



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



MAIRYNE SOUSA PINHÃO

**INFLUÊNCIA DE FATORES NÃO GENÉTICOS NOS PARÂMETROS
PRODUTIVOS DE VACAS SUBMETIDAS A INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL
EM TEMPO FIXO (IATF)**

Corrente-PI, novembro de 2025



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



MAIRYNE SOUSA PINHÃO

**INFLUÊNCIA DE FATORES NÃO GENÉTICOS NOS PARÂMETROS
PRODUTIVOS DE VACAS SUBMETIDAS A INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL
EM TEMPO FIXO (IATF)**

Trabalho apresentado como pré-requisito para avaliação e obtenção de nota na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Bacharelado em Zootecnia, da Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Campus Jesualdo Cavalcanti. Orientador Prof.: Dr. Gleyson Vieira dos Santos.

Corrente-PI, novembro de 2025



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



MAIRYNE SOUSA PINHÃO

GLEYSON VIEIRA DOS SANTOS

**INFLUÊNCIA DE FATORES NÃO GENÉTICOS NOS PARÂMETROS
PRODUTIVOS DE VACAS SUBMETIDAS A INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL
EM TEMPO FIXO (IATF)**

Banca examinadora

Prof.: Dr. Gleyson Vieira dos Santos
(orientador)

Prof.: Me. Alan Oliveira do Ó

Prof.: Dra. Edna Teles dos Santos

Corrente-PI, novembro de 2025



**GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA**



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor do meu destino, meu guia e socorro presente nas horas de angústia.

Dedico também ao meu pai, Mailton Pereira Pinhão, à minha mãe, Leiliane Barbosa de Sousa Pinhão, e aos meus irmãos, por todo amor, apoio e incentivo ao longo da minha caminhada.

Ao Curso de Bacharelado em Zootecnia da Universidade Estadual do Piauí, campus Deputado Jesualdo Cavalcante, Corrente/PI, e a todas as pessoas com quem convivi nesses espaços ao longo desses anos.

A experiência de uma produção compartilhada, vivida em comunhão com amigos e colegas, foi uma das melhores partes da minha formação acadêmica, e guardarei com carinho cada lembrança dessa trajetória.



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter sustentado minha fé e me permitido chegar a este momento de conquista. Em muitos momentos me questionei, mas em seu silêncio encontrei todas as respostas. Agradeço também a Nossa Senhora Aparecida, mãe da minha fé, que sempre me ouviu e intercedeu por mim.

Sou eternamente grata aos meus pais, Leiliane Barbosa de Sousa Pinhão e Mailton Pereira Pinhão, que trabalharam incansavelmente para que eu chegasse até aqui. Sem o amor e o esforço deles, nada disso seria possível. Ao meu irmão, Luís Eduardo de Sousa Pinhão, agradeço pela presença e parceria de vida, mesmo nas diferenças.

Reconheço com carinho o apoio dos meus padrinhos, que sempre estiveram ao meu lado em toda a minha trajetória estudantil e acadêmica. Ao meu orientador e professor, Gleyson Vieira dos Santos, carinhosamente chamado de “novo pai acadêmico”, deixo meu profundo agradecimento pela sabedoria, paciência e incentivo constantes. Sua forma leve de ensinar tornou minha caminhada na Zootecnia (UESPI) mais prazerosa e humana.

Agradeço também ao meu namorado, Arthur Nogueira Farias, por ter suportado meus momentos de insegurança e sempre me transmitir boas energias. Sua presença e apoio foram fundamentais para que eu permanecesse firme.

Sou grata aos meus amigos e colegas, que tornaram essa jornada mais leve e significativa. Compartilhamos aprendizados, desafios e muitas risadas — especialmente com o grupo “Tô lascado me socorre” e com o LABGEMPI, meu grupo de pesquisa, que deu cor e alegria à minha graduação.

Por fim, agradeço à Universidade Estadual do Piauí (UESPI), minha segunda casa, e a todos os professores, técnicos, servidores e colegas que fizeram parte da minha formação. Cada pessoa com quem convivi contribuiu de alguma forma para a profissional e a pessoa que me tornei.



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



RESUMO

PINHÃO, Mairyne Sousa. Influência de fatores não genéticos nos parâmetros produtivos de vacas submetidas a inseminação artificial em tempo fixo (iatf). Corrente: Universidade Estadual do Piauí, 2025.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de fatores não genéticos sobre os parâmetros produtivos e reprodutivos de vacas de corte submetidas à Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), em propriedades do município de Corrente, Piauí. O estudo foi conduzido em 5 fazendas, envolvendo 484 fêmeas bovinas distribuídas em diferentes categorias, submetidas a dois protocolos hormonais. Foram avaliados o escore de condição corporal (ECC), peso, categoria animal mês da inseminação e tipo de protocolo hormonal, utilizando modelos lineares mistos generalizados (GLMM). As taxas de prenhez variaram de 23,5% a 62,5% entre fazendas, com média geral de 53,1%. O ECC e o peso corporal apresentaram efeito ($P < 0,05$) sobre a taxa de prenhez, confirmando a importância da condição nutricional e do balanço energético positivo na eficiência reprodutiva. Com relação ao protocolo hormonal e a categoria animal, ambos não apresentaram influência ($P > 0,05$), sugerindo que condições ambientais e manejo equilibrado entre grupos minimizaram variações. Portanto, a nutrição adequada, a manutenção do escore corporal ideal e o manejo reprodutivo eficiente são fatores determinantes para o sucesso da IATF, reforçando que o desempenho reprodutivo depende mais de fatores ambientais e de manejo do que de diferenças genéticas entre as vacas avaliadas.

Palavras-chave: condição corporal; fertilidade bovina; manejo nutricional; pecuária de corte; reprodução animal.



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



ABSTRACT

PINHÃO, Mairyne Sousa. **Influence of non-genetic factors on the productive parameters of cows subjected to fixed-time artificial insemination (iatf).** Corrente: State University of Piauí, 2025.

This study aimed to evaluate the influence of non-genetic factors on the productive and reproductive parameters of beef cows subjected to Fixed-Time Artificial Insemination (FTAI) on farms in the municipality of Corrente, Piauí. The study was conducted on 5 farms, involving 484 female cattle distributed in different categories, subjected to two hormonal protocols. Body condition score (BCS), weight, animal category (heifer, primiparous, multiparous), month of insemination, and type of hormonal protocol were evaluated using generalized linear mixed models (GLMM). Pregnancy rates varied from 23.5% to 62.5% among farms, with an overall average of 53.1%. BCS and body weight showed an effect ($P < 0.05$) on pregnancy rate, confirming the importance of nutritional status and positive energy balance in reproductive efficiency. In the IATF (Artificial Insemination at Fixed Time), the hormonal protocol and animal category showed no influence ($P > 0.05$), suggesting that environmental conditions and balanced management between groups minimized variations. Therefore, adequate nutrition, maintenance of ideal body condition score, and efficient reproductive management are determining factors for the success of IATF, reinforcing that reproductive performance depends more on environmental and management factors than on genetic differences between the cows evaluated.

Keywords: body condition; bovine fertility; nutritional management; beef cattle; animal reproduction.



**GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA**



LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva geral da taxa de prenhez	28
Tabela 2. Taxa de prenhez por protocolo hormonal	29
Tabela 3 - Distribuição das vacas por fazenda, com suas taxas de prenhez (%) e os grupos formados pela comparação estatística das proporções.	29
Tabela 4 - Resultado do teste de razão de verossimilhança (Likelihood Ratio Test) dos efeitos fixos sobre a taxa de prenhez em vacas submetidas à IATF.....	30



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema utilizado para mensurar ECC na pecuária brasileira (1a 5)	16
Figura 2. Sistema utilizado para mensurar ECC na pecuária brasileira (1a 9).....	17



**GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA**



LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASBIA Associação Brasileira de Inseminação Artificial

D0, D8, D10 Dias de aplicação dos hormônios nos protocolos de IATF

ECC Escore de Condição Corporal

eCG Gonadotrofina Coriônica Equina

GnRH Hormônio Liberador de Gonadotrofina

IATF Inseminação Artificial em Tempo Fixo

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LRX² Likelihood Ratio Chi-Square (Razão de Verossimilhança Qui-Quadrado)

PGF2 α Prostaglandina F2 Alfa

PIB Produto Interno Bruto

UESPI Universidade Estadual do Piauí



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Contextualização da bovinocultura de corte no Brasil, Nordeste e Piauí.....	14
2.2 Escore de condição corporal (ECC) e reprodução	15
2.3 Principais protocolos de IATF utilizados no Brasil.....	18
2.4 Manejo, nutrição e taxas reprodutivas	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	28
5. CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS	33
ANEXOS	39

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte representa uma das atividades agropecuárias mais relevantes para a economia brasileira. Segundo dados do Anuário da Pecuária Brasileira (ANUALPEC, 2023), o país possui o maior rebanho comercial do mundo, com cerca de 230 milhões de cabeças, distribuídas em todos os biomas. Esse setor responde por uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB) agropecuário, além de contribuir diretamente para a balança comercial, por meio das exportações de carne bovina para mais de 145 países (PEREIRA *et al.*, 2024).

