde que o artigo original seja devidamente citado.

analyses were performed using SAS Studio. Initially, a generalized logistic regression model was used, followed by a quartile-categorized model, with a significant level of 5 %. Conception rates of 51.3 % (988/1927) at PD30 and 48.1% (926/1927) at PD60 were observed. Conception rates were higher (p<0.001) in Heifers with a corpus luteum at the beginning of the protocol. Absolute body weight at D0 was positively associated with conception rates (p < 0.05), as was periconceptional ADG, which influenced both fertility and pregnancy maintenance. Heifers with higher ADG showed a conception rate of 51.3 % (236/460) and a lower pregnancy loss rate of 3.7 % (9/245). Greater body weight performance and the presence of ovarian cyclicity improve conception rates and pregnancy maintenance in Nellore heifers submitted to TAI.

Keywords: ADG; CL; Conception; Pregnancy Loss.

1. Introdução

A pecuária de corte brasileira se destaca mundialmente por sua dimensão e competitividade, posicionando o país como maior exportador global de carne bovina, com mais de 2,89 milhões de toneladas exportadas em 2024 para mais de 157 países [1]. Apesar do protagonismo internacional, os índices médios de produtividade ainda permanecem abaixo dos observados em países concorrentes, o que reforça a necessidade de estratégias de intensificação sustentável, com foco na eficiência produtiva e reprodutiva [2]. Projeções da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE/FAO) [3] indicam aumento de 12 % na demanda global por carne até 2029, exigindo uma intensificação sustentável da produção nacional. Estratégias como uso de genética superior, manejo nutricional, controle sanitário e reprodução assistida têm sido fundamentais para aumentar a produtividade sem expandir a área utilizada [4].

Neste contexto, a atividade de cria desempenha papel estratégico, sendo responsável pela produção dos bezerros que abastecem as atividades de recria e engorda. Aproximadamente 60 % dos estabelecimentos pecuários estão envolvidos nessa etapa [5]. A eficiência dessa atividade depende, sobretudo, de melhorias nos índices reprodutivos, como taxa de prenhez e idade ao primeiro parto, fatores que impactam diretamente os custos e a rentabilidade dos sistemas [6]. A introdução precoce e bem planejada de novilhas manejo reprodutivo no rebanho de cria pode antecipar a idade ao primeiro parto, reduzir o intervalo de gerações e permitir maior incorporação de genética superior [7]. Contudo, essa categoria ainda apresenta desafios significativos para demonstrar eficiência. Dados do Baruselli et al. [8] revelam taxa média de concepção por IATF de 43 % em novilhas zebuínas, valor inferior ao observado em vacas multíparas (54 %), apontando a necessidade de melhorias na seleção nos protocolos reprodutivos e manejo específico na pré-estação de acasalamento aplicados às fêmeas jovens.

Diversos fatores influenciam a fertilidade das novilhas, incluindo paridade, ciclicidade ovariana, condição corporal, nutrição e resposta hormonal [8,9]. A nutrição, em especial, exerce influência direta sobre o desempenho reprodutivo, conforme já observado por Wiltbank et al. [10]. Estudos contemporâneos destacam que o ambiente metabólico desde a gestação, associado ao ganho de peso e à condição corporal antes da puberdade, impacta decisivamente a capacidade reprodutiva futura [11,12]. A nutrição adequada no pós-desmame pode antecipar a idade ao primeiro serviço, mesmo em novilhas geneticamente predispostas à puberdade tardia [4]. A puberdade em novilhas *Bos indicus* geralmente ocorre entre 22 e 36 meses, com o primeiro parto por volta de 44 a 48 meses [13]. Estratégias que elevem o ganho de peso e melhorem a condição corporal das fêmeas, com acúmulo de tecido adiposo, favorecem a secreção de leptina, hormônio que atua na

ativação do eixo reprodutivo e no início da ciclicidade [14,15]. A maturidade corporal adequada está associada à melhor resposta aos protocolos de IATF, promovendo maiores taxas de concepção. Assim, novilhas com melhor condição corporal tendem a apresentar ciclicidade ovariana mais precoce e eficiente resposta hormonal [14-16].

Dessa forma, hipotetizamos que animais com maior peso corporal e maior ganho médio diário (GMD) apresentem melhor desempenho reprodutivo e maior taxa de manutenção da gestação. Objetivando avaliar a relação entre o peso das novilhas durante o período de indução da ovulação e sincronização e as taxas de concepção e perdas gestacionais obtidas por IATF. Espera-se que os resultados possam subsidiar decisões estratégicas sobre o manejo de novilhas expostas à estação de monta, promovendo maior eficiência produtiva.

2. Material e métodos

2.1 Comitê de Ética

Todos os procedimentos realizados neste estudo foram previamente avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Goiás (UFG), sob o protocolo nº 055/24, estando em conformidade com as diretrizes éticas nacionais para experimentação animal.

2.2 Local

O experimento foi conduzido na Fazenda Nova Piratininga, situada no município de São Miguel do Araguaia, estado de Goiás, Brasil. As atividades foram desenvolvidas entre outubro de 2024 e março de 2025. As novilhas foram mantidas em pastagens de *Andropogon gayanus* Kunth com fornecimento *ad libitum* de água e sal mineralizado. Durante todo o período experimental, os animais permaneceram no sistema de pastejo contínuo, sendo manejados em currais apenas para a aplicação dos protocolos hormonais e coleta de dados.

2.3 Delimitação experimental

O trabalho experimental foi desenvolvido com 2000 novilhas Nelores *(Bos indicus)*, todas no primeiro serviço reprodutivo. As fêmeas eram mantidas sob protocolo sanitário rotineiro da propriedade, incluindo vacinação contra doenças reprodutivas de importância, conforme calendário sanitário adotado pela fazenda. Os animais foram distribuídos em dezesseis lotes experimentais (± 33,3 hectares), divididos de acordo com o peso dos grupos e quantidade de animais. As inseminações foram realizadas por dois técnicos experientes, que participam regularmente de cursos de capacitação e que apresentavam as melhores taxas de concepção em novilhas na propriedade, utilizando sêmen convencional de oito touros de fertilidade comprovada. A média de idade das novilhas no início do experimento D-50 (cinquenta dias antes do dia zero do protocolo de IATF) era de 24,68 ± 2,07 meses e peso médio 277,08 ± 18,36 kg. As novilhas foram submetidas ao exame ginecológico por ultrassonografia transretal em D0 (dia zero do protocolo de IATF) para avaliação da ciclicidade ovariana (presença ou ausência de corpo lúteo – CL), diagnóstico de gestação aos 30 e confirmação da concepção aos 60 dias (DG30 e DG60) após IATF, ademais foi avaliado o peso dos animais em D-50, D0 e DG30. As avaliações ginecológicas foram realizadas por dois médicos veterinários experientes da fazenda, por meio de ultrassonografia transretal, utilizando o equipamento Mindray DP10, acoplado a transdutor linear transretal de 7,5 MHz (DP10, Mindray, China). Para as avaliações de peso os animais não foram mantidos em jejum e foram feitas conforme cada animal era contido no tronco de contenção por meio de balança

acoplada (S3, Tru-Test, Estados Unidos). Após o DG30, as fêmeas gestantes foram alocadas em piquetes distintos das não gestantes, ainda no mesmo rodízio de piquetes usado no início do experimetno, sendo mantidos em suplementação nutricional equivalente.

