

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

**EVOLUÇÃO DOS PROTOCOLOS DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL  
EM TEMPO FIXO EM BOVINOS DE CORTE**

Nome do Acadêmico: Guilherme de Souza Couto Alves  
Nome da Orientadora: Profa. Esp. Valéria Cristina de Carvalho Zampronha

Goiânia-Goiás

2023



**GUILHERME DE SOUZA COUTO ALVES**



## **EVOLUÇÃO DOS PROTOCOLOS DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO EM BOVINOS DE CORTE**

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

Nome da Orientadora: Profa. Esp. Valéria Cristina de Carvalho Zampronha

Goiânia-Goiás

2023



**GUILHERME DE SOUZA COUTO ALVES**



## **EVOLUÇÃO DOS PROTOCOLOS DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO EM BOVINOS DE CORTE**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado à banca avaliadora em 13/12/2023 para conclusão da disciplina de TCC, no curso de Zootecnia, junto à Escola de Ciências Médicas e da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, sendo parte integrante para o título de Bacharel em Zootecnia.

**SUMÁRIO**

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	V
<b>RESUMO</b>	VII
<b>LISTA DE SIGLAS</b>	VI
<b>1.INTRODUÇÃO</b>	8
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	9
2.1 Histórico e Evolução da IATF	9
2.2 como avaliar o escore corporal e melhorar a fertilidade de vacas de cria	12
2.3 Eficiência reprodutiva e os índices reprodutivos	14
2.4 Mercado da IATF no Brasil	15
2.5 Impacto Econômico da IATF no Brasil	16
2.6 Controle de Ciclo Estral em Novilhas	17
2.7 Fisiopatologia da Ovulação em Fêmeas Bovinas.	19
2.8 Abordagens para Controle do Ciclo em Vacas com Cria	20
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	22
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	23

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura1</b> - Técnico em inseminação artificial realizando o procedimento	10
<b>Figura 2</b> - Variacao de qualidade nutricional de pastagens durante o ano de 2012	13
<b>Figura 3</b> – Exemplos de escore corporal. Escala de 1 a 5	14
<b>Figura 4</b> – Número de inseminações efetuadas entre 2002 e 2022	16
<b>Figura 5</b> – Número de profissionais que prestam serviços de IATF no Brasil	17

## LISTAS DE SIGLAS

<b>CL</b>	Corpo Lúteo
<b>FSH</b>	Hormônio Folículo Estimulante
<b>GNRH</b>	Hormônio liberador de Gonadotrofina
<b>IA</b>	Inseminação Artificial
<b>IATF</b>	Inseminação Artificial em Tempo Fixo
<b>LH</b>	Hormônio Luteinizante
<b>F2/PGF</b>	Progesterona
<b>P4</b>	Prostaglandina
<b>D0</b>	Início do Protocolo
<b>BE</b>	Benzoato de Estradiol

## RESUMO

Inseminação Artificial (I.A.), técnica que consiste na transferência do sêmen de um macho em uma fêmea receptiva, sem acasalamento, teve seu início no século XIV com os povos árabes. Posteriormente foi comprovada cientificamente, em 1784, pelo monge Lázaro Spallanzani, que utilizou como modelo cães. Este experimento pioneiro marcou o início da I.A. como ferramenta para reprodução animal. Hoje sabe-se que o desafio da eficiência da I.A. na reprodução animal está na sincronização do estro e ovulação das fêmeas, com protocolos sendo desenvolvidos e aprimorados, permitindo controle do desenvolvimento folicular e da ovulação cada vez melhor, possibilitando a realização da I.A. em datas pré-determinadas. Para manter a produtividade, é essencial investir na seleção e melhoria genética dos animais. A Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) é uma ferramenta crucial, pois permite a inseminação em um dia pré-determinado, comaios sincronizados. Diante dessas considerações, esta revisão tem como objetivo abordar a evolução dos protocolos hormonais de IATF e discutir alternativas atuais para aumentar a fertilidade do rebanho, contribuindo para a excelência contínua da pecuária brasileira no cenário global.

Palavras chaves: Sincronização, Produção, Genética

## INTRODUÇÃO

A técnica de Inseminação Artificial (I.A.) consiste em introduzir o sêmen coletado de um macho em uma fêmea receptiva, sem a necessidade de acasalamento (FERNANDES,2019). Essa técnica já era praticada por árabes no século XIV com cavalos, mas só foi comprovada cientificamente em 1784, pelo monge italiano Lázaro Spallanzani. Ele realizou um experimento com cães, coletando o sêmen de um macho por estimulação mecânica e inseminando uma cadela no cio, que deu à luz três filhotes após dois meses. Esse experimento marcou o início da inseminação artificial como ferramenta para a reprodução animal (ASBIA, 2010; P. 06; SILVA. et al., 2003, DUTTA,2020).

A pecuária brasileira se destaca no cenário mundial pela sua capacidade de produzir carne e leite de qualidade, aproveitando as condições climáticas favoráveis e a diversidade de forrageiras (VILELA, 2016). Para manter esse nível de produtividade, é essencial investir na seleção e na melhoria genética dos animais. Um dos desafios da reprodução animal é a eficiência da inseminação artificial (IA). Para superar esse obstáculo, foram criados protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF), que permitem o manejo do desenvolvimento folicular e da ovulação e possibilitam a realização da IA em datas pré-estabelecidas, sem a necessidade de observação de estro e com altas taxas de gestação (DUTTA, 2020 e PERUCCHI et al., 2021).

Baseando se nestas observações, o presente Trabalho de Conclusão de Curso teve como objetivo descrever e revisar sobre evolução dos protocolos de inseminação artificial em tempo fixo em bovinos de corte.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Histórico e evolução da IATF

A reprodução animal é um fator essencial para o sucesso da pecuária, pois influencia diretamente a produtividade e a rentabilidade do setor. Para melhorar o desempenho reprodutivo dos animais, existem diversas biotecnologias que podem ser utilizadas, como a inseminação artificial (IA) e a inseminação artificial em tempo fixo (IATF). (FERRAZ et al., 2008).