Apesar da grande dimensão do rebanho e da relevância econômica da pecuária de corte, os níveis de produtividade permanecem abaixo do potencial zootécnico que a espécie bovina poderia alcançar. A baixa eficiência reprodutiva constitui um dos principais entraves ao avanço do setor, uma vez que se estima que apenas cerca de 50% a 60% das fêmeas em idade reprodutiva concebem a cada estação de monta, resultando em um número expressivo de matrizes vazias (BARUSELLI *et al.*, 2020). Essa ineficiência compromete diretamente a taxa de desfrute e o retorno econômico da atividade. Tal realidade reflete não apenas limitações de ordem genética, mas também a influência de fatores não genéticos, como nutrição inadequada, manejo reprodutivo deficiente, condições sanitárias, estresse ambiental e falhas na aplicação de protocolos hormonais, que afetam de forma significativa o desempenho reprodutivo dos rebanhos (FERNANDES, 2019).

Nesse contexto, diversas biotecnologias reprodutivas têm sido desenvolvidas com o objetivo de otimizar a eficiência produtiva e reprodutiva dos rebanhos bovinos, como a inseminação artificial convencional, a transferência de embriões, a fertilização in vitro (FIV) e, mais recentemente, a inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Esta última tem se consolidado como uma das ferramentas mais eficazes na modernização da pecuária de corte brasileira, ao permitir a sincronização do estro e da ovulação, viabilizando a inseminação de um grande número de vacas em um único dia, sem necessidade de observação de cio (BARUSELLI; REIS, 2018).

O avanço da IATF proporcionou expressivos benefícios zootécnicos e logísticos, como o aumento da taxa de serviço, a padronização da estação de monta, a aceleração do ganho genético e a maior previsibilidade nos nascimentos (ASBIA, 2022). Apesar da grande contribuição da IATF, o mesmo ainda enfrenta problemas que muitas vezes

estão relacionados as condições da própria fazenda, como por exemplo nutrição inadequada, manejo reprodutivo deficiente, sanidade e estresse térmico, todos elementos que interferem diretamente na resposta fisiológica das fêmeas e, consequentemente, na eficiência reprodutiva do rebanho.

No Brasil, estima-se que mais de 85% das inseminações sejam realizadas por meio de protocolos de IATF (ASBIA, 2022). Em sistemas de corte, as taxas de concepção obtidas com essa biotécnica variam de 40% a 60%, dependendo da categoria animal, da condição corporal, do protocolo hormonal adotado e do manejo alimentar (PENTEADO *et al.*, 2020). Tais índices demonstram que, embora a IATF seja uma ferramenta consolidada, sua eficácia depende diretamente da integração entre tecnologia, ambiente e gestão zootécnica.

No Nordeste brasileiro, e de modo particular no estado do Piauí, os desafios relacionados à reprodução bovina são ainda mais acentuados, em virtude da irregularidade do regime de chuvas, da estacionalidade das pastagens e da limitação de recursos tecnológicos em muitas propriedades (FIGUEIREDO *et al.*, 2019). Nessa realidade, a adoção da IATF deve ser acompanhada de práticas que assegurem nutrição adequada, sanidade reprodutiva e bem-estar animal, de forma a minimizar os impactos negativos da sazonalidade climática e potencializar a eficiência reprodutiva.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a influência de fatores não genéticos nos parâmetros produtivos de vacas submetidas à Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Contextualização da bovinocultura de corte no Brasil, Nordeste e Piauí

A bovinocultura de corte no Brasil figura entre as mais expressivas do mundo, tanto pelo tamanho do rebanho quanto pela produção de carne. Em 2022, a estimativa era de 234,4 milhões de cabeças, conforme dados da IBGE. Em nível internacional, o país consolidou-se como grande exportador de carne bovina (in natura e processada), atendendo mais de 150 mercados, segundo a ABIEC, já eram 157 países em 2024. No âmbito econômico, o setor da pecuária insere-se entre as principais cadeias produtivas da agropecuária nacional, com participação estimada em torno de 10 % do agronegócio brasileiro. Considerando ainda sua forte presença nos estados do Centro-Oeste e expansão nos Norte e Nordeste, o crescimento territorial da pecuária está ligado à disponibilidade de terras, à adaptação das raças zebuínas às condições tropicais e à crescente adoção de tecnologias reprodutivas e de manejo (OLIVEIRA *et al.*, 2025).

No Nordeste brasileiro, a pecuária de corte desempenha papel socioeconômico estratégico, sobretudo em áreas rurais de médio e pequeno porte. A atividade é desenvolvida majoritariamente em sistemas extensivos de pastagens, com predominância de raças zebuínas adaptadas ao clima semiárido, como o Nelore (SILVA *et al.*, 2020).

Apesar da relevância econômica, a pecuária nordestina enfrenta limitações impostas por fatores climáticos, como a irregularidade pluviométrica, a estacionalidade da produção forrageira e os períodos prolongados de seca (MAREGO *et al.*, 2022). Para tanto, esses aspectos resultam em oscilações na disponibilidade de alimento, comprometendo o escore de condição corporal dos animais e, consequentemente, sua eficiência reprodutiva (COSTA *et al.*, 2019).

Observa-se nos últimos anos um movimento crescente de modernização da pecuária nordestina, por meio da adoção de práticas como suplementação estratégica, melhoramento genético, manejo rotacionado de pastagens e utilização de biotécnicas reprodutivas, como a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) (DE JESUS, 2025). Estudos apontam que, em propriedades que adotaram a IATF, houve aumento significativo na taxa de prenhez e melhoria no planejamento reprodutivo dos rebanhos (BARUSELLI *et al.*, 2020).

No estado do Piauí, a pecuária de corte tem tradição histórica e representa importante componente da economia agropecuária local. De acordo com Figueiredo *et*

al., (2019), a bovinocultura piauiense concentra-se principalmente em sistemas extensivos, caracterizados por baixo nível tecnológico e forte dependência do regime de chuvas.

Estudos realizados no semiárido piauiense demonstram que a baixa qualidade nutricional das pastagens durante a estação seca compromete o desempenho produtivo e reprodutivo dos rebanhos (DESTA, 2024). Essa realidade reforça a necessidade de alinhar a estação de monta ao período chuvoso, a fim de garantir melhores condições nutricionais e maximizar os índices reprodutivos (EMBRAPA, 2020).

Além das dificuldades impostas pela sazonalidade, a pecuária piauiense enfrenta entraves relacionados à baixa taxa de tecnificação e à carência de assistência técnica em algumas regiões. Contudo, a introdução de programas de melhoramento genético, o uso de suplementação mineral/ proteica e a adoção de protocolos de IATF têm promovido ganhos consistentes na produtividade (FIGUEIREDO *et al.*, 2019).

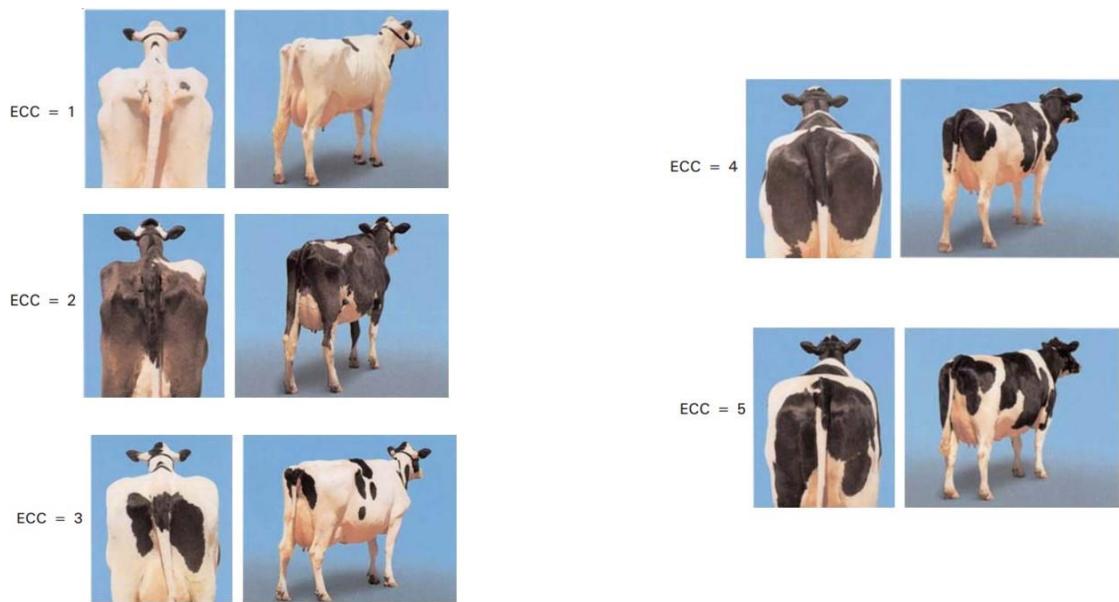
A análise da bovinocultura no Brasil, no Nordeste e no Piauí evidencia que os fatores não genéticos exercem influência marcante sobre os índices reprodutivos. Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência de fatores não genéticos nos parâmetros produtivos de vacas submetidas à Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF).

2.2 Escore de condição corporal (ECC) e reprodução

O escore de condição corporal (ECC) consiste em uma ferramenta prática e amplamente utilizada na bovinocultura para avaliar o estado nutricional e energético das vacas de corte (PRAVEEN *et al.*, 2024). Trata-se de um método subjetivo, mas de grande aplicabilidade a campo, que consiste em atribuir uma nota de acordo com a deposição de reservas de gordura subcutânea e muscular em regiões específicas do corpo do animal, como costelas, garupa e inserção da cauda (FERREIRA *et al.*, 2021).

