



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS CURITIBANOS
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

Allanis Emanuelli Alves Carneiro

**ESTRATÉGIAS PARA AUMENTAR ÍNDICES PRODUTIVOS EM BOVINOS EM
ANESTRO: Revisão de literatura**

Curitibanos

2023

2023

Allanis Emanuelli Alves Carneiro

**ESTRATÉGIAS PARA AUMENTAR ÍNDICES PRODUTIVOS EM
BOVINOS EM ANESTRO: Revisão de literatura**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Medicina Veterinária do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: Prof., Dr. Vitor Braga Rissi

Curitibanos

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Carneiro, Allanís Emanuelli Alves
ESTRATÉGIAS PARA AUMENTAR ÍNDICES PRODUTIVOS EM BOVINOS EM
ANESTRO: Revisão de literatura / Allanís Emanuelli Alves
Caonãbaçor, Vitor Braga Rissi, 2023.
54 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em
Medicina Veterinária, Curitibanos, 2023.

Inclui referências.

1. Medicina Veterinária. 2. Anestro . 3. Reprodução bovina. I.
Rissi, Vitor Braga. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Medicina Veterinária. III. Título.

Allanis Emanuelli Alves Carneiro

**ESTRATÉGIAS PARA AUMENTAR ÍNDICES PRODUTIVOS EM
BOVINOS EM ANESTRO: Revisão de literatura**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Médica Veterinária e aprovado em sua forma final pelo Curso de Medicina Veterinária.

Curitiba, 07 de Dezembro de 2023.



Prof. Malcon Andrei Martinez Pereira, Dr.
Coordenador do Curso

Banca examinadora



Prof. Vitor Braga Rissi
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Giuliano Moraes Figueiró
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina



M.V. André Lucio Fontana Goetten
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por me guiar durante toda minha trajetória de vida, me capacitando, cuidando, abençoando e ensinando a ser a pessoa que sou atualmente, devo tudo a Ele.

Agradeço a minha família, minha base, meu pai Robsonn, minha mãe Patrícia, e meus irmãos Gabriel e Rebecca, por serem meus principais apoiadores, fonte de toda força durante todas as mudanças e momentos de incerteza. Um exemplo de amor incondicional.

Agradeço também às minhas avós: Lourdes e Elair, e meu avô Diamantino, que são exemplos de batalhadores, e que mesmo com a distância, sempre estão me motivando, acreditando e se preocupando comigo. Ao meu avô Emanuel *in memoriam*, ou “Zito”, pelo amor deixado em minha criação, e pelo exemplo de bondade que com certeza será seguido.

Aos meus tios e tias: Guilherme, Josiane, Alzira, Roger, Elaine e Neuci, que mesmo antes da minha formação já se orgulhavam da sobrinha veterinária. Também a minha tia Niuzete, meu tio Odair, minha bisavó Laura e meu bisavô Walter *in memoriam*, que sempre me acolheram desde criança, fazendo parte do desenvolvimento desse amor pela profissão que escolhi.

Agradeço aos demais familiares pelo amor e apoio que sempre demonstraram por mim, e aos agregados da família, mas não menos importantes, Mayara e Guilherme.

Agradeço também aos meus amigos: Luana, Julia S, Nina, Nanda, Lais, Lauren, Pedro, Igor, Anderson, Marquinhos, Lucas e Laura que, desde o momento em que passei no curso dos meus sonhos, me apoiaram e me recebiam de volta nas férias com um sorriso no rosto e um clima de comemoração por mim.

Agradeço aos meus amigos de Curitiba que estiveram comigo e foram meu apoio nos momentos mais difíceis, desde o início com a Sabrina, Analice, Leila, Carol, Duda, Fabiano, Iggor, Gabriel e Gustavo, e principalmente à família que escolhi e que esteve comigo na minha fase final, momento importante de tanta ansiedade e incerteza: Gonçalo, Mariana, Constanza, Thiago e Eduardo. Um porto seguro no meu coração.

Não posso deixar de agradecer aos meus queridos professores, cada um importante para uma parte do meu conhecimento e formação profissional, mas em

especial aos professores: Grasiela, Giuliano, André, Ernani, Vitor, Barreta, Gustavo, Malcon e Marcy, minha infinita admiração e gratidão.

E também aos profissionais, Médicos Veterinários: Julia, Carol, Vanessa, Gabriele, Diego, Mateus, Vinicius, Luiza, Frederico, Pablo, Rubinho, Marinho, Márcio e Rafael, que com paciência e carinho me proporcionaram oportunidades e vivências únicas, ensinando além dos livros, mas sobre a vida real, despertando meu lado profissional como futura médica veterinária.

Muito Obrigada.

“Loucura é querer resultados diferentes fazendo tudo exatamente igual”

Albert Einstein

RESUMO

O anestro é o estado de inatividade sexual resultante da ausência da dinâmica folicular consistente e ovulação. Pode ser desencadeado por fatores nutricionais, fisiológicos, patológicos ou por fontes dependentes do animal, que podem atuar isoladamente ou de forma conjunta. É considerado o principal distúrbio reprodutivo presente em propriedades de cria, afetando negativamente o retorno econômico por diminuir a eficiência em tornar uma fêmea gestante, aumentando o intervalo entre partos. Existem diversas formas efetivas de retorno da ciclicidade e ovulação em animais acíclicos, como tratamentos hormonais, alteração de manejos, seleção genética, suplementação nutricional, eliminação de fatores de estresse, entre outros. Estas técnicas visam encurtar o período anovulatório, aumentando a rentabilidade das operações de pecuária de corte.

Palavras-chave: Bovinocultura de corte; Reprodução; IATF, Rentabilidade.

ABSTRACT

Anestrus is the state of sexual inactivity resulting from the absence of consistent follicular dynamics and ovulation. It can be triggered by nutritional, physiological, pathological factors or animal-dependent sources, which can act alone or together. It is considered the main reproductive disorder present in breeding properties, negatively affecting the economic return by reducing the efficiency in making a female pregnant, increasing the calving interval. There are several effective ways to return cyclicity and ovulation in acyclic animals, such as hormonal treatments, changes in management, genetic selection, nutritional supplementation, elimination of stress factors, among others. These techniques aim to shorten the anovulatory period, increasing the profitability of beef cattle farming operations.

Keywords: Beef cattle farming; Reproduction; FTAI, Profitability

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fisiologia hormonal do trato reprodutivo da fêmea.....	21
Figura 2 – Dinâmica folicular (Recrutamento, seleção, dominância e atresia).....	22
Figura 3 – Produção de andrógenos em estradiol.....	24
Figura 4 – Efeito do período de serviço (intervalo parto/concepção) no intervalo entre partos.....	27
Figura 5 - Representação esquemática do momento das injeções hormonais, finalidade das injeções hormonais e do momento da IA em protocolos Ovsynch.....	29
Figura 6 - Possíveis protocolos hormonais com a utilização de progesterona e estrógeno em um manejo de IATF.....	32
Figura 7 - Mudanças endócrinas no período pré púbere em novilhas.....	34
Figura 8 - Avaliação de altura de cernelha e profundidade de costela em programas de melhoramento genético.....	40
Figura 9 - A probabilidade de puberdade em % em relação a gordura subcutânea na picanha; B probabilidade de prenhez em em % em relação a gordura subcutânea na picanha.....	41
Figura 10 - Relação entre o peso de novilhas de corte e probabilidade de estarem púberes no início da estação reprodutiva.....	42
Figura 11- Porcentagens de prenhez em vacas com bezerros tratadas com eCG no dia 8 da IATF, variando em 3 grupos de acordo com o estado ovariano no início do tratamento: vacas com CL, vacas com folículos > 8mm de diâmetro, e vacas sem estruturas consideráveis.....	44
Figura 12 - Efeito da condição corporal (escala de 1 a 5) na taxa de prenhez de vacas nelore tratadas com o implante de progesterona, com ou sem a aplicação de 400 IU da eCG no dia da remoção do implante.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
FAO	Food and Agriculture Organization
TRC	Taxa de Remuneração do Capital investido
IATF	Inseminação Artificial em Tempo Fixo
IEP	Intervalo Entre Partos
GNRH	Hormônio Liberador de Gonadotrofinas
FSH	Hormônio Folículo Estimulante
LH	Hormônio Luteinizante
E2	Estrógeno
P4	Progesterona
PGF2 α	Prostaglandina F2 α
ECG	Gonadotrofina Coriônica Equina
BE	Benzoato de estradiol
ECC	Escore de Condição Corporal
CL	Corpo Lúteo
EGPU	Espessura de Gordura Subcutânea na Garupa

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
2.	OBJETIVOS	18
2.1.	OBJETIVO GERAL	18
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1.	FISIOLOGIA REPRODUTIVA DA FÊMEA BOVINA	19
3.1.1.	Dinâmica folicular	21
3.1.2.	Hormônios	23
3.2.	INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO	26
3.2.1.	Sincronização de cio e ovulação	28
3.3.	ANESTRO.....	33
3.3.1.	Pré-puberdade	33
3.3.2.	Gestacional	35
3.3.3.	Pós-parto	35
3.3.4.	Nutricional	37
3.3.5.	Fatores de estresse e fatores patológicos	38
3.4.	ESTRATÉGIAS	39
3.4.1.	Animais Pré-púberes	39
3.4.2.	Fêmeas no período pós parto	43
3.4.3.	Nutricional	46
3.4.4.	Fatores de estresse, fatores patológicos e demais técnicas	47
4.	CONCLUSÃO	49

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, com um número de 224.602.112 cabeças no ano de 2021 segundo o IBGE (BGE, 2021). Apesar disso ainda possui uma produção de carne inferior em toneladas, quando comparado ao Estados Unidos, de acordo com os dados publicados pela Food and Agriculture Organization (FAO, 2022), que demonstram uma deficiência produtiva na pecuária brasileira.

Para otimizar índices produtivos na pecuária de corte, deve-se melhorar o uso de recursos genéticos, sanitários, nutricionais e reprodutivos, aumentando a eficiência biológica, desempenho econômico, além de atrelar a sustentabilidade à produção de carne bovina. A sustentabilidade se dá pela capacidade de suprir as necessidades da população atual, sem provocar escassez dos recursos naturais, possibilitando a capacidade de atender as necessidades das gerações futuras (Costa *et al.*, 2018; Baruselli *et al.*, 2013).

Alguns índices econômicos e zootécnicos são observados em propriedades brasileiras a fim de avaliar a performance econômica das atividades, como a taxa de remuneração do capital investido (TRC). Esta taxa, pode ser melhorada com o incremento dos índices zootécnicos, como os descritos pela Cepea-Esalq/USP/CNA: taxa de mortalidade de cada categoria, intervalo entre partos, taxa de nascimento, taxa de desfrute, idade de descarte de vacas, taxa de descarte de matrizes e reprodutores, idade de abate/venda de machos, período de permanência de machos, taxa de lotação/área útil, e arrobas produzidas/área útil (CEPEA-ESALQ/USP/CNA, 2019).

Para que estes índices produtivos possam ser incrementados, a tecnificação da atividade, treinamentos e assessoria técnica qualificada, somado ao manejo correto dos animais se tornam necessários, resultando em uma atividade competitiva com outras culturas - diminuindo a pressão na abertura de novas fronteiras agrícolas - e com demais mercados mundiais (CEPEA-ESALQ/USP/CNA, 2019).

Uma das maneiras de tecnificar a atividade da pecuária brasileira é a partir da utilização de biotecnologias reprodutivas, entre as quais destaca-se a inseminação artificial em tempo fixo (IATF), importante ferramenta para o melhoramento genético do rebanho, padronizando terneiros, concentrando

nascimentos no melhor momento de oferta de alimento e, principalmente, reduzindo o intervalo entre partos, além de outros benefícios, que visam maximizar a taxa de desfrute e ganho econômico na produção (Baruselli *et al.*, 2019).

O cenário brasileiro atual revela que no ano de 2021 o Brasil bateu o recorde de 26 milhões de procedimentos vendidos para IATF, contabilizados de acordo com a venda de dispositivos farmacêuticos, crescimento de 24,6% do mercado comparado ao ano anterior, demonstrando a consolidação dessa tecnologia (Baruselli *et al.*, 2022). Entretanto, no ano de 2022 o Brasil registra primeiro recuo em 20 anos, com desaceleração de 5,3% no mercado, apesar disso, a adoção da tecnologia ainda se mantém em um alto patamar de animais inseminados por IATF, reforçando a consolidação do emprego da IATF no mercado de inseminação artificial (Baruselli *et al.*, 2023).