A IA é um método de biotecnologia reprodutiva que permite o aprimoramento da reprodução e genética dos animais domésticos. É uma técnica excepcional, pois permite que poucos reprodutores de alta qualidade gerem sêmen suficiente para fecundar diversas fêmeas por ano (FOOTE, 2002; HAFEZ, 2004). Para otimizar o uso da IA, foram criados métodos de sincronização que possibilitam a inseminação das fêmeas selecionadas em um momento estabelecido, originando a IATF propriamente dita (MARTINS et al., 2009; BRIDGES et al., 2008).

A figura 1 mostra como é realizada a inseminação artificial com o animal contido no tronco ou Bret. A partir do século XX, a técnica de IA expandiu-se para diversas espécies animais, graças aos avanços na conservação e manipulação do sêmen. É uma biotecnica que oferece diversas vantagens para a produção animal, como o melhoramento genético, o controle sanitário e a redução de custos (CONSENTINI,2020).

No Brasil teve início em 1938, com a criação do primeiro centro oficial de pesquisa sobre essa técnica na espécie bovina, situado na Mesorregião Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, no município de Pindamonhangaba – São Paulo. Em 1946, iniciaram-se os programas de aplicação de IA em bovinos, com a implantação de postos em diferentes estados do país (RCHENBACH et al., 2014), mas também é difundida em diversos países, como Dinamarca, Suécia, Tchecoslováquia e Estados Unidos, que aplicam em 100%, 90%, 85% e 75% dos seus rebanhos, respectivamente. No Brasil, a técnica só ganhou força a partir de 1970 com o surgimento das primeiras empresas especializadas no setor, estimando-se que

somente cerca de 7% das fêmeas em idade reprodutiva sejam inseminadas (BATISTA, 2008; CONSENTINI,2020).



Figura 1: Técnico em inseminação realizando o procedimento

Fonte: Vladimirs Poplavskis ("fair use"), Cursos CPT gado de corte (2011)

Esse procedimento agrega benefícios para os rebanhos bovinos de corte, mas também exige cuidados com a detecção do estro das fêmeas, fator crítico para o sucesso da técnica. As fêmeas zebuínas, que são a maioria no Brasil, têm um estro muito breve de cerca de 10 horas, muitas vezes manifestado no período noturno, o que dificulta sua detecção (Azevêdo,2014).

Métodos eficientes de detecção do estro, como o uso de rufiões, marcadores ou dispositivos eletrônicos, aumentam a eficiência reprodutiva dos rebanhos (PINHEIRO et al., 1998; MOREIRA e FERNANDES, 1998). Com estas informações, juntamente com os progressos recentes sobre a fisiologia do ciclo estral, foram desenvolvidos protocolos de indução da ovulação e de sincronização do estro, que permitem estabelecer um momento ótimo para a inseminação dos animais. (MACHADO et al., 2007).

Uma das limitações da reprodução animal é a dificuldade de sincronizar o ciclo estral das fêmeas para facilitar a inseminação artificial em tempo fixo. Essa técnica

reduz os custos e o trabalho envolvidos na detecção de cio e aumenta as chances de concepção (PURSLEY, 1995). Um protocolo eficaz para sincronizar o estro em vacas leiteiras em lactação é chamado "Ovsynch". Esse protocolo, em tempo fixo ainda em uso, consiste em duas aplicações de hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), com intervalo de uma dose de prostaglandina F2  $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ), para induzir a luteólise e ovulação. A IA, neste caso, é realizada entre 12 e 18 horas após a segunda aplicação de GnRH (PURSLEY et al., 1995; MACHADO et al., 2007).

Mesmo sendo um procedimento para melhoria da eficiência reprodutiva de bovinos, com uso de protocolos hormonais que permitem controlar o ciclo estral e a ovulação, nem todos os protocolos são adequados para todas as situações. Por exemplo, o protocolo Ovsynch não é eficaz em vacas que não apresentam atividade ovariana e também não é indicado para novilhas, pois resulta em baixa taxa de concepção (apenas 14,9%) nessas categorias (BARRETO, 2020).

Em contrapartida, em vacas que estão ciclando normalmente, o protocolo Ovsynch tem mostrado taxas de concepção semelhantes entre *Bos indicus* e *Bos taurus* (42 a 48%). Com o avanço da pesquisa foram desenvolvidos outros protocolos baseados na utilização de progesterona ou progestágenos, que possibilitam sincronizar o estro e a ovulação de novilhas e vacas, tanto cíclicas quanto anovulatórias, e realizar uma inseminação em momento pré-determinado (MACHADO et al., 2007).

Uma outra técnica utilizada é a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) que sincroniza o ciclo estral e a ovulação das vacas usando hormônios artificiais, permitindo a inseminação de maior número de fêmeas em um momento predeterminado, sem depender da detecção do cio. A IATF oferece ao produtor controle na reprodução, redução do intervalo entre partos, programação da estação de monta e o nascimento dos bezerros, aumentando a produção de novilhas para reposição e otimizando a mão de obra. Além disso, facilita a introdução de genética superior no rebanho, melhorando o desempenho produtivo e econômico da atividade pecuária (CASTILHO, 2015).

O mercado de sêmen bovino no Brasil cresceu significativamente nos últimos anos, alcançando um volume de vendas de 8,2 milhões de doses em 2008 (BALERO et al, 2023). Esse aumento se deve à maior oferta de sêmen nacional, produzido por centrais especializadas, e à maior demanda por sêmen importado, proveniente de diferentes raças e países. O sêmen bovino é um importante instrumento para o

melhoramento genético do rebanho brasileiro, que busca maior produtividade e qualidade (COELHO et al, 2023).

Segundo dados da Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA), em 2015 foram inseminadas 10,5 milhões de vacas no país, sendo que 8,5 milhões eram de corte e apenas 2,3 milhões de leite. A maior parte das inseminações (91%) foi realizada por meio da IATF, uma técnica que dispensa a detecção de cio e permite sincronizar a ovulação das fêmeas. A IATF vem ganhando espaço no mercado de reprodução bovina, representando 77% das inseminações em 2015 (BARUSELLI, 2016).

A inseminação artificial em tempo fixo (IATF) gerou um impacto econômico positivo na pecuária de corte, movimentando cerca de R\$ 567 milhões e gerando benefícios de R\$ 2,6 bilhões para o setor (ASBIA, 2023). Esses benefícios incluem o aumento na produção e qualidade dos bezerros, a redução do intervalo entre partos e o ganho de peso na desmama e no abate, além da introdução de melhoramento genético por meio do sêmen bovino (PFEIFER, 2021).

