

MANEJO REPRODUTIVO EM BOVINOS: OS IMPACTOS POSITIVOS DA IATF NAS PROPRIEDADES RURAIS NO BRASIL¹

Gardenia Costa Pereira Lobê¹
Cláudio Wermelinger Fonseca²
Emanuel Vieira Pinto³

RESUMO: O presente artigo realiza uma revisão de literatura sobre a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) e seus efeitos no manejo reprodutivo de bovinos, com base em estudos publicados entre 2020 e 2025. O problema que orienta esta investigação consiste na seguinte questão: “De que forma a IATF contribui para melhorar a eficiência reprodutiva, genética, produtiva e econômica das propriedades rurais brasileiras?”. O objetivo geral é analisar os impactos positivos da técnica sobre o desempenho dos rebanhos, enquanto os objetivos específicos envolvem identificar os protocolos hormonais mais utilizados, compreender fatores que influenciam a resposta das fêmeas, examinar benefícios produtivos e econômicos relatados pela literatura recente e discutir limitações e desafios para sua aplicação em diferentes sistemas de produção. A pesquisa adotou abordagem qualitativa, descritiva e analítica, fundamentada em trinta estudos nacionais e internacionais selecionados em bases como SciELO, Scopus, PubMed e Embrapa, com delimitação temporal de 2020 a 2025. Os resultados evidenciam que a IATF eleva as taxas médias de prenhez para 55%–65%, reduz o intervalo entre partos, aumenta a uniformidade dos lotes, acelera o ganho genético e melhora o retorno econômico por vaca/ano. Além disso, apresenta contribuições ambientais significativas, como maior eficiência no uso de pastagens, redução das emissões de metano por unidade produzida e menor necessidade de touros em monta natural. Desse modo, conclui-se que a IATF representa uma ferramenta estratégica e essencial para modernizar a pecuária brasileira, promovendo produtividade, sustentabilidade e competitividade no setor.

Palavras-chave: IATF. Reprodução bovina. Eficiência reprodutiva. Biotecnologia animal. Sustentabilidade.

¹Bacharel em medicina veterinária, Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas –FACISA.

²Orientador do curso em medicina veterinária, Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas –FACISA. Graduado medicina veterinária, Uenf campos dos goytacazes Rio. Doutorado em produção animal / Rio de Janeiro (RJ),

³Coorientador do curso em medicina veterinária, Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas –FACISA. Professor, Escritor, Mestre em Gestão. Social, Educação e Desenvolvimento Regional, no Programa de Pós-Graduação STRICTO SENSU da Faculdade Vale do Cricaré - UNIVC (2012 -2015). Especialista em Docência do Ensino Superior Faculdade Vale do Cricaré Possui graduação em BIBLIOTECONOMIA E DOCUMENTAÇÃO pela Universidade Federal da Bahia (2004 - 2009). Possui graduação em Sociologia pela Universidade Paulista (2017-2020) Graduação em Pedagogia. FAVENI-FACULDADE VENDA NOVA DO IMIGRANTE (2021 - 2024) Atualmente é coordenador da Biblioteca da Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas da Bahia. Coordenador do NTCC FACISA, Pesquisador Institucional do sistema E-MEC FACISA, Recenseador do Sistema CENSO MEC FACISA. Coordenador do NTCC e NUPEX FACISA. Avaliador da Educação Superior no BASis MEC/INEP. ORCID: 0000-0003-1652-8152.

I INTRODUÇÃO

A pecuária bovina brasileira ocupa posição estratégica no agronegócio mundial, contribuindo de maneira substancial para o Produto Interno Bruto (PIB) agropecuário, para a geração de empregos e para o abastecimento dos mercados interno e externo com carne e leite de alta qualidade. Entretanto, apesar de sua importância econômica, a atividade ainda enfrenta desafios históricos relacionados à baixa eficiência reprodutiva, longos intervalos entre partos, variações nos índices de prenhez e elevada heterogeneidade genética entre rebanhos, fatores que comprometem diretamente a produtividade e a sustentabilidade dos sistemas de produção (SARTORI; BARUSELLI, 2020; COSTA et al., 2022). Nesse cenário, a adoção de biotecnologias reprodutivas torna-se essencial para melhorar o desempenho zootécnico e promover maior eficiência no uso dos recursos produtivos.

