



**Centro Universitário  
Bacharelado em Medicina Veterinária**

**DEIVID MARCEL SOUZA DA SILVA**

**ASPECTOS DA REPRODUÇÃO EM BOVINOS**

**Paripiranga  
2021**

**DEIVID MARCEL SOUZA DA SILVA**

**ASPECTOS DA REPRODUÇÃO EM BOVINOS**

Monografia apresentada no curso de graduação do Centro Universitário AGES, como um dos pré-requisitos para a obtenção do título de bacharel em Medicina Veterinária.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daiane Novais Eiras

Paripiranga  
2021

**DEIVID MARCEL SOUZA DA SILVA**

**ASPECTOS DA REPRODUÇÃO EM BOVINOS**

Monografia apresentada como exigência parcial para obtenção do título de bacharel em Medicina Veterinária à Comissão Julgadora designada pela Coordenação de Trabalhos de Conclusão de Curso do UniAGES.

Paripiranga, 17 de dezembro de 2021.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof.ª Dr.ª Daiane Novais Eiras  
UniAGES

Prof.ª Dr.ª Pábola Santos Nascimento  
UniAGES

Dedico este trabalho aos meus avós, Antônio Cardoso da Silva e Tereza de Sousa Silva (*in memoriam*), por seus esforços para com nossa família.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar a realização dessa jornada incrível que foi a graduação. Apenas Ele sabe as provações de minha vida e, quando a missão é dada a mim, é porque o Senhor sabe que dou conta, sendo esse o motivo da minha confiança.

À minha noiva, Ana Luiza, ou como costume falar, “Gata das Galáxias”, que, do seu jeito repleto de carinho e amor, sempre está ao meu lado. Somos um nessa caminhada.

Ao meu pai, José Waldir da Silva, o homem da minha vida. Aquele que me ensinou valores que carrego comigo sempre, e que serão passadas às próximas gerações. Agradeço à minha madrastra, Rubismara Barbosa Batista, a qual me deixa de consciência leve em saber que meu velho está com amor da vida dele por perto. Aos meus irmãos Ana Tereza e Guilherme. Isso me deu força para manter minha jornada. À minha tia, Maria Leide da Silva, uma mulher de generosidade sem precedentes, que me acolheu em seus braços e nunca mais soltou, me deu segurança quando eu já não tinha mais, sempre cuidando, se preocupando, me aconselhando. Minha mãe!

Ao meu amigo e compadre, Ramon Andrade, que foi o grande responsável pelo início dessa caminhada, sempre me incentivando e me apoiando. Ao meu amigo e compadre, João José, que sempre me surpreende com sua generosidade e fraternidade. Aos meus amigos, Otavio Torres e Adailma, os quais acreditaram e dedicaram esforço e apoio para com meu sonho, que prontamente oferecem os mais diversos tipos de ajuda pelo fato de amar ao próximo. Ao meu amigo, Rodrigo Castro que me acompanha desde a infância. Aos meus amigos, Lucas Santos, Fernandes Junior. Todos esses tornaram a caminhada mais leve e divertida no decorrer do tempo.

À minha professora e orientadora, Dra. Daiane Novaes Eiras, e ao Prof. Dr. Carlos Emanuel Eiras, que desempenharam papéis importantíssimos no meu desenvolvimento acadêmico e ainda pessoal. Sei que dei trabalho. Obrigado!

A todos os meus familiares e amigos que contribuíram, de alguma forma, para a realização desse sonho, fica registrado aqui meu agradecimento.

## RESUMO

A bovinocultura sempre esteve atrelada ao desenvolvimento do Brasil e, pensando no avanço, as exigências da máxima eficiência nos sistemas de criação foi pautada na forma de como conseguir realizar a reprodução de bovinos com ênfase na eficiência econômica e reprodutiva. O objetivo deste trabalho é elucidar as principais biotecnologias que auxiliam na maior produtividade reprodutiva de bovinos. Dessa forma, o estudo foi realizado usando artigos do banco de dados do Google acadêmico e SciELO, além de livros do acervo pessoal e sites oficiais. Com o manejo reprodutivo aplicado na bovinocultura, é possível identificar pontos a serem melhorados e implantação de práticas que auxiliam no incremento da eficiência reprodutiva como a estação de monta, que concentra a fertilização dos animais em uma determinada época do ano, o uso do índice de escore corporal, o qual consegue determinar a viabilidade da vaca a ser fertilizada, e a identificação da idade a puberdade, na qual a novilha com 60% de peso vivo quando adulta pode estar apta para reprodução, indicando que a nutrição é um fator importante para reduzir o intervalo entre partos, bem como na indução da precocidade, que ainda pode ser maximizada por uso de bioestimuladores. Assim como a implantação do uso de biotecnologias, que podem adicionar aos planteis, indivíduos geneticamente superiores, saudáveis e eficientes. Dentre as biotecnologias, a inseminação artificial é a mais usada no Brasil, com capacidade de fertilizar vacas com sêmen de touros de genética superior, nacional ou importado. Podem ser citadas ainda as técnicas de transferência de embriões e produção in vitro de embriões como tecnologias a serviço do desenvolvimento da eficiência reprodutiva. A utilização de protocolos hormonais no ciclo estral objetiva a sincronização do estro das vacas para facilitar o emprego das biotecnologias. São vários os protocolos usados para essa finalidade, sendo Ovsynch a base de GnRH e prostaglandina com até 50% de eficácia, protocolos à base de estradiol e progesterona com eficácia de até 86,6%, e protocolos que usam gonadotrofina coriônica equina (eCG), indicados para animais magros por condicionar maior diâmetro folicular, o qual é relacionado com aumento na taxa de prenhez. Dessa maneira, as práticas e tecnologias citadas neste estudo são usadas na reprodução assistida de bovinos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Criopreservação. Estro. Gestação. Hipófise. Nutrição.