2.3.1 Manejo reprodutivo e diagnóstico de gestação

No D-50 as fêmeas foram conduzidas ao curral para avaliação de peso. Os protocolos hormonais foram conduzidos pela equipe da fazenda. No D-24 (vinte e quatro dias antes do dia zero do protocolo de IATF) as novilhas iniciaram o protocolo de indução à ovulação, com a inserção do dispositivo intravaginal de progesterona 500 mg (Repro One®, GlobalGen vet science). No D–12, o dispositivo foi removido e administrou-se meia (0,5) mg de cipionato de estradiol (Cipion®, GlobalGen vet science) por via intramuscular (IM). No D0, os animais receberam duas (2) mg de benzoato de estradiol (Syncrogen®, GlobalGen vet science) IM, novo implante intravaginal de progesterona. As fêmeas que apresentaram CL no D0 receberam 0,530 mg de cloprostenol (Induscio®, GlobalGen vet science) IM, e foram obtidos os pesos corporais. Depois de oito dias (D8), o implante foi retirado e as novilhas recebem 0,530 mg de cloprostenol, 0,5 mg cipionato de estradiol e 200 UI de gonadotrofina coriônica equina (ECGen®, GlobalGen vet science) IM. No D10 (dia 10), momento da realização da inseminação artificial, administrou-se 8,4 µg de buserelina (Maxrelin®, GlobalGen vet science) IM. Após 30 da IATF, realizaram-se os diagnósticos gestacionais, sendo confirmados aos 60 dias (FIGURA 1). Por fim, coletou-se os dados de peso no DG30.

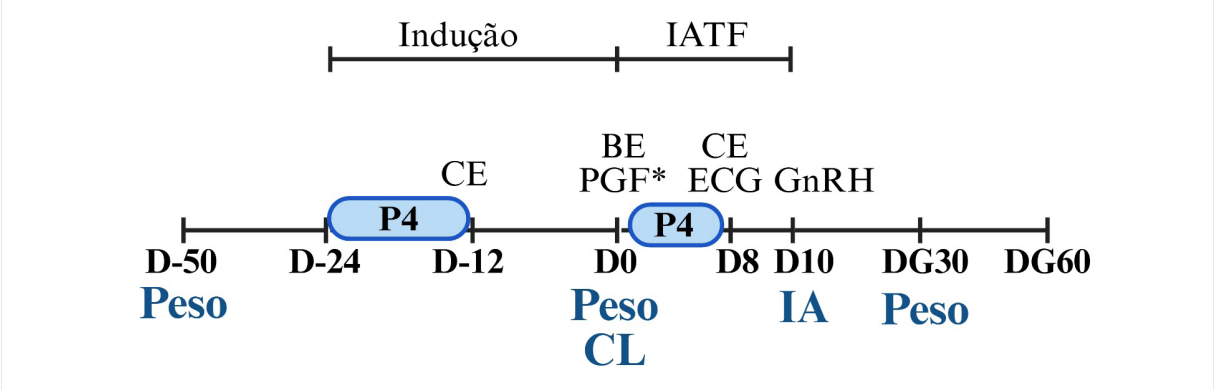

Figura 1. Representação do desenho experimental com o protocolo utilizado na IATF, períodos em que foram realizados as pesagens e os diagnósticos gestacionais em novilhas Nelore em fazenda no estado de Goiás. Brasil. P4 - Implante intravaginal de progesterona 500 mg. CE -cipionato de estradiol 0,5 mg. BE - benzoato de estradiol 2mg. PGF* - prostaglandina F2α 0,530mg nos animais que apresentaram corpo lúteo (CL). eCG - gonadotrofina coriônica equina. GnRH - buserelina 8,4 µg. O diagnóstico de gestação e análise de peso foi realizado nos dias 30 (DG30) e 60 (DG60) após a inseminação artificial (IA).

2.4 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas no SAS Studio (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Inicialmente, os dados foram importados da aba “SAS” de uma planilha do Excel, e registros incompletos foram excluídos, mantendo-se apenas animais com informações válidas (1927 animais) sobre gestação aos 30 dias (DG30), 60 dias (DG60), presença de corpo lúteo (CL0), pesos corporais (PESO D-50, PESO D0, PESO DG30 e DELTA PESO 80).

A influência do peso corporal sobre o desempenho reprodutivo foi avaliada de duas formas:

1. Modelos contínuos: Um modelo de regressão logística generalizada foi ajustado via PROC GLIMMIX para investigar a associação entre DG30 e DG60 e as variáveis contínuas: PESO D-50, PESO D0 e PESODG30, ajustando para os efeitos fixos de CL0 e inseminador. As

médias ajustadas foram estimadas por LSMEANS, e comparações múltiplas entre inseminadores e categorias de CL0 foram feitas com ajuste de Tukey (ADJUST=TUKEY). Probabilidades ajustadas foram obtidas por meio da opção ILINK.

2. Modelos categorizados por quartis: Para uma análise categórica da influência do peso, os animais foram classificados em quartis com base nas variáveis de peso (PESO50, PESO0, PESO30) e na diferença entre PESO30 e PESO50 (ΔPESO). A classificação foi realizada com PROC RANK, utilizando a opção GROUPS=4, criando as variáveis Q_PESO D-50, Q_PESO D0, Q_PESO DG30 e Q_DELTA.

Para cada uma dessas classificações, conduziram-se análises de frequência (PROC FREQ) para comparar a proporção de fêmeas gestantes por quartil em DG30, DG60 e perda gestacional (gestação psoitiva em DG30 e negativa em DG60), com aplicação do teste do qui-quadrado.

Além disso, ajustaram-se modelos de regressão logística com PROC GLIMMIX, considerando o resultado binário (gestação ou perda) e os quartis de peso corporal como efeito fixo (Q_PESO50, Q_PESO0, Q_PESO30 ou Q_DELTA, conforme a análise). Para o resultado gestação positiva aos 30 dias (DG30), os modelos foram ajustados pelas covariáveis presença de corpo lúteo (CL0), lote e Inseminador. Já para os resultados gestação positiva aos 60 dias (DG60) e perda gestacional, os modelos incluíram apenas o efeito de lote como covariável.

As médias ajustadas por quartil foram obtidas por meio da instrução LSMEANS, e as comparações entre os grupos foram realizadas com a opção DIFF, utilizando ajuste de Tukey para múltiplas comparações (ADJUST=TUKEY). Os valores de p foram extraídos com PDIFF, e as diferenças entre quartis foram indicadas por letras (opção LINES), permitindo identificar grupos estatisticamente distintos ao nível de significância de 5 % (α = 0,05).

As variáveis inseminador e presença de corpo lúteo (CL) no início do protocolo foram incluídas no modelo estatístico como efeitos fixos na análise realizada pelo procedimento GLIMMIX. Interações entre os quartis de peso e essas variáveis foram avaliadas em análises preliminares, porém não apresentaram significância estatística, motivo pelo qual não foram mantidas no modelo final.

Finalmente, para avaliar a relação entre o peso corporal no início do protocolo (dia 0) e a taxa de concepção precoce (diagnóstico de gestação positiva aos 30 dias, DG30), foi utilizada uma regressão logística estratificada pela presença de corpo lúteo (CL0). A análise foi conduzida no SAS Studio utilizando o procedimento PROC LOGISTIC, com a variável DG30 (0 = não gestante, 1 = gestante) como resultado e PESO0 como variável contínua preditora. A presença de CL foi incluída como variável categórica no modelo. Curvas de predição foram geradas para cada estrato (CL0 = 0; ausente e CL0 = 1; presente) com intervalos de confiança de 95 %, permitindo a visualização da interação entre peso corporal e presença de CL.