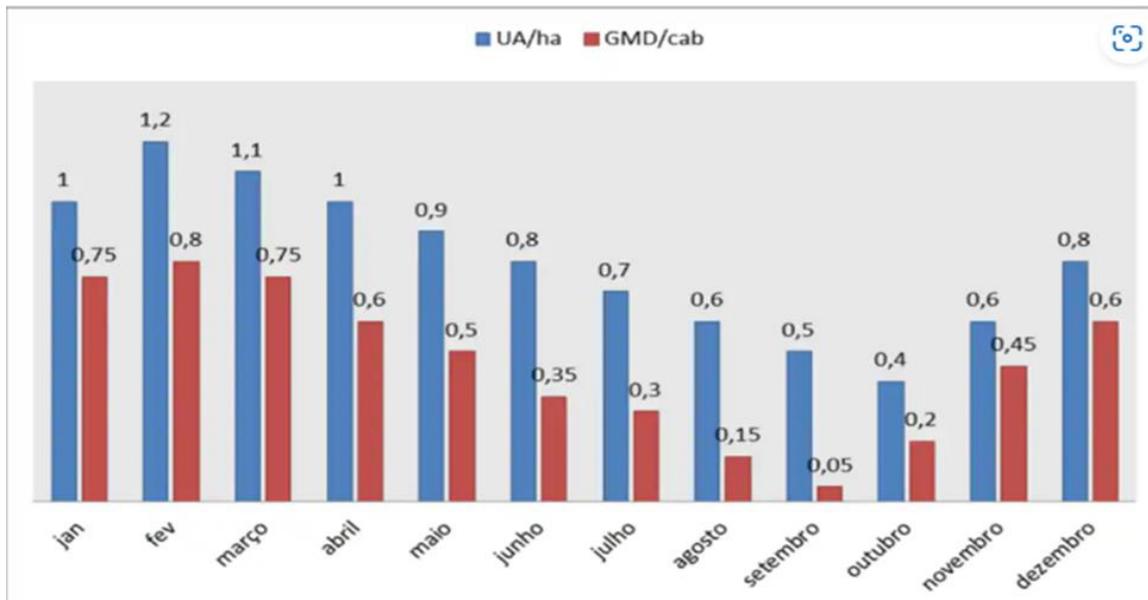
## 2.2. Como avaliar o escore corporal e melhorar a fertilidade de vacas de cria

A qualidade e a segurança da carne bovina dependem da escolha dos melhores animais para reprodução e do manejo adequado dos bezerros, visando obter uma carne que atenda às preferências do consumidor em termos de maciez, suculência, cor, sabor e outros atributos.

Além disso, a produção de bezerros de corte afeta o comportamento do mercado pecuário, que oscila conforme a oferta e a demanda de gado para abate. Portanto, vamos abordar a produção de bezerros e como a nutrição das vacas interfere na qualidade e na quantidade final desses animais (GUIMARÃES, 2018).

Conforme citado por MARTINS (2021), a maior parte do território brasileiro está localizada na zona intertropical, o que faz com que as estações do ano sejam definidas principalmente pela variação da precipitação, sendo mais seca (outono/inverno) e mais úmida (primavera/verão). Essa variação afeta a qualidade da forragem que os animais podem consumir, pois o valor nutritivo diminui nos meses de outono e inverno, exigindo que os animais recebam suplementos proteicos e/ou proteicos-energéticos nesse período, para compensar as deficiências da pastagem.

Figura 2: Variacao de qualidade nutricional de pastagens durante o ano de 2012  
 UA/há = Unidade animal por hectare / GMD/cab = Ganho médio



diário/cabeça.

Fonte: Embrapa 2012

Uma forma de aumentar a produtividade das matrizes de corte em pastagens tropicais é sincronizar a estação de monta com o período chuvoso, que vai de setembro a dezembro. Assim, as matrizes têm maior chance de engravidar até meados de novembro e parir bezerros entre julho e agosto do ano seguinte. Esses bezerros nascem em uma época mais favorável do ponto de vista sanitário e alcançam um maior peso na desmama, em abril ou maio. Além disso, com uma suplementação estratégica adequada na fase de recria, é possível diminuir o tempo necessário para o abate e oferecer ao mercado animais jovens e com carne de alta qualidade (SANTOS, 2009).

Uma forma de garantir que as fêmeas estejam aptas para a reprodução no começo da época de acasalamento é cuidar da sua saúde. Um método para verificar a saúde das matrizes é o escore da condição corporal, que atribui uma nota de 1 a 5 para as fêmeas, sendo 1 muito magra e 5 muito gorda. Se mantivermos uma condição média do rebanho de 3,5, teremos bons resultados reprodutivos. Para medir a condição corporal, devemos analisar o acúmulo de gordura em áreas específicas do corpo da fêmea que são: - Na região do lombo, cobrindo a espinha dorsal; - Nas últimas costelas e na caixa torácica; - Na base da cauda (EMBRAPA, 2012).

Figura 3: Exemplos de escore corporal. Escala de 1 a 5



Fonte: Imagem obtida a partir de publicação da empresa PREMIX/2023

Uma forma de avaliar a condição nutricional das matrizes é através do escore corporal, que é uma medida subjetiva da quantidade de gordura e músculo que elas possuem. O escore corporal influencia diretamente na fertilidade e na produtividade das matrizes, pois está relacionado com a atividade hormonal e o metabolismo energético. As áreas que devem ser observadas para determinar o escore corporal são a garupa, o lombo e as costelas (Franco, 2016).

Uma matriz com um escore corporal adequado deve ter essas áreas bem preenchidas, sem excesso ou falta de gordura. Isso indica que ela está apta para manifestar o cio e conceber uma prenhez de qualidade. Portanto, é importante monitorar o escore corporal das matrizes ao longo do ano e fornecer uma alimentação balanceada que atenda às suas necessidades nutricionais (DE CASTRO, 2018).

### 2.3. Eficiência reprodutiva e os índices reprodutivos

A pecuária de corte enfrenta desafios cada vez maiores para se manter competitiva e rentável no mercado. Para isso, é preciso planejar, controlar e gerir a produção e o negócio de forma eficiente e sustentável (ARAÚJO et al., 2012). Nesse contexto, as tecnologias reprodutivas são ferramentas importantes para aumentar a eficiência reprodutiva dos rebanhos, seja selecionando animais férteis ou melhorando a taxa de concepção no início da estação reprodutiva, impactando no desempenho reprodutivo e na longevidade das fêmeas (TORRES-JÚNIOR et al., 2009; SUMMERS, 2019).