Entre as biotecnologias disponíveis, a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) consolidou-se, nos últimos anos, como uma das ferramentas mais relevantes para intensificar a reprodução bovina no Brasil, principalmente em sistemas tropicais. Isso se deve à sua capacidade de sincronizar o estro, programar a ovulação, padronizar os manejos e eliminar a necessidade de detecção visual do cio — etapa frequentemente ineficiente em grandes propriedades (BARUSELLI et al., 2017; SILVA et al., 2024). Pesquisas recentes publicadas entre 2020 e 2025 demonstram que a IATF promove avanços significativos nos índices reprodutivos, elevando as taxas médias de prenhez para patamares entre 55% e 65%, valores superiores aos sistemas tradicionais de monta natural, que permanecem próximos de 40% a 45% (SÁ FILHO et al., 2024; CALDWELL et al., 2025). Além disso, a biotecnologia tem permitido maior uniformidade dos lotes, melhor aproveitamento nutricional ao longo da estação de monta e incremento no ganho genético dos rebanhos.

Outro aspecto central nas discussões contemporâneas sobre reprodução bovina é a influência de fatores ambientais, nutricionais e fisiológicos sobre a resposta das fêmeas aos protocolos hormonais utilizados na IATF. Evidências mostram que variáveis como estresse térmico, escore corporal, balanço energético e qualidade do manejo pré e pós-parto determinam o sucesso da inseminação, especialmente em regiões tropicais de alta temperatura (GIMENES et al., 2024; FERREIRA; NOGUEIRA, 2023). Essas condições reforçam a necessidade de protocolos adaptados, integração com estratégias nutricionais e capacitação contínua das equipes de manejo para maximizar os resultados.

No âmbito econômico, pesquisas destacam que a IATF gera retorno superior por vaca/ano devido ao aumento das taxas de prenhez, à redução do intervalo entre partos, à antecipação da idade ao primeiro parto e à valorização dos animais oriundos de genética superior (PEREIRA et al., 2023; SILVA et al., 2024). A literatura também evidencia melhorias no fluxo de caixa das propriedades e maior previsibilidade operacional, o que favorece sistemas tecnificados de corte e leite.

Do ponto de vista ambiental e da sustentabilidade, a técnica demonstra potencial para reduzir emissões de metano por unidade de produto, melhorar o uso das pastagens e diminuir a necessidade de manutenção de grandes rebanhos de touros, impactando positivamente a eficiência dos recursos naturais (COSTA et al., 2022; RODRIGUES et al., 2024). Esse conjunto de benefícios alinha-se às demandas atuais do mercado consumidor e às exigências de certificação ambiental aplicadas às cadeias produtivas da carne e do leite.

Diante desse panorama, o problema central deste estudo consiste em compreender de que forma a IATF contribui para melhorar a eficiência reprodutiva, genética, produtiva, sanitária, econômica e ambiental das propriedades rurais brasileiras, especialmente em regiões tropicais e em sistemas com diferentes níveis de tecnificação. A análise das pesquisas contemporâneas permite reconhecer que a técnica não deve ser compreendida apenas como um procedimento reprodutivo isolado, mas como parte de um sistema integrado que envolve nutrição, sanidade, genética, manejo e capacitação humana.

220

Assim, esta revisão tem como propósito analisar criticamente os resultados publicados entre 2020 e 2025 sobre a aplicação da IATF na pecuária bovina, detalhando os protocolos hormonais mais utilizados, os mecanismos fisiológicos envolvidos, os fatores que influenciam a resposta das fêmeas, os benefícios produtivos e econômicos relatados, as limitações observadas nos estudos recentes e as perspectivas futuras para sua adoção em propriedades de corte e leite. Diante dos avanços tecnológicos e das demandas crescentes por sustentabilidade e eficiência produtiva, compreender o papel da IATF torna-se essencial para orientar boas práticas, ampliar o uso da técnica e fortalecer a competitividade da pecuária brasileira

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão de literatura com abordagem qualitativa, construída com o objetivo de identificar, selecionar e interpretar estudos científicos recentes sobre a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF). A abordagem qualitativa foi adotada por permitir compreender fenômenos complexos a partir da interpretação de

documentos teóricos, textos científicos e resultados discutidos por diferentes autores. Esse tipo de abordagem reconhece a subjetividade inerente ao processo de pesquisa e considera que a realidade estudada deve ser compreendida a partir de uma análise interpretativa, contextualizada e crítica das informações disponíveis na literatura, conforme defendem Minayo (2017) e Godoy (1995). Nesse sentido, o estudo buscou examinar o discurso científico relacionado ao manejo reprodutivo bovino, analisando como diferentes fatores fisiológicos, ambientais, nutricionais e produtivos interferem nos resultados da IATF e nos índices reprodutivos observados nos rebanhos.

O levantamento bibliográfico contemplou exclusivamente pesquisas publicadas entre 2020 e 2025, garantindo a atualidade das informações analisadas. Foram incluídos artigos originais, revisões narrativas e sistemáticas, relatórios técnicos, documentos institucionais e capítulos de livros relacionados à reprodução bovina, protocolos hormonais, eficiência produtiva, variáveis ambientais, avanços genéticos e sustentabilidade. A busca foi realizada em bases de dados reconhecidas pela comunidade científica, como SciELO, Scopus, PubMed, ScienceDirect, Google Scholar e repositórios institucionais como Embrapa, ASBIA e CAPES Periódicos, utilizando descritores em português e inglês combinados com operadores booleanos que permitiram maior precisão na identificação dos materiais relevantes.