Na prática pecuária brasileira, dois sistemas são amplamente utilizados: a escala de 1 a 5 pontos (figuras 1) e a escala de 1 a 9 pontos (figuras 2). Na escala de 1 a 9, vacas extremamente magras recebem nota 1, enquanto animais obesos recebem nota 9. O escore ideal para reprodução situa-se entre 5 e 6 pontos (VALE FILHO *et al.*, 2019). Na escala de 1 a 5, utilizada com frequência em pesquisas acadêmicas e sistemas padronizados, a faixa considerada ótima para vacas de corte é de 2,75 a 3,5 pontos (FERREIRA *et al.*, 2021).

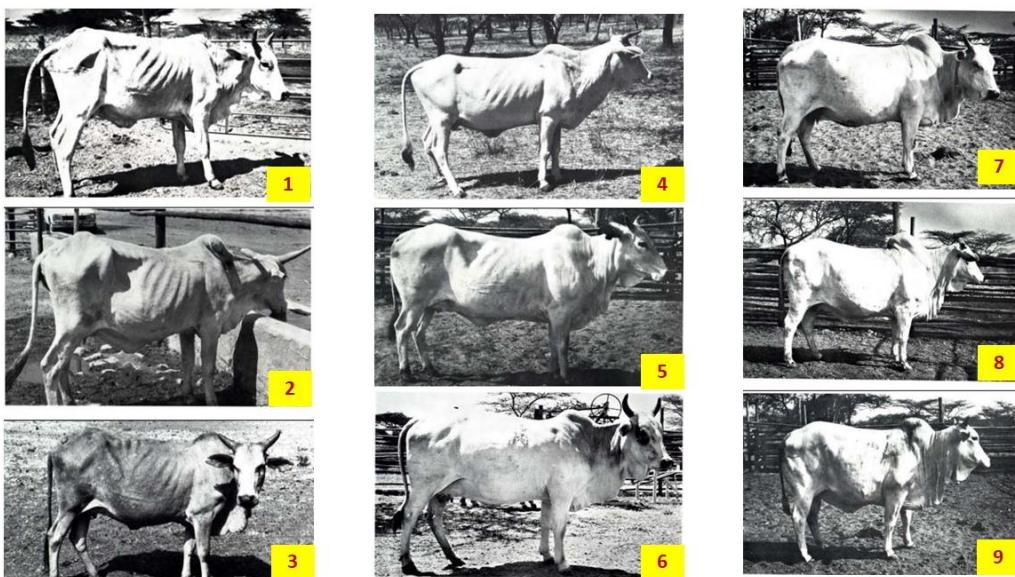
Figura 1. Sistema utilizado para mensurar ECC na pecuária brasileira (1a 5)



Fonte: Fonte: Adaptado Machado (2008).

A classificação dos escores pode variar desde muito magro (ECC=1) até o obeso (ECC=5). Sendo o ECC =2, Magro, com ossos ainda bem aparentes, costelas pouco cobertas, pele esticada e leve melhora na cobertura muscular, mas ainda insuficiente. ECC = 3 Sendo médio / Ideal com Boa cobertura muscular, costelas quase cobertas, processos ósseos pouco visíveis e pele flexível. Sem acúmulo de gordura. ECC = 4 considerado gordo, com Cobertura muscular adequada, início de deposição de gordura na base da cauda, costelas invisíveis e contornos corporais menos angulosos. Já o ECC= 5 é considerado obeso com Acúmulo evidente de gordura (base da cauda, peito), ausência de ângulos corporais e aparência arredondada. Aceitável apenas para animais terminados.

Figura 2. Sistema utilizado para mensurar ECC na pecuária brasileira (1 a 9)



Fonte: Adaptado Machado (2008).

ECC 1 = Debilitada, extremamente magra, sem gordura palpável; ossos da bacia, costelas e coluna muito proeminentes. ECC 2 = Pobre, ainda muito magra, mas com leve cobertura de tecido na coluna; cauda e costelas menos projetadas. ECC 3 = Magra, costelas visíveis, porém menos agudas; pequena quantidade de gordura na espinha, na cauda e na bacia. ECC 4 = Limite, costelas menos evidentes; processos espinhosos arredondados ao toque; fina camada de gordura no dorso e bacia. ECC 5 = Moderada, boa aparência corporal; gordura esponjosa sobre as costelas e visível ao redor da inserção da cauda. ECC 6 = Moderada Boa, gordura palpável nas costelas e cauda; é preciso pressão para sentir a espinha; boa cobertura geral. ECC 7 = Boa, aparência gorda; gordura abundante nas costelas e cauda, início de “bolas” e “cintos” de gordura. ECC 8 = Gorda, muito gorda; difícil palpar a espinha; grandes depósitos de gordura nas costelas, cauda e vulva. ECC 9 = Extremamente gorda, obesa; corpo arredondado, ossos não palpáveis; excesso de gordura prejudica a mobilidade.

Essas escalas, embora distintas, têm como objetivo comum predizer o desempenho reprodutivo com base nas reservas corporais. Animais muito magros apresentam baixa ciclicidade ovariana, enquanto animais obesos podem sofrer distúrbios metabólicos que reduzem a fertilidade. O ECC exerce influência direta sobre diversos parâmetros reprodutivos, incluindo: Sendo eles, retorno à ciclicidade pós-parto: vacas com baixo ECC tendem a apresentar anestro prolongado, atrasando a primeira ovulação

após o parto (SANTOS *et al.*, 2019);

Taxa de concepção: há correlação positiva entre ECC adequado e maiores taxas de concepção por inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Vacas em escore ótimo podem alcançar índices de prenhez 15 a 20 pontos percentuais superiores em relação às muito magras (BARUSELLI *et al.*, 2020);

Manutenção da gestação: extremos de ECC (magreza ou obesidade) estão relacionados ao aumento da taxa de perdas embrionárias e abortos (SOUZA *et al.*, 2018). Com base nos resultados confirmam que o ECC deve ser considerado um parâmetro de manejo estratégico nos programas reprodutivos.

Nas regiões semiáridas do Nordeste, como o Piauí, o ECC sofre variações significativas em função da disponibilidade de forragem ao longo do ano (EMBRAPA, 2020). Durante o período seco, a escassez e a baixa qualidade nutricional das pastagens levam à perda de reservas corporais, o que compromete os índices de concepção e prolonga o anestro pós-parto. Já no período chuvoso, com o aumento da oferta de forragem, há recuperação do escore e melhora dos índices reprodutivos (EMBRAPA, 2020).

Dessa forma, recomenda-se que os programas de IATF sejam planejados para coincidir com fases em que as vacas apresentem ECC adequado. Para vacas de corte, escore inferior a 2,5 ou superior a 4 (na escala de 1 a 5) é considerado fator de risco para redução da eficiência reprodutiva (FERREIRA *et al.*, 2021).

O manejo nutricional deve ser direcionado para garantir que as matrizes entrem na estação de monta em condição corporal ideal. Estratégias como suplementação mineral, fornecimento de concentrados energéticos e adoção do flushing alimentar, oferta de dieta de melhor qualidade antes e durante a estação de monta, são práticas comprovadamente eficazes para elevar o ECC e otimizar os índices de prenhez (SANTOS *et al.*, 2019).

Pesquisas recentes indicam que vacas submetidas a flushing nutricional pré-IATF apresentaram taxa de concepção até 18% superior em comparação a grupos sem suplementação adicional (SILVA *et al.*, 2021) e (BASILIO; MENEGUELLI, 2024).

2.3 Principais protocolos de IATF utilizados no Brasil

A inseminação artificial em tempo fixo (IATF) consolidou-se como uma das

biotécnicas mais aplicadas na pecuária de corte nacional. O êxito dessa tecnologia depende, em grande parte, da correta escolha e aplicação dos protocolos hormonais, que têm como objetivo sincronizar o crescimento folicular, a regressão do corpo lúteo e a ovulação. A padronização do ciclo estral permite que várias vacas sejam inseminadas no mesmo dia, independentemente da detecção de cio, o que otimiza a logística reprodutiva (BARUSELLI; REIS, 2018).

Os protocolos de IATF fundamentam-se na administração de hormônios exógenos capazes de controlar e sincronizar o ciclo reprodutivo das fêmeas bovinas, utilizando-se principalmente de progesterona (P4), aplicada por dispositivos intravaginais para simular a fase lútea e inibir a ovulação até sua retirada; estradiol (E2), responsável por estimular o crescimento folicular e induzir a ovulação quando associado a outros hormônios; prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}), que promove a regressão do corpo lúteo e prepara o animal para a ovulação; gonadotrofina coriônica equina (eCG), que estimula o desenvolvimento folicular e é especialmente útil em fêmeas com baixo escore de condição corporal; e o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), que induz a ovulação por meio da liberação de LH endógeno. A atuação combinada desses hormônios permite a elaboração de protocolos capazes de sincronizar o ciclo estral de forma eficiente, aumentando a previsibilidade e o sucesso reprodutivo nos programas de IATF.