## **ABSTRACT**

Cattle farming has always been linked to Brazil's development and, thinking about advancement, the requirements for maximum efficiency in breeding systems was based on how to achieve the reproduction of cattle with an emphasis on economic and reproductive efficiency. The objective of this work is to elucidate the main biotechnologies that help in the greater reproductive productivity of cattle. Thus, the study was done using articles from the Academic Google and SciELO databases, as well as books from the personal collection and official websites. With the reproductive management applied in cattle farming, it is possible to identify points to be improved and implement practices that help to increase reproductive efficiency, such as the breeding season, which concentrates the fertilization of animals at a certain time of year, use of the body score index, which can determine the viability of the cow to be fertilized, identification of age at puberty, in which the heifer with 60% live weight as an adult may be suitable for reproduction, indicating that nutrition is an important factor in reducing the interval between births, as well as in inducing precocity, which can still be maximized by the use of biostimulators. As well as the implementation of the use of biotechnology, which can add genetically superior, healthy and efficient individuals to the breeding stock. Among the biotechnologies, artificial insemination is the most used in Brazil, with the capacity to fertilize cows with superior genetic bull semen, whether national or imported. Embryo transfer techniques and in vitro embryo production can also be cited as technologies in the service of the development of reproductive efficiency. The use of hormonal protocols in the estrous cycle aims at synchronizing the estrus of cows to facilitate the use of biotechnologies. There are several protocols used for this purpose, with Ovsynch being based on GnRH and prostaglandin with up to 50% efficacy, protocols based on estradiol and progesterone with efficacy of up to 86.6%, and protocols that use equine chorionic gonadotropin (eCG), indicated for lean animals because they condition larger follicular diameter, which is related to an increase in the pregnancy rate. Thus, the practices and technologies mentioned in this study can help the assisted reproduction of cattle.

**KEYWORDS:** Cryopreservation. Estro. Gestation. Hypophysis. Nutrition.

## LISTAS

### LISTA DE FIGURAS

1: Órgãos genitais do touro (representação esquemática).....	18
2: Testículo, epidídimo e ducto deferente do touro (representação esquemática, seção mediana).....	19
3: Glândulas genitais acessórias do touro.....	20
4: Órgãos genitais da vaca (representação esquemática).....	22
5: Interrelações no controle da função do macho bovino.....	25

### LISTA DE TABELAS

1: Escala de prioridade na utilização de energia.....	31
2: Escores de condição corporal em bovinos (escala de 1 a 5).....	36
3: Escore de condição corporal (ECC) em gado de corte (escala de 1 a 9).....	37
4: Total de número de inseminações e taxa de prenhez de acordo com o escore corporal.....	40
5: Classificação da velocidade dos espermatozoides.....	45



## LISTA DE SIGLAS

ABP	Proteínas transportadoras de andrógeno
BE	Benzoato de estradiol
CE	Cipionato de estradiol
D0	Dia da primeira administração do protocolo
D10	10 dias depois do início do protocolo
D11	11 dias depois do início do protocolo
D7	7 dias depois do início do protocolo
D8	8 dias depois do início do protocolo
D9	9 dias depois do início do protocolo
E2	Estradiol
ECC	Escore da condição corporal
eCG	Gonadotrofina coriônica equina
FSH	Hormônio folículo estimulante
GnRH	Hormônio liberador de gonadotrofinas
INF-T	Interferon-tau
LH	Hormônio luteinizante
P4	Progesterona
PGF2 $\alpha$	Prostaglandina F2 alfa
SOF	Fluido De Oviduto Sintético
VE	Valerato de estradiol

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	<b>14</b>
2.1 Tipo de Estudo.....	14
2.2 Descrição do Estudo.....	14
2.3 Critérios de Inclusão e Exclusão.....	15
2.4 Análise dos Dados.....	15
2.5 Aspectos Éticos.....	16
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
3.1 Aspectos Anatômicos dos Sistemas Reprodutores.....	17
3.1.1 Aparelho reprodutor masculino.....	17
3.1.1.1 Testículo.....	17
3.1.1.2 Epidídimo.....	19
3.1.1.3 Glândulas acessórias.....	19
3.1.1.4 Pênis.....	20
3.1.2 Aparelho reprodutor da fêmea.....	21
3.1.2.1 Ovários.....	22
3.1.2.2 Útero.....	23
3.1.2.3 Vagina.....	23
3.2 Fisiologia da Reprodução do Macho.....	24
3.2.1 Espermatogênese.....	26
3.3 Fisiologia da Reprodução da Fêmea.....	26
3.4 Ciclo Estral.....	29
3.5 Manejo Reprodutivo.....	30
3.5.1 Idade da puberdade.....	33
3.5.1.1 Puberdade da fêmea.....	34
3.5.1.2 Puberdade do macho.....	35
3.5.2 Escore corporal.....	38
3.5.3 Estação de monta.....	41

3.5.4 Detecção de cio.....	41
<b>3.6 As Biotecnologias na Reprodução Assistida.....</b>	<b>43</b>
3.6.1 Inseminação artificial.....	43
3.6.2 Transferência de embriões.....	47
3.6.3 Produção <i>in vitro</i> de embriões.....	50
<b>3.7 Controle Farmacológico do Ciclo Estral de Bovinos.....</b>	<b>51</b>
3.7.1 Hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH).....	52
3.7.2 Gonadotrofina coriônica equina (eCG).....	52
3.7.3 Progesterona (P4).....	53
3.7.4 Estradiol (E2).....	53
3.7.5 Prostaglandina (PGF2 $\alpha$ ).....	54
3.7.6 Protocolos para sincronização do estro.....	54
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura sempre esteve atrelada ao desenvolvimento do Brasil desde a colonização, a qual passou por modificações na produção com adoção de novas tecnologias de técnicas e manejo, tornando-se, em meados de 1970, uma das mais importantes atividades a contribuir com a economia do país, com parte do sucesso sendo atribuído ao baixo custo de produção, na qual se usam pastagens como principal alimento (BATISTELLA et al., 2011).