A eficiência produtiva em propriedades de cria está associada com a produção de bezerros para produção de carne ou reposição de matrizes, a qual está intimamente ligada à reprodução da fêmea, que deve se tornar gestante o mais cedo possível, com o menor número de coberturas (Baruselli *et al.*, 2013; Bó *et al.*, 2003). Um intervalo entre partos (IEP) considerado ideal zootecnicamente, é de aproximadamente 12 meses, e para que isso seja possível, as atividades reprodutivas devem ser bem estabelecidas, principalmente em fêmeas zebuínas, que possuem seu período de serviço reduzido por possuírem uma gestação mais longa. A principal problemática a ser considerada em um manejo reprodutivo é a alta incidência de diferentes tipos de anestro, que reduzem o desempenho reprodutivo, aumentando o IEP, conseqüentemente diminuindo a eficiência produtiva e o rendimento econômico (Baruselli *et al.*, 2013).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente trabalho é atrelar o impacto do anestro na eficiência reprodutiva e apresentar estratégias hormonais e manejos que visam aumentar índices reprodutivos em bovinos em diferentes tipos de anestro, melhorando o desempenho produtivo e rentabilidade na pecuária de corte.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A partir de uma revisão de literatura, identificar dados atuais de fisiologia reprodutiva na fêmea bovina;
- Destacar a importância do uso estratégico da técnica de IATF e demais manejos que são relevantes no incremento dos índices produtivos;
- Apresentar técnicas que visam aumentar a taxa de desfrute em rebanhos de cria através da retomada da ciclicidade da fêmea.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. FISIOLOGIA REPRODUTIVA DA FÊMEA BOVINA

Os bovinos são considerados poliéstricos anuais, isso significa que podem ciclar o ano todo se em boas condições. Durante o ciclo estral, as fêmeas bovinas só são receptivas ao macho em um curto período de tempo denominado estro: em média 18 horas, com uma faixa de 4 a 24 horas. Por esta razão a compreensão da fisiologia do ciclo estral da fêmea é estritamente necessária quando se objetiva aumentar os índices produtivos dos animais em reprodução (Carvajal; Martinez, 2020; Parreira, 2017; Barros; Ereno, 2004).

O ciclo estral do bovino é marcado pelo intervalo entre dois estros. Tem duração média de 21 dias, com uma faixa de 18 a 24 dias, regulado principalmente por glândulas endócrinas, sendo elas: hipotálamo, hipófise e as gônadas (ovários), que desencadeiam uma série de respostas fisiológicas capazes de controlar a receptividade das fêmeas, a ovulação e uma possível fecundação (Pansani; Beltran, 2009; Carvajal; Martinez, 2020; Parreira, 2017).

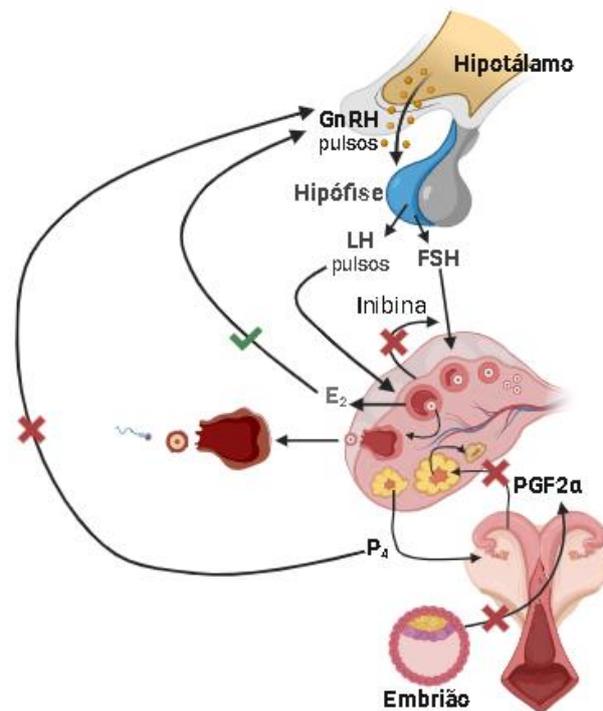
O hipotálamo é responsável por liberar hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) para a adeno-hipófise pelo sistema porta-hipofisário, a qual, estimulada, passa a liberar hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH) (Pansani; Beltran, 2009; Carvajal; Martinez, 2020;). O FSH estimula o recrutamento e crescimento de ondas foliculares nos ovários (foliculogênese), desenvolvendo os folículos primordiais, primários e secundários (Bó *et al.*, 2019; Pansani; Beltran, 2009). Os folículos primordiais, apesar de não possuírem receptores para FSH, possuem para fatores de crescimento que são regulados pelo FSH, desenvolvendo folículos primários e secundários regulados por fatores intra ovarianos (Magalhães *et al.*, 2012). Os folículos terciários, já dependentes de gonadotrofinas, aumentam a atividade esteroidogênica das células da granulosa e da teca, e passam a liberar estrógeno (E₂) e inibina, gerando um feedback na produção de GnRH, aumentando a produção de LH, e um diminuindo a produção de FSH, respectivamente (Pansani; Beltran, 2009; Magalhães *et al.*, 2012).

Os folículos antrais (de terciários a pré ovulatórios) se desenvolvem até certo ponto pela ação do FSH, independentemente da secreção de LH. A seleção do folículo dominante ocorre durante o declínio do FSH, e se mantém mesmo em níveis

basais de FSH. A capacidade de crescimento subsequente e a ovulação é dependente da pulsatilidade de LH (Magalhães *et al.*, 2012; Pansani; Beltran, 2009; Diskin *et al.*, 2002). O LH estimula o amadurecimento do folículo dominante, e este por possuir receptores para LH nas células da granulosa, desencadeia a ovulação após um pico de LH (Pansani; Beltran, 2009; Diskin *et al.*, 2002).

Após a ovulação se inicia um processo de luteogênese, formando um corpo lúteo capaz de secretar progesterona (P_4), hormônio predominante no diestro, responsável por preparar o ambiente uterino e manter a gestação do bovino. (Pansani; Beltran, 2009; Bó *et al.*, 2019). O útero, além de alojar e proteger o embrião e posteriormente o feto, também interage com a dinâmica ovariana através da liberação de prostaglandina $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$). A $PGF2\alpha$ possui função luteolítica e consequente ação na queda na concentração de progesterona quando o animal não está gestante. Quando gestante, o próprio embrião libera interferon-tau, fazendo feedback negativo na liberação de prostaglandinas, mantendo o corpo lúteo e a produção de P_4 como ilustrado na Figura 1 (Pansani; Beltran, 2009; Barros; Ereno, 2004).

Figura 1 – Fisiologia hormonal do trato reprodutivo da fêmea



Fonte: Autorial, 2023.

O ciclo estral da vaca é dividido em quatro fases: proestro, estro, metaestro, e diestro. No proestro, marcado como fase estrogênica, ocorre a maturação folicular; o estro também constitui uma fase estrogênica, e é marcado pela manifestação do cio, no metaestro, marcado como fase progesterônica, ocorre a ovulação e formação do corpo lúteo, e o diestro, também da fase progesterônica, é marcado pela atividade do corpo lúteo e secreção de P4. (Pansani; Beltran, 2009).

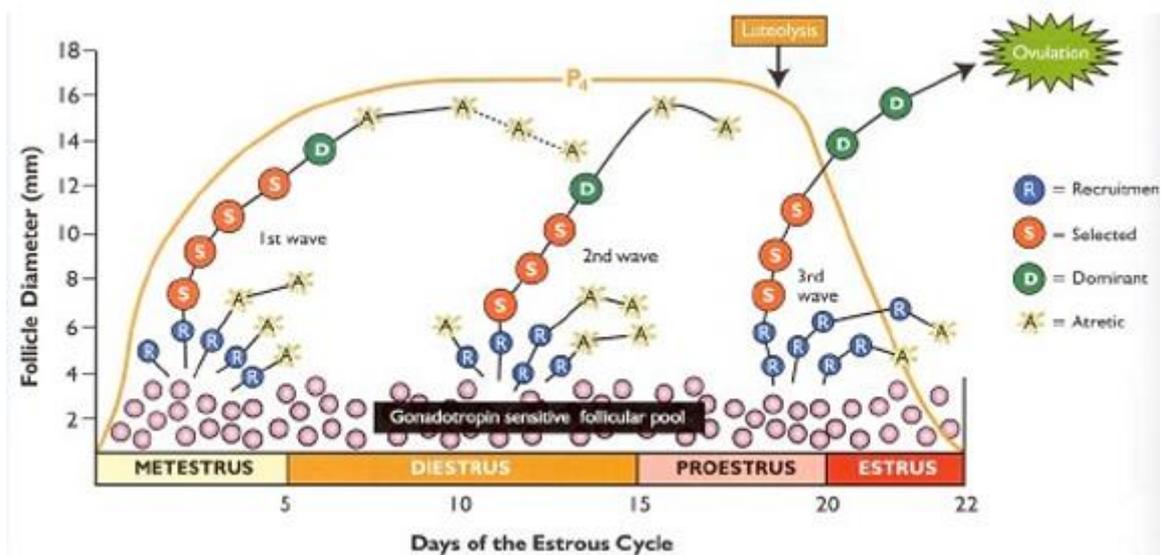
3.1.1. Dinâmica folicular

O desenvolvimento folicular segue a ordem de emergência ou recrutamento, divergência ou seleção, até a seleção de um folículo dominante, regulados pelos hormônios gonadotróficos descritos anteriormente. Na foliculogênese os folículos crescem e se desenvolvem de maneira semelhante, e então se dividem em folículos subordinados e um único dominante sensível a baixos níveis de FSH (Diskin *et al.*, 2002).

O folículo dominante pode se tornar anovulatório quando não exposto ao pico de LH. Isto ocorre geralmente na fase progesterônica no diestro, pois a secreção de P4 nessa fase altera a frequência de pulsos de LH, impedindo a ovulação, gerando um processo de atresia, e perda da dominância, dando início a uma nova onda de crescimento folicular. Nos bovinos a quantidade de ondas em um ciclo varia de duas a quatro ondas foliculares (Pansani; Beltran, 2009; Bó *et al.*, 2019; Diskin *et al.*, 2002).

Para que um folículo dominante consiga se tornar ovulatório, o corpo lúteo da fase de diestro deve sofrer luteólise em resposta a prostaglandina liberada pelo endométrio, diminuindo rapidamente a concentração de P4 para níveis basais. A partir da luteólise, ocorre o incrementando na frequência de pulsos de LH, estimulando o folículo dominante a secretar quantidades crescentes de estradiol, fazendo uma retroalimentação positiva no hipotálamo até o momento que este folículo consiga enfim ovular (Diskin *et al.*, 2002; Barros; Ereno, 2004), como demonstrado na Figura 2 sobre a dinâmica folicular. O folículo dominante possui maior atividade de proteases específicas para fatores de crescimento semelhantes à insulina, o que pode ser a razão da sua maior resposta às gonadotrofinas (Gonçalves, 2015)

Figura 2 - Dinâmica folicular (Recrutamento, seleção, dominância e atresia).



Fonte: Senger (1997).

3.1.2. Hormônios

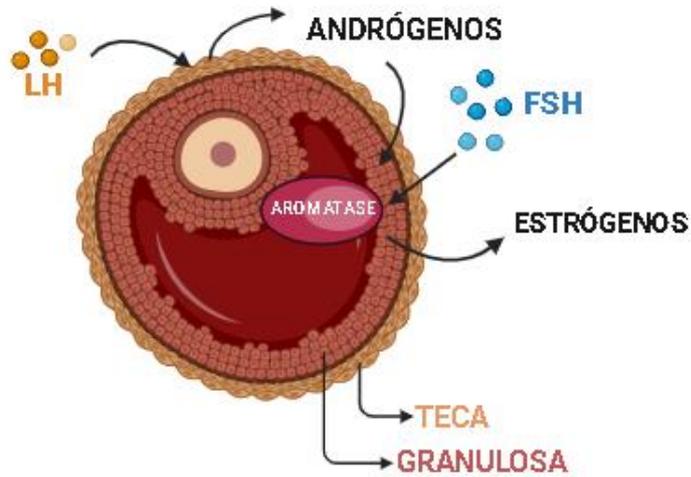
A atividade reprodutiva dos bovinos é regulada pela secreção hormonal das glândulas envolvidas no eixo hipotálamo-hipófise-gonadal (Carvajal; Martinez, 2020). O conhecimento dos principais hormônios envolvidos se faz necessário para o entendimento de diferentes protocolos de sincronização de ovulação.