Além disso, diversos protocolos vêm sendo aplicados em sistemas de corte e leite no Brasil. Entre os mais estudados e difundidos, destacam-se: Ovsynch: desenvolvido inicialmente nos Estados Unidos, o Ovsynch utiliza GnRH, PGF_{2α} e nova aplicação de GnRH em intervalos pré-determinados. É um protocolo eficiente, mas apresenta variação nos resultados quando aplicado em vacas de corte no pós-parto, especialmente em condições tropicais (BARUSELLI et al., 2020);

Protocolos baseados em dispositivos de progesterona (CIDR®, DIB®): Consistem na inserção de um dispositivo intravaginal de progesterona associado à aplicação de estradiol benzoato no momento da inserção. Após 7 a 9 dias, o dispositivo é retirado, administra-se PGF_{2α} e, em muitos casos, eCG, para estimular o crescimento folicular. Esse é o protocolo mais difundido em rebanhos de corte no Brasil, com taxas de prenhez médias entre 45 e 55% (REIS et al., 2019);

Protocolo J-Synch: Trata-se de uma modificação dos protocolos convencionais com progesterona, diferindo no tempo entre a retirada do dispositivo e a inseminação, prolongando o período de dominância folicular. Estudos indicam aumento na taxa de

concepção em algumas categorias, como novilhas (FERNANDES *et al.*, 2021);

Protocolos com eCG: O uso de gonadotrofina coriônica equina é recomendado principalmente para vacas em anestro ou com baixo escore de condição corporal. A eCG estimula maior crescimento folicular e melhora a resposta ovulatória, resultando em incremento de até 10 pontos percentuais na taxa de prenhez em relação a protocolos sem sua utilização (BARUSELLI *et al.*, 2020).

A literatura nacional aponta que as taxas médias de prenhez obtidas com protocolos de IATF em bovinos de corte variam de 40% a 60%. Essa amplitude reflete diferenças no manejo nutricional, categoria animal (primíparas, multíparas, novilhas), ambiente e nível de tecnificação das propriedades (SANTOS *et al.*, 2019).

Em estudo multicêntrico conduzido no Brasil, (BARUSELLI *et al.*, 2020) verificaram que vacas submetidas a protocolos com progesterona e eCG alcançaram 58% de prenhez, enquanto protocolos sem eCG resultaram em 47%. Esses dados reforçam a importância de adequar o protocolo às condições do rebanho.

A escolha do protocolo deve levar em conta diversos aspectos, como a categoria animal, seja novilhas, vacas primíparas ou multíparas, além do período pós-parto, uma vez que vacas recém-paridas podem não responder de maneira satisfatória. Também é essencial observar o escore de condição corporal (ECC), que influencia diretamente a resposta hormonal, bem como considerar os recursos disponíveis na fazenda, incluindo a presença de mão de obra capacitada e a infraestrutura necessária para a correta execução do manejo reprodutivo (CAMPOS *et al.*, 2023).

Assim, não existe um protocolo universalmente superior; a decisão deve ser estratégica, considerando o perfil produtivo e as limitações específicas de cada propriedade.

2.4 Manejo, nutrição e taxas reprodutivas

A eficiência reprodutiva de vacas de corte não depende apenas de fatores genéticos e da escolha do protocolo hormonal de inseminação artificial em tempo fixo (IATF), mas também do conjunto de práticas de manejo e das estratégias nutricionais adotadas nas fazendas. A literatura evidencia que a nutrição adequada, manejo sanitário e cuidados com o bem-estar animal são determinantes para o sucesso dos programas reprodutivos (SANTOS *et al.*, 2019).

O manejo alimentar adequado garante o aporte energético e proteico necessário para a ciclicidade ovariana, a ovulação e a manutenção da gestação. A escassez de nutrientes leva à queda do escore de condição corporal (ECC) e, consequentemente, à redução das taxas de concepção (RISQUES *et al.*, 2020). Animais submetidos a déficit nutricional apresentam atraso no retorno ao estro pós-parto, baixa resposta aos protocolos hormonais e maior risco de perda embrionária (FERREIRA *et al.*, 2021).

Entre as estratégias nutricionais utilizadas na bovinocultura de corte destaca-se o flushing alimentar, prática que consiste em ofertar suplementação de melhor qualidade (proteína e energia) no período anterior e durante a estação de monta. Estudos indicam que vacas submetidas ao flushing apresentaram taxas de prenhez até 15% superiores quando comparadas a animais que permaneceram apenas em pastagens nativas (SILVA *et al.*, 2021).

A suplementação mineral também é fundamental, uma vez que a deficiência de macro e microminerais, como fósforo, cálcio, cobre e selênio, está associada a distúrbios reprodutivos, incluindo anestro e mortalidade embrionária (MORAES *et al.*, 2018).

O manejo sanitário integra o conjunto de práticas necessárias para manter os animais saudáveis e com bom desempenho reprodutivo. Infecções uterinas, doenças parasitárias e enfermidades reprodutivas, como brucelose, leptospirose e tricomoníase, podem reduzir significativamente as taxas de concepção. Dessa forma, programas de vacinação reprodutiva e controle sanitário periódico são essenciais para garantir o sucesso da IATF (SILVA *et al.*, 2021).

Outro aspecto de destaque refere-se ao estresse térmico, especialmente em regiões tropicais. Altas temperaturas reduzem o consumo alimentar, comprometem o metabolismo energético e prejudicam a fertilidade. Estratégias de manejo, como sombreamento natural ou artificial, fornecimento de água limpa em abundância e ajuste da estação de monta para períodos menos críticos, são medidas práticas para mitigar esse problema (BARUSELLI *et al.*, 2020).

O bem-estar animal também se relaciona diretamente com os índices reprodutivos. Animais submetidos a práticas de manejo inadequadas, como transporte excessivo, uso de choques elétricos e confinamento em espaços reduzidos, tendem a apresentar maiores níveis de estresse. O estresse crônico, por sua vez, eleva a concentração de cortisol, que pode interferir na liberação hormonal necessária para ovulação e concepção (FERNANDES *et al.*, 2021).

Os efeitos do manejo e da nutrição refletem-se diretamente nas taxas de prenhez, concepção e perdas embrionárias. Estudos da Embrapa (2020) indicam que rebanhos manejados exclusivamente em pasto natural, sem suplementação estratégica, apresentaram taxas de prenhez em torno de 35%. Por outro lado, sistemas que adotaram suplementação mineral e proteica alcançaram taxas superiores a 50%, demonstrando a importância do manejo nutricional adequado.

A definição adequada da estação de monta é um dos principais fatores não genéticos que influenciam a eficiência reprodutiva em bovinos de corte. Esse planejamento consiste em concentrar coberturas e inseminações em um período determinado do ano, de modo a alinhar a maior demanda nutricional das vacas com a oferta de forragens. No Brasil, a adoção da estação de monta tem se consolidado como estratégia fundamental para elevar as taxas de prenhez, padronizar os partos e facilitar o manejo dos bezerros (BARUSELLI *et al.*, 2020).

No Nordeste brasileiro, caracterizado por forte sazonalidade climática e irregularidade pluviométrica (RODRIGUES *et al.*, 2019; CONTI, 2005), a definição da época ideal da estação de monta assume relevância ainda maior. Longos períodos de estiagem (COUTINHO *et al.*, 2013) reduzem a disponibilidade de forragem e prejudicam o escore de condição corporal (ECC), fator diretamente associado à ciclicidade ovariana e às taxas de concepção. Por isso, sincronizar a reprodução com o período chuvoso é essencial para assegurar índices zootécnicos satisfatórios (RODRIGUES *et al.*, 2019).

O Nordeste possui clima predominantemente semiárido, com chuvas concentradas em poucos meses do ano (COSTA *et al.*, 2019). No Piauí, por exemplo, a precipitação ocorre majoritariamente entre dezembro e abril, seguida por uma estação seca prolongada (EMBRAPA, 2020). Essa sazonalidade determina períodos críticos para a nutrição e, portanto, para a reprodução dos bovinos.

Quando a estação de monta coincide com a seca, a escassez de forragem compromete o ECC das vacas, reduzindo a ciclicidade ovariana e a taxa de concepção. Em contrapartida, a programação da reprodução para o início da estação chuvosa proporciona melhores condições nutricionais e aumenta de forma significativa as chances de prenhez (COSTA *et al.*, 2019).

Além de melhorar o desempenho reprodutivo, a definição estratégica da estação de monta traz benefícios amplos para a gestão do rebanho, contribuindo para maior eficiência alimentar, já que vacas que parem após o período de maior oferta de forragem tendem a manter melhor escore de condição corporal. Também favorece a padronização

do rebanho, pois o agrupamento dos nascimentos gera lotes de bezerros mais homogêneos, o que facilita o manejo, a sanidade e a comercialização. Do mesmo modo, promove a otimização do manejo sanitário, tornando práticas como vacinação, vermifugação e desmama mais eficientes quando aplicadas em grupos uniformes. Como consequência, há melhoria dos índices zootécnicos, uma vez que rebanhos com partos concentrados apresentam maior taxa de desmama e maior peso médio dos bezerros (FIGUEIREDO *et al.*, 2019).

Pesquisas realizadas no semiárido nordestino confirmam os benefícios da sincronização da reprodução com o período chuvoso. Costa e colaboradores (2019) verificaram que propriedades que concentraram a estação de monta entre janeiro e março alcançaram taxas de prenhez acima de 55%, enquanto sistemas com monta contínua registraram menos de 40%. No Piauí, Figueiredo *et al.*, (2019) observaram que vacas submetidas à IATF no início da estação chuvosa apresentaram resultados superiores em comparação com protocolos executados no final da estação ou durante a seca. Esses achados reforçam a necessidade de ajustar o calendário reprodutivo às condições climáticas locais.