3. Resultados

Na Figura 2 estão apresentados os dados descritivos gerais com relação aos 2000 animais (registros incompletos foram excluídos, mantendo-se apenas animais com informações válidas), que inicialmente foram considerados no estudo, a média e o desvio padrão (Média ± DP) dos pesos corporais (kg) das novilhas Nelore obtidos em três momentos distintos do experimento, bem como o ganho médio diário (GMD) durante o período de avaliação de 80 dias (D-50 à DG30).

Na pesagem inicial, 50 dias antes do início do protocolo (D-50), as novilhas apresentaram peso médio de 277,08 ± 18,36 kg. No D0 e no D30 o peso médio foi de 306,40 ± 21,36 e 330,52 ± 21,71 kg, respectivamente, evidenciando um ganho contínuo ao longo do tempo. Com base nesses dados, foi calculado o GMD para o período total, o qual foi de 0,668 ± 0,190 kg/dia.

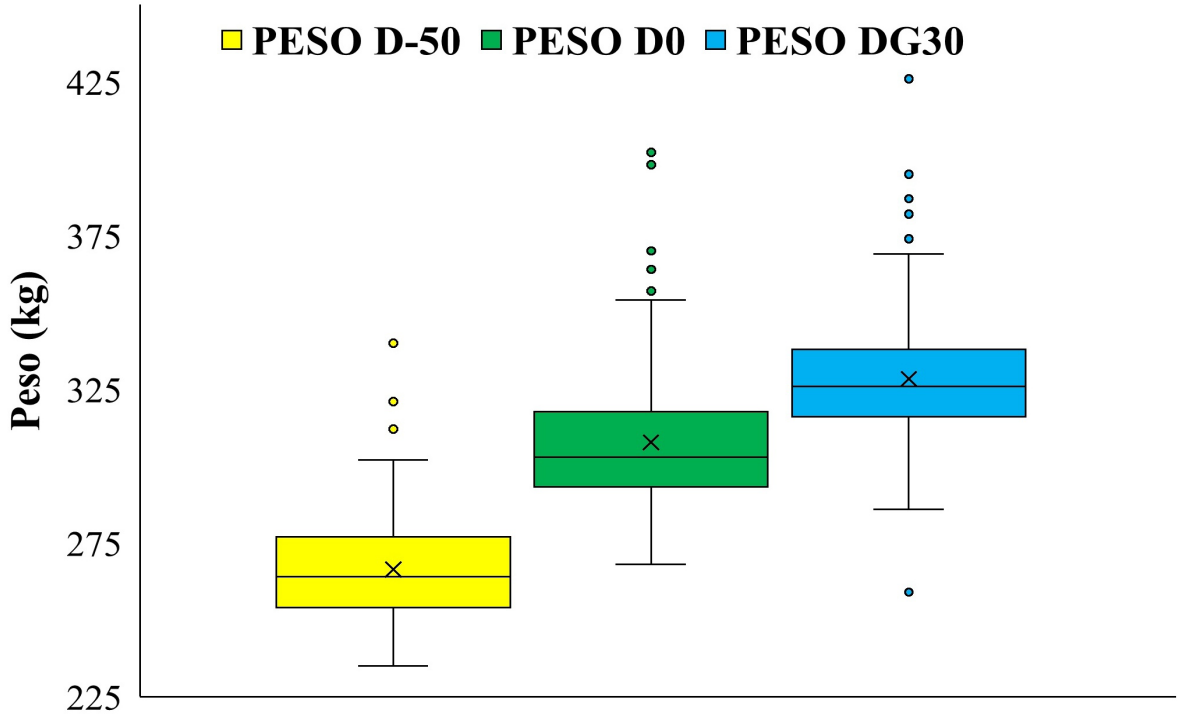

Figura 2. Gráfico tipo *box plot* dos pesos corporais (kg) de novilhas Nelore avaliadas em três momentos experimentais: 50 dias antes da IATF (D-50), no início do protocolo de IATF (D0) e 30 dias após a IA do protocolo de IATF (DG30). As caixas representam o intervalo interquartílico (Q1–Q3), a linha horizontal dentro da caixa indica a mediana, o "X" representa a média, os "*whiskers*" indicam os valores mínimos e máximos dentro de 1,5 vezes o intervalo interquartílico, e os pontos fora dos limites correspondem a *outliers.*

A taxa de concepção das novilhas em DG30 foi de 51,3 %, correspondendo a 988 novilhas gestantes de um total de 1.927 avaliadas. Já no DG60, a taxa de concepção final reduziu para 48 %, ou seja, 926 novilhas com o diagnóstico positivo confirmado, enquanto gestantes entre o total avaliadas, a perda gestacional geral do grupo foi de 6,3 % (62/988; Figura 3).

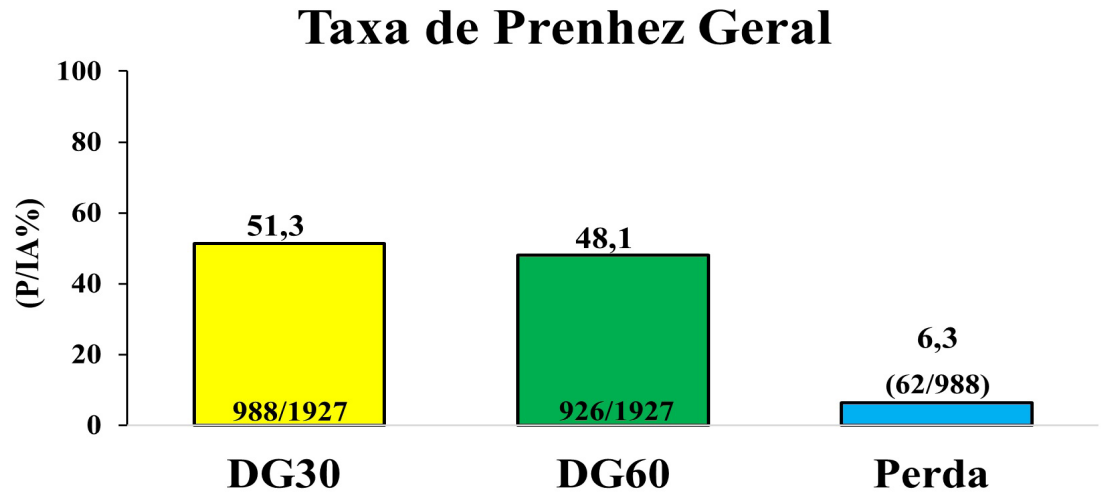

Figura 3. Taxa de gestação geral (%) de novilhas Nelore avaliadas aos 30 dias (DG30), aos 60 dias (DG60) após a IATF e a Perda Gestacional. Os valores apresentados correspondem à proporção de fêmeas gestantes em relação ao total de avaliadas em cada momento diagnóstico: 988/1.927 (DG30) e 926/1927 (DG60) e as fêmeas com perda gestacional no DG60 62/988 (Perda).