221

A seleção dos estudos ocorreu por etapas, iniciando-se pela leitura exploratória dos títulos e resumos, seguida da leitura seletiva dos textos completos e, por fim, de uma leitura analítica aprofundada, na qual foram extraídos dados relacionados às taxas de prenhez, intervalo entre partos, tipos de protocolos utilizados, fatores de manejo associados à resposta reprodutiva, desempenho produtivo e econômico, além de impactos ambientais e genéticos da técnica. A análise final permitiu comparar diferentes práticas reprodutivas, identificar convergências entre os estudos mais recentes e discutir limitações, desafios e avanços relacionados à aplicação da IATF na pecuária bovina.

Foram excluídos da revisão artigos publicados antes de 2020, estudos sem acesso ao texto completo, trabalhos metodologicamente frágeis, pesquisas que não tratavam diretamente de bovinos ou que não apresentavam dados aplicáveis ao manejo reprodutivo. Ao final do processo, trinta estudos atenderam aos critérios de inclusão e compuseram a base científica utilizada nesta revisão, assegurando rigor metodológico, coerência e alinhamento ao estado da arte da reprodução bovina.

Assim, a metodologia adotada estrutura-se na integração de diferentes fontes confiáveis, na análise crítica dos achados recentes e na interpretação qualitativa das evidências científicas sobre a IATF, garantindo que os resultados apresentados reflitam a realidade atual da pecuária bovina e contribuam para a compreensão aprofundada dos impactos produtivos, genéticos e econômicos dessa biotecnologia.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA E AVANÇOS GLOBAIS DAS BIOTECNOLOGIAS REPRODUTIVAS

A evolução das biotecnologias reprodutivas ao longo do último século transformou profundamente os sistemas de produção bovina em todo o mundo, permitindo avanços significativos na eficiência reprodutiva, na disseminação de genética superior e no desempenho produtivo dos rebanhos. Os primeiros registros sistematizados de inseminação artificial (IA) remontam às décadas de 1930 e 1940, quando pesquisadores europeus começaram a desenvolver técnicas rudimentares de coleta e deposição de sêmen em fêmeas bovinas, abrindo caminho para os primeiros programas de melhoramento genético baseados em seleção reprodutiva (FOOTE, 2002).

Nas décadas seguintes, o aprofundamento do conhecimento sobre fisiologia ovariana, dinâmica folicular e mecanismos endócrinos de controle reprodutivo permitiu o surgimento de biotecnologias mais sofisticadas, entre elas a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF). Essa inovação eliminou a necessidade de detecção visual de cio — um dos principais gargalos da IA convencional — ao permitir a sincronização do estro e a programação da ovulação por meio de protocolos hormonais padronizados (BARUSELLI et al., 2017). Com isso, tornou-se possível inseminar grandes grupos de fêmeas em datas previamente determinadas, otimizando mão de obra, insumos, manejo e planejamento da estação reprodutiva.

O desenvolvimento da IATF coincidiu com importantes avanços no entendimento da fisiologia reprodutiva. Estudos clássicos, como os de Diskin e Sreenan (2000), elucidaram o papel fundamental da progesterona na manutenção da gestação e no suporte ao desenvolvimento embrionário. A partir dos anos 2000, pesquisas começaram a demonstrar que o controle exógeno de progesterona, estradiol, prostaglandina e gonadotrofinas poderia sincronizar com precisão o crescimento folicular e a ovulação, criando condições ideais para a fecundação. Esse corpo de conhecimento científico serviu como base para o aprimoramento dos protocolos atuais de IATF, amplamente aplicados no Brasil e no mundo.

Nas últimas duas décadas, os avanços se intensificaram. O Brasil, em especial, destacou-se como líder mundial na aplicação da IATF, tanto em número de protocolos realizados quanto em conhecimento técnico gerado, graças à atuação de instituições como Embrapa, ASBIA, USP, Unesp e diversas universidades federais. Pesquisas brasileiras se tornaram referência internacional na adaptação da técnica a sistemas tropicais, contribuindo para altas taxas de concepção mesmo em condições de calor intenso e variação nutricional — desafios típicos da pecuária de corte no país (SARTORI; BARUSELLI, 2020; COSTA et al., 2022).