Antes de adotar qualquer tecnologia, é preciso conhecer as condições do sistema de produção para depois, fazer uma avaliação da situação e elaboração de estratégias de ação eficazes (TORRES-JÚNIOR et al., 2009; ARAÚJO et al., 2012). É importante medir o grau de eficiência do manejo das fases de produção por meio dos índices zootécnicos, no caso da nossa discussão, principalmente dos índices reprodutivos, que irão refletir a performance reprodutiva do rebanho sob um determinado conjunto de condições ambientais e de manejo (CAMPOS et al., 2013).

Dentre as características que influenciam a eficiência reprodutiva dos bovinos de corte, podemos citar, entre outros índices zootécnicos: a idade ao primeiro parto, intervalo entre partos (PEROTTO et al., 2006; MIRANDA et al., 2010), período de serviço, taxa de concepção, taxa de prenhez, taxa de natalidade, taxa de desmama e taxa de mortalidade (CAMPOS et al., 2013).

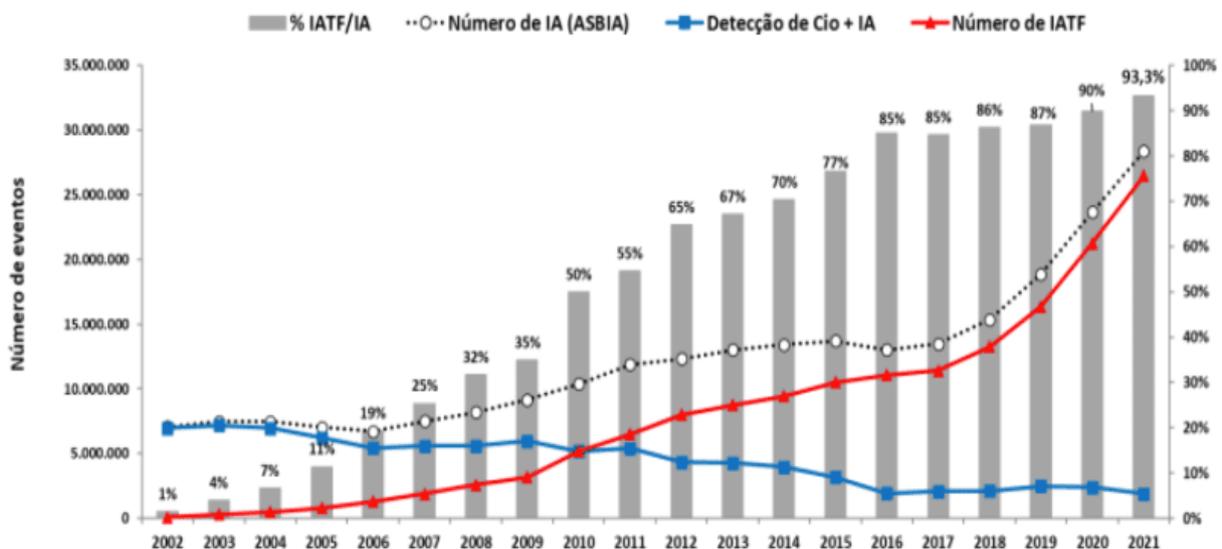
### 2.4. Mercado da IATF no Brasil

O mercado de IATF no Brasil cresceu significativamente em 2021, alcançando um total de 26.480.025 protocolos comercializados, contra 21.255.375 no ano anterior. Esse aumento de 24,6% reflete a adesão dos produtores a essa tecnologia, que representa 93,3% das inseminações realizadas no país, conforme demonstrado na figura 4, elaborada por PORTO (2022). Em seu artigo, PORTO demonstra o número de inseminações artificiais efetuadas, número de IATF realizadas e proporção de IATF em relação ao número de inseminações efetuadas no Brasil em 2002 em bovinos. Foram realizadas por IATF e 6,7% por detecção de cio, reforçando que a IATF oferece

diversas vantagens para a pecuária, como maior eficiência reprodutiva, melhor controle sanitário e genético, e maior rentabilidade (BARUSELLI, 2022).

Assim, a técnica se torna cada vez mais popular e competitiva no mercado brasileiro por oferecer o método que mais favorece o pecuarista em termos de rentabilidade e de desempenho animal (DINIZ, 2023).

Figura 4: Número de inseminações efetuadas entre 2002 e 2022



Número de inseminações artificiais efetuadas (IA; número de doses de sêmen comercializado levando em consideração o Index ASBIA de 2002 a 2021, corrigido para 100% do mercado), número de IATF realizadas (informações disponibilizadas pela indústria de produtos farmacêuticos veterinários) e proporção de IATF em relação ao número de inseminações efetuadas no Brasil em 2002.

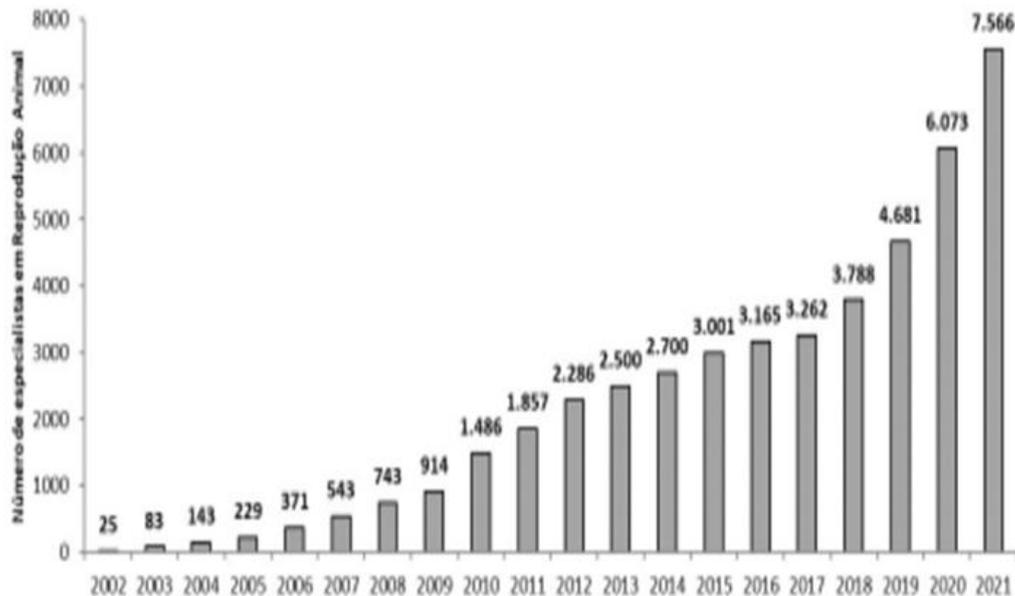
Fonte: VRA/USP, (PORTO 2022)

