

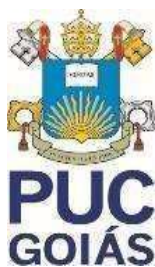
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA
CURSO DE ZOOTECNIA

**INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO UTILIZADA COMO
BIOTECNOLOGIA NA BOVINOCULTURA DE CORTE**

Acadêmico: Luize Gabriela de Sousa
Orientador: Prof. Dr. Roberto Toledo de Magalhães

Goiânia – Goiás

2025



LUIZE GABRIELA DE SOUSA



INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO UTILIZADA COMO BIOTECNOLOGIA NA BOVINOCULTURA DE CORTE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia,
junto ao curso de Zootecnia, da Escola de
Ciências Médicas e da Vida, da Pontifícia
Universidade Católica de Goiás.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Toledo de Magalhães

**Goiânia – Goiás
2025**



LUIZE GABRIELA DE SOUSA



INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO UTILIZADA COMO BIOTECNOLOGIA NA BOVINOCULTURA DE CORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca avaliadora em 05/12/2025 para conclusão da disciplina de ZOO3042 TCC, no curso de Zootecnia, junto a Escola de Ciências Médicas e da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, sendo parte integrante para o título de Bacharel em Zootecnia.

Documento assinado digitalmente
gov.br ROBERTO TOLEDO DE MAGALHAES
Data: 12/12/2025 08:09:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Roberto Toledo de Magalhães
(Orientador - ECMV – PUC Goiás))

Documento assinado digitalmente
gov.br BRUNO DE SOUZA MARIANO
Data: 15/12/2025 15:33:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. ME. Bruno de Souza Mariano
PUC-Goiás

**JOÃO DARÓS
MALAQUIAS JÚNIOR**

Digitally signed by JOÃO DARÓS MALAQUIAS JÚNIOR
DN: cn=JOÃO DARÓS MALAQUIAS JÚNIOR, o=JOÃO DARÓS MALAQUIAS JÚNIOR, ou, email=joaomalaciasjunior@gmail.com, c=BR
Date: 2025.12.12 08:41:11 -03'00'

Prof. Dr. João Darós Malaquias Júnior
PUC-Goiás

RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante: Luize Gabriela de Sousa do Curso de Zootecnia, matrícula 2021.1.0027.0009-0, telefone: (62) 9 9944-4046 e-mail: luizegabrielads@icloud.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO UTILIZADA COMO BIOTECNOLOGIA NA BOVINOCULTURA DE CORTE, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 13/12/2025.

Documento assinado digitalmente
 LUIZE GABRIELA DE SOUSA
Data: 13/12/2025 13:31:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do(a)(s) autor(a)(es):

Nome completo do autor(a): Luize Gabriela de Sousa

Documento assinado digitalmente
 ROBERTO TOLEDO DE MAGALHAES
Data: 15/12/2025 17:07:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Professor(a) Orientador(a)

Nome completo do professor-orientador: Prof. Dr. Roberto Toledo de Magalhães

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar meu caminho e me dar forças para chegar até aqui.

Aos meus pais e familiares, pelo amor, paciência e incentivo que sustentaram cada passo dessa jornada.

Minha gratidão ao Prof. Roberto Toledo de Magalhães e a todos os professores da PUC Goiás, que contribuíram com conhecimento, orientação e inspiração para minha formação.

Aos colegas, amigos e profissionais que compartilharam experiências e tornaram essa caminhada mais enriquecedora, o meu muito obrigada.

DEDICATÓRIA

Dedico

Aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado com amor e apoio, por cada esforço silencioso e por acreditarem nos meus sonhos mesmo antes que eles ganhassem forma. E a todos que, de alguma maneira, fizeram parte da construção desta conquista.

“Seja forte e corajoso; não tenha medo, pois o Senhor, o
seu Deus, estará com você por onde você andar.”
Josué 1:9

SUMÁRIO

LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMO.....	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Fisiologia e anatomia do sistema reprodutivo da fêmea bovina.....	3
2.2. Ciclo estral da fêmea bovina.....	4
2.3. Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF).....	6
2.3.1. Importância da ausência de detecção do cio.....	7
2.4. Protocolos hormonais de IATF.....	8
2.4.1. D0: início do protocolo - indução e sincronização folicular.....	8
2.4.2. Dia 8 (D8): luteólise e indução controlada da ovulação.....	9
2.4.3. Dia 10 (D10): Inseminação Artificial (IA).....	10
2.5. Materiais e equipamentos utilizados.....	10
2.6. Manuseio e conservação do sêmen.....	12
2.7. Importância do diagnóstico de gestação pós-IATF.....	13
2.8. Fatores que afetam o sucesso da IATF.....	13
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	16
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
5. ANEXOS.....	20

LISTA DE ANEXO

Anexo 1 - Ovários bovinos. Corpo hemorrágico (CH); folículos (F) e corpo lúteo (CL).....	19
Anexo 2 - Vista dorsal dos órgãos reprodutivos da vaca.....	19
Anexo 3 - Fases do ciclo estral da fêmea bovina.....	20
Anexo 4 - Modelo de protocolo de sincronização da ovulação para IATF.....	20
Anexo 5 - Materiais utilizados no D0 (Progesterona 0,5g, Benzoato de Estradiol e o aparelho de ultrassonografia para seleção das vacas aptas).....	21
Anexo 6 - Implantes de Progesterona retirados no D8.....	21
Anexo 7 - Momento da inseminação artificial em fêmeas bovinas.....	22
Anexo 8 - Materiais e equipamentos utilizados na IAT.....	22
Anexo 9 - Botijão criogênico, com palhetas devidamente identificadas e separadas.....	23
Anexo 10 - Aparelho de ultrassonografia para a realização de diagnósticos gestacionais.....	23
Anexo 11 - Fatores que interferem no resultado da IATF.....	24
Anexo 12 - Escala de escore de condição corporal (ECC). As notas vão de 1,0 a 5,0, sendo que no ECC 1,0 a fêmea está em desnutrição severa e no ECC 5,0 está com obesidade.....	24

RESUMO

A Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) é uma biotecnologia que permite sincronizar o ciclo estral e inseminar as fêmeas sem necessidade de detecção do cio, aumentando a eficiência reprodutiva dos rebanhos. O uso de protocolos hormonais favorece maiores taxas de prenhez, melhor aproveitamento genético e maior organização da estação de monta. Além disso, fatores como manejo adequado, condição corporal e capacitação da equipe influenciam diretamente os resultados. Assim, a IATF se destaca como ferramenta essencial para melhorar o desempenho produtivo e reprodutivo na pecuária de corte.

Palavras-chave: IATF; reprodução bovina; sincronização hormonal; pecuária de corte.

ABSTRACT

Fixed-Time Artificial Insemination (FTAI) allows estrous synchronization and insemination without heat detection, improving the reproductive efficiency of beef herds. Hormonal protocols increase pregnancy rates, optimize genetic use, and enhance the management of the breeding season. Proper handling, body condition and technical preparation of the staff are key factors for success. Therefore, FTAI stands out as an essential tool for improving reproductive and productive performance in beef cattle systems.

Keywords: FTAI; bovine reproduction; hormonal synchronization; beef cattle.

1. INTRODUÇÃO

A Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) surgiu como uma das principais ferramentas reprodutivas aplicadas na pecuária de corte moderna, sendo resultado da evolução das biotecnologias utilizadas para melhorar a eficiência dos rebanhos. Essa técnica é uma variação da inseminação artificial tradicional, porém com a vantagem de eliminar a necessidade da observação do cio, um dos grandes desafios encontrados nas fazendas. Enquanto a inseminação convencional depende do momento exato em que a fêmea manifesta o estro, a IATF possibilita que todas as vacas do lote sejam inseminadas em um mesmo dia e horário, graças ao uso de hormônios que controlam e sincronizam o ciclo reprodutivo.