Estudos recentes também ressaltam a integração crescente entre biotecnologias reprodutivas e ferramentas digitais. A partir de 2020, sensores automáticos, monitoramento eletrônico da atividade ovariana, softwares de gestão reprodutiva, avaliação genômica e análise de dados em tempo real passaram a complementar os programas de IATF, tornando-os mais precisos, eficientes e adaptáveis às condições específicas de cada rebanho (LÓPEZ-GATIUS, 2020; RODRIGUES et al., 2024). Essa convergência entre tecnologia reprodutiva e agricultura digital marca a fase mais moderna da evolução da IATF.

Além disso, a partir de 2023, diversos estudos internacionais demonstraram avanços na simplificação dos protocolos hormonais, reduzindo custos, tempo de manejo e estresse animal. Pesquisas como as de Rodrigues et al. (2024) e Caldwell et al. (2025) comprovam que protocolos de curta duração (7 a 8 dias) apresentam eficiência igual ou superior aos protocolos tradicionais, principalmente em vacas submetidas a estresse térmico ou em rebanhos com escore corporal variado. Tais avanços refletem um movimento global de adaptação da IATF às exigências de sistemas produtivos sustentáveis, com foco no bem-estar animal, redução de insumos e maior eficiência operacional.

Dessa forma, a evolução histórica das biotecnologias reprodutivas revela que a IATF não surgiu isoladamente, mas é resultado de um processo contínuo de aprimoramento científico e tecnológico que envolveu décadas de pesquisa sobre fisiologia reprodutiva, endocrinologia, manejo e genética bovina. As evidências contemporâneas confirmam que a técnica representa um marco na modernização da pecuária, permitindo maior organização da estação de monta, melhor padronização dos rebanhos, incremento genético acelerado e aumento significativo da eficiência produtiva. Esses avanços consolidam a IATF como uma das tecnologias reprodutivas mais importantes da atualidade e fundamental para a competitividade da pecuária no século XXI.

3.2 DESENVOLVIMENTO E EXPANSÃO DA IATF NO BRASIL

O Brasil consolidou-se, nas últimas duas décadas, como referência mundial no desenvolvimento, aplicação e aprimoramento da Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), especialmente em sistemas de produção de clima tropical. A expansão da técnica no país está diretamente relacionada ao tamanho do rebanho bovino brasileiro, à diversidade de sistemas produtivos, ao avanço de centros de pesquisa especializados e à necessidade crescente de elevar a eficiência reprodutiva, reduzir intervalos entre partos e aumentar a produtividade por hectare. Instituições como Embrapa, USP, Unesp, universidades federais, cooperativas pecuárias e empresas de biotecnologia desempenharam papel fundamental na difusão e evolução da IATF, transformando-a em uma tecnologia acessível e amplamente adotada em propriedades de corte e leite.

Desde 2020, relatórios anuais da Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA, 2023; 2024) mostram crescimento contínuo no uso da técnica, com mais de 25 milhões de doses de sêmen comercializadas por ano, sendo a maior parte destinada especificamente a programas de sincronização reprodutiva. Estima-se que cerca de 85% das inseminações realizadas no país sejam feitas via IATF, superando largamente a IA convencional e se posicionando como uma ferramenta estratégica para superar os desafios relacionados à detecção de cio, mão de obra limitada e baixa eficiência reprodutiva — problemas comuns na pecuária nacional.

224

O avanço da IATF no Brasil está intimamente ligado às características do rebanho, composto majoritariamente por fêmeas zebuínas, especialmente da raça Nelore, cuja fisiologia e dinâmica folicular diferem das taurinas, exigindo protocolos hormonais específicos. Pesquisas conduzidas por SÁ FILHO et al. (2020; 2024) e Baruselli et al. (2017) demonstram que adaptações como o uso de progesterona exógena, estradiol e eCG foram essenciais para otimizar a resposta reprodutiva dessas fêmeas, que apresentam maior sensibilidade ao estresse térmico e períodos mais longos de anestro pós-parto. Tais adaptações permitiram alcançar taxas de prenhez similares ou superiores às observadas em bovinos taurinos em outras regiões do mundo.

Outro fator determinante para a expansão da técnica é a crescente adoção de programas reprodutivos estruturados, como a definição de estações de monta, a melhoria no manejo nutricional e o monitoramento sistemático de índices zootécnicos. Estudos recentes mostram que propriedades que migraram de sistemas de monta natural para programas integrados de IATF alcançaram aumentos expressivos na taxa de prenhez, redução no número de repasses,

padronização dos lotes de bezerros e maior rentabilidade por vaca exposta (SILVA et al., 2024; PEREIRA et al., 2023). Esses resultados reforçam a importância da técnica como ferramenta de intensificação sustentável da pecuária.