O GnRH é um decapeptídeo sintetizado no centro tônico e centro pré-ovulatório do hipotálamo por neurônios específicos, e liberado no sistema porta-hipotalâmico-hipofisário pelas extremidades dos axônios de maneira pulsátil. É considerado como um neuro-hormônio de papel central na reprodução animal, pois controla a liberação das gonadotrofinas FSH e LH, regulados por fatores intrínsecos e extrínsecos, sensível ao feedback negativo e positivo do estrógeno, da progesterona e da inibina (Oliveira *et al.*, 2010; Furtado *et al.*, 2011).

O FSH é uma glicoproteína secretada pelas células gonadotróficas da hipófise, reguladas pelo padrão pulsátil do GnRH com baixa frequência e alta amplitude de onda. Atua nas células alvo das gônadas femininas e masculinas, regulando a foliculogênese e a síntese de hormônios esteróides sexuais nas fêmeas, e estimulando o desenvolvimento testicular e a espermatogênese nos machos. (Casarini; Crépieux, 2019). O FSH ligado ao seu receptor interage com outros receptores de membrana, aumentando suas possibilidades de ação. Dentre as funções descritas do FSH estão a promoção da expressão de receptores do LH na superfície das células da granulosa, além de estimular a proliferação destas células, e ativar a enzima aromatase, responsável em converter os andrógenos da teca em estradiol (Casarini; Crépieux, 2019; Silva *et al.*, 2006).

O LH também é uma glicoproteína secretada pelas células gonadotróficas da hipófise, reguladas pelo padrão pulsátil do GnRH com alta frequência e baixa amplitude de onda. Possui receptor nas células da teca e da granulosa, promovendo, juntamente com a ação do FSH, a conversão de andrógenos em estradiol pela teca a partir do colesterol, como demonstrado na figura 3 (Silva *et al.*, 2006).

Figura 3 - Produção de andrógenos em estradiol.



Fonte: Autoral, 2023.

Além de completar a maturação do folículo quando o mesmo transfere a dependência de FSH para LH, os efeitos relatados do LH são: ovulação, indução de cio pela produção de estrógenos, retomada da meiose oocitária, síntese de prostaglandinas, expansão das células do *cumulus* e luteinização das células da granulosa. (Silva *et al.*, 2006; Diskin *et al.*, 2002).

O estrógeno é um hormônio esteróide, sintetizado a partir do colesterol pelas células dos folículos, carregados pela circulação sanguínea por proteínas (Furtado *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2006). Normalmente possui ação de feedback negativo na liberação de FSH, e *feedback* positivo na liberação de LH. Interfere diretamente nos aspectos físicos femininos, além de induzir um comportamento sexual e possuir efeitos anabólicos (Hafez; Hafez, 2004).

A inibina é um peptídeo produzido pelas células da granulosa e liberada pelo folículo. É regulada pela liberação do FSH, sendo responsável pela retroalimentação negativa no hipotálamo, alterando o padrão de síntese de FSH, sem alterar o padrão pulsátil do LH. Isto acontece a fim de estabelecer a dominância folicular (Furtado *et al.*, 2011; Da Silva, 2020).

A progesterona é um hormônio esteróide sintetizado pelas células luteais que, após um período de gestação, passa a ser sintetizada parcialmente pela

placenta. Tem função de preparar o ambiente uterino para uma possível gestação no período de diestro, aumentando a atividade das glândulas endometriais e inibindo a motilidade do miométrio. Responsável também por fazer feedback negativo no centro pré ovulatório do hipotálamo, alterando o padrão pulsátil de LH, inibindo a expressão do cio e impedindo novas ovulações. O LH é a gonadotrofina reguladora da progesterona, pois a partir da ovulação se inicia o processo de luteinização e formação do corpo lúteo (Furtado *et al.*, 2011). Outra ação conhecida da progesterona é a inibição de expressão de receptores para a ocitocina no endométrio, finalizando sua ação durante os dias 10 a 14 do ciclo estral. Após o término da ação da progesterona no endométrio, ocorre um incremento na expressão de receptores para a ocitocina, a qual é responsável pela coordenação da luteólise (Frizzo, 2002).

As prostaglandinas são autacóides produzidas a partir do ácido aracdônico, formadas em quase todos os tecidos do corpo, geralmente com ação local. A prostaglandina de interesse na reprodução é a $PGF2\alpha$, com seus receptores específicos de membrana que ativam a proteína G (Echerría, 2006), e possuem ação na liberação de gonadotrofinas, ovulação, luteólise, indução do parto, motilidade uterina, e transporte de espermatozóides (Bó *et al.*, 2004; Frizzo, 2002).

Altas concentrações e variedades de prostaglandinas são encontradas no líquido amniótico, e aumentam sua concentração no momento do parto ou em casos de aborto, sugerindo que a mesma tenha ação na contração miometrial juntamente com a ocitocina, além de sua ação comprovada no relaxamento da cérvix (Frizzo, 2002). A prostaglandina também é encontrada no líquido seminal, podendo variar em concentração de acordo com o local de deposição seminal da espécie, sendo também encontrada em variados casos patológicos (Frizzo, 2002).

A ação luteolítica da prostaglandina $F2\alpha$ se deve pelo efeito de degeneração dos capilares luteais e conseqüentemente a vasoconstrição dos vasos capilares do corpo lúteo, também a isquemia do endométrio, causando regressão imediata do corpo lúteo e regressão nas concentrações de progesterona para concentrações basais dentro de 24h (Frizzo, 2002; Diskin *et al.*, 2002). A liberação de prostaglandina pelo endométrio é desencadeada pela secreção de ocitocina pela hipófise e também pelo corpo lúteo, capazes de agir nas células glandulares do endométrio estimulando a liberação de $PGF2\alpha$. A mesma chega nos ovários pela

associação das paredes da veia uterina e a artéria ovárica. A progesterona também tem um papel importante na liberação de prostaglandina uterina, pois estimula o endométrio para que armazene grandes quantidades de fosfolipídios e incremente a atividade enzimática da ciclooxygenase (Frizzo, 2002; Da Silva, 2020).

Possuem uma meia vida curta, e devem ser utilizadas em um momento de maturidade do CL para que tenha adequada ação luteolítica. Segundo BÓ *et al.*, 2004, a aplicação precoce de PGF2 α , 5 a 6 dias após o estro, não é capaz de influenciar em uma resposta luteolítica, sendo indicado seu uso somente após esse período.

A eCG (Gonadotrofina coriônica equina) é produzida nos cálices endometriais da égua gestante e é a única gonadotrofina capaz de se ligar em receptor de LH e FSH, gerando uma resposta tanto folículo estimulante como luteinizante, promovendo crescimento, maturação e ovulação do folículo. A ação da eCG pode ser observada mesmo em animais que possuem comprometimento na liberação de gonadotrofinas, como animais em anestro (Baruselli *et al.*, 2008).

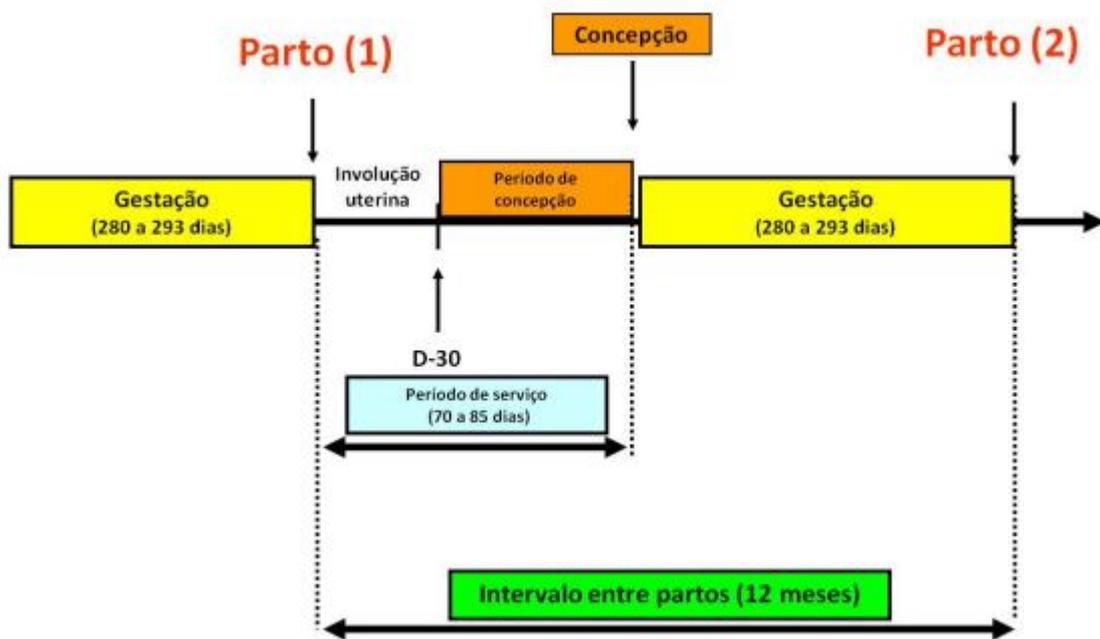
3.2. INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO

Baseia-se em diferentes protocolos com a utilização de hormônios comerciais, a fim de manipular o ciclo estral natural das fêmeas em reprodução, controlando a dinâmica folicular e a ovulação. Pode ser usado para retirar as fêmeas do anestro e dispensar a observação de cio através da sincronização das fêmeas, a fim de melhorar o manejo de inseminação artificial (IA) com um tempo pré determinado em um mesmo lote com um grande número de animais (BÓ *et al.*, 2019; Baruselli *et al.*, 2013; Baruselli *et al.*, 2019).

Entre as vantagens da IATF, observamos: a diminuição o IEP para que a fêmea atinja o índice de um bezerro ao ano, possibilitando que as fêmeas com uma adequada involução uterina sejam inseminadas logo após o período de espera voluntária, emprenhando entre 70 a 85 dias pós-parto, como demonstrado na Figura 4, reduzindo assim o impacto do anestro pós-parto; elevar a taxa de serviço e de prenhez, além de resultar em menores números de descarte desnecessários de fêmeas (Baruselli *et al.*, 2013; Bó *et al.*, 2019; Bó; Cutaia, 2005).

A IATF também permite a concentração de nascimentos em épocas de melhor pastagem, otimização de mão de obra da propriedade e utilização de reprodutores comprovados, melhorados geneticamente, com maior intensidade de seleção, aumentando a confiabilidade nas diferenças esperadas na progênie (DEP) e qualidade do bezerro, que desmame com um maior peso (Baruselli *et al.*, 2019; Alencar, 2004).

Figura 4 – Efeito do período de serviço (intervalo parto/concepção) no intervalo entre partos.



Fonte: Baruselli *et al.*, (2013)

A IATF pode ser usada em conjunto com outras ferramentas, como o uso de monta natural, observação de cio e IA, e ressincronização, além da possibilidade de agregar valor ao produto quando atrelado a tecnologia de sêmen sexado (Baruselli *et al.*, 2013).

3.2.1. Sincronização de cio e ovulação

Há uma variedade de opções de protocolos disponíveis no mercado para sincronizar cio e ovulação de fêmeas bovinas, trazendo eficiência produtiva e de manejo as propriedades, dentre eles: uso de prostaglandinas, análogos do GnRH, progestágenos e estrógenos.

3.2.1.1. Protocolo com prostaglandina

A PGF₂ α e seus análogos sintéticos são utilizados em protocolos de sincronização de cio por sua função luteolítica, promovendo a regressão do CL e, na ausência de fertilização, iniciando um novo ciclo. (Hafez; Hafez, 2004). As prostaglandinas possuem ação efetiva quando há a presença de um CL funcional, ou seja, entre os dias 6 e 16 do ciclo, o momento da ovulação irá depender do estágio de desenvolvimento do folículo dominante no momento da luteólise induzida. Esta situação causa um baixo grau de sincronia entre as fêmeas, uma vez que as mesmas se encontram em diferentes etapas do ciclo, entretanto, a manifestação do cio e a ovulação pode se dar após dois a cinco dias da aplicação (Parreira, 2017; Bó *et al.*, 2003).