O uso da inseminação artificial no Brasil começou a crescer na década de 1960, mas foi a partir dos anos 1990 que a IATF passou a ganhar destaque com o avanço das pesquisas sobre controle hormonal e manejo reprodutivo. De acordo com dados da Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA, 2023), mais de 20 milhões de doses de sêmen foram comercializadas no país em um único ano, sendo a IATF responsável por grande parte dessas inseminações. Essa expansão mostra o quanto a técnica vem sendo usada como estratégia de manejo nas propriedades de corte, principalmente por reduzir os intervalos entre partos, aumentar as taxas de prenhez e padronizar a produção.

Nos últimos anos, a participação da IATF nos programas reprodutivos cresceu significativamente. Levantamentos da ASBIA indicam que a técnica já corresponde a cerca de 85% das inseminações realizadas em rebanhos de corte, especialmente nos estados do Centro-Oeste, onde grandes fazendas utilizam protocolos hormonais como rotina. Em propriedades com manejo adequado, nutrição equilibrada e boa execução técnica, as taxas de prenhez variam entre 50% e 60%, demonstrando o impacto direto da sincronização hormonal na eficiência reprodutiva.

O principal objetivo da IATF é facilitar o processo reprodutivo, aumentando o número de vacas prenhes em um período mais curto e permitindo o uso de touros geneticamente superiores, o que resulta em ganhos produtivos

e econômicos. Em fazendas de gado de corte, a técnica tem sido fundamental para aprimorar o desempenho dos rebanhos, pois proporciona maior controle sobre a estação de monta e sobre o nascimento dos bezerros, o que reflete diretamente na organização da propriedade e no planejamento nutricional.

O funcionamento da técnica de IATF baseia-se na aplicação de hormônios como progesterona, estradiol, prostaglandina e eCG, que atuam de forma sincronizada para induzir e controlar a ovulação. Assim, o momento da inseminação é previamente determinado, garantindo que todas as fêmeas estejam em condições ideais para a fecundação. Essa precisão permite maior eficiência na utilização do sêmen e no aproveitamento genético do rebanho, sem depender do comportamento natural do cio.

A Inseminação Artificial em Tempo Fixo representa um marco no melhoramento genético e na produtividade dos rebanhos de corte no Brasil. Ao unir tecnologia, conhecimento científico e manejo reprodutivo, a IATF se consolidou como uma biotecnologia essencial para o avanço da pecuária, contribuindo para tornar os sistemas de produção mais eficientes, lucrativos e sustentáveis.

O presente TCC tem como objetivo apresentar os princípios fisiológicos e anatômicos da reprodução bovina, descrever os protocolos hormonais utilizados na IATF e destacar os fatores que influenciam o sucesso da técnica, evidenciando sua importância para a eficiência reprodutiva dos rebanhos de corte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fisiologia e anatomia do sistema reprodutivo da fêmea bovina

Segundo SANTOS *et al.* (2012), o sistema reprodutivo das fêmeas bovinas funciona por meio de uma rede complexa de sinais endócrinos e respostas anatômicas, coordenadas pelo eixo hipotálamo-hipófise-ovário. A liberação pulsátil de GnRH pelo hipotálamo estimula a secreção de FSH e LH pela hipófise, hormônios essenciais para o crescimento folicular, ovulação e formação do corpo lúteo. Essa interação hormonal determina as fases do ciclo estral, que regulam o comportamento sexual, a dinâmica ovariana e as condições uterinas necessárias para a concepção e manutenção da gestação.

De acordo com MORAES, SOUZA E GONÇALVES (2002), a dinâmica folicular se caracteriza por ondas de crescimento que envolvem a emergência, seleção e dominância de folículos, sendo processos diretamente modulados por FSH e estradiol. O pico pré-ovulatório de LH, desencadeado pelo estradiol, promove a ovulação e a subsequente luteinização do folículo remanescente, formando o corpo lúteo, responsável pela produção de progesterona. Essa progesterona exerce papel central na manutenção da gestação inicial e na inibição de novos picos de LH, controlando a ciclicidade.

Segundo HAFEZ E HAFEZ (2004), a anatomia do sistema reprodutor bovino reflete uma organização que permite a perfeita progressão dos eventos fisiológicos. Os ovários funcionam como estruturas duplas de natureza endócrina e citogênica, atuando simultaneamente na produção de oócitos e de hormônios sexuais. Os ovidutos apresentam papel decisivo, pois é neles que ocorre a fecundação e parte do desenvolvimento embrionário inicial. Movimentos ciliares e contrações musculares garantem o transporte adequado do embrião em direção ao útero.

Conforme ALBUQUERQUE *et al.* (2004), o útero bovino possui grande capacidade de resposta hormonal, modificando sua arquitetura histológica de acordo com as fases do ciclo estral. Sob ação da progesterona, o endométrio torna-se secretor e receptivo, favorecendo a implantação embrionária. Durante o estro, o aumento de estradiol provoca congestão vascular, maior tônus uterino

e alterações que facilitam o trânsito espermático. Essas mudanças justificam o papel do útero como órgão crítico para o sucesso reprodutivo.

De acordo com HAFEZ E HAFEZ (2004), a cérvix exerce função protetora ao atuar como barreira anatômica e imunológica entre vagina e útero. Suas dobras e mucos variam conforme o ciclo: sob efeito de estradiol tornam-se mais fluídos e facilitam a ascensão dos espermatozoides; já na fase luteínica tornam-se mais viscosos, dificultando a entrada de patógenos. Moraes et al. (2002) destacam que essa alternância é crucial para garantir condições otimizadas de fertilização e proteção uterina.

Segundo ALBUQUERQUE *et al.* (2004), a vagina desempenha papel fundamental como canal de cópula e deposição do sêmen, apresentando alterações discretas de mucosa conforme a fase do ciclo. A vulva, como porção externa do trato reprodutivo, permite identificação visual de sinais comportamentais e fisiológicos relacionados ao estro, como edema, hiperemia e presença de muco filante. Tais características são essenciais para manejo reprodutivo quando a detecção de cio é utilizada, além de serem indicadoras de normalidade ou patologias.

Conforme HAFEZ E HAFEZ (2004), a integração entre anatomia e fisiologia é indispensável para o entendimento das bases das biotecnologias reprodutivas, como a IATF, que dependem diretamente da resposta hormonal e funcional dos ovários, útero e cérvix. Qualquer alteração nesses sistemas, desde falhas na dinâmica folicular até distúrbios de ambiente uterino, compromete taxas de ovulação, fecundação e implantação embrionária.

Segundo HAFEZ E HAFEZ (2004), o sucesso dos programas reprodutivos depende inteiramente da integridade funcional dessas estruturas e da harmonia entre os hormônios envolvidos. Dessa forma, o entendimento conjunto da fisiologia e anatomia da fêmea bovina forma a base para aplicação eficiente da IATF, justificando o uso de protocolos hormonais que manipulam de maneira previsível a dinâmica folicular, a ovulação e as condições uterinas necessárias para a concepção.