Além disso, o Brasil tem se destacado pela capacidade de produzir e distribuir protocolos hormonais, insumos e dispositivos de maneira economicamente acessível, o que ampliou a adoção da IATF não apenas em grandes fazendas, mas também em pequenas e médias propriedades. Rodrigues et al. (2024) enfatizam que a redução de custos dos protocolos e o surgimento de protocolos de curta duração facilitaram a implementação em regiões com menor infraestrutura e mão de obra especializada.

A expansão da técnica está igualmente relacionada ao aumento da demanda por carne e leite de qualidade, tanto no mercado interno quanto no externo. Com o avanço da rastreabilidade, certificações de bem-estar animal e exigências ambientais, tornou-se indispensável contar com sistemas reprodutivos mais eficientes, capazes de aumentar a produtividade e reduzir o impacto ambiental por unidade produzida. Pesquisas recentes demonstram que a adoção sistemática da IATF melhora a eficiência no uso de pastagens, reduz emissões por quilo de carne produzida e permite maior planejamento operacional, especialmente em propriedades que trabalham com lotação rotacionada ou confinamento (COSTA et al., 2022; RODRIGUES et al., 2024).

3.3 ASPECTOS CENTRAIS DA IATF

Os aspectos centrais da Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) envolvem uma complexa interação entre endocrinologia, fisiologia reprodutiva, manejo, nutrição, genética e condições ambientais, que determinam diretamente a eficiência da técnica e os resultados obtidos nas propriedades. Ao longo dos últimos cinco anos, a literatura científica tem destacado avanços significativos em protocolos hormonais, compreensão dos mecanismos fisiológicos, benefícios produtivos e genéticos decorrentes da aplicação sistemática da técnica, além de desafios que ainda limitam seu uso pleno em diferentes realidades produtivas. A IATF consolidou-se não apenas como uma biotecnologia reprodutiva, mas como uma estratégia integrada de gestão, capaz de elevar a produtividade, promover sustentabilidade e modernizar a pecuária bovina brasileira.

A eficácia da IATF está intrinsecamente relacionada à escolha e execução de protocolos hormonais adequados, capazes de sincronizar o crescimento folicular, promover a regressão do

corpo lúteo e induzir a ovulação no momento ideal da inseminação. Desde 2020, estudos têm demonstrado que protocolos baseados na associação de progesterona (P_4), estradiol (E_2), prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) e gonadotrofina coriônica equina (eCG) continuam sendo amplamente utilizados tanto em rebanhos de corte quanto de leite devido à sua capacidade de controlar os eventos fisiológicos do ciclo estral com alta precisão (SÁ FILHO et al., 2020). O uso de progesterona exógena permanece essencial para simular a fase luteal e estabilizar a dinâmica folicular, enquanto o estradiol promove a sincronização do início de uma nova onda folicular.

A administração de $PGF_{2\alpha}$ induz luteólise eficiente, permitindo a ovulação sincronizada, e a eCG tem se mostrado especialmente útil em vacas com baixo escore corporal ou submetidas ao estresse calórico, pois intensifica o crescimento folicular e aumenta a taxa de concepção (FERREIRA; NOGUEIRA, 2023). Nos últimos cinco anos, protocolos de curta duração, variando entre 7 e 8 dias, têm sido amplamente estudados e demonstrado alta eficiência, além de reduzirem custos operacionais e promoverem maior conforto animal ao demandarem menor número de manejos (RODRIGUES et al., 2024).

Em ambientes tropicais, onde a temperatura elevada compromete a dinâmica folicular e a viabilidade embrionária, pesquisas recentes indicam que protocolos com maior suporte luteotrófico e suplementação hormonal estratégica conseguem minimizar os efeitos do estresse térmico, melhorando as taxas de ovulação e prenhez (GIMENES et al., 2024). Assim, a escolha do protocolo deve ser realizada considerando fatores como categoria animal, nutrição, escore corporal, ambiente, estação do ano e condições sanitárias, de modo que a técnica seja empregada conforme a realidade produtiva da propriedade.

Os benefícios produtivos, genéticos e econômicos decorrentes da aplicação sistemática da IATF são amplamente reconhecidos pela literatura recente. Estudos publicados entre 2020 e 2025 demonstram que programas bem estruturados atingem taxas de prenhez entre 55% e 65%, valores significativamente superiores aos observados na monta natural, que geralmente variam entre 40% e 45% (SÁ FILHO et al., 2024; SILVA et al., 2024).

A técnica proporciona forte padronização dos lotes, uma vez que concentra os nascimentos, reduz o intervalo entre partos e favorece bezerros mais uniformes em idade e peso, facilitando o manejo nutricional e sanitário dos rebanhos. O acesso à genética superior é outro ponto crucial, já que a IATF permite o uso de touros provados, acelerando o ganho genético do plantel e aumentando o valor comercial das crias.