Para propriedades situadas no Nordeste, recomenda-se concentrar a estação de monta entre dezembro e março, período de maior oferta de forragem. Ainda assim, ajustes devem considerar particularidades regionais e a disponibilidade de suplementação. É igualmente essencial assegurar que as vacas iniciem a estação de monta em ECC adequado, o que reforça a importância da suplementação estratégica ao final da seca.

A eficiência reprodutiva em bovinos de corte resulta não apenas de características genéticas, mas também de fatores ambientais, nutricionais, sanitários e de manejo que atuam diretamente sobre as taxas de prenhez, concepção e manutenção da gestação. Esses fatores, denominados não genéticos, são controláveis pelo produtor e constituem pontos-chave para o sucesso dos programas de IATF (BARUSELLI *et al.*, 2020).

Entre os principais fatores não genéticos, destacam-se o escore de Condição Corporal (ECC): considerado um dos parâmetros mais importantes, influencia diretamente a ciclicidade ovariana e as chances de concepção. Animais abaixo de 2,5 ou acima de 4 (escala 1–5) apresentam desempenho inferior (FERREIRA *et al.*, 2021). Além disso a nutrição, pois deficiências energéticas ou proteicas comprometem a retomada da atividade ovariana pós-parto, enquanto a suplementação estratégica melhora os índices reprodutivos (SANTOS *et al.*, 2019).

Falhas no manejo sanitário expõem o rebanho a doenças reprodutivas, como

brucelose, leptospirose e tricomoníase, que comprometem a fertilidade e aumentam as perdas embrionárias. Além disso, o estresse térmico e práticas de manejo inadequadas elevam os níveis de cortisol, inibindo a liberação de hormônios essenciais à reprodução e prejudicando processos como a ovulação (FERNANDES et al., 2021). Outro fator determinante é o planejamento da estação de monta, pois a reprodução realizada durante a seca reduz o escore de condição corporal e, consequentemente, as taxas de prenhez, enquanto sua sincronização com o período chuvoso favorece maior eficiência reprodutiva (COSTA et al., 2019).

Entre as práticas sanitárias, a vacinação reprodutiva merece destaque especial. Doenças como IBR, BVD, leptospirose, campilobacteriose e brucelose são causas importantes de falhas reprodutivas, resultando em infertilidade temporária, perdas embrionárias, abortos e bezerros fracos (SILVA et al., 2021).

Pesquisas demonstram que programas de vacinação adequados podem elevar em até 12 pontos percentuais as taxas de prenhez em rebanhos submetidos à IATF, ao reduzir perdas gestacionais associadas a agentes infecciosos (BARUSELLI et al., 2020). A vacinação também ajuda a homogeneizar o estado imunológico do rebanho, conferindo maior previsibilidade aos resultados.

No Nordeste, especialmente no Piauí, esse impacto é ainda maior. A região apresenta desafios sanitários adicionais, como maior prevalência de enfermidades reprodutivas em sistemas extensivos (RAMALHO et al., 2021), longas distâncias de pastejo, manejo limitado e forte sazonalidade climática, fatores que reduzem a imunidade e aumentam a vulnerabilidade sanitária. Nessas condições, a vacinação torna-se uma medida estratégica para reduzir perdas embrionárias (FERREIRA et al., 2018) e elevar as taxas de prenhez, configurando-se como uma das intervenções de melhor custo-benefício no semiárido piauiense.

Recomendações práticas envolvem iniciar a estação de monta com vacas apresentando escore de condição corporal adequado, implementar suplementação estratégica no período pré-IATF, manter um programa rigoroso de vacinação e controle sanitário, ajustar o calendário reprodutivo conforme o regime de chuvas e adotar práticas de bem-estar que minimizem o estresse térmico e evitem manejos agressivos. Quando essas estratégias são aplicadas de forma integrada, os resultados tendem a ser significativamente superiores (CAMPOS, 2023).

Quando essas estratégias são aplicadas de forma, os resultados reprodutivos melhoraram significativamente. Um levantamento da Embrapa (2020) mostrou que

propriedades que adotaram manejo nutricional, vacinação reprodutiva e estação de monta sincronizada alcançaram taxas médias de prenhez de 60%, contra apenas 38% em propriedades sem tais práticas.

Assim, os fatores não genéticos constituem determinantes centrais para o sucesso da IATF. Embora a genética estabeleça o potencial produtivo, sua expressão plena depende diretamente das condições ambientais, nutricionais e sanitárias oferecidas ao rebanho, entre as quais a vacinação reprodutiva se destaca por reduzir perdas gestacionais e elevar a eficiência zootécnica (SALES *et al.*, 2023).

A presente revisão de literatura permitiu compreender de forma aprofundada a influência dos fatores não genéticos sobre a eficiência reprodutiva de vacas de corte submetidas à inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Observou-se que, embora os avanços tecnológicos e a aplicação de protocolos hormonais sejam fundamentais para elevar as taxas de prenhez e concepção, o sucesso da IATF depende diretamente da integração de práticas de manejo nutricional, sanitário e zootécnico adequadas (SALES *et al.*, 2023).

No contexto brasileiro, a IATF se consolidou como ferramenta estratégica de intensificação da pecuária de corte, representando mais de 85% das inseminações realizadas no país (ASBIA, 2022). Essa realidade demonstra a ampla aceitação da biotécnica, mas também reforça a necessidade de estudos regionais que avaliem os fatores ambientais e de manejo que afetam sua eficiência.

No Nordeste e, especialmente, no estado do Piauí, as condições climáticas marcadas pela irregularidade das chuvas e pelos longos períodos de seca impõem desafios significativos ao desempenho reprodutivo (RAMALHO *et al.*, 2021). A oscilação no escore de condição corporal (ECC), diretamente relacionada à disponibilidade sazonal de forragem, afeta a ciclicidade ovariana e, consequentemente, as taxas de concepção. Por essa razão, práticas como a suplementação estratégica e o planejamento da estação de monta para coincidir com o período chuvoso tornam-se indispensáveis para manter o ECC adequado e favorecer bons resultados reprodutivos (COSTA *et al.*, 2019).

Outro fator essencial para o sucesso dos programas reprodutivos é o uso de vacinas reprodutivas. Embora a vacinação não interfira no ECC nem determine a época da estação de monta, ela atua na prevenção de enfermidades como IBR, BVD, leptospirose e brucelose, reduzindo perdas embrionárias, aborto e falhas de concepção. Assim, a vacinação garante maior segurança sanitária e previsibilidade nos índices

zootécnicos. Com bases em resultados científicos mostram que programas de imunização podem elevar de forma significativa as taxas de prenhez em rebanhos submetidos à IATF (SILVA *et al.*, 2021).

Além disso, práticas de bem-estar animal, como a redução do estresse térmico e o manejo racional, também se mostram determinantes para o desempenho reprodutivo. O estresse crônico está associado a desequilíbrios hormonais, por exemplo, redução de LH e progesterona, que comprometem a ovulação, a expressão do estro e a concepção (FERREIRA *et al.*, 2021 e HEAT STRESS *et al.*, 2023). Para mitigar esses efeitos, é fundamental promover sombreamento, garantir fornecimento adequado de água e adotar técnicas de manejo adaptadas, pois esses recursos ajudam a limitar as consequências negativas do calor sobre a reprodução (SZALAI *et al.*, 2025).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa faz parte do projeto aprovado pelo comitê de ética sob o protocolo 010391/2025-12.

A pesquisa foi conduzida em propriedades rurais localizadas no extremo sul do estado do Piauí, com clima classificado como Semiárido quente, caracterizado por verões chuvosos e invernos secos, apresentando precipitação média anual de aproximadamente 900 mm e temperatura média de 26 °C (MEDEIROS, 2019).

As pastagens predominantes eram compostas por Brachiaria brizantha, *Panicum maximum* cv. Moreira (2018), relata que Mombaça e espécies nativas do bioma Cerrado, representando condições típicas da pecuária extensiva e semi-intensiva da região

Foram avaliadas 484 vacas das raças Nelore e Mestiças Nelore pertencentes a cinco propriedades rurais. Durante o período experimental, alguns os animais consumiam sal mineral formulado para fins reprodutivos (Fazenda A, C e E) e estavam com a vacinação reprodutiva atualizada, seguindo o protocolo sanitário adotado nas propriedades, assegurando condições homogêneas de manejo nutricional e sanitário que pudessem influenciar a resposta aos protocolos hormonais de IATF. As categorias avaliadas foram: novilha, primípara e multípara, todas com manejo adequado. As vacas possuíam idade mínima de 18 meses e eram mantidas sob sistema de criação semi-intensivo, com pastejo em piquetes e suplementação mineral ad libitum. Durante o período experimental, foi garantido o acesso à água limpa e sombra natural.

Antes do início do protocolo de sincronização, todas as fêmeas foram submetidas a exame clínico-ginecológico e ultrassonográfico (modo B, transretal) para avaliação da condição reprodutiva. Foram consideradas aptas ao experimento apenas as fêmeas em anestro ovariano verdadeiro, sem presença de corpo lúteo ativo, sem anormalidades anatômicas do trato reprodutivo (como cistos, piometra ou endometrite) e sem histórico recente de aborto ou distúrbios puerperais.

O protocolo de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) seguiu o modelo hormonal convencionalmente utilizado para fêmeas em anestro Citações. Em um dia aleatório do ciclo estral (Dia 0 – D0) foi realizada a inserção do dispositivo intravaginal de liberação controlada de progesterona (P4), concomitantemente à aplicação intramuscular (IM) de 2,0 mL de benzoato de estradiol (BE) para indução da regressão folicular e sincronização inicial.