2.2. Ciclo estral da fêmea bovina

Segundo EMBRAPA MEIO-NORTE (2006), o ciclo estral da fêmea bovina corresponde ao intervalo entre duas ovulações consecutivas e envolve alterações fisiológicas e comportamentais que preparam o organismo para a reprodução. A duração média do ciclo é de 21 dias, podendo variar entre 17 e 24 dias de acordo com fatores como nutrição, idade, raça e ambiente. A mesma instituição descreve que o ciclo é dividido em quatro fases (proestro, estro, metaestro e diestro) que se sucedem conforme as variações entre estrógeno e progesterona, sendo essas etapas ilustradas no Anexo 3.

Segundo SANTOS *et al.* (2012), o proestro é marcado pelo crescimento folicular e pelo aumento da secreção de estradiol-17 β , hormônio responsável por estimular o comportamento de cio e promover modificações preparatórias no útero.

De acordo com EMBRAPA MEIO-NORTE (2006), o estro é a fase em que a fêmea aceita a monta, com duração média entre 10 e 30 horas, sendo mais curta em raças zebuínas. Os principais sinais clínicos relatados incluem inquietação, vulva edemaciada, presença de muco transparente e receptividade ao macho.

Segundo HAFEZ E HAFEZ (2004), o metaestro inicia-se quando ocorre a ovulação, geralmente entre 6 e 12 horas após o término do estro. Nesse período, o folículo ovulado diferencia-se em corpo lúteo (CL), estrutura que passa a secretar progesterona. Conforme explicado por Gonçalves, Figueiredo e Freitas (2002), essa progesterona inibe o crescimento de novos folículos e prepara o útero para uma possível gestação.

De acordo com EMBRAPA MEIO-NORTE (2006), o diestro é a fase mais longa do ciclo, com duração aproximada de 14 dias, sendo caracterizado por elevadas concentrações de progesterona. Caso não ocorra fecundação, a regressão do corpo lúteo (luteólise) reduz os níveis de progesterona e reinicia o ciclo. Moraes, Souza e Gonçalves (2002) destacam que o equilíbrio entre estrógeno e progesterona é controlado pelo eixo hipotálamo-hipófise-ovário, onde a liberação de GnRH desencadeia a produção de FSH e LH, essenciais para o desenvolvimento folicular e a ovulação.

Segundo ZOETIS (2019), os protocolos de sincronização utilizados na IATF imitam de forma controlada a segunda metade do ciclo estral, entre os dias 10 e 21, período em que ocorre a seleção do folículo dominante, a redução da

progesterona e o pico de LH, culminando na ovulação. Essa observação reforça a importância do entendimento da fisiologia do ciclo para a aplicação correta da técnica.

Conforme EMBRAPA MEIO-NORTE (2006), a identificação adequada do cio é determinante no desempenho reprodutivo. A instituição recomenda observações pelo menos duas vezes ao dia, pois entre 60% e 70% das vacas apresentam estro no período noturno. Seguindo esse raciocínio, orienta-se que fêmeas observadas em estro pela manhã sejam inseminadas à tarde, enquanto aquelas observadas à tarde devem ser inseminadas na manhã seguinte.

2.3. Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF)

A Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) é uma biotecnologia amplamente utilizada na pecuária bovina por permitir a inseminação das fêmeas em horários previamente determinados, sem a necessidade de detecção do cio. Essa técnica tem como principal objetivo elevar a eficiência reprodutiva dos rebanhos, aumentando a taxa de prenhez, reduzindo o intervalo entre partos e acelerando o ganho genético do rebanho. Conforme PEIXOTO E TRIGO (2015), a IATF trata-se de uma biotecnologia reprodutiva que visa elevar a eficiência reprodutiva dos rebanhos por meio da indução e sincronização da ovulação das fêmeas através de protocolos hormonais.

Segundo BARUSELLI *et al.* (2012), o desenvolvimento e aperfeiçoamento dos protocolos de sincronização permitiram o avanço da IATF no Brasil, tornando o país líder mundial na utilização dessa biotecnologia, especialmente em sistemas de cria. Esses protocolos promovem a manipulação das concentrações de progesterona, estradiol, prostaglandina e LH, possibilitando o controle preciso do momento da ovulação e, consequentemente, da inseminação.

De acordo com a ZOETIS (2019), os protocolos atuam de maneira semelhante à segunda metade do ciclo estral (entre os dias 10 e 21), em que ocorre a seleção de um folículo dominante, queda nas concentrações de progesterona, pico de LH e ovulação. Essa sincronização hormonal permite que as inseminações sejam realizadas de forma planejada, facilitando o manejo, reduzindo falhas humanas e aumentando a padronização dos lotes.

PEREIRA *et al.* (2018) destacam que a IATF proporciona a inseminação de 100% das fêmeas em tempo reduzido, elevando a taxa de serviço e garantindo maior uniformidade no período de concepção. Além disso, a técnica permite utilizar touros geneticamente superiores, otimizando o melhoramento genético e acelerando o progresso produtivo dos rebanhos.

SÁ FILHO *et al.* (2013) ressaltam que o sucesso da IATF depende de fatores como condição corporal da fêmea, manejo nutricional, categoria animal e experiência da equipe técnica. Esses elementos influenciam diretamente a resposta aos hormônios utilizados e, conseqüentemente, a taxa de ovulação e prenhez. Em complemento, BARUSELLI *et al.* (2017) reforçam que protocolos bem planejados e executados contribuem para aumento da eficiência, especialmente em sistemas extensivos, nos quais a detecção de cio é limitada.

A adoção da IATF também apresenta benefícios econômicos relevantes, como maior concentração de partos no início da estação, melhor aproveitamento da pastagem para lactação, redução de touros no rebanho e maior retorno sobre o investimento reprodutivo (BÓ *et al.*, 2016; BARUSELLI *et al.*, 2017). Assim, essa biotecnologia tem se consolidado como ferramenta essencial para a pecuária moderna, integrando manejo, fisiologia reprodutiva e melhoramento genético.

2.3.1. Importância da ausência de detecção do cio

A ausência de necessidade de detectar o cio é um dos maiores avanços trazidos pela IATF. Conforme a EMBRAPA (2006), a observação do estro pode ser dificultada, uma vez que grande parte das fêmeas entra em cio à noite ou de madrugada (60 a 70%). Essa limitação é superada pela aplicação de protocolos hormonais que sincronizam o ciclo reprodutivo, permitindo inseminar todas as fêmeas no mesmo manejo.

MESQUITA (2009), acrescentou que a IATF também induz a ciclicidade em vacas em anestro, reduzindo o intervalo entre partos e aumentando o número de prenhez no início da estação de monta. Já BARUSELLI *et al.* (2004) enfatiza que a falha na observação de cio diminui o número de bezerros nascidos e aumenta o intervalo entre partos, e a utilização de protocolos de IATF corrige essa limitação.

A ausência de detecção de cio permite maior produtividade e melhor uso da mão de obra. PEIXOTO E TRIGO (2015) observaram que a IATF garante tantas vantagens que pode-se afirmar que ela mudará o perfil do rebanho nacional em um curto período.

2.4. Protocolos hormonais de IATF

Os protocolos hormonais aplicados na IATF possibilitam o controle ovariano, da ovulação e da fertilidade de forma precisa, garantindo a inseminação em tempo estipulado e sem depender da observação do cio (BARUSELLI *et al.*, 2019). A IATF permite padronizar o rebanho em uma única fase folicular, favorecendo maior eficiência reprodutiva, diminuição do intervalo entre partos e maior número de bezerros no início da estação de monta, gerando impacto econômico positivo (SILVA; SARTORI, 2019).