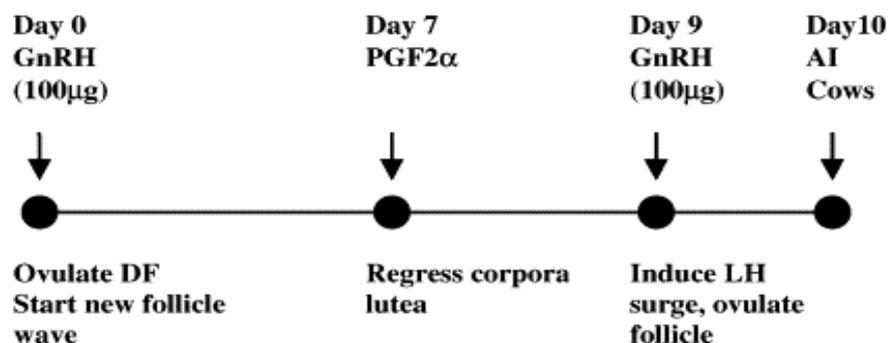
Uma das maneiras de se obter maior sincronia com este protocolo, é com a realização de uma segunda aplicação de PGF₂ α em um intervalo de 11 a 14 dias, permitindo que a maior parte das fêmeas desenvolvam um CL responsivo a esta aplicação (Parreira, 2017; Silveira, 2010; Bó *et al.*, 2004). Apesar do tratamento ser comumente utilizado, Bó *et al.*, 2019 relata o problema com o variável intervalo entre o tratamento com a PGF₂ α e a expressão do cio, tornando obrigatório a observação exata do cio para realização da IA, impossibilitando o uso de protocolos em tempo fixo, além de não sincronizar animais em anestro (Bó *et al.*, 2003). Outra alternativa para sincronização de animais com a prostaglandina é pela associação com dispositivos de progesterona, administrando a prostaglandina entre 24 a 48 horas antes da retirada da fonte de progesterona, incrementando a resposta de sincronia de estro de acordo com Silveira, 2010.

3.2.1.2. Protocolos com GnRH

O tratamento com GnRH exógeno é usado para indução de ovulação em animais que apresentam uma seleção do folículo dominante. Por sua ação de aumentar LH e FSH endógeno, o GnRH sincroniza o surgimento de uma nova onda folicular em animais cíclicos (Bó *et al.*, 2004; Diskin *et al.*, 2002). Em animais em que ainda não está estabelecida a dominância folicular, o GnRH não é capaz de atuar na progressão da onda folicular, possivelmente pela falta de receptores de LH em folículos ainda em crescimento (Silveira, 2010). Em casos de ausência de ovulação, o GnRH pode causar uma atresia folicular, sincronizando uma nova onda de crescimento dentro de dois a três dias (Diskin *et al.*, 2002; Silveira, 2010). Dentro dos protocolos que utilizam o GnRH, podemos destacar o Ovsynch e o Co-synch.

O protocolo de Ovsynch (Figura 5) consiste na aplicação de GnRH no dia 0 com intuito de induzir pico de LH, ovulação e luteinização, estimulando um novo crescimento de onda folicular, seguido da aplicação de PGF2 α no dia 7, capaz de iniciar o processo de luteólise e diminuir a concentração de progesterona endógena, além de mais uma aplicação de GnRH no dia 9 do protocolo, gerando um pico de LH novamente, e sincronizando a ovulação do novo folículo dominante. Neste protocolo a IA é feita após 16h da aplicação do segundo GnRH, representado na Figura 5 (Bó *et al.*, 2004; Diskin *et al.*, 2002).

Figura 5 - Representação esquemática do momento das injeções hormonais, finalidade das injeções hormonais e do momento da IA em protocolos Ovsynch



Fonte: DISKIN *et al.* (2002)

Uma das maneiras de se reduzir os custos do protocolo ovsynch é com o uso de Benzoato de Estradiol (BE) no lugar da segunda aplicação de GnRH, induzindo o pico pré-ovulatório de LH e ovulação, entretanto, 10 a 12 horas mais tarde quando comparado ao protocolo original (Barros; Ereno, 2004).

Nos protocolos Co-synch, a IA é realizada no momento da segunda aplicação de GnRH (Bó *et al.*, 2004). Bó *et al.* (2004) afirma que o protocolo Ovsynch é mais eficiente em vacas do que novilhas, pela dificuldade de induzir a ovulação do folículo dominante após a primeira aplicação de GnRH, resultando em uma sincronização ruim no final do protocolo nesta categoria. Os protocolos com base de GnRH não são indicados em animais em anestro, provavelmente pela baixa taxa de ovulação no primeiro tratamento de GnRH, resultando em baixas taxas de prenhez. A eficiência reprodutiva deste protocolo pode ser melhorada com um duplo protocolo de Ovsynch, ou pela associação do uso de um dispositivo de progesterona, melhorando as taxas produtivas do rebanho (Bó *et al.*, 2004).

3.2.1.3. Protocolo com progesterona e estrógeno

Os esteróides, como progesterona e estrógeno, podem ser utilizados com o intuito de sincronizar ondas foliculares (Diskin *et al.*, 2002). Fisiologicamente, a concentração de estrógeno aumenta durante o desenvolvimento da primeira onda folicular, entretanto logo diminui rapidamente para concentrações basais até a fase folicular, na qual aumenta novamente sua secreção.

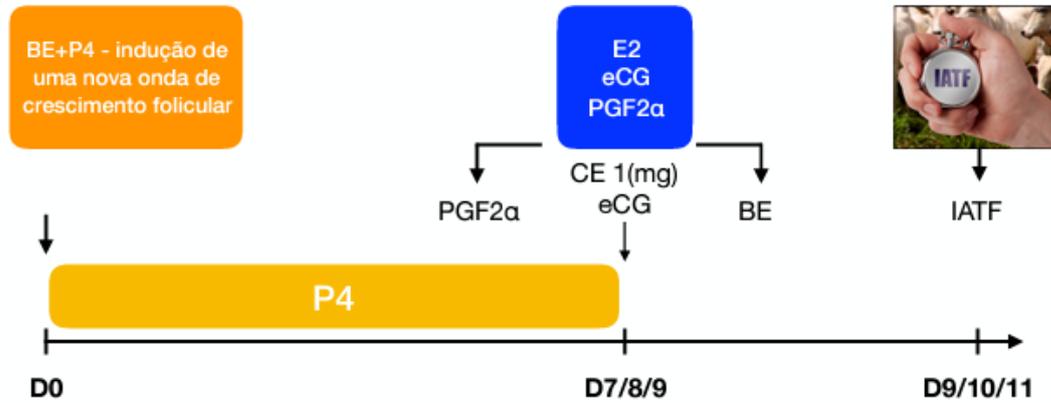
Durante o metaestro a P4 inibe o crescimento do folículo dominante e a ovulação por suprimir as frequências de pulso de LH. O estradiol por si só tem efeitos marginais de feedback negativo sobre o LH, sendo o uso concomitante de progesterona necessário para sincronizar a emergência folicular. A associação destes hormônios induzem a onda folicular 3 a 6 dias após o tratamento, suprimindo o LH, encerrando a onda existente e iniciando um novo surgimento folicular, além de evitar que o estradiol exógeno induza a ovulação se administrado durante a fase folicular. O tratamento é aplicável em grupos de fêmeas em fases do ciclo estral aleatórias (Diskin *et al.*, 2002; Bó *et al.*, 2003).

Uma das opções de associações hormonais consiste na utilização de um implante de progesterona intravaginal por 7, 8 ou 9 dias dependendo da categoria trabalhada, associado com a administração de estradiol (BE) no dia 0 do protocolo (Bó *et al.*, 2003). Associado ao tratamento, aplica-se PGF2 α a fim de garantir a inexistência de fontes endógenas de P4 no dia da remoção do implante. A ovulação é induzida pela aplicação de baixas doses de estradiol, podendo o protocolo ser alterado de acordo com a categoria trabalhada e pela preferência entre diferentes apresentações hormonais (Bó *et al.*, 2003).

A utilização de eCG no protocolo de progesterona e estrógeno se mostrou benéfica na estimulação do crescimento folicular e na qualidade do CL formado após a ovulação, que passará a secretar maiores concentrações de progesterona, proporcionando melhores condições de crescimento embrionário, reconhecimento materno da gestação, e conseqüente incremento em índices de prenhez, mesmo em animais em anestro (Baruselli *et al.*, 2003; Bó *et al.*, 2019; Bó *et al.*, 2003; Baruselli *et al.*, 2008). Baruselli *et al.* (2008), também menciona que o uso de eCG em novilhas na retirada do dispositivo estimula um incremento na ovulação, aumentando a taxa de prenhez neste grupo. O uso de eCG não interfere no intervalo entre a retirada do dispositivo e a IA (Baruselli *et al.*, 2008).

A inseminação artificial é feita 48h após a remoção do dispositivo de progesterona e pode ser acompanhada da aplicação de GnRH como indutor de ovulação (Bó *et al.*, 2003). Um exemplo de protocolo hormonal de IATF pode ser demonstrado na Figura 6.

Figura 6 - Possíveis protocolos hormonais com a utilização de progesterona e estrógeno em um manejo de IATF



Fonte: Rissi (2023)

Deve-se ater na utilização correta de cada hormônio, em razão de cada molécula possuir uma meia vida diferente, alterando o protocolo de IATF, como por exemplo o uso dos diferentes tipos de estrógeno (benzoato de estradiol, cipionato de estradiol ou valerato de estradiol) (Bó *et al.*, 2003). A concentração correta também deve ser regulada de acordo com cada apresentação comercial e categoria animal trabalhada.

Em novilhas a ausência de folículos com um bom diâmetro ao final do protocolo pode estar associada com o uso de progesterona, uma vez que doses elevadas de progesterona tendem a diminuir a posterior expressão do LH, enquanto que concentrações baixas, com dispositivos de segundo uso ou de baixa concentração, tendem a estimular as frequências de pulso de LH e a produção de estrógeno, atingindo um diâmetro maior do folículo dominante na ovulação, melhorando resultados pelo ajuste do protocolo para essa categoria (Bó *et al.*, 2003; Rodrigues *et al.*, 2012; Ereno *et al.*, 2007).

3.3. ANESTRO

O anestro é o estado de inatividade sexual do animal resultante da ausência de atividade ovariana consistente, na qual, apesar da ocorrência do desenvolvimento folicular, nenhum dos folículos que inicia o seu crescimento resulta em ovulação (Baruselli *et al.*, 2013; Rabassa *et al.*, 2007). A ocorrência de anestro pode se dar por diversas razões, desde fatores ambientais, psicológicos, de manejo ou até os fatores dependentes do animal, podendo agir de maneira isolada, ou em conjunto (Baruselli *et al.*, 2013; Baruselli *et al.*, 2008; Rabassa *et al.*, 2007).

O anestro é o principal fator afeta de maneira negativa o desempenho reprodutivo dos animais criados no território brasileiro, principalmente devido ao fato do rebanho ser formado majoritariamente por gado zebuino, que possuem um anestro mais acentuado comparado ao gado europeu (Baruselli *et al.*, 2004; Ereno *et al.*, 2007).

3.3.1. Pré-puberdade

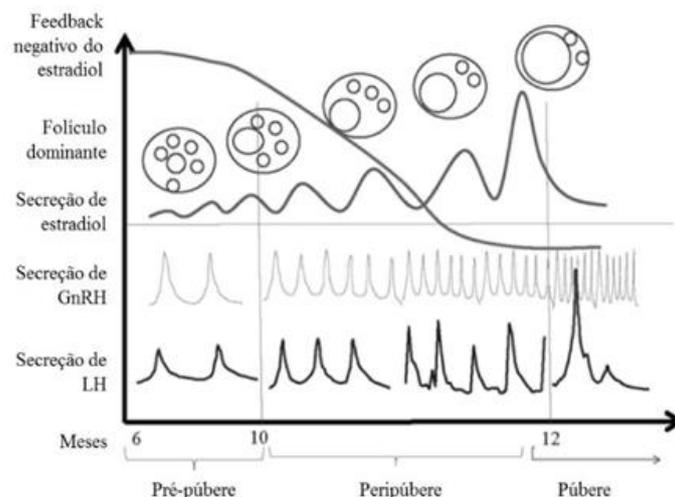
A puberdade é marcada pela primeira ovulação da fêmea, geralmente atingida com aproximadamente 9 a 15 meses variando com a raça. As fêmeas leiteiras são mais precoces quando comparadas aos animais de corte, e no corte ainda há variações de acordo com a genética, na qual as fêmeas taurinas manifestam a puberdade entre 10 a 15 meses, enquanto as zebuínas entre 22 a 36 meses (Cavajara; Martinez, 2020; Rodrigues, 2012).