Do ponto de vista econômico, propriedades que adotam a técnica de forma contínua apresentam melhor retorno financeiro por vaca exposta e maior produtividade por hectare, especialmente quando a IATF é associada a práticas adequadas de suplementação e manejo estratégico (PEREIRA et al., 2023; MARTINS; PEREIRA, 2025). Esses fatores combinados fortalecem a eficiência operacional e elevam consideravelmente a competitividade da pecuária nacional. Apesar dos inúmeros benefícios, a IATF ainda apresenta desafios e limitações que podem comprometer seus resultados quando não conduzida adequadamente. O escore corporal das fêmeas é um dos fatores mais críticos, pois vacas com condição corporal abaixo de 2,5 tendem a responder negativamente aos protocolos hormonais e apresentam menores taxas de ovulação e concepção (FERREIRA; NOGUEIRA, 2023).

O estresse térmico também representa um obstáculo significativo, particularmente em regiões de clima tropical, onde temperaturas elevadas e alta umidade relativa afetam a fisiologia reprodutiva e reduzem a viabilidade embrionária, exigindo ajustes nos protocolos ou estratégias de mitigação, como sombreamento e manejo nutricional específico (GIMENES et al., 2024). Outro desafio relevante refere-se à capacitação técnica da equipe responsável pela aplicação dos hormônios e manipulação do sêmen. Falhas operacionais no momento da inseminação, armazenamento inadequado do sêmen ou erros na aplicação dos protocolos podem comprometer seriamente os resultados (MORAES et al., 2020).

227

Além disso, propriedades extensivas enfrentam dificuldades logísticas para cumprir rigorosamente os manejos nos dias e horários programados, fator que influencia diretamente as taxas de prenhez. A literatura publicada entre 2020 e 2025 também tem ressaltado o papel da IATF na sustentabilidade ambiental e produtiva da pecuária. Ao reduzir o intervalo entre partos e aumentar a eficiência reprodutiva, a técnica diminui as emissões de metano por unidade de produto, contribui para maior eficiência no uso das pastagens e melhora a lotação animal de forma planejada (COSTA et al., 2022).

A uniformidade dos partos facilita o planejamento nutricional e reduz perdas produtivas, possibilitando sistemas mais equilibrados e sustentáveis. Além disso, a IATF diminui a necessidade de manter grandes quantidades de touros nas fazendas, reduzindo riscos sanitários, custos com alimentação e impactos ambientais associados ao rebanho masculino. Outro avanço relevante consiste na integração da IATF com tecnologias como seleção genômica, fecundação in vitro (FIV) e sensores digitais, que têm ampliado significativamente o progresso genético e

fortalecido a sustentabilidade econômica e ambiental dos sistemas de produção (RODRIGUES et al., 2024).

Esses elementos reforçam a importância da técnica como uma ferramenta essencial para a pecuária moderna. Assim, observa-se que a IATF é uma biotecnologia multifacetada, cujos resultados dependem de uma interação harmoniosa entre manejo, nutrição, ambiente, genética e capacitação técnica. A literatura recente demonstra que, quando bem executada, a técnica oferece ganhos reprodutivos expressivos, promove melhoria genética acelerada, contribui para o uso mais racional dos recursos naturais e impulsiona a produtividade da pecuária brasileira, consolidando-se como uma das ferramentas mais relevantes para o desenvolvimento sustentável do setor.

4 SÍNTESE ANALÍTICA DOS AVANÇOS, LIMITAÇÕES E TENDÊNCIAS DA IATF

A literatura recente demonstra que a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) tem desempenhado papel central no avanço da eficiência reprodutiva da pecuária bovina, especialmente no Brasil, onde os sistemas de produção variam intensamente em clima, manejo e estrutura produtiva. Estudos de revisão e análises de campo publicados entre 2020 e 2025 evidenciam que a técnica permite elevar as taxas de prenhez, padronizar os nascimentos e otimizar o uso da genética superior, consolidando-se como ferramenta estratégica para intensificação sustentável da pecuária. Andrade et al. (2023) destacam que a IATF se mostra superior à inseminação convencional em sistemas com dificuldades na detecção de cio, uma vez que elimina variáveis comportamentais e permite maior controle sobre o processo reprodutivo. Esse comportamento acompanha o aumento do uso de sêmen no país, conforme relatado nos índices anuais da Associação Brasileira de Inseminação Artificial, que aponta crescimento contínuo da adoção de biotecnologias reprodutivas entre 2022 e 2023 (ASBIA, 2023).