A população humana em torno do globo cresce a uma taxa de, aproximadamente, 200 mil pessoas por dia, o que aumenta também a demanda por alimentos, e essa pressão faz com que o setor agropecuário siga na busca da maior eficiência nas suas áreas de produção, o que implica para a bovinocultura uma forma de destacar qualidades dos animais e diminuir o ciclo de produção (WEBB; BURATINI, 2016).

A exigência da máxima eficiência nos sistemas de criação para que se possa vislumbrar o retorno econômico faz com que seja preciso a adoção de técnicas como a estação de monta e o uso de biotecnologias, que ainda podem ser adotadas em conjunto com aplicação de índices reprodutivos capazes de indicar com precisão os pontos que necessitam de mais atenção, quando é possível planejar, calcular e desenvolver melhorias para tais pontos (TORRES-JÚNIOR et al., 2009).

A reprodução de bovinos foi bastante alavancada pelo uso de biotecnologias, a qual pode prover alguns dos objetivos do setor pela capacidade de encontrar a melhor genética e elevar o índice área/produção (SILVA et al., 2015).

Com o aperfeiçoamento das biotecnologias usadas na reprodução de bovinos, a inseminação artificial ganhou destaque com o passar dos anos, sendo que, em 2002, foram vendidas, aproximadamente, 7 milhões de doses de sêmen, e, em 2018, o comércio de sêmen no Brasil alcançou a marca de 15,4 milhões de unidades vendidas, quando se nota que houve aumento de quase 220% na utilização dessa técnica nos rebanhos brasileiros (BARUSELLI et al., 2019).

A vantagem da técnica é facilitar a difusão de material genético superior de touros melhorados, o que resulta em maior uniformidade do rebanho, bezerros mais eficientes e precoces e ainda evita transtornos com doenças que poderiam acometer as vacas e os touros no momento da cópula, e por consequência, colabora para o retorno econômico (PEGORARO; SAALFELD; PRADIEÉ, 2016).

Atendendo à boa eficiência na taxa bezerros/matriz/ano, a estação de monta pode ser usada como estratégia para impulsionar a produtividade e estabelecer um programa

reprodutivo mais eficiente, que é caracterizada por delimitar um período no ano em que as matrizes ficam disponíveis para serem fertilizadas, conseqüentemente, é possível concentrar os partos e desmames em determinados meses do ano, o que torna a propriedade mais organizada e com melhor logística (OLIVEIRA; SILVA, 2019).

Das tecnologias empregadas no manejo da pecuária bovina, a inseminação em tempo fixo (IATF) vem se destacando por diminuir o intervalo entre partos e não sofrer com a necessidade da detecção de cio, e ainda pode ser usada em conjunto da estação de monta, a qual facilita as atividades por permitir o condicionamento dos eventos importantes da produção no tempo planejado, o que causa menos gastos com mão de obra, logo, mais lucro ao decorrer do processo (CUNHA et al., 2013).

No século XIX, na Escola de Agricultura de Cambridge, localizada na Inglaterra, conceitos como inseminação artificial e transferência de embriões já eram discutidos. Com o passar dos anos, houve o amadurecimento dessas ideias, culminando até nos dias atuais, no desenvolvimento de 4 gerações de biotecnologias voltadas à reprodução animal, sendo a inseminação artificial e o congelamento de embriões e gametas como primeira geração; múltipla ovulação e transferência de embrião como segunda geração; produção in vitro de embriões como terceira geração; e de quarta geração, as tecnologias de clonagem por transferência nuclear, edição de genoma, biologia de células tronco e engenharia genética (RODRIGUES; BERTOLINI, 2019).

O objetivo deste trabalho é elucidar as principais biotecnologias que auxiliam na maior produtividade reprodutiva de bovinos, bem como destacar os benefícios produtivos que as técnicas apresentadas proporcionam na bovinocultura.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 Tipo de Estudo**

O presente estudo trata de uma revisão integrativa de literatura, a qual tem como finalidade buscar e analisar informações em estudos experimentais e não experimentais a respeito de um determinado tema, com o intuito de produzir esclarecimentos da problemática a ser estudada, dessa forma, auxiliando a prática profissional através da demonstração de novas perspectivas (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010).

## **2.2 Descrição do Estudo**

A presente revisão de literatura obteve os dados através de livros do acervo pessoal, sites oficiais de relevância para o tema e artigos científicos na base de dados da SciELO e Google acadêmico, compreendidos entre os anos 1998 e 2021. A concretização da revisão integrativa foi dividida em seis partes, descritas a seguir.

Na primeira etapa, foi elaborada a pergunta norteadora que a pesquisa se propôs a responder: “Como é realizada a reprodução de bovinos com ênfase na maior eficiência reprodutiva?”. E, a partir dela, foram definidos os estudos relevantes que deveriam ser selecionados e aqueles que não entrariam para esta revisão.

Na segunda etapa, foi realizada uma busca nas bases de dados para encontrar artigos científicos que responderiam à pergunta norteadora, considerando os resultados, a intervenção e os participantes.

Na terceira etapa, foi realizada a coleta de dados dos trabalhos previamente selecionados. Em seguida, na quarta etapa, foi feita a análise crítica dos estudos escolhidos.

Na quinta etapa, a partir da interpretação e do confronto dos dados obtidos durante a etapa quatro, foi constatado que ainda existem pontos a serem questionados a respeito do tema.

Na sexta etapa, foi realizada a apresentação da revisão integrativa, que, de forma analítica, sintética e embasada na literatura, buscou-se elucidar lacunas a respeito da realização de reprodução de bovinos na procura de uma maior eficiência reprodutiva e lucratividade. Os trabalhos citados na revisão com mais de 10 anos de publicação foram importantes para compreensão do estudo e por isso foram mantidos.

## **2.3 Critérios de Inclusão e Exclusão**

Nessa revisão, os critérios de escolha dos artigos científicos foram de incluir estudos que tivessem sido publicados entre os anos 1998 e 2021, em formato eletrônico, de preferência em português, que fossem capazes de responder à pergunta norteadora. Foram retirados os artigos científicos com data de publicação anterior ao ano 1998, aqueles que não estavam completos, os que não foram possíveis traduzir, os que não possuíam referências e aqueles que mesmo se enquadrando nas palavras-chave usadas nas pesquisas, não contribuem para a revisão.