No oitavo dia (D8), os dispositivos de progesterona foram retirados, procedendo-se à administração IM de 2 mL de prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}), 1 mL de cipionato de estradiol (ECP) e 300 UI de gonadotrofina coriônica equina (eCG), com o objetivo de promover o crescimento folicular e induzir a ovulação.

A inseminação artificial em tempo fixo (IATF) foi realizada 48 horas após a retirada do dispositivo (Dia 10 – D10), utilizando sêmen previamente avaliado e armazenado em botijão criogênico a -196 °C. Todas as inseminações foram realizadas por técnico habilitado, utilizando pipeta universal de IATF, respeitando as normas de higiene e biossegurança reprodutiva.

No momento da IATF, cada fêmea teve seu Escore de Condição Corporal (ECC) avaliado visualmente e por palpação, segundo a escala de 1 a 5 proposta por (Richards et al., 1986), sendo 1 correspondente a animais caquéticos e 5 a animais obesos. Essa variável foi utilizada como parâmetro auxiliar para interpretação da resposta reprodutiva ao protocolo, considerando a influência do estado nutricional na eficiência da IATF.

O modelo estatístico utilizado para análise dos dados foi a Análise de Modelos Mistos Generalizados (GLMM — Generalized Linear Mixed Models), com teste de Razão de Verossimilhança (Likelihood Ratio Test) aplicado aos efeitos fixos. durante o período de janeiro a abril de 2024, abrangendo a estação de transição entre o final do verão chuvoso e o início do outono seco. Foram avaliadas 484 vacas Nelore e Mestiças Nelore, mantidas em cinco propriedades rurais sob sistema semi-intensivo. As fêmeas aptas ao experimento foram submetidas a um protocolo único de IATF, conforme descrito anteriormente, e seus dados reprodutivos foram utilizados na modelagem

estatística. A análise foi realizada por meio de Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM), adotando-se a distribuição binomial com função de ligação logit, adequada para variáveis de resposta dicotômica (prenhez = 1; não prenhez = 0).

Foram avaliados os seguintes efeitos Escore de Condição Corporal (ECC), raça, categoria animal, protocolo de IATF, peso corporal e propriedade.

A significância dos efeitos fixos foi avaliada pelo Likelihood Ratio Test (LRT), adotando-se nível de probabilidade de 5% ($p < 0,05$). Todas as informações zootécnicas, reprodutivas e ambientais foram registradas em planilhas eletrônicas (Excel), e posteriormente analisadas no software R, garantindo precisão e rastreabilidade dos dados. Fotografias (anexos A ao K) representativas das coletas, do rebanho, da infraestrutura e da aplicação do protocolo hormonal foram obtidas durante o experimento, visando enriquecer a descrição metodológica e assegurar maior transparência científica.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Do total de 484 vacas inseminadas, em 257 foram confirmadas a prenhez, resultando em uma taxa geral de prenhez de 53,1% (Tabela 1). De acordo com Campos *et al.*, (2025) esse valor está dentro da faixa média esperada em programas de IATF bem conduzidos, indicando boa eficiência reprodutiva do rebanho no período avaliado.

Tabela 1. Estatística descritiva geral da taxa de prenhez

Total de animais avaliados	Total de prenhezes	Taxa de prenhez (%)
484	257	53,1

Quando foram comparados os protocolos adotados, o protocolo 1 apresentou maior taxa de prenhez (53,4%) em relação ao protocolo 2 (51,9%), porém a diferença é pequena (1,5 pontos percentuais). Em termos estatísticos ($P>0,05$), essa diferença não é significativa, o que indica que ambos os protocolos apresentaram desempenho semelhante quanto à eficiência de prenhez (Tabela 2). Um fator que pode ter contribuído para essa não significância pode ser devido a quantidade dados analisados.

Tabela 2. Taxa de prenhez por protocolo hormonal

Protocolo	Número de animais	Taxa de prenhez (%)
1	378	53,4 ^a
2	106	51,9 ^a

As taxas de prenhez apresentaram variação expressiva entre as propriedades avaliadas, evidenciando diferenças importantes no manejo reprodutivo e na resposta das vacas aos protocolos de IATF. As fazendas A (62,5%) e B (60%) apresentaram maior taxa de prenhez, indicando maior eficiência reprodutiva. Esses índices estão dentro do esperado para sistemas bem manejados, já que programas de IATF em bovinos de corte geralmente alcançam taxas entre 50% e 60%, dependendo das condições nutricionais, do protocolo hormonal e da categoria animal (Tabela 3). Essas taxas estão de acordo com os valores encontrados RODRIGUES *et al.* (2022), que reportaram taxas médias de 55,4% em gado de corte submetido à IATF no Nordeste.

Tabela 3 - Distribuição das vacas por fazenda, com suas taxas de prenhez (%) e os grupos formados pela comparação estatística das proporções.

Fazenda	Número de animais	Taxa de prenhez (%)
A	120	62,5 a
B	50	60,0 a
C	214	53,7 ab
D	66	43,9 b
E	34	23,5 c

*Médias seguidas de letras iguais não apresentam diferenças estatísticas.

A Fazenda C (53,7%), apresentou desempenho intermediário, não diferindo estatisticamente das duas melhores, possivelmente devido à semelhança entre os manejos adotados nas propriedades, outro fator que pode ter contribuído é o número de animais avaliados em cada propriedade. Esse resultado sugere que pequenas variações no escore corporal das matrizes, na qualidade do manejo, ou na execução do protocolo podem ter afetado levemente a taxa de prenhez.

A Fazenda D (43,9%), quando comparado com A e B apresentou diferença estatística. Esse desempenho reduzido pode ser reflexo dos fatores específicos de cada propriedade, como por exemplo manejo nutricional variações na disponibilidade de

forragem e períodos de déficit energético que reduzem o Escore de Condição Corporal e, consequentemente, a eficiência da IATF. Resultados semelhantes, relacionando ECC reduzido a menor probabilidade de prenhez em Nelore submetidas a IATF, foram relatados por Ferreira *et al.* (2013) e Hartmann *et al.* (2022). Em ambos, percebeu-se que a limitação nutricional aparece como o principal fator explicativo para a redução das taxas de prenhez, especialmente em ambientes onde a disponibilidade de forragem sofre oscilações sazonais acentuadas, condição típica do Semiárido piauiense.

Taxas abaixo de 30% são consideradas de alerta, pois indicam falhas estruturais no manejo reprodutivo. De acordo com FERRAZ *et al.* (2021) o sucesso da IATF depende fortemente da condição corporal mínima ($\geq 2,75$) e da ausência de anestro nutricional prolongado.

De forma geral, os resultados reforçam que o bem-estar animal entre propriedades pode impactar diretamente o desempenho reprodutivo, especialmente em regiões de clima Semiárido.

Tabela 4 - Resultado do teste de razão de verossimilhança (Likelihood Ratio Test) dos efeitos fixos sobre a taxa de prenhez em vacas submetidas à IATF.

Fator (efeitos fixos)	Df (Graus de Liberdade)	Valor de P
Escore	3	0,02
Peso/kg	1	0,00
Mês/IATF	3	0,17
Protocolo	1	0,88
Categoría	1	0,99

O escore corporal (ECC) foi significativo ($P < 0,05$), demonstrando que a condição corporal das fêmeas no momento da inseminação influencia diretamente a taxa de prenhez. Fêmeas com escore adequado, geralmente entre 3,0 e 3,5 apresentaram melhor resposta reprodutiva, possivelmente devido ao melhor balanço energético e à maior regularidade da atividade ovariana conforme (CARVALHO *et al.*, 2022).

CARVALHO *et al.*, 2022, verificaram que vacas Nelore com escore corporal superior no pós-parto apresentaram maiores taxas de prenhez após IATF ($P < 0,01$), especialmente quando houve manutenção ou ganho de condição corporal antes do protocolo. De forma semelhante, VEDOVATTO *et al.* (2022), relataram aumento linear

na taxa de prenhez conforme o ECC inicial, além de maior expressão de estro e desenvolvimento folicular em fêmeas com melhor escore. Esses resultados indicam que a adequação da condição corporal antes e durante o protocolo hormonal contribui para a eficiência reprodutiva, reforçando a associação observada neste estudo.

A análise demonstrou que o ECC exerceu influência direta sobre a probabilidade de prenhez, corroborando achados recentes da literatura. KETCHUM *et al.*, (2024) verificaram que vacas de corte submetidas a diferentes protocolos de sincronização apresentaram variações significativas na taxa de prenhez em função do ECC ($P = 0,04$), reforçando que a condição corporal atua como determinante reprodutivo. Em sistemas leiteiros, LAUBER *et al.*, (2024) destacaram que perdas superiores a 0,5 ponto no escore após o parto reduziram de forma expressiva as taxas de concepção, o que confirma a importância do balanço energético positivo para a manutenção da ciclicidade ovariana.

Esses estudos justificam corroboram com os resultados observados, indicando que animais em melhor condição corporal apresentam maior responsividade hormonal, maior retomada da atividade ovariana e, consequentemente, maior eficiência reprodutiva.

De acordo com os resultados obtidos o ECC adequado constitui um fator essencial para o sucesso da IATF. Segundo PELLEGRINO *et al.* (2018), a manutenção do balanço energético e de um escore ideal favorece a funcionalidade ovariana e a resposta aos hormônios utilizados nos protocolos reprodutivos.