Segundo CENCI E BERTO (2023), os protocolos hormonais utilizados no Brasil são tradicionalmente organizados em três manejos (D0, D8 e D10), estrutura que tornou esse modelo o mais empregado tanto na pecuária de corte quanto na de leite. No país, essa forma de sincronização destaca-se por exigir menor número de intervenções, apresentar excelente resposta em fêmeas Bos indicus e promover adequada sincronização ovulatória. Conforme descrito pelos autores, o esquema pode ser visualizado no Anexo 4, demonstrando a praticidade e a alta eficiência desse protocolo dentro dos sistemas reprodutivos nacionais.

2.4.1. D0: início do protocolo - indução e sincronização folicular

No D0, realiza-se a inserção do dispositivo de progesterona (P4) associada ao benzoato de estradiol (BE). Os materiais utilizados nesse momento podem ser observados no Anexo 5.

A progesterona mantém concentrações séricas elevadas, inibindo picos prematuros de LH, enquanto o BE “promove a atresia do folículo dominante e a sincronização da emergência de nova onda folicular” (BÓ *et al.*, 1995; CENCI; BERTO, 2023).

O dispositivo intravaginal contém 0,5g de progesterona. Segundo ARAÚJO (2019), a progesterona regula o funcionamento do sistema reprodutor

feminino, sendo responsável por inibir o cio e manter o ambiente uterino em condições adequadas para a ovulação programada.

Em vacas paridas, especialmente zebuínas, a retomada da ciclicidade é frequentemente tardia pela forte influência materno-filial e baixa concentração de IGF-1 pós-parto (BARUSELLI *et al.*, 2019). Assim, o início hormonal compensa falhas fisiológicas, tornando o D0 o passo chave para o sucesso da IATF.

Segundo o MANUAL IATF - TECNOPEC (2008), a condição corporal inadequada reduz a qualidade folicular e a resposta aos hormônios, reforçando que o estado nutricional é um dos fatores mais determinantes para o sucesso dos protocolos de sincronização. Quando a fêmea apresenta escore corporal abaixo do ideal, há menor produção de IGF-1, redução da sensibilidade ovariana aos hormônios gonadotróficos e atraso no reinício da ciclicidade pós-parto, especialmente em rebanhos de corte. Além disso, vacas magras apresentam maior incidência de ondas foliculares anovulatórias e ovulações silenciosas, o que compromete a sincronização e reduz a taxa de prenhez. Esses aspectos demonstram que a nutrição e o manejo alimentar devem ser planejados antes do início da estação de monta, garantindo que as fêmeas expressem seu potencial reprodutivo dentro dos programas de IATF.

2.4.2. Dia 8 (D8): luteólise e indução controlada da ovulação

Segundo ARAÚJO (2019), as prostaglandinas são hormônios lipídicos derivados do ácido araquidônico e exercem papel essencial na regressão do corpo lúteo, permitindo o reinício do ciclo estral. Por isso, no oitavo dia (D8), realiza-se a retirada do dispositivo intravaginal e, simultaneamente, a aplicação de prostaglandina (PGF_{2α}), que provoca a luteólise e reduz de forma acentuada a concentração plasmática de progesterona, preparando o animal para a fase ovulatória subsequente. Essa queda hormonal é indispensável para que o protocolo avance de forma sincronizada entre as fêmeas do lote (Anexo 6).

De acordo com D'ÁVILA *et al.* (2019), a PGF também pode atuar como estímulo adicional para sincronização ovulatória, apresentando efeito semelhante ao benzoato de estradiol em alguns protocolos. Os autores destacam que a aplicação correta da prostaglandina contribui para a

uniformização da ovulação, otimizando o momento ideal para a inseminação e reduzindo variações individuais dentro do lote.

Segundo BARUSELLI *et al.* (2017), o uso de cipionato de estradiol (ECP) no D8 tem como principal função estimular o pico pré-ovulatório de LH, favorecendo a ovulação de forma sincronizada entre as fêmeas. O estradiol atua regulando a emergência da nova onda folicular e preparando o sistema reprodutivo para o momento da inseminação, aumentando a eficiência dos protocolos baseados em dispositivos de progesterona. A aplicação do ECP nessa etapa é, portanto, determinante para o sucesso do protocolo.

De acordo com BARUSELLI *et al.* (2004), vacas em anestro ou com baixa condição corporal frequentemente recebem gonadotrofina coriônica equina (eCG) no D8, com o objetivo de estimular o crescimento folicular e melhorar a taxa de ovulação. A eCG promove maior desenvolvimento do folículo dominante e potencializa a resposta hormonal, resultando em melhores taxas de concepção, especialmente em categorias com menor atividade ovariana natural.

2.4.3. Dia 10 (D10): Inseminação Artificial (IA)

A inseminação é realizada 48 horas após a retirada do dispositivo de P4 (Anexo 7), coincidente ao pico de LH induzido pelo ECP, garantindo que o sêmen esteja no local correto durante a ovulação. No D10 era realizada a inseminação (CENCI; BERTO, 2023), dependendo do protocolo utilizado e da categoria animal. Segundo BARUSELLI *et al.* (2004), a sincronização correta do estro e da ovulação permite que todas as fêmeas sejam inseminadas dentro de uma janela de tempo estreita, garantindo melhores taxas de prenhez.

De acordo com CASTRO *et al.* (2018), a aplicação de protocolos de sincronização aumenta a previsibilidade da ovulação, possibilitando maior eficiência no uso da inseminação artificial e reduzindo o intervalo entre partos.

2.5. Materiais e equipamentos utilizados

Segundo CAVALCANTE (2008), a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) exige um conjunto de materiais e equipamentos que garantem a correta manipulação do sêmen, a higienização dos instrumentos e a segurança do

procedimento. Esses itens compõem a base operacional da técnica e influenciam diretamente os resultados reprodutivos, uma vez que qualquer falha no manejo pode comprometer a viabilidade espermática e reduzir as taxas de prenhez.

De acordo com CAVALCANTE (2008), os principais equipamentos utilizados na inseminação artificial incluem botijão de sêmen, aplicador universal, descongelador, bainhas descartáveis, pinça metálica, palhetas, tesoura, termômetro digital, papel toalha e luvas (Anexo 8). O autor reforça que o botijão deve manter nível adequado de nitrogênio líquido para conservar o sêmen a -196°C , preservando sua integridade até o momento do uso.

Segundo CAVALCANTE (2008), o botijão criogênico é um dos componentes mais importantes do processo, pois sua função é armazenar e manter as palhetas em nitrogênio líquido. O equipamento deve ser mantido em ambiente protegido, com manuseio cuidadoso, e pode ser compartilhado entre produtores desde que sejam respeitadas as recomendações de segurança e conservação.

Conforme o MANUAL DE IATF DA ZOETIS (2019), o descongelador de sêmen também é essencial, uma vez que garante o descongelamento adequado das palhetas. A temperatura deve permanecer entre 35°C e 37°C , devendo ser monitorada por termômetro para evitar choques térmicos que comprometem a motilidade espermática.

Segundo ZOETIS (2019), o aplicador universal, ou pipeta de inseminação, é responsável pela deposição correta do sêmen no útero da fêmea. Sua utilização requer bainhas plásticas descartáveis, que evitam contaminações durante o procedimento. A limpeza prévia da vulva com papel toalha e álcool 70% é recomendada pela empresa como etapa fundamental de assepsia antes da introdução do aplicador.

De acordo com ZOETIS (2019), a pinça metálica deve ser usada para retirar as palhetas do botijão sem contato direto das mãos, prevenindo aquecimento acidental do material e alterações bruscas de temperatura. A tesoura utilizada para o corte da extremidade da palheta permite que o sêmen flua de maneira uniforme no momento da inseminação, garantindo o posicionamento adequado na pipeta.