## **2.4 Análise dos Dados**

Foi avaliado um total de 183 trabalhos científicos, entre monografias, dissertações, teses, artigos e livros, e, após aplicação dos filtros descritos anteriormente, apenas 111 dos trabalhos atenderam aos critérios de inclusão e representam a amostra final, os quais mantêm-se alinhados com o tema e conseguiram, de forma individual, responder à parte da pergunta norteadora.

## **2.5 Aspectos Éticos**

Em relação a todos os aspectos éticos, durante a construção desta revisão, foi respeitada a fidedignidade dos dados e dos autores encontrados nos trabalhos que compõem a amostra.

# **3. REVISÃO DE LITERATURA**

## **3.1 Aspectos Anatômicos dos Sistemas Reprodutores**

### *3.1.1 Aparelho reprodutor masculino*

Ao conhecer a anatomia e fisiologia do sistema reprodutor (Figura 1), pode-se analisar as capacidades reprodutivas de um animal, levando em consideração parâmetros para comparação de um bom reprodutor (HAFEZ, 2004).

Existem diversas funções para os órgãos genitais dentro do sistema reprodutor, os quais são compreendidas também as estruturas que são responsáveis por desenvolver os gametas masculinos, bem como seu armazenamento e transporte, sendo eles o testículo, epidídimo, ducto deferente, uretra, glândulas sexuais acessórias (próstata, glândula vesicular, glândula bulbouretral e ampolas), pênis e prepúcio (KONIG; LIEBICH, 2016).

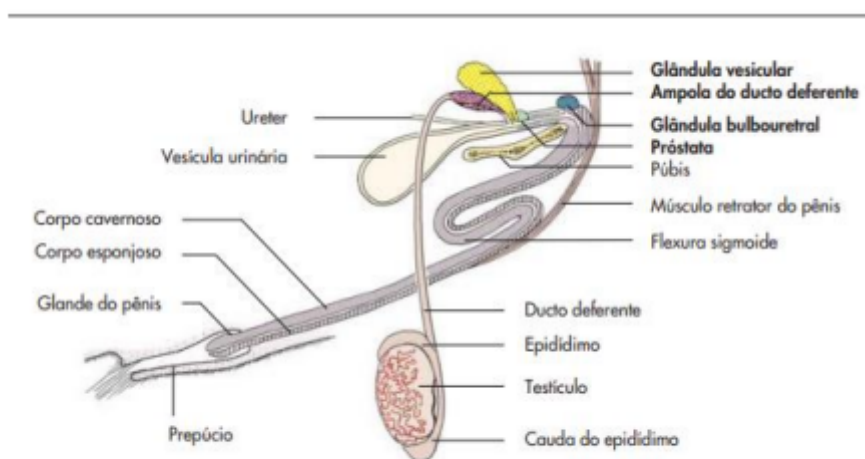
#### **3.1.1.1 Testículo**

Os machos possuem um par de testículos, estes que são caracterizados como órgãos sexuais primários com funções exócrina e endócrina, que produzem espermatozoides e

hormônios esteroides, que são regulados pelo hipotálamo e a hipófise através de seus hormônios (KONIG; LIEBICH, 2016).

O parênquima testicular é localizado no interior do testículo, servindo de suporte para os túbulos seminíferos (Figura 2), local onde as espermatogônias são maturadas em espermatozoides e seguem para o epidídimo pelos ductos eferentes para passarem por maturação e alcançarem o potencial de fecundação (HAFEZ, 2004).

O órgão ainda é recoberto pelas túnicas vaginal e albugínea, em um arranjo com o escroto e sua túnica dartos, que junto do músculo cremáster, plexo pampiniforme e veia espermática, auxiliam na proteção e na termorregulação das gônadas (BERLITZ, 2019).



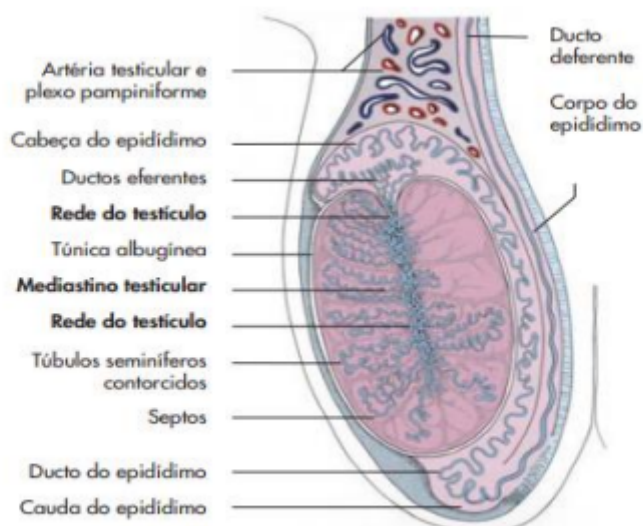
**Figura 1:** Órgãos genitais do touro (representação esquemática).  
**Fonte:** Konig; Liebich (2016).

Existe uma característica biométrica que serve de ferramenta na avaliação de reprodutores, a qual visa mensurar a circunferência escrotal de modo que os animais com testículos maiores são melhores reprodutores, levando em consideração o maior libido, número de gametas viáveis e ainda está relacionado à precocidade da puberdade, tanto do próprio animal que está sendo avaliado, quando das suas proles, e estudos descrevem que touros com maior circunferência escrotal contribuem com maior ganho genético, tendo em vista que seus filhos e filhas serão mais precoces e isso auxilia para diminuir o intervalo entre gerações (HARTMANN et al., 2021).

Animais que possuem um ou os dois testículos fora do escroto são denominados de criptorquídicos, que se trata de uma condição hereditária em que o órgão em seu estágio de desenvolvimento não realizou com sucesso a descida testicular, e como a espermatogênese



está diretamente ligada ao controle da temperatura, com essa condição a genética, esses machos não devem servir como reprodutores (HAFEZ, 2004).