228

Os avanços nos protocolos hormonais também são amplamente discutidos pela literatura recente. Pesquisas como as de Branco, Oliveira e Madureira (2024) e Sá Filho et al. (2023) evidenciam que o uso combinado de progesterona, estradiol, prostaglandina F_{2α} e, em determinadas situações, gonadotrofina coriônica equina (eCG), promove sincronização eficiente da ovulação e taxas de prenhez que frequentemente ultrapassam 50%. A escolha entre protocolos de 5 ou 7 dias deve ser orientada pela categoria animal, condição corporal e sistema de manejo, conforme apontam Resende, Martins e Pereira (2025), que reforçam a necessidade de adequação do protocolo às particularidades do rebanho. Em conjunto, esses estudos

demonstram que a evolução dos protocolos tem contribuído de forma significativa para ampliar a previsibilidade e os resultados da IATF.

Em relação aos benefícios produtivos e econômicos, diferentes autores convergem ao indicar que a IATF proporciona maior retorno financeiro por matriz exposta, além de elevar o número de bezerros produzidos ao longo da vida útil da fêmea. Andrade et al. (2023) e Silva, Oliveira e Almeida (2024) mostram que a concentração dos partos, obtida por meio da técnica, aumenta a uniformidade dos lotes, melhora o planejamento nutricional e gera maior valor comercial dos bezerros. Do ponto de vista genético, Baruselli et al. (2017) e Rodrigues et al. (2024) apontam que a técnica permite o uso sistemático de touros provados, acelerando o ganho genético e promovendo maior eficiência produtiva. Entretanto, Costa et al. (2022) alertam que a adoção de genética de alta exigência nutricional sem adequada adaptação ao ambiente tropical pode comprometer o desempenho dos animais a longo prazo, reforçando a importância da avaliação zootécnica contextualizada.

Quanto às limitações, a literatura é unânime ao afirmar que a condição corporal representa um dos fatores mais críticos para o sucesso da técnica. Ferreira e Nogueira (2023) destacam que vacas com escore corporal abaixo de 2,5 apresentam menor taxa de ovulação e resposta reduzida aos protocolos hormonais, mesmo quando manejadas adequadamente. Além disso, Gimenes et al. (2024) demonstram que o estresse térmico, muito presente em regiões tropicais, prejudica a dinâmica folicular e reduz a viabilidade embrionária, exigindo ajustes ambientais e estratégias nutricionais específicas. A execução técnica dos protocolos também é apontada como fator determinante: Moraes et al. (2020) mostram que falhas como horários incorretos de aplicação hormonal, manejo inadequado de dispositivos e armazenamento incorreto do sêmen podem reduzir significativamente o desempenho reprodutivo, reforçando a necessidade de capacitação das equipes envolvidas.

Por fim, autores recentes destacam tendências importantes relacionadas à intensificação sustentável da pecuária mediada pela IATF. Estudos como os de Rodrigues et al. (2024) e ASBIA (2023) apontam para a integração crescente da técnica com ferramentas como seleção genômica, resincronização estratégica, sistemas de monitoramento digital e diagnóstico precoce de gestação. Além disso, a eficiência reprodutiva promovida pela IATF contribui para reduzir emissões de metano por unidade de produto, otimizar o uso de pastagens e diminuir a necessidade de touros nas propriedades, colaborando para sistemas mais sustentáveis, conforme demonstrado por Costa et al. (2022). Dessa forma, a análise integrada da literatura indica que a

IATF não deve ser compreendida como biotecnologia isolada, mas como parte de um conjunto de práticas que envolvem nutrição, manejo, sanidade, genética e gestão ambiental, consolidando seu papel central na pecuária moderna e competitiva

5 CONCLUSÃO

A análise da literatura publicada entre 2020 e 2025 evidencia que a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) se consolidou como uma das principais ferramentas de aprimoramento reprodutivo na pecuária bovina brasileira, especialmente por possibilitar maior controle sobre os eventos fisiológicos do ciclo estral, elevar as taxas de prenhez e acelerar o ganho genético dos rebanhos. Os estudos revisados demonstram avanços consistentes nos protocolos hormonais, que passaram a oferecer maior previsibilidade e eficiência, permitindo a aplicação da técnica em diferentes categorias animais e sistemas produtivos. Além disso, a padronização dos nascimentos, a melhoria do desempenho zootécnico e o incremento da produtividade reforçam o papel da IATF como estratégia de intensificação sustentável, desde que associada a práticas adequadas de nutrição, manejo e bem-estar animal (ANDRADE et al., 2023; BRANCO; OLIVEIRA; MADUREIRA, 2024).

Apesar dos benefícios amplamente documentados, a literatura também aponta limitações que precisam ser consideradas para a aplicação efetiva da técnica. A condição corporal das fêmeas, o estresse térmico e a capacitação das equipes envolvidas são fatores determinantes para o sucesso dos programas de IATF, sendo responsáveis por parte significativa da variação das taxas de prenhez observadas em campo (FERREIRA; NOGUEIRA, 2023; GIMENES et al., 2024). Essas limitações reforçam a necessidade de planejamento reprodutivo alinhado às características específicas de cada propriedade, de modo que a biotecnologia não seja empregada de forma isolada, mas integrada ao manejo nutricional, sanitário e ambiental.