O peso corporal foi significativo ($P < 0,05$), indicando o peso como um indicador direto do estado metabólico e da aptidão reprodutiva. Baumgaertner *et al.*, (2024) demonstraram que a taxa de ganho de peso no início da gestação em novilhas de corte influenciou positivamente tanto o desempenho reprodutivo quanto os indicadores fisiológicos posteriores. Esses achados justificam a observação de que animais mais pesados, ou em melhor condição nutricional, não apenas apresentam maior chance de concepção, mas também sustentam gestação mais viável e contribuem para o desempenho futuro do rebanho.

O tipo de protocolo utilizado não foi significativo sobre a taxa de prenhez ($P > 0,05$). Isso sugere que, independente do protocolo adotado, os resultados de prenhez foram semelhantes, provavelmente porque todos os protocolos utilizados foram eficientes e equivalentes. Resultado semelhantes foram encontrados por KETCHUM *et al.*, (2024) que compararam dois protocolos de IATF com pré-sincronização em bovinos de corte e verificaram que, as taxas de prenhez foram estatisticamente iguais entre os protocolos, uma vez que não houve diferença significativa ($P = 0,66$). Os autores destacam que

diferenças em resposta estral e em características foliculares nem sempre se convertem em alterações na concepção, possivelmente devido a efeitos compensatórios relacionados à ovulação de folículos persistentes, à qualidade ovocitária e às condições do ambiente uterino.

Esses achados reforçam que, numa perspectiva de campo, a escolha entre protocolos pode ser orientada por fatores operacionais (custo, logística, disponibilidade de medicamentos) e pelo estado fisiológico do rebanho (BCS, ciclicidade), ao passo que a eficácia reprodutiva, medida como prenhez, tende a ser similar quando protocolos tecnicamente corretos são aplicados. Em termos práticos, isso legitima a utilização de qualquer um dos protocolos testados, desde que o manejo nutricional e a condição fisiológica das fêmeas sejam adequadamente controlados.

A categoria também não teve efeito ($P > 0,05$), o que indica que, no grupo estudado, todas as categorias responderam de forma parecida à IATF. Acredita-se que isso pode ocorrer quando o manejo nutricional e sanitário é bem equilibrado entre grupos. CARVALHO *et al.* (2022), ao avaliarem mais de 1.900 vacas de corte primíparas (paridade 1) e multíparas (paridade ≥ 2), demonstraram que o escore de condição corporal (ECC) e sua variação no pós-parto foram fatores determinantes para a taxa de prenhez à IATF. Os autores observaram que o efeito do ECC sobre a probabilidade de prenhez ocorreu independentemente da paridade, evidenciando que um melhor status nutricional exerce impacto positivo tanto em fêmeas jovens quanto em vacas adultas com maior número de partos.

Esse comportamento reforça a ideia de que, sob manejo nutricional equilibrado (mesma disponibilidade de alimento, ECC controlado entre grupos), as diferenças por categoria tendem a diminuir e a paridade deixa de ser fator significativo no desfecho de prenhez.

5. CONCLUSÃO

Os fatores escore de condição corporal e peso vivo influenciaram de forma significativas a taxa de prenhez.

A taxa média geral de prenhez observada foi de 53,1%, considerada satisfatória dentro dos parâmetros zootécnicos para programas de IATF em bovinos de corte. Essa eficiência reflete o equilíbrio entre os fatores nutricionais, sanitários e ambientais, reforçando a importância da gestão integrada do rebanho.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. C. R. et al. Impacto da duração do período pós-parto no início do protocolo de IATF (inseminação artificial em tempo fixo) nas taxas de prenhez de vacas de corte da raça Bos indicus. *Translational Animal Science*, v. 6, n. 2, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1093/tas/txac095>.

ASBIA – Associação Brasileira de Inseminação Artificial. *Relatório Anual 2022*. Uberaba: ASBIA, 2022.

BASILIO, N. L.; MENEGUELLI, M. Vantagens da inseminação artificial em tempo fixo em bovinos de corte. *Research, Society and Development*, v. 13, n. 11, 2024. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v13i11.47235>.

BAUMGAERTNER, F. et al. Efeitos da taxa de ganho de peso corporal durante o primeiro trimestre de gestação no desempenho de novilhas de corte e seus descendentes. *Journal of Animal Science*, v. 102, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1093/jas/skae193>.

BARUSELLI, P. S.; REIS, E. L. Protocolos de IATF em bovinos de corte. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 42, p. 132-143, 2018.

BARUSELLI, P. S. et al. Eficiência reprodutiva em bovinos de corte em condições tropicais. *Theriogenology*, v. 150, p. 281-290, 2020.

CARVALHO, T. B. et al. Taxa de concepção de acordo com o touro, escore de condição corporal e manifestação do cio em vacas de corte submetidas à inseminação artificial em tempo fixo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 74, n. 3, p. 779-787, jun. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/ShTj9xKNg8sP4dLjCGrW7bH/abstract/?lang=pt>.

CARVALHO, R. S. et al. Influência do escore de condição corporal e sua alteração após o parto nas taxas de prenhez em vacas de corte Bos indicus submetidas à inseminação artificial em tempo fixo. *Animal Reproduction Science*, v. 246, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2022.107028>.

CAMPOS, D. R et al. Impacto da raça, do escore corporal e da categoria animal na taxa de prenhez de fêmeas bovinas em manejo de IATF. *Caderno de Ciências Agrárias, [S. l.]*, v. 15, p. 1–9, 2023. DOI: [10.35699/2447-6218.2023.45216](https://doi.org/10.35699/2447-6218.2023.45216). Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/45216>. Acesso em: 28

nov. 2025.

CONTI, J. B. A questão climática do Nordeste brasileiro e os processos de desertificação. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 1, n. 1, 2005. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v1i1.25226>.

COSTA, J. N. et al. Efeitos da estação de monta sobre índices reprodutivos em bovinos no semiárido. *Ciência Animal Brasileira*, v. 20, p. 1-10, 2019.

COUTINHO, M. J. F. et al. A pecuária como atividade estabilizadora no semiárido brasileiro. *Veterinária e Zootecnia*, v. 20, n. 3, p. 434–441, 2022. Disponível em: <https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/1033>. Acesso em: 10 nov. 2025.

DA SILVA, L. G. et al. Fatores que influenciam a taxa de prenhez por inseminação artificial em rebanhos bovinos de corte brasileiros. *Animal Reproduction Science*, v. 264, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2024.04.003>.

DE JESUS, E. R. B. Reprodução animal com ênfase na Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF). *Research, Society and Development*, v. 14, n. 6, 2025. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v14i6.49071>.

DESTA, A. G. Efeito da proteína bruta e da energia na concepção de vacas leiteiras: uma revisão. *Discover Animals*, v. 1, p. 29, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s44338-024-00030-1>.

EMBRAPA. *Estação de monta no semiárido nordestino*. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2020.

EMBRAPA. *Estratégias nutricionais na IATF em bovinos de corte*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2021.

FERNANDES, C. A. C. et al. J-Synch protocol in beef heifers: effects on ovulation and pregnancy rates. *Animal Reproduction*, v. 18, n. 3, p. 1-8, 2021.

FERNANDES, L. G. *Interação entre fatores ambientais, saúde, eficiência produtiva e reprodutiva de vacas Holandesas em free stall*. 2019 p.12. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2019. Disponível em: sistemas.ifgoiano.edu.br.

FERRAZ, P. A. et al. A condição corporal no momento da reprodução influencia os resultados da gestação em vacas de corte submetidas à sincronização do estro. *Reproduction in Domestic Animals*, v. 56, n. 8, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/rda.13927>.

FERREIRA, M. C. N. Impacto da condição corporal sobre a taxa de prenhez de vacas da raça Nelore submetidas a IATF. *Semina: Ciências Agrárias* (ou periódico disponível online). 2013. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744122032.pdf?utm_source.

FERREIRA, A. S. et al. Influência do escore de condição corporal na reprodução bovina. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 73, n. 4, p. 785-793, 2021.

FERREIRA, L. C. L. et al. Impacto da vacinação no desempenho reprodutivo de vacas Nelore multíparas. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 38, n. 3, p. 456-461, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5249>.

FIGUEIREDO, G. R. et al. Pecuária de corte no Piauí: desafios e perspectivas. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 15, p. 44-52, 2019.

HAADEM, C. S. et al. Tempo da inseminação em relação às taxas de prenhez em bovinos de corte. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v. 65, n. 1, p. 20, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13028-023-00685-y>.

HARTMANN, W. Influência do escore corporal sobre a taxa de prenhez de vacas Nelore no Estado do Tocantins. *Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Research (BJAER)*, 2022. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/2542?utm_source.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa da Pecuária Municipal* 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

KETCHUM, J. N. et al. Avaliação de dois protocolos de inseminação artificial em tempo fixo para vacas de corte que utilizam pré-sincronização. *Theriogenology*, v. 213, p. 138–146, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.09.017>.

KHAN, I. et al. O estresse térmico como barreira para o sucesso reprodutivo e possíveis

estratégias de mitigação em bovinos. *Animals*, v. 13, n. 14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani13142359>.

LAUBER, M. R.; FRICKE, P. M. Efeito da alteração do escore de condição corporal pós-parto nos resultados da gestação de vacas Jersey em lactação. *Journal of Dairy Science*, v. 107, n. 4, p. 2874–2887, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23892>.

MACHADO, R. et al. *Escore da condição corporal e sua aplicação no manejo reprodutivo de ruminantes*. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. (Circular Técnica, 57).