**Figura 2:** Testículo, epidídimo e ducto deferente do touro (representação esquemática, seção mediana).  
**Fonte:** König; Liebich (2016).

### 3.1.1.2 Epidídimo

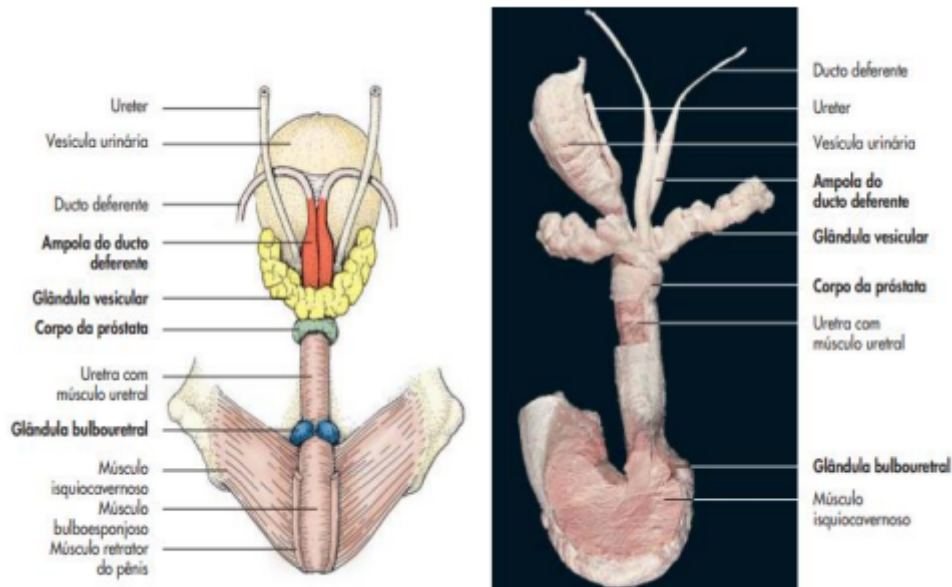
O epidídimo é constituído de rolos e emaranhado de túbulos contorcidos ligados por tecido conectivo e está firmemente agarrado ao testículo, podendo ser identificado em 3 partes: cabeça, corpo e cauda do epidídimo (KONIG; LIEBICH, 2016).

A função dessa estrutura é a maturação, transporte e armazenamento de espermatozoides, estes quando maturados seguem para o ducto deferente, que, por sua vez, é incorporado ao cordão espermático junto com o plexo pampiniforme e vão de encontro à uretra durante o processo de ejaculação, esta última que exerce duas funções, sendo a de guiar o sêmen para o sistema reprodutor, e expelir a urina pelo sistema urinário (HAFEZ, 2004).

### 3.1.1.3 Glândulas acessórias

É de responsabilidade das glândulas acessórias (Figura 3), ampolas deferentes, glândulas vesiculares, próstata e bulbouretrais, assegurar o fornecimento do plasma seminal, a qual serve como meio de transporte para os espermatozoides, possui nutrientes, ajuda na limpeza da uretra e ainda tem ação coagulante quando ejaculado (KONIG; LIEBICH, 2016).

Estão localizadas lateralmente as partes terminais do ducto deferente com formato lobulares e compactas, que são cobertas por músculo bulboesponjoso que, através de contrações, auxiliam na secreção de seu conteúdo no ducto comum, formado pela união do ducto deferente e ducto das vesículas seminais, no momento da ejaculação (BERLITZ, 2019).



**Figura 3:** Glândulas genitais acessórias do touro.  
**Fonte:** König; Liebich (2016).

#### 3.1.1.4 Pênis

É dividido em três partes, sendo a base, o corpo e a glândula. Possui duas funções, a de conduzir a urina externamente ao corpo e a introdução do sêmen no aparelho reprodutor feminino (DYCE; SACK; WENSING, 2010).

A porção que se insere no arco isquiático é a base do pênis, enquanto o corpo é a maior porção desse órgão, já a glândula compreende a porção anterior, e no caso dos touros tem forma de lança (KONIG; LIEBICH, 2016).

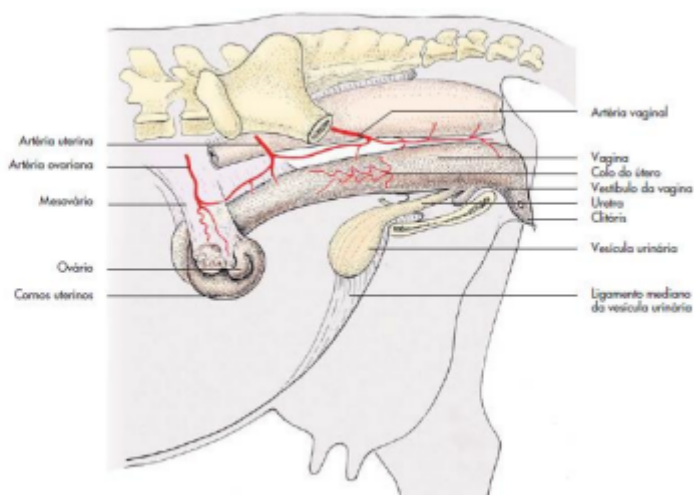
Os corpos cavernosos estão por todo o pênis, entretanto, nos ruminantes eles não são tão desenvolvidos pois o órgão é do tipo fibroelástico, o qual permanece numa determinada posição e é controlada no momento da ereção pela flexura sigmoide através do relaxamento ou contração dos músculos retratores do pênis (HAFEZ, 2004).

O prepúcio se origina através da pele e se divide nas porções peniana e pré-peniana que recobre a parte mais externa do pênis quando em estado de repouso, que pode ser retraído

ou relaxado pelos músculos cutâneo do tronco e os músculos prepuciais craniais, este último que é encontrado apenas nos ruminantes (BERLITZ, 2019).