## 2.5. Impacto econômico da IATF no Brasil

A IATF foi uma estratégia de sucesso para a cadeia produtiva em 2021. O setor contou com o trabalho de 7.566 profissionais especializados em reprodução animal (gráfico 2) que atenderam as fazendas (com uma média de 3.500 IATF por especialista). Estima-se que a IATF gerou um faturamento de R\$ 1,7 bilhões no Brasil. Desse valor, 32% (R\$529,6 milhões) corresponde ao serviço dos profissionais da área, considerando um custo de R\$20 por animal sincronizado. As empresas de sêmen e fármacos ficaram com 68% (R\$1,1 bilhões) do valor total, considerando um

total de 26,5 milhões de IATF realizadas no ano com um custo médio de R\$23 para fármacos de sincronização e R\$20 para dose de sêmen (BARBOSA, 2021).

Figura 5: Número de profissionais que prestam serviços de IATF no Brasil



Fonte: VRA/USP, (PORTO 2022)

Dessa forma, é evidente o aspecto econômico da técnica de IATF no Brasil, sendo a técnica mais lucrativa e ao mesmo tempo viável. Com o progresso da técnica, o mercado de prestadores de serviços de reprodução animal tem exigido profissionais mais qualificados (BARUSELLI, 2022).

## 2.6. Controle do ciclo estral em novilhas

A puberdade é o período em que ocorrem mudanças fisiológicas e hormonais que levam à capacidade reprodutiva dos animais. Nesse processo, as fêmeas bovinas apresentam o primeiro cio, que é acompanhado pela liberação de um óvulo e a formação de uma estrutura chamada corpo lúteo, que produz progesterona (P4), e é essencial para a manutenção da gestação até que o embrião seja reconhecido pela mãe, por volta do 16º ou 17º dia do ciclo estral. As raças taurinas são mais precoces do que as zebuínas e podem iniciar a puberdade entre 6 e 12 meses de idade,

enquanto as últimas demoram entre 18 e 24 meses (LASTER et al., 1976; NOGUEIRA, 2004).

Uma forma de induzir a puberdade em novilhas é usar P4 artificial, que pode ser aplicada na vagina (DIV) ou por injeção (P4i) de longa duração (LA), antes de iniciar um protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Isso diminui a influência do estrógeno, que é produzido pelos folículos nos ovários sobre o hipotálamo, que é a parte do cérebro que controla o ciclo reprodutivo (LIMA et al., 2020; KASIMANICKAM et al., 2020).

O uso de P4 para induzir em novilhas zebuínas tem sido demonstrado por vários estudos (LIMA et al., 2020; KASIMANICKAM et al., 2020). Segundo esses pesquisadores, novilhas Angus (n = 462), de 14 a 16 meses, receberam P4i LA (175 mg i.m.) 48 e 24 dias (grupo 2P4i) ou somente 24 dias (grupo 1P4i) antes do início do protocolo de IATF (D0: DIV P4+BE; D8: eCG, PGF, CE; D10: GnRH nas fêmeas sem cio), enquanto o grupo controle não foi tratado com P4i. Os resultados mostraram que não houve diferença entre os grupos em relação ao escore de trato reprodutivo, taxa de ovulação, concentração sérica de P4 (7 e 14 dias pós IATF) e taxa de prenhez (Controle = 49%; 2P4i = 46%; 1P4i=46%).

Em outro experimento, realizado por GULARTE (2022), com novilhas Brangus (n = 51), de 12 a 14 meses, utilizando o mesmo desenho experimental, mas sem aplicação de eCG no D8 do protocolo de IATF (D0: DIV P4+BE; D8: PGF+CE), também não se observou efeito do tratamento com P4i sobre a taxa de ovulação após o protocolo de IATF, sendo registrados 56,2%, 61,1% e 58,8% de ovulação nos grupos controle, 2P4i e 1P4i, respectivamente

Os resultados obtidos nesses trabalhos sugerem que o tratamento com P4i não melhorou a taxa de prenhez de novilhas Angus, provavelmente porque essas fêmeas apresentavam precocidade reprodutiva e ganho de peso médio diário (GMD; aproximadamente 0,7 kg/dia) adequados durante o período experimental. Assim, concluíram que, em novilhas taurinas com bom GMD, o protocolo convencional de IATF baseado em E2-P4 com uso de eCG é suficiente para obter boas taxas de prenhez. Por outro lado, o tratamento com P4i em novilhas Brangus com peso médio de 302,1 kg no dia da IATF e baixo GMD (0,114 kg/dia) nos 60 dias que antecederam a IATF não aumentou a taxa de ovulação, possivelmente porque essas fêmeas tinham 14 a 16 meses e não atingiram um GMD satisfatório. Além disso, a ausência de eCG

pode ter influenciado negativamente a taxa de ovulação observada (LIMA et al., 2020; KASIMANICKAM et al., 2020; GULARTE, 2022).

PFEIFER e colaboradores (2012) avaliaram os efeitos de diferentes tratamentos hormonais na eficiência da IATF em novilhas cíclicas, baseado no diâmetro do folículo ovulatório a sua influência no tamanho e a função do CL, que por sua vez também afetará a produção de P4 e a viabilidade da gestação. Além disso, estes pesquisadores também observaram que os CL de 7 dias com maior perfusão sanguínea (escores 2 e 3) eram mais volumosos e que a concentração de P4 era superior a 2,39 ng/ml quando o escore de perfusão era  $\geq 1$ , o que justifica a continuidade do estudo com o propósito de testar novas estratégias que favoreçam o crescimento folicular e aumentem as taxas de prenhez na IATF de novilhas taurinas. (VELHO et al., 2022).