MARENGO, J. A. et al. Seca no Nordeste do Brasil: opções de adaptação agrícola e política. *Climate Resilience*, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/cli2.17>.

MEDEIROS, R. M. Diagnóstico e tendência da precipitação pluvial em Bom Jesus – PI. Estudos climatológicos regionais. [Trabalho acadêmico].

MORAES, J. C. et al. Nutrição mineral e eficiência reprodutiva em bovinos de corte. *Animal Reproduction Science*, v. 198, p. 27-36, 2018.

MOREIRA; UESPI et al. Caracterização morfogenética do capim Mombaça no Piauí. Trabalhos acadêmicos. [Teses/monografias regionais].

PELLEGRINO, M. W. et al. Importância do escore de condição corporal e da atividade ovariana na determinação da fertilidade em vacas de corte suplementadas com progesterona de longa duração após inseminação artificial em tempo fixo. *Theriogenology*, v. 115, p. 141-147, 2018.

OLIVEIRA, L. Z. Habilidade de predição e fatores de risco para prenhez por IATF em bovinos de corte na América do Sul. 2023. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74135/tde-09022023-121855/pt-br.php>.

OLIVEIRA R. B; ALVES, J. DA S; SOUSA E. P. Eficiência e mudanças tecnológicas da agropecuária no nordeste brasileiro em 2006 e 2017. *Rev. Econ. Sociol. Rural*. 2025;63:e284563. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2025.284563>.

PENTEADO, L. et al. Desempenho reprodutivo de vacas submetidas à IATF em

sistemas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 49, p. 1-12, 2020.

PINHEIRO-FERREIRA, J. C. et al. Heat stress impact on bovine female reproduction. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 45, n. 4, p. 583-589, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21451/1809-3000.RBRA2021.078>.

RAMALHO, G. C. et al. High herd-level seroprevalence for bovine leukemia virus in semiarid Paraíba. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 193, 105324, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105324>.

REIS, E. L. et al. Efficacy of progesterone-based timed AI protocols in beef cattle. *Animal Reproduction Science*, v. 208, p. 106-114, 2019.

RISQUES, P. et al. Energia e proteína na reprodução de fêmeas bovinas. *Pubvet*, v. 14, n. 12, p. 1-9, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n12a703.1-9>.

RODRIGUES, A. S. et al. Reproductive performance of beef cows in tropical environments. *Tropical Animal Health and Production*, v. 54, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03083-4>.

RODRIGUES, E. M. et al. Variabilidade climática no Semiárido Brasileiro. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 5, n. 1, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2019v5n1ID15340>.

SÁ FILHO, M. F. et al. Timed AI early in the breeding season improves reproductive performance. *Theriogenology*, v. 79, n. 4, p. 625-632, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.11.016>.

SALES, J. N. S. et al. Fatores que impactam na eficiência reprodutiva de vacas de corte. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, v. 47, n. 2, p. 101-106, abr./jun. 2023. Disponível em: www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v47/n2/RB%201047%20Sales%20p.101-106.pdf

SANTOS, J. E. P. et al. Nutrição e reprodução em bovinos de corte. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 47, p. 23-33, 2019.

SANTOS, T. T. et al. Nutritional strategies in semiarid conditions. *Animal*

Reproduction, v. 20, n. 2, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2022-0092>.

SILVA, R. C. et al. Contribuições da pecuária de corte para o desenvolvimento do Nordeste. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 18, n. 3, p. 101-117, 2020.

SILVA, R. C. et al. Estratégias nutricionais para otimização da IATF em vacas de corte. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 45, n. 2, p. 98-107, 2021.

SILVA, R. C. et al. Impacto da vacinação reprodutiva em vacas de corte. *Ciência Animal*, v. 31, n. 2, p. 112-121, 2021.

SOUZA, A. H. et al. Relação entre escore de condição corporal e desempenho reprodutivo em vacas de corte. *Animal Reproduction Science*, v. 192, p. 45-52, 2018.

STEWART, J. L. et al. Avaliação dos resultados da gestação em sistemas de cria de gado: efeito da sazonalidade. *Animal Reproduction Science*, v. 257, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2023.107682>.

SZALAI, S. et al. Efeitos do estresse térmico na expressão do estro e na gravidez em vacas leiteiras. *Animais*, v. 15, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani15121688>.

VALE FILHO, V. R. et al. Condição corporal e desempenho reprodutivo em bovinos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 43, p. 78-89, 2019.

VÁZQUEZ BELANDRIA, R. et al. Comparação de três estratégias de manejo reprodutivo. *Animal Reproduction Science*, v. 257, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2023.107331>.

VEDOVATTO, M. et al. Impactos do escore de condição corporal e do balanço energético nas estruturas ovarianas] *Livestock Science*, v. 263, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104823>.

ANEXOS

ANEXO A – Coleta dos dados



Fonte: autora

ANEXO B – Conteção das vacas para mensurar escore de condição corporal



Fonte: autora

ANEXO C – Relação dos escores com o respectivo animal

Animal	Lote	Idade	Raça	Escore	Histórico	IATF D.O.	Média Peso	Data	Sêmen
8937	2023	Nel	2,5						
92	2023	Nel	3						
93	2023	Nel	3						
94	2023	Nel	3						
		Albh	2,5						
		HR	3						
		Nel	3						
		Nel	3						
		Nel	2,5						
		Albino	2,5						
		Nel	3						
		Nel	2						
		Nel	2						
		Albh	2,5						
		Nel	2,5						
		Nel	2						
		Nel	3						
		Nel	2,5						
		Nel	2,5						
		Ku.1	2						

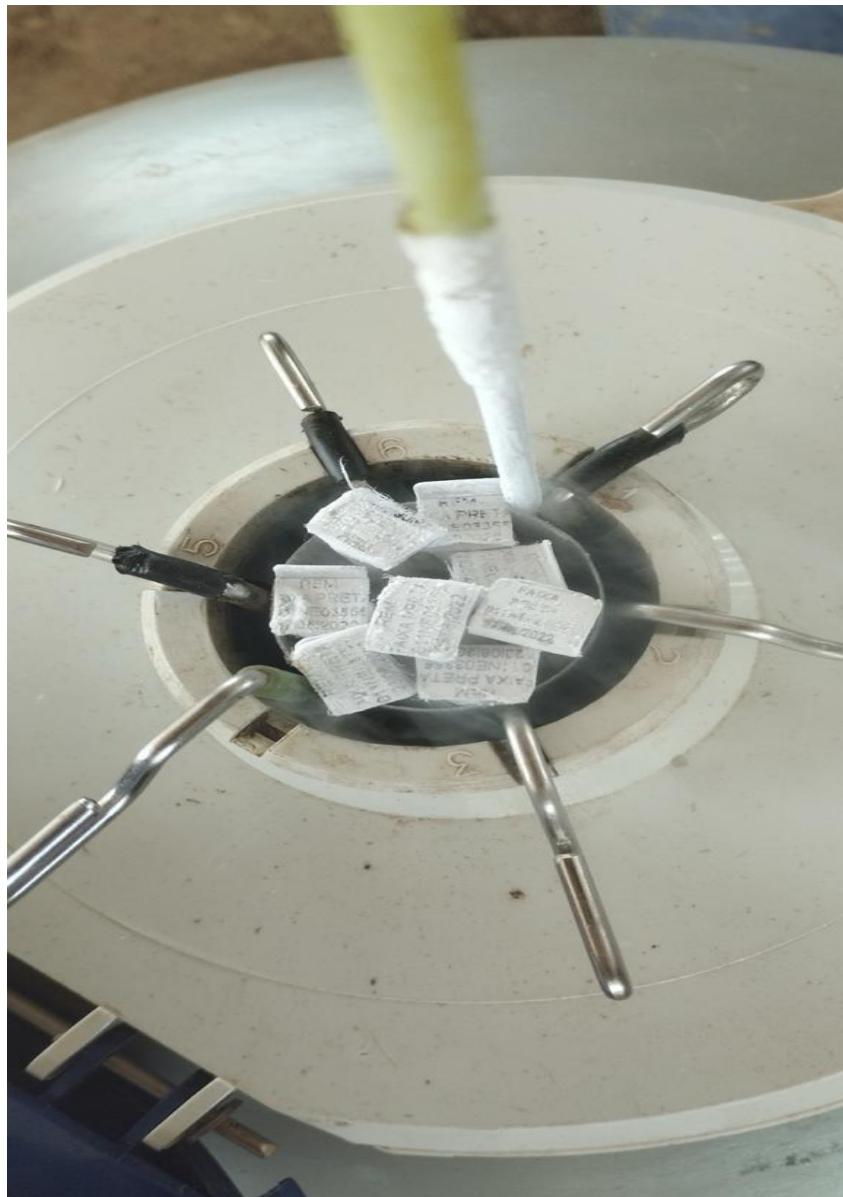
Fonte: autora

ANEXO D – Lote de animais utilizado no experimento



Fonte: autora

ANEXO E – Sêmens utilizados



Fonte: autora

ANEXO F – Equipamentos utilizados e botijão de nitrogênio



Fonte: autora

ANEXO G – Lote de animais utilizados no presente experimento



Fonte: autora

ANEXO H – Triagem dos animais



Fonte: autora

ANEXO I – Lote de animais do experimento



Fonte: autora

ANEXO J – Anotações da relação dos escores

Fonte: autora

ANEXO K – Lote de animais utilizados no experimento



Fonte: autora