### 3.1.2 Aparelho reprodutor da fêmea

Os órgãos e estruturas que correspondem à porção interna do sistema reprodutor feminino incluem a vagina, que é um órgão tubular, vestibulo, cérvix, que serve como barreira e impede a passagem direta para o útero, este que é mais um dos órgãos internos junto com os ovidutos e ovários, enquanto a porção externa é representada por clitóris, que é localizada um pouco mais abaixo do óstio externo da uretra, e lábios vulvares. Internamente esses órgãos são sustentados pelo ligamento largo, que envolto na porção do ovário é chamado de mesovário (Figura 4), quando envolto no oviduto é chamado de mesossalpinge, e de mesometria quando envolto na região do útero (KONIG; LIEBICH, 2016).



**Figura 4:** Órgãos genitais da vaca (representação esquemática).  
**Fonte:** König; Liebich (2016).

#### 3.1.2.1 Ovários

Responsável pela produção dos gametas feminino e hormônios, os ovários estão localizados na região lombar da face medial do mesonefro, com formato ovoide firme, que em sua superfície surge os corpos lúteos e folículos que se projetam em relação ao órgão, os quais podem ter de 5 mm a 2 cm, entretanto, são detectados pela palpação retal (HAFEZ, 2004).

A unidade funcional do ovário são os folículos, os quais proporcionam ambiente ideal para desenvolvimento completo dos oócitos, e ainda são produtoras de hormônios (KONIG; LIEBICH, 2016). O complexo cumulus oócitos se trata de um conjunto de células da granulosa que rodeia o oócito (HAFEZ, 2004). A corona radiata é um emaranhado de células próxima da zona pelúcida que circunda o oócito por ligações intercomunicantes, estas que ainda estão rodeadas por células foliculares. O folículo se projeta para fora do ovário quando o oócito está prestes a ser liberado (BERLITZ, 2019).

### 3.1.2.2 Útero

É o órgão que abriga o feto durante a gestação, dividido em 2 cornos, que se enrolam ventralmente sobre si, corpo e cérvix (DYCE; SACK; WENSING, 2010). Sua origem vem a partir dos ductos paramesonéfricos direito e esquerdo, que formam os cornos e em seguida se unem para formar o corpo do útero, e no espaço entre os cornos mais proximal ao corpo do útero é formado os ligamentos intercornuais (KONIG; LIEBICH, 2016). Essa trajetória tubular liga o oviduto à cérvix, este último que é responsável por controlar o acesso ao útero, através do canal cervical obstruído pelas pregas circulares e mucosa cervical (HAFEZ, 2004).

A parede uterina conta com o endométrio, miométrio e perimétrio, que são camadas, interna para externa, que compõe o órgão. Ainda na parede do útero existem as carúnculas uterinas, que são estruturas de fixação dos cotilédones das membranas embriônicas no período de gestação, as quais aumentam seu tamanho, deixando de ser pequenas e lisas para grandes depressões, sendo que a união dessas 2 estruturas é chamada de placentoma ou placentônio (BERLITZ, 2019).

O miométrio é a camada duplo muscular, com porção longitudinal mais externa e outra circular interna, separadas por tecido conectivo vascularizado, e na face externa, o músculo é coberto por uma membrana serosa chamada de perimétrio, que também recobre o ligamento largo, enquanto os vasos e nervos estão localizados no paramétrio, onde o ligamento largo envolve o útero (KONIG; LIEBICH, 2016).

### 3.1.2.3 Vagina

A vagina é o órgão copulatório feminino que tem função exclusivamente reprodutivo que está situada entre o reto e a vesícula urinária, prolongando-se do óstio uterino externo até o óstio externo da uretra (DYCE; SACK; WENSING, 2010). Na parte cranial ao óstio uretral

existe uma prega transversal chamada de hímen, que pode ser mais perceptível de acordo com o animal (SOARES; JUNQUEIRA, 2018). A parede da vagina é fina e seu comprimento é considerado longo com o pronunciamento do colo que restringe o lúmen cranial do órgão ao fórnice (KONIG; LIEBICH, 2016).

A parte caudal da vagina é conhecida como vestíbulo da vagina, que vai do óstio externo da uretra até a vulva externa (DYCE; SACK; WENSING, 2010). A partir dessa porção, a função passa a ser também a de ajudar na expulsão de líquidos pelo sistema urinário, que na face ventral é formado uma invaginação da uretra chamada de divertículo suburetral, que segue o movimento da uretra ao abrir, na qual é possível visualizar os ductos mesonéfricos vestigiais (KONIG; LIEBICH, 2016). Existem glândulas vestibulares na parede do vestíbulo que são responsáveis pela secreção que facilita o coito, parto, mantem a umidade da mucosa ideal, e ainda estimula o macho no período fértil (SOARES; JUNQUEIRA, 2018).

A vulva é localizada na porção mais caudal do sistema reprodutor, é formada por dois lábios e uma abertura vulvar vertical, onde dorsalmente é arredondada e ventralmente é aguda (SOARES; JUNQUEIRA, 2018). O clitóris possui um corpo e uma glândula, já o local onde ele é localizado é chamado de fossa clitoriana, o qual é coberto por pregas de mucosa (HAFEZ, 2004).

### **3.2 Fisiologia da Reprodução do Macho**

No eixo hipotalâmico-hipofisário-testicular, o hipotálamo tem como principal função a liberação do hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), que vai estimular a hipófise, e consecutivamente, os testículos (MOYES; SCHULTE, 2009).

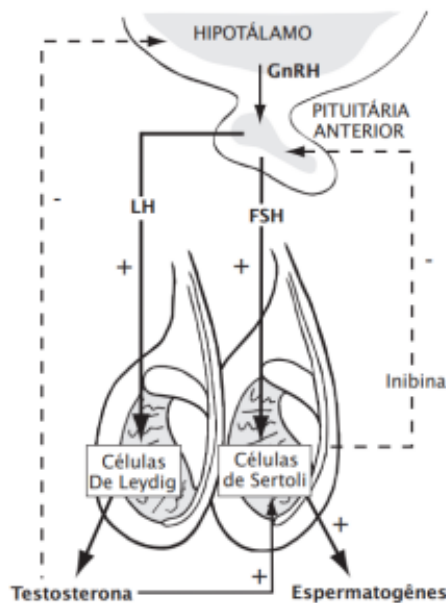
Na hipófise, que está localizada na região túrcica, que é uma depressão óssea na base do cérebro, essa glândula se divide em três partes: o lobo anterior, o lobo intermediário e o lobo posterior (KONIG; LIEBICH, 2016). A adeno-hipófise é a porção que controla a liberação dos hormônios FSH e LH, regulados por sistema de feedback no eixo hipotalâmico-hipofisário-testicular, e o local de ação desses hormônios é nas gônadas, que no caso do macho é o testículo (HILL; WYSE; ANDERSON, 2016).