O período de maturação sexual da fêmea pode ser dividido em quatro fases: um período infantil que é contemplado até os dois meses, com baixos níveis de LH, conseqüente da baixa resposta da hipófise ao GnRH, aumentando essa produção e resposta gradativamente (Cavajara; Martinez, 2020; Rodrigues, 2012). Período de desenvolvimento, dos dois meses até os seis meses de idade, em que há maiores concentrações de gonadotrofinas do que o período anterior, aumentando a secreção de estrógeno pelos folículos, inibindo a secreção de gonadotrofinas pela retroalimentação negativa do estradiol (Cavajara; Martinez, 2020; Rodrigues, 2012 Day *et al.*, 1984).

Fase estática ocorre aos seis meses até os dez meses, as novilhas apresentam uma dinâmica com ondas foliculares de dominância transitória, embora não ocorra a ovulação, pois as concentrações de LH permanecem baixas em consequência do mecanismo do hipotálamo bloquear a reprodução por sua alta sensibilidade ao feedback negativo do estradiol, mesmo que em baixas concentrações, comprovado pela observação de que novilhas ovariectomizadas apresentam concentração elevada de LH circulante. (Cavajara; Martinez, 2020; Rodrigues, 2012; Gonçalves, 2015).

A peri puberdade ocorre aproximadamente 50 dias antes da puberdade, na qual ocorre uma diminuição gradativa na quantidade de receptores de estradiol na maturação do hipotálamo. Logo ocorre o aumento na liberação de GnRH pelo hipotálamo, e consequente crescimento folicular, seguido do aumento na secreção de LH em níveis que resultarão em um aumento no estradiol, estimulando a hipófise a liberar picos pré ovulatórios de LH. Isto resulta em uma completa ativação do eixo gonadotrófico, e na ovulação do folículo dominante (Cavajara; Martinez, 2020; Rodrigues, 2012; Freitas, 2015). As mudanças endócrinas que resultam na maturidade sexual das fêmeas estão descritas na Figura 7.

Figura 7 - Mudanças endócrinas no período pré púbere em novilhas



Fonte: Freitas (2015).

A foliculogênese ocorre mesmo em todas as categorias de fêmeas, mesmo as que estão em desenvolvimento fetal, sendo a ovulação o ponto crítico a ser

considerado, a fim de induzir um folículo dominante à ovulação (Gonçalves, 2015). Após a ovulação, há a formação de um CL, que pode sofrer luteólise precocemente, antes do décimo primeiro dia do ciclo estral, gerando um intervalo entreaios mais curto (Rodrigues, 2012). Durante a puberdade, a fêmea bovina passa por alterações fisiológicas como o aumento rápido do tamanho do útero, cérvix e vagina (Freitas, 2015). A puberdade em fêmeas pode ser atrasada pela supressão a pulsatilidade de LH, sendo a nutrição inadequada o principal fator responsável por esse atraso (Rodrigues, 2012).

3.3.2. Gestacional

A gestação ocorre quando o embrião sinaliza sua presença no útero pela liberação de interferon- τ ao endométrio, prolongando o período funcional do corpo lúteo e conseqüente produção de progesterona. O interferon- τ age sob os receptores endometriais da progesterona, inibindo receptores de estrógeno, ocitocina e também inibindo a resposta imune contra o embrião implantado, possibilitando que o mesmo se desenvolva até o momento do nascimento (Frizzo, 2002).

A secreção da progesterona pelo CL prolongado, inibe receptores de LH, e por mais que o crescimento folicular ainda ocorra durante esse período, os folículos não conseguem chegar em um ponto de dominância e ovulação. Outra fonte de progesterona presente durante a gestação é fornecida através da placenta, porém de forma insuficiente para manter a gestação nos bovinos (Cunningham, 2014).

3.3.3. Pós-parto

O período pós-parto é marcado pela conclusão da gestação até o primeiro ciclo fértil com formação de CL com duração normal (Frizzo, 2002; Bó; Cutaia, 2005). É considerado um período crítico em algumas categorias, uma vez que a fêmea bovina deve criar um bezerro saudável, produzir quantidade adequada de leite e restabelecer a fertilidade pela involução uterina e restauração da atividade sexual, a fim de conceber uma nova gestação (Baruselli *et al.*, 2008; Frizzo, 2002).

Durante o pós-parto, a presença de estrógeno produzido pelos folículos,

mesmo que em concentrações basais, respondem de maneira negativa na liberação de pulsos de GnRH, situação contrária quando comparada em animais cíclicos (Oliveira *et al.*, 2010). A dinâmica de crescimento folicular é observada em toda gestação e após o nascimento do bezerro, porém sem desenvolvimento além do diâmetro da divergência folicular, evidenciando a ausência ou a inadequada pulsatilidade de LH, não sendo possível observar mudanças na secreção de FSH (Bó *et al.*, 2003; Baruselli *et al.*, 2008).

Logo após o parto ocorre um aumento na secreção de FSH, entretanto a ovulação só ocorre após a pulsatilidade adequada de LH (aproximadamente 1 pulso/h), a qual leva a formação de um folículo dominante que produz estradiol, um pico de LH, ovulação e formação de um CL funcional (Bó *et al.*, 2003; Baruselli *et al.*, 2008; Bó *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2010). O restabelecimento da pulsatilidade de LH ocorre em aproximadamente 30 dias após o parto, entretanto pode ser comprometido pela condição nutricional do animal e pela amamentação (Baruselli *et al.*, 2008). No pós-parto é comum a ocorrência de queda do escore de condição corporal, afetando consideravelmente a reprodução da fêmea e o retorno da ciclicidade (Bó *et al.*, 2019). Atualmente no Brasil é possível notar um longo período de anestro pós-parto tanto em raças taurinas quanto zebuínas, no qual grande parte dos animais não ultrapassam 6 mm de diâmetro folicular mesmo após 6 meses do nascimento do bezerro, podendo ser explicado pelo manejo inadequado do animal durante este período (Baruselli *et al.*, 2008; Bó *et al.*, 2019).

A lactação e o vínculo mãe-filho são fatores que podem inibir a ovulação em uma fêmea bovina. Isto ocorre pela secreção de um peptídeo opióide hipotalâmico (β -endorfina) durante a amamentação, que apesar de não possuir receptor nos neurônios responsáveis pela secreção de GnRH, seus receptores são coexpressados em nos neurônios hipotalâmicos, sendo capaz de reduzir a liberação de GnRH e a secreção de LH, inibindo a maturação do folículo e a ovulação (Baruselli *et al.*, 2008; Bó *et al.*, 2003; Gonçalves, 2015). Segundo Rabassa *et al.* (2007) a mamada do terneiro aumenta a sensibilidade do feedback negativo do estradiol no hipotálamo, induzindo a fêmea ao anestro pelo mecanismo descrito anteriormente. A fêmea identifica seu bezerro pela visão, tato, olfato e estímulos auditivos, suprimindo o eixo hipotálamo-hipófise-gonadal independentemente dos

estímulos neurosensoriais no úbere e sua relação prolongada com o bezerro pode prolongar o anestro pós-parto, sendo o efeito mais pronunciado em vacas subnutridas (Baruselli *et al.*, 2008; Oliveira *et al.*, 2010; Bó; Cutaia, 2005).

3.3.4. Nutricional

De acordo com BÓ *et al* (2019), aproximadamente 80% dos casos de anestro e variações na fertilidade ocorrem por consequência de fatores ambientais, dos quais 50% têm relação com a nutrição animal. O inadequado fornecimento energético de alimentos contribui para o comprometimento da atividade ovariana, de forma que quando o organismo entra em balanço energético negativo, as funções vitais e a produção do leite são priorizadas em relação às funções reprodutivas (Baruselli *et al.*, 2008).

O resultado se mostra na supressão da liberação do GnRH, e da não ativação do eixo hipotalâmico gonadal por diversos fatores, dentre eles a diminuição nas concentrações de leptina, peptídeo produzido pelo tecido adiposo, a qual está relacionada com a secreção de GnRH provavelmente por seus estímulos intermediários que induzem a secreção do neuropeptídeo y ou pela kisspeptina que se liga ao neurônios GnRH, sendo que sua supressão resulta na diminuição da liberação do GnRH, a da frequência de pulsos de LH, alterando a atividade ovariana (Baruselli *et al.*, 2008; Rodrigues, 2012; Catussi *et al.*, 2023; Freitas, 2015). Além da leptina, alguns fatores metabólicos como o hormônio de crescimento, insulina, e fator de crescimento semelhante à insulina (IGF) são importantes mediadores da produção de gonadotrofinas e no desenvolvimento folicular ovariano nas fêmeas em reprodução (Rabassa *et al.*, 2007). O IGF-I atua de maneira sinérgica com as gonadotrofinas e crescimento folicular e, juntamente com IGF-II, estimula a proliferação das células da granulosa, a atividade da aromatase e a síntese de progesterona (Salmazo *et al.*, 2008).

Bó *et al* (2019) afirma que o escore de condição corporal (ECC) em que animal se encontra interfere diretamente na concentração circulante de LH e que vacas com baixa condição corporal dificilmente respondem a protocolos de sincronização de estro, pela diminuição dos receptores hormonais no momento em que o tratamento for iniciado. Em novilhas pré púberes, a restrição energética afeta

negativamente a função de precocidade sexual e idade à puberdade, diminuindo diâmetro folicular e persistência de folículos dominantes (Bó *et al.*, 2003; Rodrigues, 2012). Já em vacas nesta condição pós-parto, é possível observar a presença de grandes folículos ovarianos (Bó *et al.*, 2003). A nutrição é uma das principais preocupações dentro de um protocolo que visa aumentar a fertilidade de fêmeas, pois além de aumentar o período de anestro, pode também influenciar na taxa de perdas embrionárias (Bó *et al.*, 2003; Catussi *et al.*, 2023).

3.3.5. Fatores de estresse e fatores patológicos

Os fatores de estresse podem ser observados como indicadores de alteração de bem-estar animal e a relação do estado físico, mental e do comportamento natural do animal. São responsáveis por alterar funções fisiológicas como: o aumento das frequências respiratória e cardíaca, aumento na pressão arterial, elevação do nível sanguíneo de cortisol e glicose, atividade adrenal e a resposta imunológica reduzida, comprometendo sua sobrevivência, produção e reprodução, além de gerar abortos, comportamento de aversão e estereotípias (Broom; Molento, 2004; Soares, 2021). O cortisol é um hormônio esteroide produzido pela adrenal, que interfere diretamente no hipotálamo e na hipófise, e conseqüentemente na produção de gonadotrofinas e no ciclo estral (Soares, 2021). De acordo com Bó *et al.* (2003), a exposição dos animais a fatores de estresse, afeta a frequência e amplitude dos pulsos de GnRH e das gonadotrofinas, causando um atraso na ciclicidade reprodutiva e no pico de produção de LH, diminuindo a expressão e a incidência do estro.

Existe uma variedade de fatores patológicos que afetam os ovários dos bovinos capazes de influenciar a dinâmica folicular. Podem ser causados por manejos inadequados ou até mesmo por uma predisposição genética ou individual (Horta, 2000; Peligrino *et al.*, 2008).

A síndrome do fígado gorduroso é um exemplo de patologia que tem sido estudada em vacas leiteiras, demonstrando que a gordura acumulada nos hepatócitos inibem a secreção de IGF1 pelo fígado, necessário para completar o crescimento e a maturação dos folículos, influenciando diretamente na atividade

ovariana normal (D'occhio; Baruselli; Campanile, 2019)

Outro fator que deve ser considerado é o de senescência, que ocorre na medida que o animal envelhece e pode determinar algumas falhas reprodutivas, como por exemplo, o repouso ovariano causado pela organização da conjuntiva ovariana, seguido de uma alteração progressiva funcional das diferentes células endócrinas. Isto acaba diminuindo a secreção hormonal, levando a uma inatividade ovariana, ou atividade insuficiente (Pelegriño *et al.*, 2009).

Sabe-se que fêmeas que passaram por alguma complicação uterina no pós-parto tais como: distocias, retenção de placenta, infecções, cetose e hipocalcemia, possuem um período de inatividade ovariana maior quando comparada a fêmeas saudáveis (Rabassa *et al.*, 2007). As principais patologias ovarianas relatadas são: inflamações, hiperplasias adenomatosas, cistos luteais e foliculares, aderência tubo ovariana, além de fatores carcinogênicos associados às células ovarianas (Ramos *et al.*, 2010).