Inicialmente, após a aplicação do modelo de regressão logística generalizado (GLIMMIX), observou-se efeito significativo do inseminador sobre a taxa de concepção por IA. O inseminador A apresentou taxa de 54,2 % (520/953), enquanto o inseminador B apresentou 48,4 % (470/971) (p = 0,0178). Esses resultados indicam que a habilidade ou técnica individual do inseminador pode influenciar a eficiência da IA. Da mesma forma, a presença de CL ao início do protocolo hormonal (D0) apresentou efeito positivo na taxa de concepção (p = 0,0003), indicando que estas fêmeas já tinham atingido a maturidade sexual, com melhores respostas ao protocolo hormonal e, portanto, com maiores chances de conceber em relação às demais novilhas. Entre os animais com CL presente no D0 (n = 1295/1927; 67,2 %), a taxa de concepção foi de 54,85 % (711/1295), enquanto entre aqueles sem CL (n = 632/1927; 32,8 %), foi de 45,15 % (285/632). Não foi observada influência dos touros sobre a taxa de concepção aos 30 dias pós-IA (P/IA) (p = 0,18). Esses resultados reforçam a importância da presença do corpo lúteo, ou seja, utilização de fêmeas que atingiram a puberdade ao início do protocolo para o sucesso reprodutivo. Embora a variável categórica Lote ou as variáveis contínuas PESO-50, PESO0 e PESO30 tenham sido incluídas no modelo de regressão logística, nenhuma delas apresentou efeito sobre a taxa de concepção, quando avaliadas individualmente (p > 0,30). Esses resultados indicam que, de forma isolada, o peso corporal nos diferentes momentos avaliados não esteve associado à concepção no DG30. No entanto, reconhecendo a possibilidade de padrões não lineares ou efeitos de limiar não capturados por análises contínuas, os animais foram, na etapa seguinte, classificados em quartis com base no peso corporal nos dias -50, 0 e 30, a fim de explorar potenciais associações entre diferentes faixas de peso e as taxas de concepção.

No primeiro modelo, separaram-se as fêmeas em quatro quartis: Q1 (254,53 ± 7,9 kg), Q2 (270,91 ± 3,77 kg), Q3 (283,69 ± 3,77 kg) e Q4 (301,08 ± 8,79 kg), baseado no peso avaliado em D-50. Na Figura 4, observam-se os resultados das taxas de concepção no DG30 e DG60, além das perdas gestacionais entre esses períodos. Não houve diferença (p > 0,05) em nenhuma das variáveis analisadas.

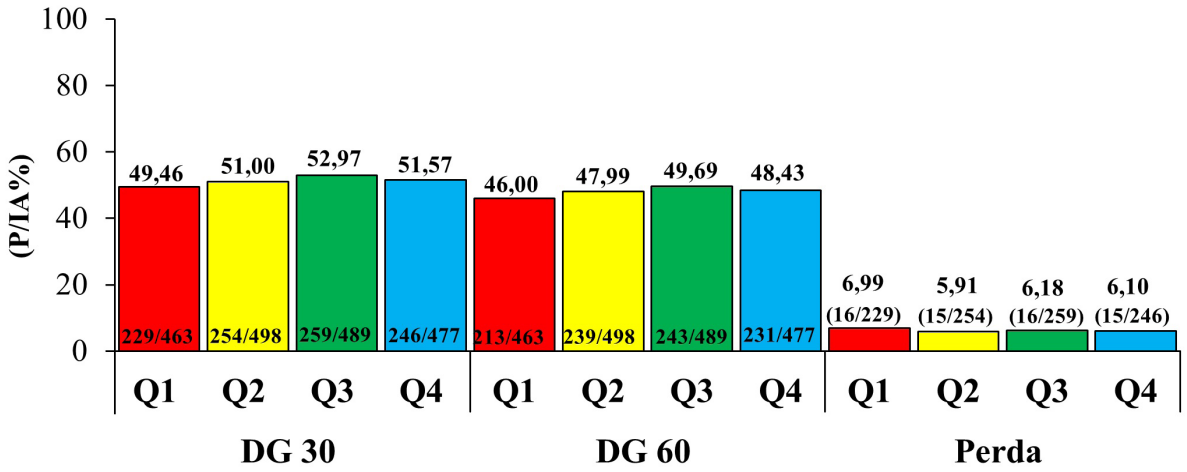

Figura 4. Taxas de concepção aos 30 dias (DG30) e 60 dias (DG60), e perdas gestacionais (%) em novilhas Nelore classificadas por quartis de peso corporal no D-50. As colunas representam os grupos Q1 (254,53 ± 7,9 kg), Q2 (270,91 ± 3,77 kg), Q3 (283,69 ± 3,77 kg) e Q4 (301,08 ± 8,79 kg). As colunas representam a taxa de concepção (%) em cada quartil (Q1 a Q4), com o número de fêmeas gestantes sobre o total de inseminadas indicado na base de cada barra. Não houve diferença entre os grupos (p > 0,05).

Na sequência, segundo modelo, separaram-se os animais em quatro quartis: Q1 (280,5 ± 12,61 kg); Q2 (300,17 ± 3,75 kg); Q3 (313,3 ± 3,97 kg) e Q4 (333,49 ± 12,23 kg), baseado no peso avaliado em D0. A FIGURA 5 apresenta os resultados da taxa de concepção no DG30, e DG60 e a perda gestacional em novilhas agrupadas em quartis (Q1 a Q4). Para DG30, as taxas de concepção variam de 47,74 % no Q1 até 55,83 % no Q4. O grupo Q4, com os animais de maior peso, apresentou taxa superior ao Q1 (p = 0,01), indicando que o maior peso no início do protocolo foi associado a maior taxa de concepção aos 30 dias. No DG60, o padrão se manteve, o grupo Q1 teve 44,09 % de concepção, enquanto Q4 apresentou 52,97 %, novamente com diferença entre os dois extremos de peso (p = 0,01). Isso indica que o maior peso também está relacionado à manutenção da gestação até os 60 dias. Não foram observadas diferenças entre os grupos com relação às perdas, que variaram entre 5,13 % (Q4) e 7,66 % (Q1) (p > 0,05).

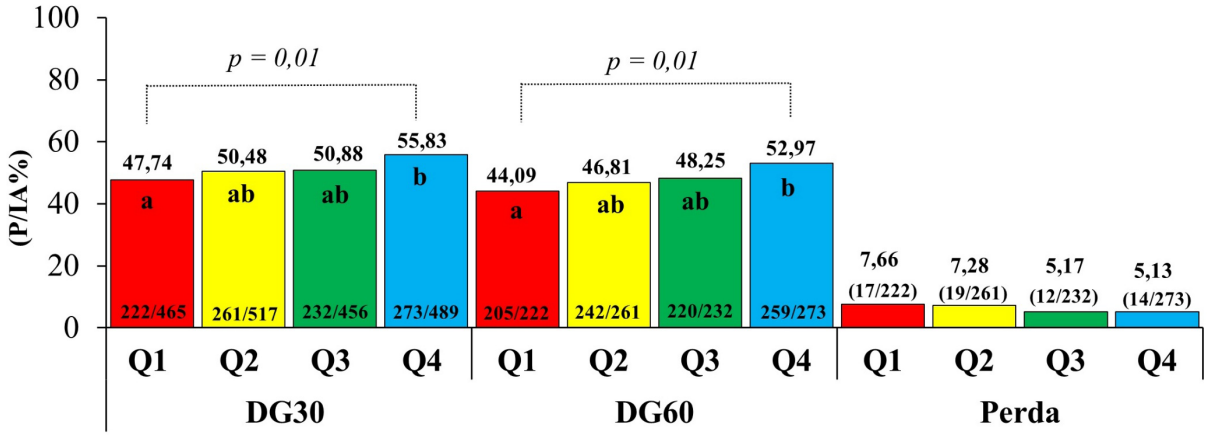

Figura 5. Taxas de gestação no DG30 e no DG60, e perdas gestacionais entre os diagnósticos realizados, em novilhas distribuídas em quartis conforme o peso corporal no D0. As colunas representam a taxa de concepção (%) em cada quartil (Q1 a Q4), com o número de animais gestantes sobre o total de inseminadas indicado na base de cada barra. Os pesos médios (em kg) dos quartis foram: Q1 (280,5 ± 12,61); Q2 (300,17 ± 3,75); Q3 (313,3 ± 3,97) e Q4 (333,49 ± 12,23). As barras com letras diferentes representam diferenças (p < 0,05), com valores de p representados dentro dos quadros.