O GnRH vai agir diretamente nas células gonadotróficas da hipófise anterior, o qual libera o LH e FSH, sendo que a principal função do LH é ativar as células de Leydig, convertendo colesterol em testosterona em nível testicular, enquanto o FSH estimula as células de Sertoli, junto com a testosterona, que produz principalmente proteínas

transportadoras de andrógeno (ABP), as quais serão importantes para o processo de espermatogênese (CUNNINGHAM, 2011).

A testosterona atua nas células mioides peritubulares e nas células de Sertoli, dando suporte às células germinativas. O comportamento sexual é proveniente da testosterona, a qual desenvolve as características sexuais secundárias. O andrógeno funde-se no sangue e na linfa, onde se ligam às proteínas transportadoras de andrógeno. A inibina atua principalmente na inibição do FSH pela hipófise (CUNNINGHAM, 2011).

O hipotálamo libera GnRH (Figura 5), que estimula a produção de FSH e LH na hipófise anterior. O FSH atua na célula de Sertoli, produzindo ABP. O LH atua nas células de Leydig, produzindo colesterol convertendo em testosterona. O ABP liga-se à testosterona e a transporta para a célula de Sertoli, dando início a espermatogênese (PTASZYNSKA, 2010).



**Figura 5:** Interrelações no controle da função reprodutiva do macho bovino.  
**Fonte:** Ptaszynska (2010).

O FSH com feedback positivo nas células de Sertoli produzirá ABP nas gônadas, e paralelamente, as células de Leydig produzirão colesterol, o qual é convertido em testosterona. Quando o nível basal de testosterona é atingido, dá-se início a uma retroalimentação negativa com o hipotálamo para inibir a produção de GnRH, consecutivamente irá reduzir a quantidade de LH, enquanto o FSH em níveis basais, estimula a produção de inibina, a qual faz feedback negativo com a glândula pituitária anterior para cessar a produção de FSH. Logo, com os níveis basais constantes e equilibrados, torna-se possível a espermatogênese (PTASZYNSKA, 2010).

### **3.2.1 Espermatogênese**

A espermatogênese ocorre quando as espermatogônias tronco, que são diploides, passam por diversas divisões mitóticas e se diferenciam em espermatócitos primários, quem em seguida passam novamente por divisão, denominada meiose 1, na qual acontece o crossing over, que nada mais é do que o embaralhamento dos genes, e ainda há redução do número de cromossomos, passando a ser classificadas como espermatócitos secundários, que são haploides (STAUB; JOHNSON, 2018).

As células passam por meiose 2, onde uma célula dá origem apenas duas células haploides chamadas de espermatídes, que em seguida passam por diferenciação, onde ocorre a transformação em sua forma, para dar origem a célula com atividade do flagelo e com capacidade de se ligar à zona pelúcida, sendo altamente especializada e denominada de espermatozoide (GUASTI; MONTEIRO; PAPA, 2012).

### **3.3 Fisiologia da Reprodução da Fêmea**

No eixo hipotálamo hipófise gonadal para o pleno funcionamento das gônadas na fêmea é necessária uma maturação desse eixo para que a gametogênese aconteça de forma plena, que deve ser alcançada na puberdade, onde haverá o estabelecimento da maturação e atribuição de seu potencial fisiológico. (PTASZYNSKA, 2010).

O hipotálamo é constituído por tecido nervoso e está localizado na base do crânio, na base do encéfalo e que está intimamente associado a um prolongamento que corresponde à glândula hipófise (KONIG; LIEBICH, 2016).

O hipotálamo, a partir de neurônios hipotalâmicos, terá a condição de produzir fatores que estimularam a hipótese, mais precisamente, os neurônios hipotalâmicos vão produzir o hormônio chamado de GnRH (CUNNINGHAM, 2011). A liberação de GnRH no eixo porta-hipofisário fará com que este hormônio estimule células da hipófise a secretar as gonadotrofinas LH e o FSH na circulação sanguínea (PTASZYNSKA, 2010).

O FSH vai ser o responsável por estimular o crescimento de folículos ovarianos, ou seja, para que tenha uma onda de crescimento folicular efetiva, há a necessidade do estímulo do FSH de origem hipofisária, e com o crescimento de folículos antrais haverá a produção de estrógeno e progesterona por esses folículos, sendo que o primeiro é predominantemente mais excretado e isso fará com que a concentração de estrógeno no organismo da fêmea aumente à

medida que os folículos estão em crescimento e que atinja um pico máximo de concentração plasmática quando houver folículo maduro no ovário (SOARES; JUNQUEIRA, 2018).

Pode-se dizer que sob estímulo do FSH com crescimento de folículos ovarianos, haverá um aumento na concentração circulante de estrógeno na fêmea, o qual promove uma retroalimentação negativa em nível hipofisário, e essa retroalimentação negativa vai reduzir as concentrações disponíveis de FSH, e com o aumento de estrógeno circulante e a redução dos níveis de FSH no organismo da fêmea irá fazer com que alguns dos folículos recrutados que estavam em crescimento venham a regredir (DAVIDSON; STABENFELDT, 2014).

Os folículos crescem e a inibição da concentração de FSH vai fazer com que vários dos folículos que estão crescendo venham a regredir por serem FSH dependentes, na qual apenas os folículos com maior quantidade de receptores de LH serão ovulados (PTASZYNSKA, 2010).