3.4. ESTRATÉGIAS PARA RETIRADA DO ANESTRO EM BOVINOS

3.4.1. Animais Pré-púberes

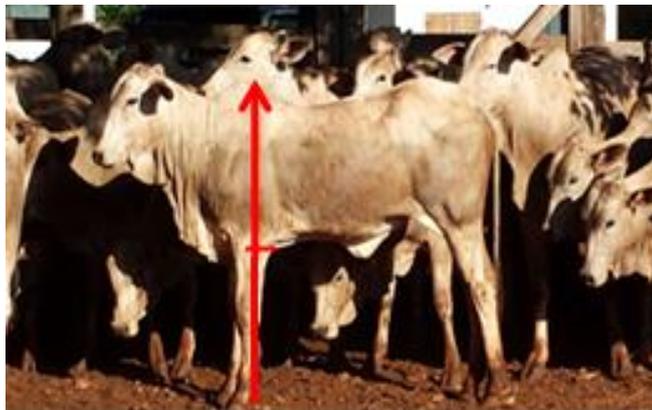
O desempenho reprodutivo do rebanho está atrelado a idade do primeiro cio, uma vez que animais que gestam precocemente possuem uma vida produtiva maior do que animais que entram em puberdade mais tardiamente, aumentando, assim, a produtividade por área e o retorno econômico, além de diminuir o intervalo entre gerações e o custo de produção (Rodrigues, 2012; Catussi *et al.*, 2023). A seleção de matrizes precoces é uma das ferramentas utilizadas em programas de melhoramento genético, embasado no estudo realizado por Eler *et al* (2002), o qual afirma que há herdabilidade genética para precocidade sexual independente da raça com a estimativa de 0,57, porém é essencial o acasalamento de touros precoces para que se atinja o objetivo de maneira mais efetiva.

O estudo publicado por Catussi *et al.* (2023), demonstra que animais com genética superior, apesar de ganhar peso semelhante a animais de baixa genética, apresentaram maior propensão a depositar gordura subcutânea, o que consequentemente, influenciado pela ação da leptina, aumenta a precocidade na

transição puberal e também no escore uterino, folicular e na qualidade de embriões produzidos. O peso do animal não representa um parâmetro efetivo de determinação de precocidade, uma vez que animais com o mesmo peso podem possuir estaturas morfológicas diferentes, não se relacionando diretamente com a capacidade de acúmulo de gordura (Freitas, 2015).

Uma maneira de se estimar a precocidade das novilhas é a partir da análise do acúmulo de reservas corporais pela mensuração rápida e não invasiva da espessura de gordura subcutânea na garupa (EGPU) por via ultrassonográfica, e pela observação fenotípica da abertura torácica, altura de cernelha e profundidade de costela animal (Figura 8) as quais apresentam correlação direta com deposição de gordura subcutânea.. Animais que possuem uma capacidade de acúmulo de gordura subcutânea elevada, possuem uma maior propensão para atingir a puberdade e ciclar no início do protocolo em comparação com os demais (Ayres *et al.*, 2009; Freitas, 2015).

Figura 8 - Avaliação de altura de cernelha e profundidade de costela em programas de melhoramento genético

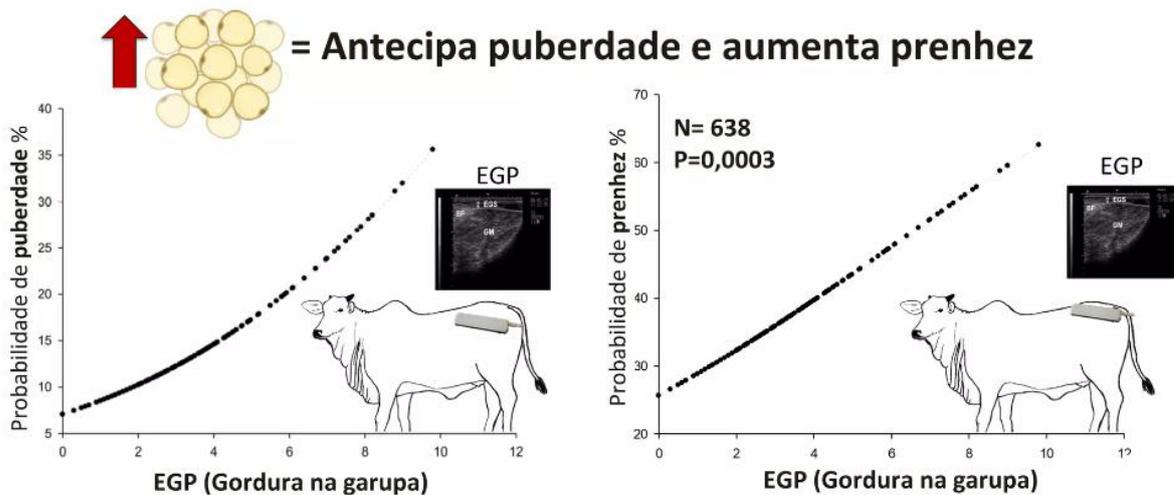


Fonte: Freitas (2015)

Animais com maior EGPU ($> 3,4$ mm) resultam em maiores taxas de ciclicidade e maiores índices de prenhez como demonstrado na Figura 9, isto se explica pelo provável pelo estímulo metabólico do hormônio protéico produzido pelos adipócitos, conhecido por leptina, que pode estar relacionado com estímulos intermediários sobre o neurônio da kisspeptina, e ao neurônio secretor de GnRH (Cardoso *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2010; Freitas, 2015). Novilhas com dietas

energéticas alcançam a maturidade sexual precocemente, e com um menor peso, além disso apresentam maior secreção de estradiol e maior pulsatilidade de LH, interferindo diretamente na dinâmica folicular (Freitas, 2015; Rodrigues, 2012).

Figura 9 - A probabilidade de puberdade em % em relação a gordura subcutânea na picanha; B probabilidade de prenhez em em % em relação a gordura subcutânea na picanha



Fonte: Catussi *et al*, 2023 adaptado de Freitas (2021)

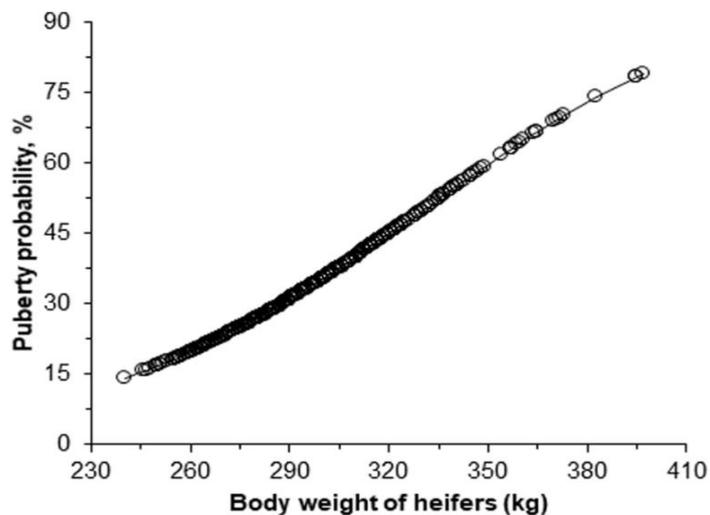
Além do acasalamento de animais precoces, para que se atinja o resultado esperado, o ambiente metabólico durante o desenvolvimento fetal, o ganho médio diário de peso (GMD) pós-natal, o aspecto nutricional e ECC antes do desmame até a puberdade, proporcionam maior desenvolvimento corporal e reprodutivo, e são fatores cruciais a serem observados, para o adequado de status metabólico necessário para maturação do eixo reprodutivo (Rodrigues, 2012; Freitas, 2015; D'occhio; Baruselli; Campanile, 2019).

A recomendação de peso ideal em novilhas que devem iniciar uma estação reprodutiva é de 50 a 57% do peso adulto, podendo variar de acordo com o porte de cada raça. O *creep feeding* é uma ferramenta de suplementação de bezerras durante a amamentação, utilizada a fim de aumentar o GMD durante o período pré-desmama, atuando também na diminuição da idade à puberdade (Freitas, 2015). Outra maneira de se atingir esse peso e ativar o eixo reprodutivo precocemente é através do fornecimento de dietas altamente concentradas para bezerras

desmamadas de aproximadamente 3 a 4 meses de idade. Este período é considerado crítico na programação da puberdade da fêmea, as quais aumentam seu peso corporal e a concentração de leptina, assim aumentando a expressão de genes no hipotálamo, acelerando, então, a puberdade, como observado na Figura 10 (Cardoso *et al.*, 2015; Freitas, 2015).

É importante ressaltar que após o estabelecimento da gestação, as novilhas devem ganhar peso, de forma que alcancem aproximadamente 85% do seu peso adulto até o momento do parto, a fim de que a mesma não seja prejudicada na próxima estação de monta (Freitas, 2015).

Figura 10 - Relação entre o peso de novilhas de corte e probabilidade de estarem púberes no início da estação reprodutiva



Fonte: DE LIMA *et al.* (2020).

Com isso podemos concluir que tanto a nutrição quanto a seleção genética podem ser utilizados como ferramenta para melhorar a resposta de animais pré púberes em uma estação reprodutiva (Catussi *et al.*, 2023). Outra maneira de induzir a ciclicidade de animais pré púberes se dá pela utilização farmacológica de progesterona previamente a estação de monta. A progesterona exógena é capaz reduzir a quantidade de receptores de estradiol no hipotálamo e o feedback negativo

do estrógeno sobre a secreção de GnRH, modulando a atividade hipotalâmica, resultando em um aumento da secreção de gonadotrofinas e com a secreção de LH, possibilitando a puberdade na fêmea, além de estimular o desenvolvimento uterino (Rodrigues, 2012; Freitas, 2015).

A aplicação posterior de estrógeno no final do protocolo de progesterona pode induzir uma ovulação nas novilhas, podendo aumentar a eficiência da indução da ciclicidade, seguido da aplicação de PGF2 α para aumentar a sensibilidade da hipófise ao GnRH (Freitas, 2015; De Lima *et al.*, 2020; Baruselli *et al.*, 2008). Freitas (2015), sugere que o tratamento com progesterona aumenta a taxa de CL no início do protocolo de IATF, entretanto pode não exercer efeito positivo na qualidade oocitária, por não ter feito na taxa de prenhez, sendo usado apenas para indução de puberdade.

Existem diversas apresentações comerciais de progesterona no mercado, e todas podem ser utilizadas em um protocolo de pré-sincronização de fêmeas, apesar disso a indução baseada em uma única injeção de P4 de longa ação de 150 mg têm se mostrado tão eficaz quanto o uso de um dispositivo intravaginal usado na indução da puberdade, principalmente se seguido da aplicação de BE e da aplicação de PGF2 α 10 dias após a aplicação de progesterona, considerado um método prático para induzir a puberdade e aumentar a fertilidade e ovulação de animais pré púberes (De Lima *et al.*, 2020; Baruselli *et al.*, 2009).

É importante mencionar que existe um limite para acelerar a idade da puberdade em novilhas com o uso de progestágenos, pois, independentemente da dieta, as novilhas só respondem ao tratamento a partir dos 12 meses de idade (Freitas, 2015). A bioestimulação ou “efeito macho” pode ser, também, uma ferramenta para ativar o eixo hipotálamo-hipófise-gônadas, através da liberação de feromônios e do estímulo físico da presença do macho adulto (Rodrigues, 2012).

3.4.2. Fêmeas no período pós parto

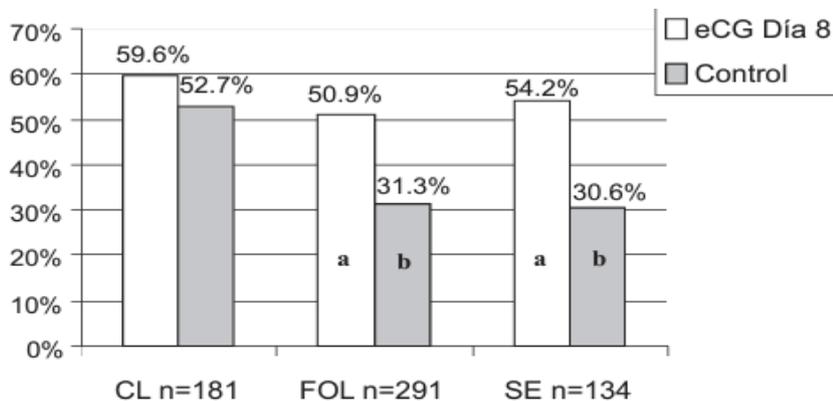
Os protocolos para retomada de ciclicidade no pós-parto de fêmeas bovinas possuem grande impacto na produção, uma vez que evitam o aumento entre o intervalo parto-concepção. Um dos protocolos utilizados neste período consiste no uso do dispositivo intravaginal ou subcutâneo de progesterona por 5 a 10 dias,

combinada com a aplicação de eCG após a remoção do dispositivo (Bó *et al.*, 2019; Bó; Cutaia, 2005).