Na terceira análise, separaram-se as fêmeas em quatro quartis: Q1 (303,44 ± 11,07 kg), Q2 (323,89 ± 3,96 kg), Q3 (336,79 ± 3,91 kg) e Q4 (358,31 ± 11,96 kg), baseado no peso avaliado em D30. A Figura 6 apresenta a taxa de concepção DG30 e DG60, bem como a taxa de perdas gestacionais. Não foram observadas diferenças (p > 0,05) nas taxas de concepção em DG30 entre os quartis, a concepção variou entre 48,25 % (Q1) e 54,18 % (Q4). Já para DG60, animais mais leves (Q1, 44,76 %) apresentaram taxas de concepção inferiores (p=0,03), em comparação aos mais pesados (Q4, 51,46 %), os outros grupos não diferiram entre si (p>0,05). Não foi identificada diferença (p > 0,05) entre os quartis com relação à perda gestacional entre DG30 e DG60, que variaram entre 7,23 % no grupo de animais mais leves (Q1) a 5,02 % nos mais pesados (Q4).

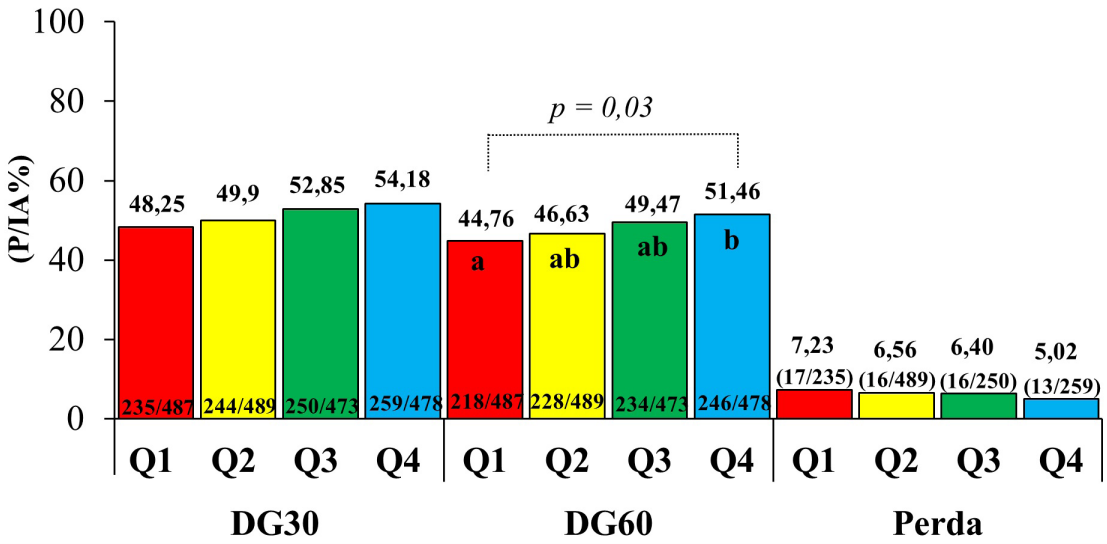

Figura 6. Taxas de gestação aos 30 dias (DG30), 60 dias (DG60) e perdas gestacionais entre DG30 e DG60 em novilhas classificadas por quartis de peso corporal médio ao DG30: Q1 (303,44 ± 11,07 kg), Q2 (323,89 ± 3,96 kg), Q3 (336,79 ± 3,91 kg) e Q4 (358,31 ± 11,96 kg).
As colunas representam a taxa de gestação (%) em cada quartil (Q1 a Q4), com o número de animais gestantes sobre o total de inseminadas indicado na base de cada barra. As letras diferentes (a, b) indicam grupos estatisticamente distintos.

Finalmente, para uma última análise por categoria de quartis, separaram-se as fêmeas se baseando na diferença de peso, ou seja, na variação entre o peso no D-50 e peso no D30: Q1 (34,89 ± 9,00 kg), Q2 (50,45 ± 2,62 kg), Q3 (58,73 ± 2,65 kg) e Q4 (71,86 ± 8,79 kg). Na FIGURA 7, apresentam-se os dados de concepção aos 30 e 60 dias e a taxa de perda gestacional para os quatro quartis avaliados.

Com relação a prenhez à gestação aos 30 dias, não foram observadas diferenças (p > 0,05) entre os grupos, que variaram entre 48,6 % em animais com menor ganho de peso (Q1) a 53,26 % nos de maior ganho (Q4). Já no DG60, além da curva numérica crescente de aumento da taxa de concepção entre os quartis de ganho de peso, Q1 (217/485, 44,74 %), Q2 (232/497, 46,68 %), Q3 (241/485, 49,69 %) e Q4 (236/460, 51,30 %), observaram-se que o grupo de animais com menor ganho de peso (Q1), apresentou menor taxa de concepção (p = 0,04) comparado aos de maior ganho (Q4). Entretanto, os demais grupos não diferiram entre si (p > 0,05). Ainda, grupos de animais com menor ganho de peso, de Q1 (19/236, 8,05 %) e Q2 (22/254, 8,66 %) apresentaram maiores (p < 0,05) taxas de perda gestacional, comparados a animais com maior ganho de peso (Q4= 9/245, 3,67 %).

Para avaliar a interação entre o peso corporal o *status* ovariano no dia zero (início do protocolo de sincronização), as novilhas foram estratificadas com base na presença ou ausência de corpo lúteo (CL) ao início do protocolo de sincronização.

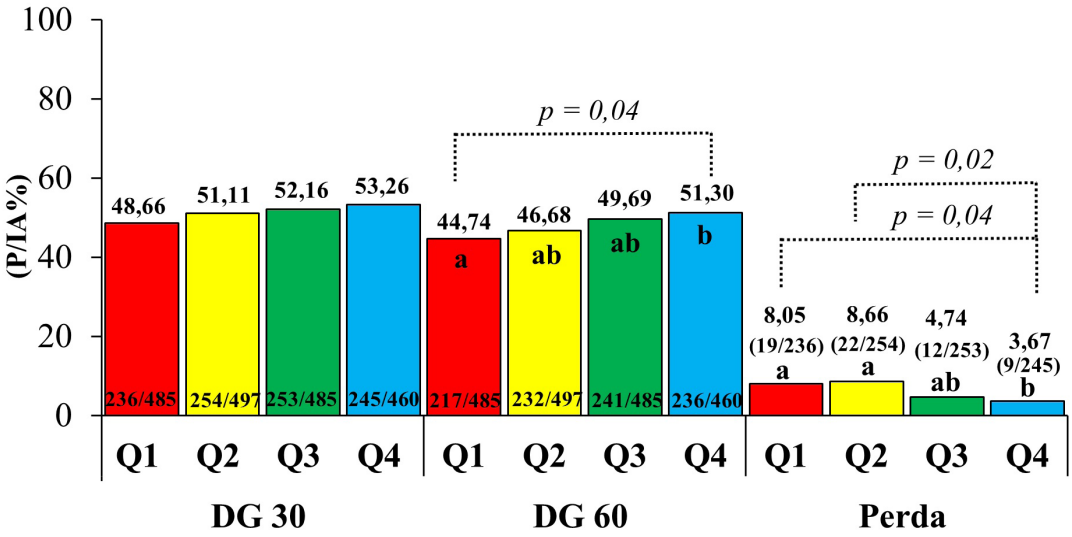

Figura 7. Percentual de gestação em relação ao ganho médio diário (GMD) entre quartis, sendo Q1 menor GMD e Q4 maior GMD, avaliado nos diagnósticos gestacionais aos 30 dias (DG30) e 60 dias (DG60), bem como o percentual de perdas gestacionais, distribuídos por quartis de desempenho: Q1 (34,89 ± 9,00 kg), Q2 (50,45 ± 2,62 kg), Q3 (58,73 ± 2,65 kg) e Q4 (71,86 ± 8,79 kg). As colunas representam a taxa de concepção (%) em cada quartil (Q1 a Q4), com o número de animais gestantes sobre o total de inseminadas indicado na base de cada barra. As barras com letras diferentes representam diferença ($p < 0,05$), com valores de p representados dentro dos quadros.