## 2.7. Fisiopatologia da ovulação em fêmeas bovinas

Sabe-se que a PGF é produzida em resposta ao pico de LH pré-ovulatório e que sua concentração no fluido folicular aumenta drasticamente cerca de 6 h antes da ovulação. Também é conhecido que os receptores de PGF são mais abundantes no folículo dominante do que nos subordinados, e que sua expressão é estimulada junto com as enzimas envolvidas na ovulação (MORAES ET AL., 2021).

Por isso, essa molécula tem sido investigada como um possível indutor de ovulação. No entanto, no estudo de CASTRO e colaboradores (2021), foi verificado que a administração de PGF por via intramuscular não induziu a ovulação quando combinada com protocolos de sincronização de estro com alto ou baixo nível de P4. Além disso, a maior vascularização do folículo dominante sugere seu efeito local. De forma semelhante, no estudo de MORAES e colaboradores (2021), não foi encontrado efeitos na ovulação e, em vacas tratadas com flunixinmeoglumine (um anti-inflamatório que inibe a síntese de PGF), o tratamento com dinoprost (um análogo de PGF) resultou em diminuição na vascularização folicular e na concentração de PGF no fluido folicular.

Um estudo recente de MORAES e colaboradores (2021), avaliaram o papel da PGF na ovulação de bovinos, aplicando-a por via intrafolicular ou intramuscular. Os resultados mostraram que a PGF não teve efeito sobre o tamanho do folículo pré-ovulatório nem sobre o intervalo entre o tratamento e a ovulação, comparado ao grupo

controle que recebeu solução salina. Além disso, CASTRO e colaboradores (2021), observaram que a PGF não provocou um aumento de LH nem alterou os níveis de estradiol e P4, não causando luteinização folicular. Portanto, puderam afirmar que a PGF sozinha não é suficiente para induzir a ovulação, mesmo sendo produzida localmente antes da ruptura folicular.

O processo de crescimento folicular e de ovulação é multifatorial, sendo dependente de fatores endócrinos, parácrinos e autócrinos, que atuam em diferentes níveis do eixo hipotálamo-hipófise-ovário. Esses fatores regulam a proliferação, diferenciação e função das células foliculares, bem como a maturação e liberação do oócito. A compreensão dos mecanismos envolvidos nesse processo é fundamental para o diagnóstico e tratamento de distúrbios da fertilidade feminina. (CANO et al., 2010).

A produção de corpos cetônicos, como o  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB), é uma consequência do estresse metabólico causado pelo balanço energético negativo, que pode comprometer a recuperação da fertilidade após o parto (RUTHERFORD et al., 2016). O BHB tem um efeito negativo sobre o crescimento folicular e a administração intrafolicular de BHB não alterou a concentração de estradiol nem de P4 e nem a expressão de genes envolvidos na ovulação. MISSIO et al., (2022).sugeriram que o BHB metabolizado pelas células da granulosa, restaurou sua funcionalidade sem afetar a ovulação. Esse resultado indica que o BHB pode ter um efeito diferente dependendo do estado metabólico dos animais.

## 2.8. Abordagens para o controle do ciclo em vacas com cria

Um dos métodos mais utilizados para controlar o ciclo reprodutivo das vacas e aumentar a eficiência da inseminação artificial em tempo fixo (IATF) é o uso de hormônios que atuam sobre o eixo hipotálamo-hipófise-ovário. Entre as opções de combinação de estradiol e progesterona (P4) disponíveis, os dispositivos intravaginais (DIV) são os mais populares, pois permitem sincronizar a emergência folicular e a ovulação com a liberação de progesterona (P4) de forma contínua. Além disso, é necessário aplicar uma dose de prostaglandina F2 alfa (PGF $_{2\alpha}$ ) para induzir a regressão do corpo lúteo, induzindo a luteólise, e facilitar a ovulação do folículo dominante (PEREIRA, 2022). Esses dispositivos são inseridos na vagina das vacas

por um período de 7 a 10 dias, dependendo do protocolo. A PGF2 $\alpha$  pode ser aplicada no início, no meio ou no final do tratamento com o DIV (SILVA, 2021).

Além disso, em vacas com cria geralmente se administra a eCG no momento da remoção do DIV para estimular o crescimento folicular final e aumentar as chances de ovulação e concepção. Por fim, nesses protocolos se adicionam indutores de ovulação, principalmente cipionato de estradiol (CE) ou benzoato de estradiol (BE), opções de menor custo se comparados com análogos do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) (SILVA, 2021).

Um artigo recente de BARBOSA e colaboradores (2022) comparou o efeito de dois protocolos de IATF em vacas nelore pós-parto, usando CE e GnRH em diferentes momentos. Os resultados mostraram que o protocolo CE+GnRH (CE na retirada do implante e GnRH 34 h depois, com IATF às 48 h após CE) aumentou a sincronia da ovulação e a taxa de prenhez em relação ao protocolo CE (63.0% vs. 50.4%, respectivamente).

Por outro lado, em vacas taurinas e sintéticas, não houve diferença entre os protocolos na síntese de P4 pelo CL e na taxa de concepção (n = 430; CE = 51,6%; CE+GnRH = 54,1%) (VELHO et al., 2023 – dados não publicados). Além disso, em vacas taurinas pós-parto tratadas com CE na retirada do implante, verificou-se que a aplicação de GnRH no momento da IATF (48 h após CE) foi benéfica somente nas vacas que não apresentaram estro (grupo GnRH seletivo), em comparação com a aplicação de GnRH em todas as vacas, independentemente do estro (grupo GnRH geral) (BARBOSA, 2022).

Neste estudo, concluiu-se que o uso seletivo de GnRH apenas nas vacas sem estro é mais vantajoso, pois reduz o custo do hormônio e mantém a taxa de concepção similar (n = 454; GnRH seletivo = 56,3%; GnRH geral = 53,4%), demonstrando que a substituição do BE por GnRH é uma alternativa eficaz para sincronizar o estro em vacas destinadas à IATF.