Segundo CAVALCANTE (2008), o papel toalha substitui o uso antigo de papel higiênico por possuir maior eficiência na limpeza e secagem dos instrumentos e da região vulvar. O álcool 70% permanece como elemento indispensável na higienização de materiais reutilizáveis e superfícies, sendo amplamente recomendado para assegurar biossegurança durante o manejo (ZOETIS, 2019).

Conforme ZOETIS (2019), a combinação correta desses materiais, associada à capacitação técnica do inseminador, é determinante para o sucesso da IATF. A padronização dos procedimentos, o cuidado com o sêmen e a aplicação adequada das boas práticas de manejo contribuem para melhores índices de prenhez e maior eficiência reprodutiva nos rebanhos.

2.6. Manuseio e conservação do sêmen

A qualidade do sêmen é determinante para o sucesso da IATF e depende da conservação no botijão de nitrogênio líquido, da organização do material genético e da correta manipulação durante a inseminação. De acordo com o SENAR (2011), o inseminador deve ser capacitado, atento à higiene, responsável e organizado, pois qualquer erro durante o procedimento pode reduzir drasticamente a viabilidade espermática.

O botijão de nitrogênio deve ser mantido sempre na posição vertical, protegido contra impactos e com monitoramento frequente do nível de nitrogênio líquido, pois qualquer dano poderá resultar em perda total do sêmen armazenado (MANUAL IATF - TECNOPEC, 2008). O transporte inadequado pode causar vazamento do vácuo e aumento da temperatura interna, levando ao descongelamento parcial das palhetas e redução drástica da fertilidade (TEIXEIRA; MENDONÇA, 2025).

Segundo os mesmos autores, quando temos um nível abaixo do recomendado, estamos comprometendo a temperatura interna do botijão, fazendo com que ela aumente e dessa forma comprometa o sêmen (TEIXEIRA; MENDONÇA, 2025). Assim, recomenda-se inspeção periódica, boa manutenção e armazenamento protegido de sol e umidade.

A organização interna do botijão também é essencial, mantendo as palhetas devidamente identificadas (Anexo 9) e separadas por touro, por lote ou por sêmen sexado, evitando troca de doses e reduzindo o tempo de exposição ao ambiente (TEIXEIRA; MENDONÇA, 2025).

A retirada da palheta deve ser rápida, idealmente inferior a 10 segundos, mantendo-a no pescoço do botijão durante a localização para reduzir o risco de choque térmico. Após a retirada, realiza-se o descongelamento em 37 °C por 30 segundos (SENAR, 2011), secando a palheta antes da inserção na pistola de IA.

Deve-se evitar ao máximo correntes de ar, exposição ao sol ou contato com superfícies metálicas frias, que reduzem a motilidade espermática. A deposição correta do sêmen deve ocorrer no corpo do útero, pois falhas nesta etapa reduzem drasticamente as taxas de concepção (SENAR, 2011). Além disso, chuvas, estresse térmico ou manejo inadequado de contenção aumentam a liberação de adrenalina, que antagoniza o LH e prejudica o ambiente uterino para fertilização (SILVA; SARTORI, 2019).

2.7. Importância do diagnóstico de gestação pós-IATF

O diagnóstico de gestação (DG) é uma etapa fundamental para avaliação dos resultados reprodutivos e direcionamento rápido de tomadas de decisão. O registro de dados é essencial para o controle do rebanho e da assistência técnica (SENAR, 2011), sendo o DG o principal indicador do sucesso do programa.

O DG precoce, realizado após 30 dias por ultrassonografia (Anexo 10), permite ressincronização imediata das vacas vazias, reduzindo o intervalo entre serviços e aumentando o número de bezerros por vaca ao ano (SILVA; SARTORI, 2019).

Além disso, possibilita a identificação de perdas embrionárias iniciais e falhas de manejo, permitindo correções antes do próximo ciclo reprodutivo. Assim, o DG é ferramenta de gestão que assegura maior eficiência do sistema produtivo, evitando que vacas improdutivas consumam recursos sem retorno ao produtor.

2.8. Fatores que afetam o sucesso da IATF

Segundo o MANUAL IATF - TECNOPEC (2008), diversos fatores interferem diretamente no sucesso da Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), influenciando a resposta hormonal, a ovulação e as taxas finais de prenhez (Anexo 11). Entre os principais elementos associados ao desempenho reprodutivo estão o estado nutricional, a categoria animal, a sanidade, o manejo, o ambiente e a precisão na aplicação dos protocolos hormonais.

Conforme o MANUAL IATF - TECNOPEC (2008), iniciar programas em animais com condição corporal 3 ou inferior geralmente resulta em baixos índices de prenhez, o que reforça a importância do estado nutricional para a eficiência reprodutiva (Anexo 12). Animais abaixo do escore ideal tendem a apresentar menor resposta aos hormônios da sincronização, atraso no retorno à ciclicidade e desenvolvimento folicular comprometido, especialmente em sistemas extensivos.

Segundo SILVA E SARTORI (2019), o estresse térmico é outro fator crítico que afeta a fertilidade, pois a elevação da temperatura corporal aumenta a liberação de cortisol, hormônio que prejudica a qualidade oocitária, reduz o crescimento do folículo dominante e eleva a mortalidade embrionária inicial. Esses efeitos são ainda mais acentuados em raças europeias, que possuem menor capacidade de dissipação de calor.

De acordo com o SENAR (2011), o manejo no curral também possui impacto direto sobre o desempenho da IATF. Situações de contenção prolongada, ruídos intensos ou manejo agressivo elevam os níveis de adrenalina, hormônio que antagoniza a ação do LH e pode atrasar ou inibir a ovulação. A instituição reforça que práticas calmas e bem planejadas contribuem para melhores taxas de prenhez.

Segundo CENCI E BERTO (2023), a precisão no cumprimento das etapas do protocolo é determinante para o seu sucesso. Os autores destacam que qualquer atraso pode comprometer o desenvolvimento folicular e a ovulação, especialmente nos manejos finais, quando pequenas variações no tempo interferem diretamente no momento ideal da inseminação. A sincronização inadequada entre os animais pode resultar em concepção abaixo do esperado.

Conforme BARUSELLI *et al.* (2019), a sanidade reprodutiva deve ser cuidadosamente monitorada, pois infecções uterinas, como metrites,

endometrites e processos inflamatórios subclínicos, reduzem a receptividade uterina, prejudicam a implantação embrionária e aumentam as chances de perda gestacional precoce. A presença dessas alterações compromete de forma relevante os resultados da IATF.

Segundo BARUSELLI *et al.* (2019), a capacitação da equipe técnica também exerce papel determinante no desempenho reprodutivo. A correta aplicação dos hormônios, a habilidade na execução da inseminação e a padronização dos procedimentos reduzem falhas e contribuem para taxas mais altas de prenhez. Profissionais bem treinados garantem maior uniformidade no manejo e mais segurança em todas as etapas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) demonstra-se como uma biotecnologia amplamente consolidada na pecuária de corte, por proporcionar aprimoramento significativo da eficiência reprodutiva dos rebanhos. A sincronização hormonal do ciclo estral permite a inseminação em horários definidos, dispensando a observação do estro, etapa considerada limitante na inseminação artificial convencional.

A técnica contribui para maior organização do manejo reprodutivo e otimização dos resultados produtivos. Constatou-se que os protocolos hormonais utilizados na IATF favorecem o aumento do número de fêmeas inseminadas no início da estação de monta, elevam as taxas de prenhez, reduzem o intervalo entre partos e possibilitam a utilização mais intensa de reprodutores geneticamente superiores, refletindo em ganhos zootécnicos, econômicos e de sustentabilidade para o sistema de produção.