Nas fêmeas sem CL no D0, observou-se uma associação positiva entre o peso corporal e a probabilidade de gestação aos 30 dias após a IATF, com maiores chances de concepção à medida que o peso aumentou (p = 0,027; n = 632), indicando que estas novilhas eram mais tardias em termos de maturidade fisiolófica e, portanto, necessitaram de pesos mais altos para atingir a maturidade sexual. Por outro lado, nas fêmeas com CL no D0, não houve efeito do peso corporal sobre a probabilidade de concepção (p = 0,294; n = 1.295), sugerindo que estas novilhas já tinham atingido a maturidade sexual ao iniciar o protocolo, independentemente do peso corporal atingido (Figura 8).

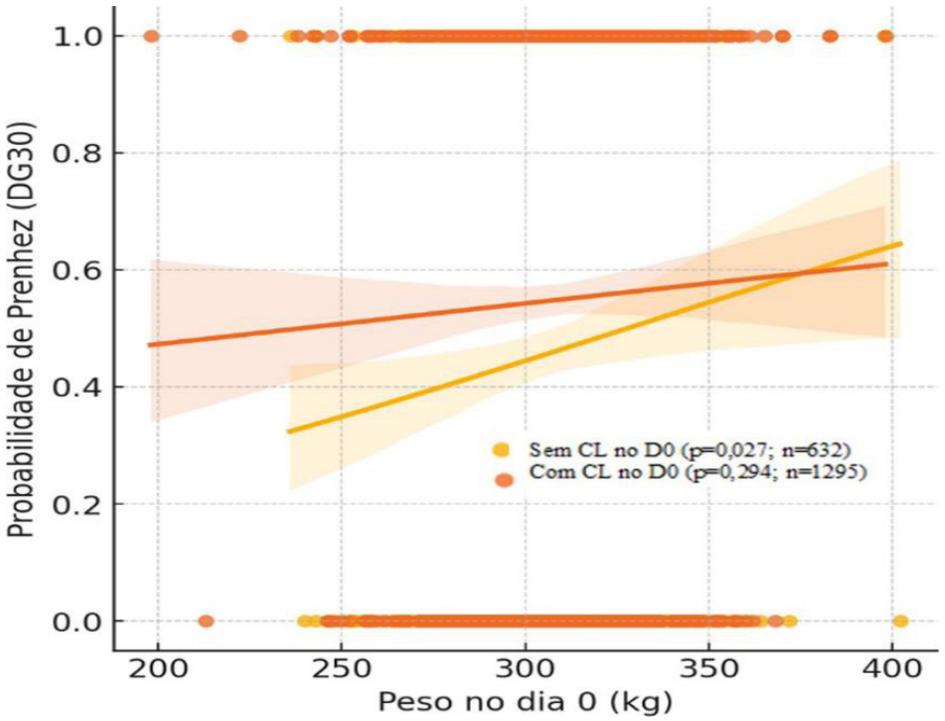

Figura 8. Relação entre o peso corporal no dia 0 e a probabilidade de gestação aos 30 dias em novilhas Nelore, estratificada pela presença ou ausência de corpo lúteo (CL) na avaliação ovariana ao início do protocolo.

4. Discussão

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam a complexidade inerente à dinâmica reprodutiva em novilhas de corte da raça Nelore, especialmente no contexto da Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF). A taxa de concepção registrada aos 30 dias (51,3 %) encontra-se superior aos padrões esperados para novilhas zebuínas criadas a pasto, conforme relatado na literatura, mas ainda reflete o desafio que essa categoria representa frente às fêmeas multíparas, cuja taxa média de concepção por IATF frequentemente supera 54 % [8]. Esses dados reforçam, que em novilhas, fatores como imaturidade fisiológica, menor atividade ovariana e maior sensibilidade a variações nutricionais e ambientais influenciam o sucesso reprodutivo [15, 17–19]

A taxa de perda gestacional de 6,3 % entre os 30 e 60 dias pós-IATF também se mantém dentro dos intervalos reportados na literatura [20], porém não deve ser negligenciada. A manutenção da gestação é fortemente influenciada pela qualidade do embrião e pelo ambiente uterino, ambos sensíveis à condição metabólica materna, especialmente em novilhas ainda em crescimento [21,22].

A ausência de efeito do peso corporal como variável contínua nos dias D- 50, D0 e D30 sobre a concepção sugere que, de forma isolada, o peso absoluto isoladamente não é um bom indicador para avaliar da maturidade sexual das novilhas. Esse resultado está em consonância com Ayres et al. [23], que destacam a limitação da avaliação univariada do peso como preditor de concepção. No entanto, quando os dados foram estratificados por quartis, emergiram associações importantes.

O maior peso corporal em D0 (Q4 = 333,49 ± 12,23 kg) foi associado a maiores taxas de concepção tanto no DG30 (55,8 %) quanto no DG60 (52,9 %), quando comparado ao Q1 (peso médio de 280,5 ± 12,6 kg; DG30 = 47,7 %; DG60 = 44,1 %). Este achado é consistente com estudos prévios que indicam que fêmeas que apresentam maior peso corporal dentro de um intervalo adequado para a idade e estágio fisiológico tendem a apresentar melhor resposta hormonal e maior probabilidade de sucesso reprodutivo. [16, 24, 25].

Importante destacar que o ganho médio diário (GMD) durante os 80 dias avaliados (média geral de 0,668 ± 0,190 kg/dia) apresentou impacto relevante quando analisado em faixas de desempenho. Animais com maiores ganhos (Q4 = 71,9 ± 8,7 kg) tiveram maior taxa de prenhez aos 60 dias (51,3 %) e menores perdas gestacionais (3,7 %) em comparação aos animais de menor ganho (Q1 = 34,9 ± 9,0 kg), que apresentaram 44,7 % de prenhez e 8,1 % de perda ($p < 0,05$). Esses resultados indicam que, mais do que o peso absoluto, o desempenho corporal durante o período periconcepcional exerce efeito direto sobre a viabilidade embrionária e a manutenção da gestação, corroborando com D'Occhio, Baruselli e Campanile [17] e Funston et al. [11], que associam o ambiente metabólico materno à maturidade fisiológica e peso corporal consequentemente a sobrevivência embrionária.