MADUREIRA e colaboradores (2020) compararam o uso de BE ou GnRH no D0 e a aplicação ou não de GnRH na IATF em vacas *Bos indicus*. Eles observaram que o GnRH no D0 aumentou a manifestação de estro, mas não afetou a ovulação. O GnRH na IATF melhorou a prenhez apenas nas vacas que não manifestaram estro e receberam BE/P4 no D0. Já em vacas *Bos taurus*, dados preliminares (não publicados) mostraram que o GnRH pode substituir o BE em vacas com bom escore

de condição corporal (>3,5 em uma escala de 1 a 5), previamente sincronizadas com P4i, sem comprometer o desempenho reprodutivo.

Nesse estudo, três protocolos hormonais distintos (n = 455) foram testados e as taxas de prenhez após a IATF foram superiores a 50% em todos os grupos, mesmo nas vacas que não receberam estradiol em nenhum momento. Não houve diferença no tamanho do folículo dominante, na porcentagem de manifestação de estro e na taxa de prenhez entre os protocolos com e sem o uso de ésteres de estradiol.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma forma de aumentar a taxa de prenhez na IATF é aplicar GnRH no momento da inseminação, pois isso estimula a ovulação e a formação do corpo lúteo. Essa técnica pode ser vantajosa em situações onde o estresse e a nutrição não sejam fatores limitantes para a fertilidade. No entanto, cabe ao profissional avaliar as condições do rebanho e decidir se vale a pena usar essa técnica, considerando os benefícios e os custos para a eficiência reprodutiva e produtividade da propriedade.

Portanto a IATF tem sua grande importância no vasto mercado de produção de carne, trazendo o que há de melhor em material genético. O Brasil é um dos maiores produtores de carne bovina do mundo, aproveitando as condições climáticas favoráveis e a diversidade de forrageiras. Para manter essa produtividade, é essencial investir na seleção e melhoria genética dos animais. A genética é um fator determinante para a qualidade da carne, a resistência a doenças, a adaptação ao ambiente e a eficiência reprodutiva. Por isso, os produtores devem buscar animais com características desejáveis, que atendam às demandas do mercado e contribuam para a sustentabilidade da pecuária.

#### 4. REFERENCIAL BIBLIOGRAFICO

AZEVEDO, C. et al. O protocolo hormonal ovsynch e suas modificações em vacas leiteiras de alta produção: uma revisão. **Archivos de zootecnia**, v. 63, n. 241, p. 173-187, 2014.

BARBOSA, I. P. *et al.* GnRH34: an alternative for increasing pregnancy in timed AI beef cows. **The rriogenology**, v. 179, p. 1–6, 2022.

BARBOSA, D. S. **Inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em bovinos de corte.** 2021. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

BARRETO, J.; FILHO, L.; PERTILE, S.; GRECCO, F.; CASTILHO, C.; MATIAS, B.; REIS, L.; QUEIROZ, G. FSH como Alternativa para Protocolo de Sincronização de Estro Ovino. **Ensaio e Ciência Biológicas Agrárias e da saúde**, 2020. DOI 10.17921/1415-6938.2020V24N1P02-06. Disponível em: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2020V24N1P02-06>. Acesso em 12/11/2023

BARROS, C. M.; MOREIRA, M. B. P.; FERNANDES, P. Pharmacological manipulation of the oestrous cycle to improve artificial insemination or embryo transfer programs. **Arq. Fac. Vet. UFRGS**, Porto Alegre, Brazil, ed. 26(1). p. 179-198, 1998.

BARUSELLI, Pietro Sampaio et al. Evolução e perspectivas da inseminação artificial em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 43, n. 2, p. 308-314, 2019.

BARUSELLI, P.; ABREU, L.; CATUSSI, B.; SANTOS, G.; FACTOR, L.; FELISBINO, A.; FRIGONI, F.; CREPALDI, G. Mitos e realidades sobre a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, 2022.

BATISTA, J. E. **Manual de Inseminação Artificial**. Goiânia: Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Goiás – Seagro, 2008. 29 p.

CONSENTINI, Carlos Eduardo Cardoso e MOTTA, Jéssica Cristina Lemos e PRATA, Alexandre Barbieri. **Manual de inseminação artificial e IATF em bovinos**. . Uberaba, MG: ASBIA. . Acesso em: 12/11/2023. , 2020

CAMPOS, A. M.; LEÃO, K. M.; CABRAL, J. F.; CARVALHO, T. S.; BRASIL, R. B.; GARCIA, J. C. Índices zootécnicos da fase de cria de uma propriedade de gado de corte tecnificada. **Revista Tropic: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 7, n. 1, 2013.

CANO, J.; OLIVERA, A. Señalización Celular en el Folículo Antral Bovino. *Orinoquia.unillanos*, v. 14, p. 178-187, 2010. DOI 10.22579/20112629.80. Disponível em: <https://doi.org/10.22579/20112629.80>. Acesso em 18/09/2023

CASTILHO, E. F. IATF como ferramenta no melhoramento genético de bovinos de leite. *In*: CASTILHO, E. F. **Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) em Bovinos Leiteiros**. 1. ed. Maringá, 2015. cap. 3, p. 100-149. Disponível em: <http://iepec.com/wp-content/uploads/2015/02/inseminacao-capitulo-3.pdf>.

CASTRO, N. Á. *et al.* The role of prostaglandin F2 $\alpha$  on ovulation and LH release in cows. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 58, p. 175001–175001, 2021.

DE CASTRO, F. C.; FERNANDES, H.; LEAL, C. L. V. Sistemas de manejo para maximização da eficiência reprodutiva em bovinos de corte nos trópicos. **Veterinária e Zootecnia**, v. 25, n. 1, p. 41-61, 2018.

DINIZ, W. B. B. *et al.* Utilização de Protocolo de IATF para Aumentar Eficiência Reprodutiva na Bovinocultura de Corte, 2023.

DUTTA, J. Artificial Insemination in Canines: A Review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 9, p. 2417-2421, 2020.

FERNANDES, L.; FIGUEREDO, V.; BEZERRA, A.; MURTA, D.; MURTA, D.; SOUZA, R.; CALDAS, L.; BARBOSA, L. Taxa de prenhez em vacas leiteiras com uso de programa de IATF na região Norte de Minas Gerais. **Brazilian Journal of Devel**, 2019.

FERRAZ, H. T. *et al.* Sincronização da ovulação para realização da inseminação artificial em tempo fixo em bovinos de corte. **PUBVET**, v. 2, n. 12, Art#180, mar. 2008.