Práticas como o manejo adequado do sêmen, o uso correto dos materiais e o diagnóstico gestacional precoce configuram-se como fatores essenciais para maximizar o desempenho reprodutivo.

Vale destacar como determinantes para o sucesso dos programas de IATF aspectos relacionados ao escore de condição corporal, nutrição, bem-estar, sanidade e capacitação da equipe responsável pelo manejo. Dessa forma, evidencia-se que a técnica deve ser inserida dentro de um conjunto de estratégias de gestão e manejo integrado, com suporte profissional contínuo.

A IATF representa uma ferramenta estratégica e de alto impacto para o desenvolvimento da pecuária de corte brasileira. Sua adoção permite acelerar o melhoramento genético do rebanho, aumentar a produtividade e contribuir para a competitividade da cadeia produtiva, reafirmando seu papel fundamental na modernização dos sistemas de produção bovina.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, F. T. et al. ***Manipulação do ciclo estral em bovinos de corte: bases anatômicas, fisiológicas e histológicas da reprodução da fêmea***. Lavras: UFLA, 2004.

ALVES, B. G. et al. ***A classificação do corpo lúteo por assimetria ovariana e sua relação com os índices de prenhez em receptoras de embriões bovinos***. CONBRAVET, 2008.

ARAÚJO, M. K. S. ***Inseminação artificial em tempo fixo em bovino de corte – IATF***. Rio Verde: UniRV, 2019.

ASBIA – Associação Brasileira de Inseminação Artificial. ***Index ASBIA 2023: Relatório de Comercialização de Sêmen no Brasil***. Uberaba: ASBIA, 2023. Disponível em: <https://www.asbia.org.br>

BARUSELLI, P. S. et al. ***Aprimoramento da eficiência reprodutiva em bovinos de corte***. Rev. Bras. Reprod. Anim., 2019.

BARUSELLI, P. S. et al. ***Impacto da IATF na eficiência reprodutiva em bovinos de corte. Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada***, 2004.

BARUSELLI, P. S.; FERREIRA, R. M.; SALE, J. N. S. ***Estratégias reprodutivas para sistemas de pecuária de corte no Brasil***. Revista Brasileira de Reprodução Animal, 2017.

BARUSELLI, P. S.; REIS, E. L.; MARQUES, M. O. ***Técnicas de manejo para aperfeiçoar a eficiência reprodutiva em fêmeas Bos indicus***. Botucatu: UNESP, 2004.

BARUSELLI, P. S.; SALES, J. N. S.; CREPALDI, G. A. et al. ***Fixed-time artificial insemination in beef cattle***. Animal Reproduction, 2012.

BO, G. A. et al. ***Exogenous control of follicular wave emergence in cattle***. Theriogenology, 1995.

BÓ, G. A.; BARUSELLI, P. S.; MAPLETOFT, R. J. ***Synchronization techniques to improve reproductive efficiency in beef cattle***. Animal Reproduction, 2016.

CASTRO, N. A. et al. ***Use of prostaglandin F₂ α as ovulatory stimulus for synchronizing dairy cattle. Research in Veterinary Science***, 2018.

CAVALCANTE, F. A. ***Inseminação artificial: tecnologia para acelerar o melhoramento genético dos rebanhos leiteiros***. Rio Branco: Embrapa Acre, 2008.

CENCI, M.; BERTO, D. ***Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) e suas vantagens***. 2023.

D'ÁVILA, C. A.; MORAES, F. P.; LUCIA JR, T.; GASPERIN, B. G. ***Hormônios utilizados na indução da ovulação em bovinos – revisão. Revista Brasileira de Reprodução Animal***, 2019.

DE RENSIS, F. et al. ***Inducing ovulation with hCG improves fertility of dairy cows during the warm season. Theriogenology***, 2008.

EMBRAPA MEIO-NORTE. ***Ciclo estral em fêmeas bovinas***. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006.

GONÇALVES, P. B. D.; FIGUEIREDO, J. R.; FREITAS, V. J. F. ***Biotécnicas aplicadas à reprodução animal***. São Paulo: Varela, 2002.

HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. ***Reprodução Animal***. 7. ed. São Paulo: Manole, 2004.

HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. ***Reprodução Animal***. 7. ed. São Paulo: Manole, 2004.

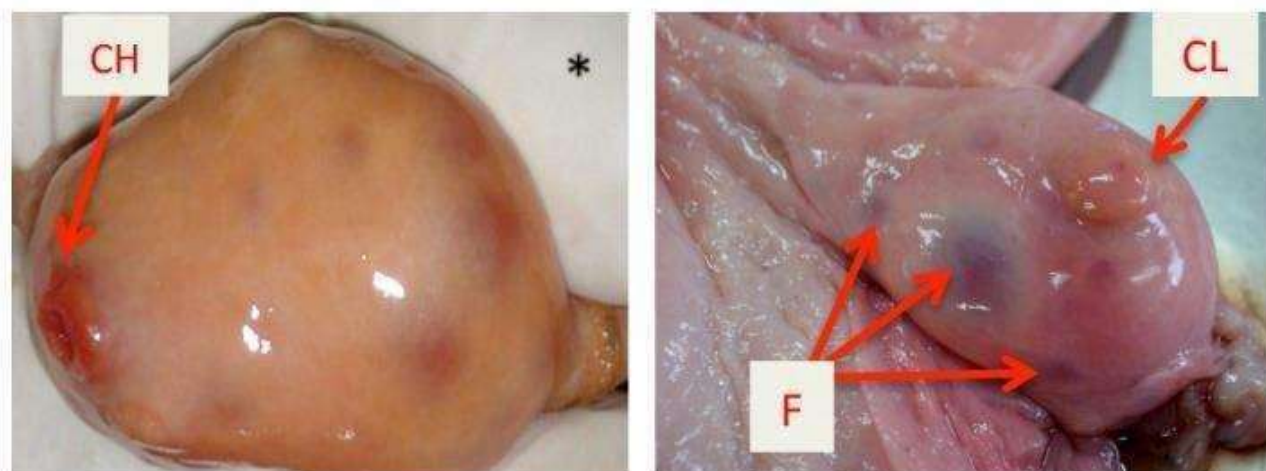
JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. ***Histologia Básica***. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995.

Luiz Francisco Machado Pfeifer, L. F. M.; Siqueira, L. G. B.; Arashiro, E. K. N.; Castro, N. Á.; Viana, J. H. M. ***“Prostaglandin F₂ α or estradiol benzoate to induce ovulation in timed artificially inseminated dairy cows.” Pesquisa Agropecuária Brasileira***, vol. 51, June 2016.

MANUAL IATF – TECNOPEC. ***Agener União***, 2008.