O papel da ciclicidade ovariana também foi confirmado neste estudo. A presença de corpo lúteo (CL) no início do protocolo foi associada à maior taxa de prenhez (54,9 % vs. 45,1 % nas fêmeas sem CL; p = 0,0003), conforme também descrito por Sá Filho et al. [26]; Stevenson et al. [27]. Isso reforça que a ativação prévia do eixo reprodutivo é um fator determinante para o sucesso dos protocolos hormonais. Além disso, nas fêmeas sem CL, observou-se que o peso corporal em D0 teve efeito na probabilidade de prenhez, enquanto entre as ciclando esse efeito não foi observado. Essa interação sugere que, em novilhas acíclicas, maior desenvolvimento corporal e peso vivo no momento do protocolo podem compensar parcialmente a ausência de ciclicidade, possivelmente por favorecer maior resposta aos hormônios exógenos utilizados na

indução ovulatória. Esse resultado sugere que essas fêmeas, por apresentarem desenvolvimento fisiológico mais tardio, necessitam atingir maiores pesos corporais para alcançar a puberdade e expressar maior potencial reprodutivo [14, 28].

A maturidade corporal não apenas influencia o início da puberdade, mas também a capacidade fisiológica de sustentação da gestação. Animais com maturidade fisiológica mais tardia, sem reservas de tecido adiposo, apresentam menor secreção de leptina, hormônio diretamente ligado ao eixo hipotálamo-hipófise-ovário e à indução da atividade reprodutiva [15, 29]. Assim, a associação entre melhor peso corporal e maior sucesso reprodutivo, observad nos quartis superiores de peso e ganho, sustenta a importância de estratégias de manejo nutricional direcionadas à maturidade fisiológica das fêmeas antes da estação de monta.

Além disso, a influência do inseminador sobre a taxa de prenhez (p = 0,0178) aponta para a necessidade de padronização técnica e capacitação contínua dos profissionais envolvidos na aplicação da IATF. A variabilidade entre inseminadores, mesmo em condições experimentais controladas, pode refletir diferenças sutis na habilidade, precisão ou aderência ao protocolo, impactando diretamente os desfechos reprodutivos. Esses achados corroboram as recomendações por Baruselli et al. [8], que enfatizam a necessidade de treinamentos periódicos e controle de qualidade nas biotecnologias reprodutivas, como forma de garantir maior reprodutibilidade e eficiência nos programas de inseminação em tempo fixo.

Em síntese, os resultados deste estudo demonstram que tanto o estado fisiológico (ciclicidade ovariana) quanto o desempenho ponderal (especialmente o GMD) exercem efeitos sinérgicos sobre a fertilidade de novilhas Nelore. Estratégias de manejo que favoreçam maturidade fisiológica adequada no pré-estação, aliadas à identificação do status ovariano, é uma das ferramentas valiosas para a maximização dos índices reprodutivos. A adoção integrada desses critérios pode contribuir significativamente para a redução das perdas embrionárias e para o aumento da eficiência reprodutiva nos sistemas de produção de bovinos de corte.

5. Conclusão

Os resultados deste estudo demonstram que o desempenho reprodutivo de novilhas Nelore submetidas à IATF está fortemente associado à maturidade fisiológica no início do protocolo, especialmente à presença de corpo lúteo e ao ganho de peso no período anterior à inseminação. Embora o peso corporal absoluto não tenha se mostrado um preditor isolado da concepção, novilhas com maior desenvolvimento e melhor desempenho ponderal apresentaram maiores taxas de concepção e menores perdas gestacionais. Esses achados reforçam a importância de estratégias integradas de manejo nutricional e reprodutivo, voltadas à maturidade fisiológico das novilhas antes da estação de monta, com vistas à melhoria da eficiência produtiva nos sistemas de cria. Além disso, destaca-se o papel crítico da ciclicidade ovariana como marcador fisiológico de maturidade sexual e da qualificação técnica dos inseminadores na eficácia dos programas de IATF.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Declaração de disponibilidade de dados

O conjunto completo de dados que suporta os resultados deste estudo está disponível mediante solicitação ao autor correspondente.

Contribuições do autor

Conceitualização: Sales Filho, G., Déo, P. H., Melo, L. F., Consentini, C. E. C., Sprícigo, J. F. W.; Curadoria de dados: Castro, A. C. S., Carneiro, M. C., Imai, L. S., Consentini, C. E. C., Sprícigo, J. F. W.; Análise formal: Imai, L. S., Sprícigo, J. F. W.; Aquisição de financiamento: Carneiro, M. C., Sprícigo, J. F. W.; Investigação: Castro, A. C. S., Carneiro, M. C., Sales Filho, G., Moura, G. H. C.; Metodologia: Castro, A. C. S., Carneiro, M. C., Melo, L. F., Consentini, C. E. C., Sprícigo, J. F. W.; Administração de projeto: Castro, A. C. S., Carneiro, M. C., Sales Filho, G.; Recursos: Sales Filho, G., Déo, P. H., Consentini, C. E. C.; Software: Imai, L. S.; Supervisão: Melo, L. F., Consentini, C. E. C., Sprícigo, J. F. W.; Validação: Imai, L. S., Consentini, C. E. C., Sprícigo, J. F. W.; Visualização: Castro, A. C. S.; Redação do manuscrito: Castro, A. C. S.; Revisão e edição: Sprícigo, J. F. W.

Declaração de uso de IA generativa

Os autores não utilizaram ferramentas ou tecnologias generativas de Inteligência Artificial na criação ou edição de qualquer parte deste manuscrito.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à Fazenda Nova Piratininga por disponibilizar as instalações e o suporte para a condução deste estudo. Também somos gratos à equipe da fazenda, especialmente a Guardion de Sales Filho, Leonardo Shinji Imai, Gabryel Henrique Cavelani Moura e Pedro Henrique Déo, pela assistência na coleta de dados e nas atividades de campo. Agradecemos ainda as contribuições de Leonardo de França e Melo, José Felipe Warmling Sprícigo e Marcos Coura Carneiro pelo apoio, orientação e contribuições para o desenvolvimento deste estudo. Também agradecemos ao Núcleo de Estudos em Biotecnologia da Reprodução Animal (NEBRA) pelo suporte científico e pelas discussões.

Referências

1. Brasil bate recorde nas exportações de carne bovina em 2024 [Internet]. 2025 [cited 2025 May 23]. Disponível em: https://abiec.com.br/brasil-bate-recorde-nas-exportacoes-de-carne-bovina-em-2024/

2. Ondei V. Que desfrute foi esse? • Portal DBO [Internet]. Portal DBO. 2020 [citado 23 de maio de 2025]. Disponível em: https://portaldbo.com.br/que-desfrute-e-esse/

3. FAO: América Latina e Caribe vão responder por mais de 25 % das exportações agrícolas globais até 2028 | As Nações Unidas no Brasil [Internet]. [citado 29 de julho de 2025]. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/83643-fao-am%C3%A9rica-latina-e-caribe-v%C3%A3o-responder-por-mais-de-25-das-exporta%C3%A7%C3%B5es-agr%C3%ADcolas-globais

4. Ferraz MVC, Pires AV, Santos MH, Silva RG, Oliveira GB, Polizel DM, et al. A combination of nutrition and genetics is able to reduce age at puberty in Nelore heifers to below 18 months. Animal [Internet]. 1o de janeiro de 2018 [citado 20 de maio de 2025];12(3):569–74. Disponível em: https://doi.org/10.1017/S1751731117002464

5. Issuu [Internet]. 2025 [citado 16 de julho de 2025]. Revista ABCZ 126. Disponível em: https://issuu.com/abcz.pmgz/docs/revista_abcz_126

6. Caixeta DG, Carmo JP do. CRIAÇÃO DE BEZERROS NEONATOS: manejo e bem estar. Scientia Generalis [Internet]. 20 de outubro de 2020 [citado 19 de maio de 2025];1(3):92–103. Disponível em: http://scientiageneralis.com.br/index.php/SG/article/view/v1n3a10