O contato do animal com a progesterona após o parto pode ser conhecido por “*priming*”, aumentando a concentração de P4 circulante, e na medida em que há uma interrupção em seu fornecimento, ocorre um aumento na frequência de pulso de LH. A progesterona também sensibiliza o animal a resposta ao estrógeno, aumentando a expressão de cio. Quando não utilizado o protocolo de pré-sincronização, pode haver a formação de um CL de vida curta pela liberação precoce de PGF2 α , diminuindo a taxa de prenhez e o retorno do animal ao cio (Barros; Ereno, 2004; Rabassa *et al.*, 2007).

O uso da eCG apresenta resultados positivos quando aplicado na retirada da progesterona de fêmeas em anestro como demonstrado na Figura 11, pois aumenta a taxa de prenhez mesmo em vacas que não possuem CL no D0 do protocolo com progesterona. A aplicação da eCG cria condições de crescimento folicular e de ovulação em animais com déficit na produção de gonadotrofinas, por sua ação de LH e FSH com uma longa meia vida, além de apresentar resultados satisfatórios na ovulação de animais que tiveram comprometimento de crescimento de folículo dominante devido aos altos níveis de progesterona em tratamentos de ovulação, sendo uma ferramenta importante para reduzir o período pós parto (Bó *et al.*, 2019; Baruselli *et al.*, 2008; Bó; Cutaia, 2005).

Figura 11 - Porcentagens de prenhez em vacas com bezerros tratadas com eCG no dia 8 da IATF, variando em 3 grupos de acordo com o estado ovariano no início do tratamento: vacas com CL, vacas com folículos > 8mm de diâmetro, e vacas sem estruturas consideráveis.



Fonte: Bó; Cutaia (2005)

De acordo com Baruselli *et al.* (2008), o efeito da eCG é mais evidente conforme a intensidade do anestro, sendo que em animais cíclicos não se notou o incremento nas taxas de concepção. A aplicação de GnRH no início do período pós-parto, sendo um pré-tratamento, também é uma alternativa. Tem efeito na diminuição do período pós-parto e no aumento da taxa de prenhez, por sua ação na produção de gonadotrofinas (Rabassa *et al.*, 2007).

A própria IATF realizada com protocolos a base de hormônios esteróides e eCG pode ser empregada em animais em anestro pós-parto, possibilitando a antecipação da ovulação e melhora da eficiência reprodutiva das fêmeas (Baruselli *et al.*, 2008; Rabassa *et al.*, 2007). Para a escolha de um protocolo ideal, deve-se avaliar a individualidade do rebanho, o custo-benefício do seu uso, além de equilibrar requisitos importantes como nutrição e sanidade (Rabassa *et al.*, 2007).

Também, a fim de se diminuir os efeitos negativos do anestro gerado pela lactação, uma das alternativas descritas por Baruselli *et al.* (2008) é a remoção do bezerro, dos estímulos auditivos, olfativos e visuais de perto da fêmea. A medida torna o animal cíclico novamente pelo aumento da responsividade da hipófise ao GnRH e das frequências de pulsos de LH, seguidos pelo aumento de receptores de LH e FSH nos folículos (Oliveira *et al.*, 2010; Baruselli *et al.*, 2008; Ereno *et al.*, 2007).

A restrição do bezerro à mãe pode ser temporária (por um período de 48 a 96h), parcial, permitindo o acesso do bezerro uma ou duas vezes ao dia, ou total (Oliveira *et al.*, 2010; Baruselli *et al.*, 2008). Em estudo de Ereno *et al.* (2007), o desmame temporário de 48h aumentou o tamanho do folículo dominante e resultou em maior taxa de ovulação, podendo variar o resultado de acordo com a raça bovina. Pode ser sincronizado com o momento da remoção do implante de progesterona, podendo ser associado com a aplicação de eCG. O uso do desmame temporário pode ser controverso quando não utilizado com o protocolo hormonal (Bó; Cutaia, 2005).

Outra técnica utilizada para o desmame é através da aplicação das placas plásticas nasais nas narinas dos bezerros com idade superior a 60 dias, impedindo o aleitamento por 14 dias, medida efetiva apenas em animais com ECC mínimo de 2 (escala 1 a 5), porém afetando negativamente no peso à desmama destes animais (Bó; Cutaia, 2005). Além do retorno da atividade ovariana, outra vantagem da

técnica está ligada ao aumento da ingestão de energia pela sucção restrita do bezerro (Bó *et al.*, 2003).

Esta técnica pode ser empregada de maneira isolada, ou em associação com os tratamentos hormonais, como o uso do dispositivo intravaginal de progesterona associado com a aplicação de eCG no momento da retirada do implante (Bó *et al.*, 2003; Bó *et al.*, 2019; Baruselli *et al.*, 2008). A progesterona liberada pelos dispositivos intravaginais se mantém em um nível baixo em comparação a fase luteal da vaca, o que estimula a pulsatilidade de LH e a produção de estrógeno, o que leva a uma ovulação, além de diminuir a probabilidade de ciclos curtos (Ereno *et al.*, 2007).

3.4.3. Nutricional

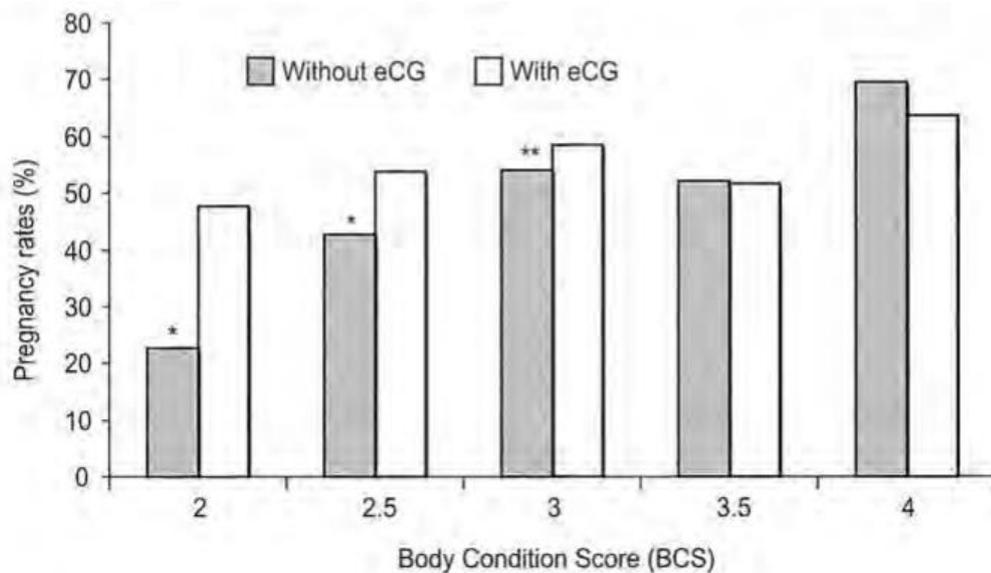
O manejo alimentar inadequado é um dos principais motivos para uma baixa eficiência produtiva de um rebanho por reduzir a liberação de LH, gerando um maior intervalo entre partos e menor eficiência reprodutiva (Salmazo *et al.*, 2008; Oliveira, 2010). Uma das maneiras de se evitar o anestro nutricional é pela suplementação concentrada de energia dos animais, principalmente em períodos críticos, como no pré e pós parto, resultando em uma diminuição do número de semanas para o desenvolvimento folicular, aumentando o número de animais retornando ao cio precocemente, a porcentagem de prenhez e concepção pela influência na manutenção da gestação (Rabassa *et al.*, 2007; Salmazo *et al.*, 2008; Catussi *et al.*, 2023).

A suplementação no pré-parto e o escore de peso corporal ao parto são fatores importantes, e geraram um anestro mais curto, independentemente do nível nutricional no pós-parto (Salmazo *et al.*, 2008). Uma dieta concentrada com alto nível de energia é capaz de aumentar o nível plasmático de carboidratos, consequentemente, aumentar o nível de insulina e fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGF-1 e IGF-2), o que responde positivamente nas concentrações de LH (Catussi *et al.*, 2023; Salmazo *et al.*, 2008; Rabassa *et al.*, 2007).

Uma alternativa farmacológica é a adição da aplicação de eCG no protocolo de IATF em vacas com estresse nutricional, respondendo positivamente em

rebanhos com condição corporal comprometida ($\leq 2,5$) no aumento da ciclicidade e taxa de prenhez. Em animais com boa condição corporal, o uso de eCG é dispensável como observada na Figura 12 (Bó *et al.*, 2003; Baruselli *et al.*, 2008).

Figura 12 - Efeito da condição corporal (escala de 1 a 5) na taxa de prenhez de vacas nelore tratadas com o implante de progesterona, com ou sem a aplicação de 400 IU da eCG no dia da remoção do implante.



Fonte: BÓ *et al.* (2019).

Vale ressaltar que a adição do tratamento com eCG só se mostrou efetivo em taxa de prenhez de animais que estão em balanço energético positivo, ou seja, animais que estão ganhando condição corporal (Bó *et al.*, 2019).

3.4.4. Fatores de estresse, fatores patológicos e demais técnicas

As cinco liberdades determinadas no conceito de bem-estar animal envolvem diversas questões importantes para a expressão de comportamento natural, entre elas o indicador de ECC, sendo os extremos (muito magro ou muito gordo) insatisfatórios ao animal, interferindo na saúde e na fertilidade do mesmo (Soares, 2021). A disponibilidade e a qualidade da água em tempo integral também interferem nas funções biológicas do animal, além de causar desconforto e diminuir a ingestão de alimentos. A água deve ser fresca, limpa, e deve ser fornecida de

maneira que os animais não precisem se deslocar muito para o acesso (Soares, 2021).

O estresse térmico, em países tropicais como o Brasil, é caracterizado pelas altas temperaturas, alterando conforme a umidade relativa do ar, velocidade do vento e presença de abrigos. Afeta a aptidão reprodutiva dos bovinos, pode gerar uma diminuição no consumo de alimentos, tanto em condição de confinamento quanto a pasto, e deve ser adequado de acordo com a característica de cada propriedade para amenizar os efeitos deletérios do ambiente tropical (Azevedo; Alves, 2009; Soares, 2021).

O ambiente de criação do animal também afeta diretamente em sua produtividade pela secreção de cortisol. O ambiente deve possuir coberturas naturais ou artificiais para proteção da incidência de sol e frio, além de abranger uma qualidade de piso ideal e uma densidade populacional adequada (Azevedo; Alves, 2009; Soares, 2021). O medo e a ansiedade, principalmente causada pela relação humana-animal e experiências subjetivas, também geram reflexos negativos na produção e reprodução dos animais. O manejo dos animais deve ser realizado por pessoas treinadas, para que o mesmo seja feito com interações positivas, evitando, assim, a produção de cortisol (Broom; Molento, 2004; Soares, 2021).

A sanidade do rebanho é de suma importância para a eficiência reprodutiva, sendo notória a necessidade de manejos adequados e calendários vacinais para garantir uma melhor situação de bem-estar e menores perdas econômicas (Soares, 2021). Demais patologias no trato reprodutivo, devem ser tratadas de maneira individual, ou seguidas do descarte do animal.

Outra técnica utilizada para o retorno da ciclicidade é o chamado “efeito touro”, ou seja, expor fêmeas à presença do touro pode ser mais uma ferramenta no retorno à ciclicidade. A exposição consiste em estimular a atividade ovariana pelo aumento da sensibilidade positiva do estrógeno, induzindo a secreção de LH. O mecanismo que leva a estas alterações ainda não está bem esclarecido, mas pode estar ligado à liberação de feromônios voláteis presentes na urina do touro e pode influenciar também na puberdade das novilhas (Rabassa *et al.*, 2007).

4. CONCLUSÃO

O anestro é uma condição fisiológica gerada por diversos mecanismos que podem atuar isoladamente ou em conjunto. Considerado o principal fator que pode determinar um bom desempenho econômico em uma propriedade de cria, por interromper o mecanismo endócrino de manifestação de cio e ovulação, aumentando o tempo em que as vacas permanecem vazias e, conseqüentemente, o intervalo entre partos (Bó; Cutaia, 2005). A atual situação econômica mundial na pecuária de corte exige que práticas de gestão eficiente sejam adotadas, como o uso das novas biotecnologias que visam aumentar a eficiência reprodutiva e os retornos líquidos da atividade (Bó *et al.*, 2019).