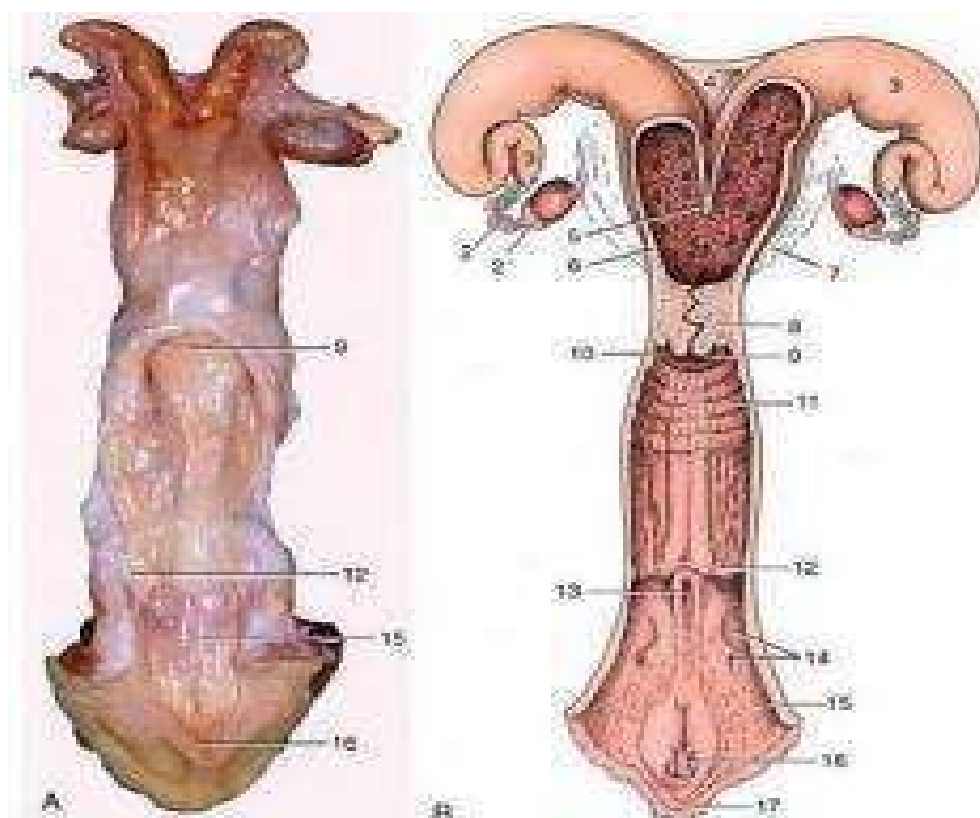
- MAPLETOFT, R. J.; BÓ, G. A. **The control of ovarian function for assisted reproduction in cattle.** *Animal Reproduction*, 2011.
- MARIANI, A. C. B. **Influência do dia do estro e da morfologia do corpo lúteo nos índices de prenhez em receptoras de embriões bovinos produzidos in vitro.** UFT, 2009.
- MESQUITA, S. B. **A importância da IATF para a pecuária brasileira.** Eficiência Reprodutiva, São Paulo, mar./abr. 2009.
- MORAES, J. C. F.; SOUZA, C. J. H.; GONÇALVES, P. B. D. **Controle do estro e da ovulação em bovinos e ovinos.** In: GONÇALVES et al. *Biotécnicas aplicadas à reprodução animal.* São Paulo: Varela, 2002.
- PEIXOTO, K. C.; TRIGO, Y. **Inseminação artificial em tempo fixo.** PubVet, Maringá, 2015.
- PEREIRA, M. H. C.; OLIVEIRA, L. H.; CARNEIRO, K. M. et al. **Strategies to optimize reproductive performance in beef cows.** *Theriogenology*, 2018.
- SÁ FILHO, M. F.; AYRES, H.; FERREIRA, R. M. et al. **Factors affecting the fertility of fixed-time artificial insemination programs.** *Animal Reproduction*, 2013.
- SANTOS, K. J. G. et al. **Bioteecnologias reprodutivas e fisiologia reprodutiva da fêmea bovina – conhecimento para o sucesso.** PUBVET, 2012.
- SENAR. **Manual de inseminação artificial em bovinos.** 2011.
- SILVA, J. A.; SARTORI, R. **SCOT Consultoria**, 2019.
- TEIXEIRA, L.; MENDONÇA, L. **Manejo do botijão e sêmen congelado: cuidados essenciais para garantir fertilidade.** Rehagro Blog, 2025.
- ZOETIS. **Manual de IATF para gado de corte.** São Paulo: Zoetis Indústria de Produtos Veterinários Ltda., 2019.

5. ANEXOS



Anexo 1 - ovários bovinos. Corpo hemorrágico (CH); folículos (F) e corpo lúteo (CL).

Fonte: JUSBRASIL, FISILOGIA DO CICLO ESTRAL DOS ANIMAIS DOMÉSTICOS.

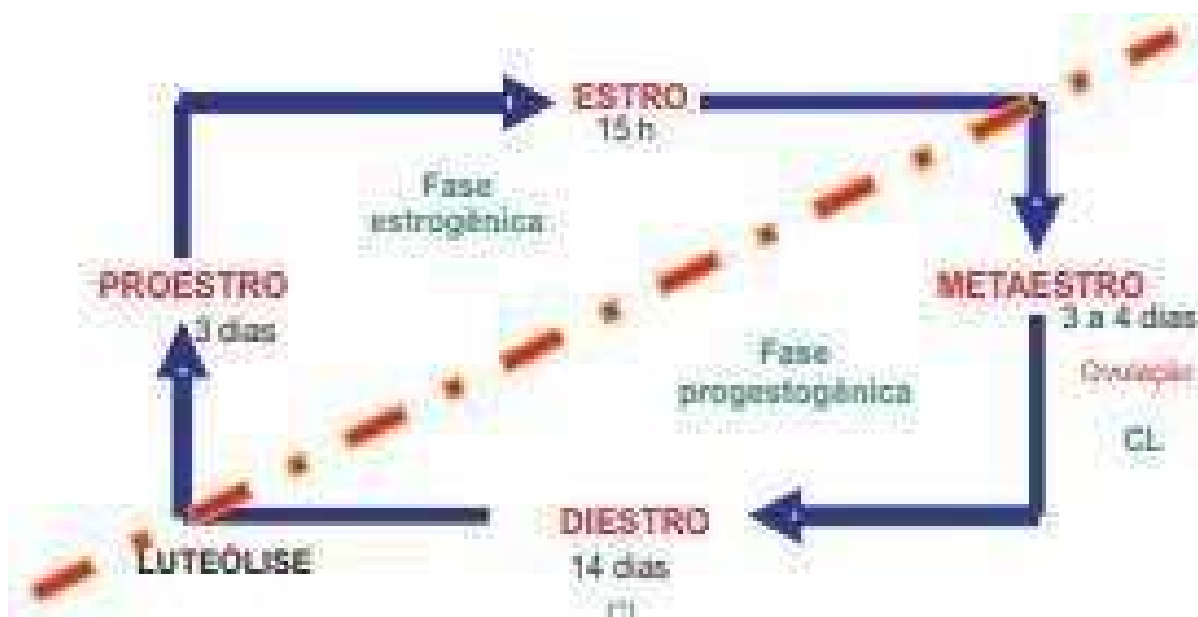


Anexo 2 - Vista dorsal dos órgãos reprodutivos da vaca.