7. Wathes DC, Pollott GE, Johnson KF, Richardson H, Cooke JS. Heifer fertility and carry over consequences for life time production in dairy and beef cattle. Animal [Internet]. 1o de janeiro de 2014 [citado 20 de maio de 2025];8:91–104. Disponível em: https://doi.org/10.1017/S1751731114000755

8. Baruselli PS, Ferreira RM, Colli MHA, Elliff FM, Sá_Filho MF, Vieira L, et al. Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. Anim Reprod [Internet]. 2017 [citado 20 de maio de 2025];14(3):558–71. Disponível em: http://dx.doi.org/10.21451/1984-3143-AR999

9. Consentini CEC, Alves RLOR, Silva MA, Galindez JPA, Madureira G, Lima LG, et al. What are the factors associated with pregnancy loss after timed-artificial insemination in *Bos indicus* cattle? Theriogenology [Internet]. 15 de janeiro de 2023 [citado 26 de maio de 2025];196:264–9. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.10.037

10. Wiltbank JN, Rowden WW, Ingalls JE, Geegoey KE, Koch RM. Effect of Energy Level on Reproductive Phenomena of Mature Hereford Cows. Journal of Animal Science [Internet]. 1o de maio de 1962 [citado 20 de maio de 2025];21(2):219–25. Disponível em: https://doi.org/10.2527/jas1962.212219x

11. Funston RN, Martin JL, Larson DM, Roberts AJ. PHYSIOLOGY AND ENDOCRINOLOGY SYMPOSIUM: Nutritional aspects of developing replacement heifers1. Journal of Animal Science [Internet]. 1o de abril de 2012 [citado 21 de maio de 2025];90(4):1166–71. Disponível em: https://doi.org/10.2527/jas.2011-4569

12. Martin LC, Brinks JS, Bourdon RM, Cundiff LV. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. Journal of Animal Science [Internet]. 1o de dezembro de 1992 [citado 30 de maio de 2025];70(12):4006–17. Disponível em: https://doi.org/10.2527/1992.70124006x

13. Rodrigues PF, Menezes LM, Azambuja RCC, Suñé RW, Barbosa Silveira ID, Cardoso FF. Milk yield and composition from Angus and Angus-cross beef cows raised in southern Brazil1. Journal of Animal Science [Internet]. 1o de junho de 2014 [citado 22 de maio de 2025];92(6):2668–76. Disponível em: https://doi.org/10.2527/jas.2013-7055

14. Chilliard Y, Delavaud C, Bonnet M. Leptin expression in ruminants: Nutritional and physiological regulations in relation with energy metabolism. Domestic Animal Endocrinology [Internet]. 1o de julho de 2005 [citado 23 de maio de 2025];29(1):3–22. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2005.02.026

15. Perry GA. Factors affecting puberty in replacement beef heifers. Theriogenology [Internet]. 1o de julho de 2016 [citado 23 de maio de 2025];86(1):373–8. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.051

16. Freitas BG, Mingoti RD, Monteiro BM, Guerreiro BM, Crepaldi GA, Ramos L, et al. Relationship of body maturation with response to estrus synchronization and fixed-time AI in Nelore (*Bos indicus*) heifers. Livestock Science [Internet]. 1o de setembro de 2021 [citado 22 de maio de 2025];251:104632. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104632

17. D'Occhio MJ, Baruselli PS, Campanile G. Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. Theriogenology [Internet]. fevereiro de 2019 [citado 20 de maio de 2025];125:277–84. Disponível em: https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1600385

18. D'Occhio MJ, Baruselli ,Pietro S., and Campanile G. Metabolic health, the metabolome and reproduction in female cattle: a review. Italian Journal of Animal Science [Internet]. 2 de janeiro de 2019 [citado 23 de maio de 2025];18(1):858–67. Disponível em: https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1600385

19. Patterson DJ, Perry RC, Kiracofe GH, Bellows RA, Staigmiller RB, Corah LR. Management considerations in heifer development and puberty. Journal of Animal Science. 1o de dezembro de 1992;70(12):4018–35.

20. Reese ST, Franco GA, Poole RK, Hood R, Fernadez Montero L, Oliveira Filho RV, et al. Pregnancy loss in beef cattle: A meta-analysis. Animal Reproduction Science [Internet]. 1o de janeiro de 2020 [citado 1o de junho de 2025];212:106251. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.106251

21. Bridges GA, Kruse SG, Funnell B, Perry GA, Gunn PJ, Arias RP, et al. Changes in body condition on oocyte quality and embryo survival. Proceedings Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle Sioux Falls. dezembro de 2012;23:269–83. Disponível em : https://beefrepro.org/wpcontent/uploads/2020/09/2012ARSBC_21BridgesProceedings.pdf

22. Kruse SG, Bridges GA, Funnell BJ, Bird SL, Lake SL, Arias RP, et al. Influence of post-insemination nutrition on embryonic development in beef heifers. Theriogenology [Internet]. 1o de março de 2017 [citado 1o de junho de 2025];90:185–90. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.11.021

23. Ayres H, Ferreira RM, Torres-Júnior JRS, Demétrio CGB, Sá Filho MF, Gimenes LU, et al. Inferences of body energy reserves on conception rate of suckled Zebu beef cows subjected to timed artificial insemination followed by natural mating. Theriogenology [Internet]. 1o de setembro de 2014 [citado 10 de junho de 2025];82(4):529–36. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.04.026

24. Brooks AL, Morrow RE, Youngquist RS. Body composition of beef heifers at puberty. Theriogenology [Internet]. 1o de agosto de 1985 [citado 1o de junho de 2025];24(2):235–50. Disponível em: https://doi.org/10.1016/0093-691X(85)90188-8

25. Ferrell CL. Effects of Postweaning Rate of Gain on Onset of Puberty and Productive Performance of Heifers of Different Breeds. Journal of Animal Science [Internet]. 1o de dezembro de 1982 [citado 20 de maio de 2025];55(6):1272–83. Disponível em: https://doi.org/10.2527/jas1982.5561272x

26. Sá Filho MF, Prestes R, Medalha AG, Ayres H, Baruselli PS. Diferentes estímulos ovulatórios na indução de ciclicidade de novilhas *Bos indicus*. Resumos [Internet]. 2009 [citado 1o de junho de 2025]; Disponível em: https://doi.org/10.2527/jas.2005-636

27. Stevenson JS, Hill SL, Bridges GA, Larson JE, Lamb GC. Progesterone status, parity, body condition, and days postpartum before estrus or ovulation synchronization in suckled beef cattle influence artificial insemination pregnancy outcomes1. Journal of Animal Science [Internet]. 1o de maio de 2015 [citado 26 de maio de 2025];93(5):2111–23. Disponível em: https://doi.org/10.2527/jas.2014-8391

28. Gasser CL, Grum DE, Mussard ML, Fluharty FL, Kinder JE, Day ML. Induction of precocious puberty in heifers I: Enhanced secretion of luteinizing hormone1. Journal of Animal Science [Internet]. 1o de agosto de 2006 [citado 23 de maio de 2025];84(8):2035–41. Disponível em: https://doi.org/10.2527/jas.2005-636

29. Samadi F, Blache D, Martin GB, D'Occhio MJ. Nutrition, metabolic profiles and puberty in Brahman (*Bos indicus*) beef heifers. Animal Reproduction Science [Internet]. 1o de maio de 2014 [citado 23 de maio de 2025];146(3):134–42. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.03.004