A estratégia do aumento das concepções no início da estação de monta, associados com a seleção genética, proporciona maior quantidade de futuras novilhas com maior desenvolvimento corporal e reprodutivo, necessários para precocidade dos animais e maior retorno econômico à propriedade.

O uso de tratamentos hormonais no protocolo de IATF e ressincronização, associados com um bom manejo, uma nutrição crescente que assegure um acúmulo de reservas corporais e manutenção do crescimento da fêmea até o início da estação de monta, são ferramentas eficientes para estimular o retorno da ciclicidade em novilhas, primíparas e vacas que se encontram em condições anovulatórias, controlando a dinâmica das ondas foliculares e a ovulação destes animais (Bó *et al.*, 2019; Freitas, 2015). Além disso, outros fatores também são cruciais para obtenção de resultados, tais quais a gestão, o controle sanitário, instalações adequadas, e a mão de obra qualificada (Bó *et al.*, 2019).

REFERÊNCIAS

ALENCAR, M. M. Perspectivas para o melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil. 41th Annual Meeting of the Brazilian Animal Science Society.

Anais...Campo Grande, Brazil.: 2004

AYRES, H. *et al.* Validation of Body Condition Score as a Predictor of Subcutaneous Fat in Nelore (*Bos indicus*) Cows. **Livestock Science**, v.123, p. 175-179. 2009.

<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.11.004>

AZEVEDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. Bioclimatologia Aplicada à Produção de Bovinos Leiteiros nos Trópicos. Séries Documentos n. °188. **EMBRAPA** Meio-norte, Teresina, PI, 2009.

BARROS C.M. & ERENO, R.L. Avanços em tratamentos hormonais para a inseminação artificial com tempo fixo (IATF) em bovinos de corte. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 32 (Supl): p. 23-34. 2004.

BARUSELLI, P. S. *et al.* **Effect of eCG on pregnancy rates of lactating zebu beef cows treated with CIDR-B devices for timed artificial insemination.**

Theriogenology. New York: Elsevier. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01253-0](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01253-0). Acesso em: 01 set. 2023. , 2003

BARUSELLI P.S. *et al.* The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. **Anim Reprod Sci**, v.82, p.479-486, 2004.

BARUSELLI P. S. *et al.* Importância do emprego da eCG em protocolos de sincronização para IA, TE e SOV em tempo fixo. In: Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada, 3, 2008, Londrina, PR. **Anais...** Londrina: SIRAA, 2008. p.146-167.

BARUSELLI, P. S. *et al.* **Como aumentar a quantidade e a qualidade de bezerros em Rebanhos de Corte.** Departamento de Reprodução Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo – GeraEmbryo, Cornélio Procópio, Paraná, 2013.

BARUSELLI, P. S. *et al.* Evolução e perspectivas da inseminação artificial em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal.** Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. Disponível em:

[http://cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v43/n2/p308-314%20\(RB812\).pdf](http://cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v43/n2/p308-314%20(RB812).pdf). Acesso em: 31 ago. 2023. , 2019

BARUSELLI, P.S. IATF bate mais um recorde e supera 26 milhões de procedimentos em 2021. **Boletim Eletrônico do Departamento de Reprodução Animal/FMVZ/USP**, 6a ed., 2022. Acesso <<http://vra.fmvz.usp.br/boletim-eletronico-vra/>>

BARUSELLI, P.S. Com desaceleração de 5% em 2022, mercado da IATF registra primeiro recuo em 20 anos. **Boletim Eletrônico do Departamento**

de Reprodução Animal/FMVZ/USP, 7a ed., 2023. Acesso
<<http://vra.fmvz.usp.br/boletim-eletronico-vra/>>

BÓ, G. A.; BARUSELLI P.S; MARTÍNEZ M.F. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle, **Animal Reproduction Science**, v. 78, n 3, p. 307-326, ISSN 0378-4320, [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(03\)00097-6](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(03)00097-6). Disponível em
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378432003000976>>. 2003.

BÓ, G.A. *et al.* Manipulação hormonal do ciclo estral em doadoras e receptoras de embrião bovino. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 32 (Supl): p.1-22. 2004.

BÓ, G. A.; CUTAIA L. Estrategias para incrementar la preñez en vacas en anestro. **Manual de Ganadería Doble Propósito**. v. 12. p. 464-470. Argentina. 2005

BÓ, G. A. *et al.* Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. **Bioscientifica Proceedings. Bristol: Bioscientifica Ltd.** Disponível em:
<<http://dx.doi.org/10.1530/biosciprocs.6.014>.> Acesso em: 01 set. 2023. , 2019.

BROOM, D. M; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas - revisão. **Archives of Veterinary Science** v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.

CARDOSO, R. C. *et al.* Nutritional Programming of Accelerated Puberty in Heifers: Involvement of Pro-Opiomelanocortin Neurons in the Arcuate Nucleus. **Journal of Neuroendocrinology**. v.27, p.647–657. doi: 10.1111/jne.12291. 2015.

CARVAJAL, A. MM MARTINEZ M. E. El ciclo estral en la hembra bovina y su importancia productiva. **Instituto de investigaciones agropecuarias**. n.246. Los Lagos.2020.

CASARINI, L.; CREPIEUX, P. Molecular Mechanisms of Action of FSH. **Front. Endocrinol.** 10:305. v. 10 a.305 . 2019. doi: 10.3389/fendo.2019.00305

CATUSSI B. L. C. *et al.* Influence of nutrition and genetic selection for puberty on the reproductive response of Nelore heifers submitted to fixed-time AI and oocyte recovery with in vitro fertilization. **Livestock Science** v.274, 2023<<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105263> >

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA PECUÁRIA DO BRASIL (CNA), CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA)- ESALQ/USP. **Custos bovinos**. Projeto Campo Futuro, 2019.

COSTA, F. P. *et al.* Indicadores de desempenho na pecuária de corte: uma revisão no contexto da Plataforma +Precoce. Documentos 237. **Embrapa**. ISSN 1983-974X. Brasília, DF. 2018.

CUNNINGHAM, J.G.; KLEIN, B.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**, 4 a Edição, Rio de Janeiro: Editora Elsevier Guanabara Koogan S.A., 2014, 710p.

DA SILVA, E. I. C. **Endocrinologia da reprodução animal**. Instituto Agrônomo de Pernambuco Departamento de Zootecnia – UFRPE Embrapa Semiárido. 2020.

DAY, M. L. *et al.* Endocrine Mechanisms of Puberty in Heifers: Estradiol Negative Feedback Regulation of Luteinizing Hormone Secretion. **Biology of reproduction** Champaign, v. 31, n. 2, p. 332-341, 1984.

DE 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. **Theriogenology** v.154 p.128e134. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.05.036>> 2020.

DISKIN, M. G.; AUSTIN, E. J.; ROCHE, J. F. Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. **Domestic Animal Endocrinology**, v.23, p. 211-228. 2002.

D'OCCHIO, M. J.; BARUSELLI, P. S.; CAMPANILE, G. Influência da nutrição, condição corporal e estado metabólico na reprodução de fêmeas bovinas de corte: uma revisão. **Teriogenologia**. v 125, p. 277-284. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.11.010>> 2019)

ECHEVERRÍA, J. Endocrinología Reproductiva: Prostaglandina F2a en vacas. Revisión bibliográfica **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 7 n. 1. p. 1-12 Veterinaria Organización Málaga, España. Disponível em <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63612648003>> 2006.

ELER, J. P. *et al.* Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 951 – 954, 2002

ERENO, R. L. *et al.* Taxa de prenhez de vacas Nelore lactantes tratadas com progesterona associada à remoção temporária de bezerros ou aplicação de gonadotrofina coriônica eqüina. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.5, p.1288-1294. ISSN impresso: 1516-3598 ISSN on-line: 1806-9290. 2007

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Representante da FAO Brasil Agricultural production statistics 2000–2021** FAOSTAT Analytical Brief 60, Disponível em: <https://www.google.com/url?client=internal-element-cse&cx=018170620143701104933:qq82jsfba7w&q=https://www.fao.org/3/cc3751en/cc3751en.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwj4glaFi4iBAXpPPUCHeu6CFYQFnoECAEQAQ&usg=AOvVaw3viX6LxfkoZM-K_a93LyMz> Acesso em: 31 ago 2023. 2022 .

FREITAS, B. G. **Influência do desenvolvimento corporal na resposta aos programas de sincronização para inseminação artificial em tempo fixo em novilhas Nelore de 14 meses de idade**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Reprodução Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (Mestrado em Ciências). São Paulo. 2015.

FRIZZO, A. **As prostaglandinas na reprodução**. 26f. Seminário (Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

FURTADO, D. A. *et al.* Inseminação artificial em tempo fixo em bovinos de corte **Revista científica eletrônica de medicina veterinária** – ISSN: 1679-7353. Ano IX – n.16 Periódicos Semestral, 2011.

GONÇALVES, P. B. D. **Fisiologia do ciclo estral**. Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais Departamento de Clínica de Grandes Animais Laboratório de Biotecnologia e Reprodução Animal Santa Maria, RS, 2015.

HAFEZ, E. S. E; HAFEZ, B. Ciclos Reprodutivos. In: HAFEZ, E. S. E; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**, 7. ed. Barueri, SP: Ed. Manole, 2004. cap. 4, p. 55-67.

HORTA, A. E. M. Fisiologia do puerpério na vaca. **8ª Jornadas Internacionales de Reproducción Animal**, AERA, Santander. 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro de 2021. Rebanho de Bovinos (Bois e Vacas)** IBGE, 2021.

MAGALHÃES, D. M. *et al.* Hormônio do crescimento (GH) e fator de crescimento semelhante à insulina-I (IGF-I): importantes reguladores das foliculogêneses in vivo e in vitro. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.36, n.1, p.32-38, 2012. Disponível em www.cbra.org.br.

OLIVEIRA, J. F. C. *et al.* Controle sobre GnRH durante o anestro pós-parto em bovinos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.40, n.12, p.2623-2631. ISSN 0103-8478 . 2010

PANSANI, M. A.; BELTRAN, M. P. Anatomia e fisiologia do aparelho reprodutor de fêmeas bovinas. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, Garça/Sp, v. 1, n. 12, p. 1-5, jan. 2009. Semestral. Disponível em: http://www.faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/MBINAo2JHuZSrRY_2013-6-19-10-50-19.pdf. Acesso em: 31 ago 2023.

PARREIRA, A. M. **Evolução da utilização da inseminação artificial em tempo fixo (iatf) e os principais fatores que afetam a biotécnica para bovinos de corte (revisão bibliográfica)**. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/156472>>.2017.

PELEGRINO, R. C. *et al.* Anestro ou condições anovulatórias em bovinos. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária** – ISSN: 1679-7353. a. 7. n.12. 2009.

PELIGRINO, R. C. *et al.* Retenção de placenta em vacas. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**. ISSN: 1679-7353. a. 6. n.10. 2008.

RABASSA, V. R. *et al.* Anestro pós-parto em bovinos: mecanismos fisiológicos e alternativas hormonais visando reduzir este período – uma revisão. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.14, n.1, p. 139-161. 2007.

RAMOS, E. M. *et al.* Alterações ovarianas em vacas zebuínas criadas na amazônia oriental. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária** – ISSN: 1679-7353. a. 8. n. 15. 2010.

RODRIGUES, A. D. P. **Estratégias hormonais para aumentar a taxa de prenhez em novilhas nelore pré-púberes.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade estadual paulista faculdade de medicina veterinária e zootecnia campus de botucatu. 2012.

SALMAZO, R. *et al.* **Efeito de diferentes níveis de suplementação concentrada sobre o desempenho reprodutivo de vacas leiteiras mantidas a pasto.** Semina: Ciências Agrárias. v. 29, n. 3, p. 731-740. Universidade Estadual de Londrina Londrina, Brasil. 2008.

SENGER, P. L. Pathways to pregnancy and parturition. Current Conceptions, Inc., 1615 NE **Eastgate Blvd.**, 1997.

SILVA, A. C. J. S. R. *et al.* **Aspectos fisiológicos do LH na foliculogênese.** Serviço de Reprodução Humana Departamento de Ginecologia e Obstetrícia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. 2006.

SILVEIRA, A. P. **Uso de protocolos de IATF para aumentar a eficiência reprodutiva de gado de corte.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Reprodução Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Presidente Prudente/SP, 2010.

SOARES, A. P. S. **Influência do bem-estar animal na reprodução de bovinos.** Trabalho de conclusão de curso de graduação em Medicina Veterinária apresentado junto à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília. Brasília/ DF. BRASÍLIA - DF 2021.