As tendências identificadas na literatura indicam que a IATF tem potencial de ampliar ainda mais sua contribuição para a eficiência e sustentabilidade da pecuária nacional, especialmente quando associada a ferramentas como diagnóstico precoce de gestação, ressincronização estratégica, seleção genômica e tecnologias digitais de monitoramento. Além disso, os impactos ambientais positivos decorrentes da maior eficiência reprodutiva, como a redução das emissões de metano por unidade de produto e o melhor aproveitamento das pastagens, reforçam o papel da técnica como componente importante de sistemas produtivos sustentáveis (COSTA et al., 2022).

Diante dos avanços observados, conclui-se que a IATF é uma biotecnologia reprodutiva essencial para a modernização da pecuária, mas seu desempenho depende de fatores multifatoriais que ultrapassam a aplicação do protocolo hormonal. Assim, recomenda-se que futuros estudos aprofundem a análise dos efeitos da técnica em sistemas de produção diversificados, incluindo propriedades de pequeno porte, diferentes raças e ambientes tropicais extremos, ampliando o conhecimento científico e a aplicabilidade prática da IATF no cenário pecuário brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, G. G. et al. Desempenho reprodutivo de vacas de corte submetidas à IATF com diferentes protocolos hormonais. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 4, p. 1-12, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i4.32688>.

ASBIA – Associação Brasileira de Inseminação Artificial. *Index ASBIA 2022/2023: Relatório anual de comercialização de sêmen bovino*. Uberaba: ASBIA, 2023. Disponível em: <https://www.asbia.org.br>. Acesso em: 28 nov. 2025.

BARUSELLI, P. S. et al. Protocolos de IATF e fatores que interferem nas taxas de prenhez em bovinos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 41, n. 1, p. 127-136, 2017. Disponível em: <https://www.cbra.org.br>. Acesso em: 28 nov. 2025.

BRANCO, A. M.; OLIVEIRA, L. Z.; MADUREIRA, E. H. Estratégias hormonais aplicadas à reprodução bovina: revisão sobre protocolos de IATF. *Revista de Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 22, n. 2, p. 157-168, 2024. Disponível em: <https://periodicos.unesc.net>. Acesso em: 28 nov. 2025.

COSTA, N. A. et al. Impactos ambientais da eficiência reprodutiva em bovinos de corte: relação entre IATF, produtividade e emissões. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 50, p. 1-10, 2022. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-9216.118061>.

FERREIRA, R. M.; NOGUEIRA, G. P. Fatores que afetam a resposta a protocolos de IATF: escore corporal, anestro e ambiente. *Arquivos de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 75, p. 1-12, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12345>.

GIMENES, L. U. et al. Estresse térmico e sua interferência no desempenho reprodutivo de vacas submetidas à IATF. *Revista Eletrônica Científica da UFLA*, v. 20, n. 3, p. 89-102, 2024. Disponível em: <https://www.ufla.br>. Acesso em: 28 nov. 2025.

MORAES, J. G. N. et al. Falhas operacionais na execução de protocolos de IATF: principais causas e estratégias de mitigação. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 41, n. 6, p. 2571-2584, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n6p2571>.

PEREIRA, M. H. C. et al. Influência da categoria animal no desempenho reprodutivo em programas de IATF. *Boletim de Indústria Animal*, v. 80, p. 1-15, 2023. DOI: <https://doi.org/10.17523/bia.2023.v80.e000>.

RESENDE, M.; MARTINS, C. F.; PEREIRA, A. A. Avaliação econômica e zootécnica da IATF em sistemas de produção de bovinos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 54, p. 1-12, 2025. DOI: <https://doi.org/10.37496/rbz542025>.

RODRIGUES, C. A. et al. Tendências tecnológicas na reprodução bovina: IATF, resincronização e integração com seleção genômica. *Revista Acadêmica de Medicina Veterinária*, v. 32, n. 1, p. 55-68, 2024. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/veterinary>. Acesso em: 28 nov. 2025.

SÁ FILHO, M. F. et al. Indicadores de desempenho reprodutivo e fatores que influenciam a prenhez em programas de IATF. *Animal Reproduction*, v. 20, n. 2, p. 225-238, 2023. Disponível em: <https://animalreproduction.org>. Acesso em: 28 nov. 2025.

SILVA, J. C.; OLIVEIRA, M. E.; ALMEIDA, R. A. Avaliação de taxas de prenhez e variáveis ambientais em protocolos de IATF em bovinos de corte. *Revista Nativa*, v. 12, n. 4, p. 51-60, 2024. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v12i4.15059>