A) vagina e vestibulo foram abertos na peça. B) a maior parte do trato é mostrada aberta no esquema; 1) ovário; 2) tuba uterina; 2') infundíbulo; 3) corno uterino; 4) ligamento intercornual; 5) parede do útero dividindo os dois cornos; 6) corpo do útero com carúnculas; 7) ligamento largo; 8) cérvix; 9) parte da cérvix; 10) fórnix; 11) vagina; 12) posição original do hímen; 13) óstio uretral externo e seu óstio

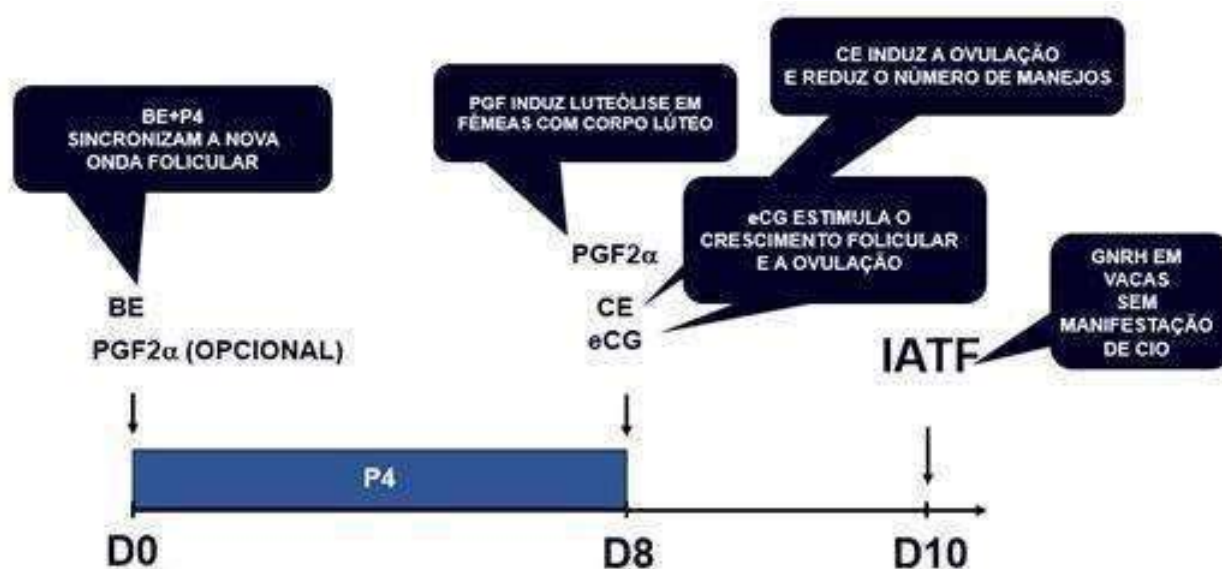
excretor; 14) abertura da glândula vestibular maior; 15) vestíbulo; 16) glândula do clitóris; 17) lábio direito.

Fonte: DYCE (2004).



Anexo 3 - Fases do ciclo estral da fêmea bovina.

Fonte: INFOTECA EMBRAPA, CICLO ESTRAL.



Anexo 4 - Modelo de protocolo de sincronização da ovulação para IATF.

Fonte: BARUSELLI (2009).



Anexo 5 - Materiais utilizados no D0 (Progesterona 0,5g, Benzoato de Estradiol e o aparelho de ultrassonografia para seleção das vacas aptas).
Fonte: ARQUIVO PESSOAL, 2025.



Anexo 6 - Implantes de Progesterona retirados no D8.
Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2025).



Anexo 7 - Momento da inseminação artificial em fêmeas bovinas.
Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2025).

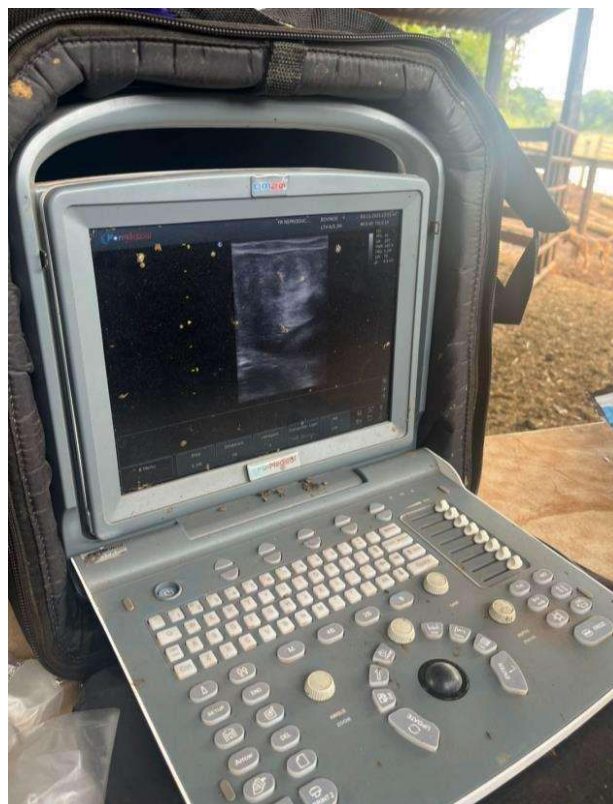


Anexo 8 - Materiais e equipamentos utilizados na IATF.
Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2025).



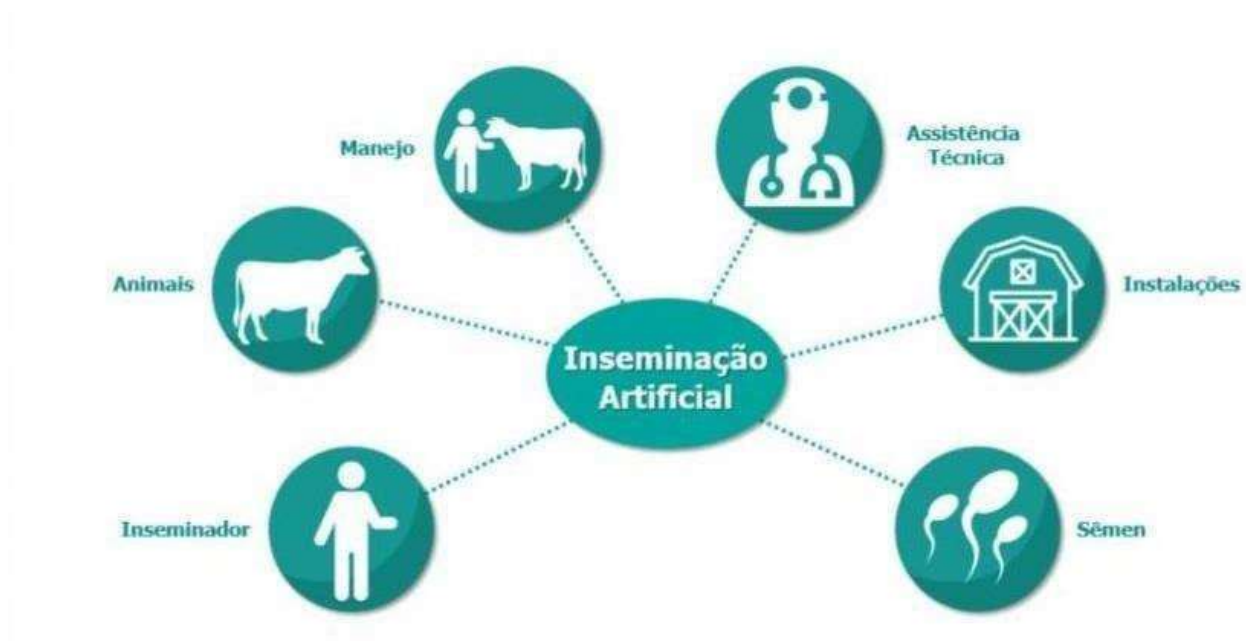
Anexo 9 - Botijão criogênico, com palhetas devidamente identificadas e separadas.

Fonte: REVISTA VETERINÁRIA (2020).



Anexo 10 - Aparelho de ultrassonografia para a realização de diagnósticos gestacionais.

Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2025).



Anexo 11 - Fatores que interferem no resultado da IATF.
 Fonte: GIRO DO BOI (2020).



Anexo 12 - Escala de escore de condição corporal (ECC). As notas vão de 1,0 a 5,0, sendo que no ECC 1,0 a fêmea está em desnutrição severa e no ECC 5,0 está com obesidade.
 Fonte: OURO FINO SAÚDE ANIMAL (2019).