FOOTE, R. H. The history of artificial insemination: Selected notes and notables. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 1-10, 2002. E-Suppl\_2.

FRANCO, G. L.; FARIA, F. J. C.; D'OLIVEIRA, M. C. Interação entre nutrição e reprodução em vacas de corte. **Informe Agropecuário**, v. 37, n. 292, p. 36-53, 2016.

GUIMARÃES, M. M. **Como avaliar o escore corporal e melhorar a fertilidade de vacas de cria**. Revista Tortuga Cento Oeste & Norte, 2018. Acesso em: 14/12/2023 às 11:42h.

KASIMANICKAM, R. K. *et al.* Cyclicality, estrus expression and pregnancy rates in beef heifer with different reproductive tract scores following progesterone supplementation. **The riogenology**, v. 145, p. 39–47, 2020.

LASTER, D. B.; SMITH, G. M.; GREGORY, K. E. Characterization of biological types of cattle IV. Post weaning growth and puberty of heifers. **Journal of Animal Science**, v. 43, n. 1, p. 63–70, 1976.

LAZZARI, J. *et al.* Estratégias farmacológicas para a manipulação do ciclo estral de fêmeas bovinas de raças de corte taurinas. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v. 47, n. 2, p. 119-123, 2023.

LIMA, R. S. *et al.* Effect of a puberty induction protocol based on injectable long acting progesterone on pregnancy success of beef heifers serviced by TAI. **The riogenology**, v. 154, p. 128–134, 2020.

MACHADO, R.; BARBOSA, R. T.; BERGAMASCHI, M. A. C. M.; FIGUEIREDO, R. A. A inseminação artificial em tempo fixo como biotécnica aplicada na reprodução dos bovinos de corte. *In*: SEMANA DO ESTUDANTE, 18., 2007, São Carlos. **Resumos**. Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.

MADUREIRA, G. *et al.* Progesterone-based timed AI protocols for Bosindicus cattle II: Reproductive out comes of either EB or GnRH-type protocol, using or not GnRH at AI. **The riogenology**, v. 145, p. 86–93, 2020.

MARTINS, C. F. *et al.* **Inseminação Artificial: uma tecnologia para o grande e pequeno produtor**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009. 30 p. Disponível em: . Acesso em: 23 mai. 2017.

MARTINS, A. C. S. Influência do status e balanço nutricional sobre a reprodução e ocorrência de falhas reprodutivas na vaca de corte. 2021.

MISSIO, D. *et al.* Increased  $\beta$ -hydroxybutyrate (BHBA) concentration affect follicular growth in cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 243, p. 107033, 2022.

MORAES, F. P. *et al.* Prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$  regulation and function during ovulation and luteinization in cows. **The rriogenology**, v. 171, p. 30–37, 2021.

NOGUEIRA, G. P. Puberty in South American Bosindicus (zebu) cattle. **Animal reproduction science**, v. 82, p. 361–372, 2004.

PEREIRA, Cíntia Alves. **Bases fisiológicas da reprodução da vaca e inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em bovinos de corte**. 2022.

PERUCCHI, G., SARTORI, G., SILVA, R., GARCIA, M., JARDIM, R.; FRIAS, D. Avaliação do desempenho reprodutivo de vacas na região do pantanal sul-mato-grossense submetidas a IATF com aplicação de GN-RH. **Nativa**, 2021.

PFEIFER, L. F. M. *et al.* Effect of the ovulatory follicle diameter and progesterone concentration on the pregnancy rate of fixed-time inseminated lactating beef cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 1004–1008, 2012.

PFEIFER, L. F. M. *et al.* **Índice de condição corporal de vacas de corte: relação entre ECC e fertilidade de vacas submetidas a protocolos de IATF**. Porto Velho, Embrapa, 2021.

PORTO, M. L. A. **O uso do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) no momento da inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em bovinos de corte**. 2022. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Departamento de Reprodução Animal, Universidade de São Paulo, Bauru.

PURSLEY, J.R.; MEE, M.O.; WILTBANK, M.C. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 $\alpha$  and GnRH. **The riiogenology**, [s.l.], v. 44, n. 7, p. 915-923, nov. 1995.

REICHENBACH, H.; MORAES, J. C. F.; NEVES, J. P. Tecnologia do Sêmen e Inseminação Artificial em Bovinos. *In*: GONÇALVES, P. B. D.; FIGUEIREDO, J. R.; FREITAS, V. J. de F. **Biotécnicas Aplicadas à Reprodução Animal**. 2. ed. São Paulo: Editora Roca, 2014. Cap. 4. p. 57-82.

RURAL, Serviço Nacional de Aprendizagem. **Inseminação Artificial: Bovinos / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural**. 3. ed. Brasília, SENAR, 2011. 48 p.

RUTHERFORD, A. J.; OIKONOMOU, G.; SMITH, R. F. The effect of sub clinical ketosis on activity at estrus and reproductive performance in dairy cattle. **Journal of dairy science**, v. 99, n. 6, p. 4808–4815, 2016.

SANTOS, S. A. *et al.* Condição corporal, variação de peso e desempenho reprodutivo de vacas de cria em pastagem nativa no Pantanal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 354-360, 2009.

SILVA, R. A.; CARDOSO, R. C.; SILVA, D. M. L. Principais aspectos ligados a aplicação da inseminação artificial na espécie canina. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Laboratório de Reprodução de Carnívoros, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2003. Disponível em: [http://fmv.utl.pt/spcv/PDF/pdf6\\_2003/546\\_53\\_60.pdf](http://fmv.utl.pt/spcv/PDF/pdf6_2003/546_53_60.pdf).

SILVA, Sarah Aryana Barbosa. **Manejo reprodutivo em vacas de corte com uso de inseminação artificial em tempo fixo**, 2021.

TORRES-JÚNIOR, J. R.; MELO, W. O.; ELIAS, A. K. S.; RODRIGUES, L. S.; PENTEADO, L.; BARUSELLI, O. S. Considerações técnicas e econômicas sobre reprodução assistida em gado de corte. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v. 33, n. 1, p. 53-58, 2009.

VELHO, G. DOS S. *et al.* Blood perfusion and diameter of bovine corpus luteum as predictors of luteal function in early pregnancy. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 57, n. 3, p. 46–252, 2022.

VILELA, D. *et al.* **Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos**. Brasília, Embrapa, 2016.