Quando há a presença de folículo maduro no ovário, existe um pico de estrógeno circulante na fêmea, esse pico de estrógeno vai desencadear liberações cíclicas cada vez em níveis maiores de LH, este que é responsável pela ruptura do folículo maduro (SOARES; JUNQUEIRA, 2018).

Uma vez que ocorre a ovocitação, os níveis de estrógeno circulantes vão reduzir, e no local do folículo onde restaram as células da granulosa e células da teca, acontecem modificações celulares fazendo com que estas células se diferenciem em células luteínicas e paraluteínicas, as quais darão origem a um corpo lúteo, este que produzirá altas concentrações de progesterona (DAVIDSON; STABENFELDT, 2014).

Tendo em vista a viabilização da gestação, isto é, caso ocorra a fecundação, as altas taxas de progesterona produzidas pelo corpo lúteo vão estimular as glândulas endometriais a secretar fatores nutritivos para o embrião, e ainda inibe a contratilidade do miométrio da musculatura lisa do útero, na qual o endométrio deve se tornar secretor e o endométrio pare de contrair para não expulsar esse embrião, este que produz e secreta a proteína interferon-tau (INF-T), fazendo com que haja o reconhecimento materno da gestação, o que impede a luteólise do corpo lúteo (DA SILVA, 2021).

A progesterona produzida pelo corpo lúteo também atua em nível hipotálamo hipofisário em uma retroalimentação negativa para inibir a secreção de GnRH e, conseqüentemente, de FSH e um pouco de LH, por conseguinte, inibe o crescimento de folículos ovarianos. Além de estimular o endométrio e inibir o miométrio, a progesterona também atua nos alvéolos da glândula mamária, promovendo o desenvolvimento alveolar dessa glândula, preparando-a para uma futura lactação (CUNNINGHAM, 2011).



Caso não ocorra a fecundação, o endométrio vai produzir um hormônio chamado prostaglandina, que vai desencadear a lise do corpo lúteo ovariano, o que faz as concentrações de progesterona cair drasticamente e com isso o endométrio desestabiliza e o miométrio começa a contrair, uma vez que o efeito inibitório não existe mais. A retroalimentação negativa que acontece em nível de hipotálamo e hipótese deixa de existir, fazendo com que a fêmea volte a produzir as gonadotrofinas, que, por sua vez, estimula o crescimento de folículos ovarianos e recomeça o ciclo (DA SILVA, 2021).

O ciclo estral é o período no qual a fêmea passa por todas as etapas descritas acima, apresentando também algumas mudanças comportamentais, que podem ser detectadas por inspeção dos animais pelo menos 2 vezes ao dia, as quais demonstram maior atividade motora, inquietação, aumento da vocalização, montar outras vacas e deixar ser montada (BERLITZ, 2019).

### **3.4 Ciclo Estral**

As vacas são poliéstricas não estacionais, o que significa vários ciclos estrais de 21 dias durante o ano sem relação com a estação. Sendo que os ciclos podem ser divididos em fase estrogênica e luteínica, na qual a fase folicular ou estrogênica é caracterizada pelo predomínio do estrógeno e ocorre o desenvolvimento do folículo que vai culminar na ovulação. Essa fase é composta por proestro e o estro (SANTOS et al., 2012).

A fase luteínica, que ocorre o desenvolvimento do corpo lúteo, este que é o responsável pela produção de progesterona. Estão relacionadas nessa fase o metaestro e diestro. Enquanto no metaestro e no diestro pode-se verificar a alta da progesterona, no estro e no proestro pode-se notar a queda na progesterona. O período compreendido entre o parto e o ressurgimento do estro é o anestro, que é caracterizado por não haver manifestação do ciclo estral (HAFEZ, 2004).

A duração do proestro é de aproximadamente 3 dias, sendo marcado pelo aumento gradativo dos níveis de estrógeno, crescimento folicular e regressão do corpo lúteo, aumento da vascularização do endométrio e do tônus uterino. Em seguida o útero começa a ficar mais firme, inicia o relaxamento da cérvix e da secreção de muco, enquanto a vulva começa a ficar edemaciada e hiperêmica. É normal que nessa fase as vacas tentem montar em outras vacas, porém ainda não aceitam a monta pelo touro (SOARES; JUNQUEIRA, 2018).

O estro é a menor fase do ciclo, dura em torno de 12 e 18 horas aproximadamente, é marcada pela ausência do corpo lúteo e a presença do folículo dominante, sendo nessa fase

que ocorrem as manifestações do cio. A cérvix ficará aberta e a vagina vai apresentar um muco cristalino com aspecto de clara de ovo. A vulva continua edemaciada e hiperêmica, e nessa fase que as matrizes aceitam a monta (CUNHA et al., 2019).

É comum nessa fase que os animais fiquem inquietos, apresentem micção frequente e com a característica de levantar bastante a calda, além da diminuição da ingestão de alimentos e declínio na produção de leite (HAFEZ, 2004).

O metaestro é considerada com fase progestacional, a qual é caracterizada pela ocorrência dos aumentos do nível de progesterona, que é marcada pela presença do corpo lúteo hemorrágico e o relaxamento progressivo do miométrio, logo, o útero que estava firme começa a relaxar. É possível encontrar uma secreção pálida, escassa e espessa, enquanto a vulva não apresenta mais edema e a vaca rejeita a monta. Nessa fase pode ocorrer sangramento. Essa é a fase que ocorre a ovulação (COLAZO; MAPLETOFT, 2017).

O diestro é a fase mais longa do ciclo, dura aproximadamente de 10 a 13 dias, a qual se caracteriza pelo predomínio da progesterona, presença do corpo lúteo maduro, relaxamento do miométrio, crescimento das ondas foliculares, a cérvix encontra-se fechada, a vagina pálida com secreção escassa e espessa e a vulva não apresenta edema (DA SILVA, 2021).

Um fator importante na reprodução é a nutrição, tendo em vista que a vaca que apresenta escore corporal baixo ou até mesmo muito alta, não conseguem retornar ao ciclo estral adequadamente e pode apresentar alguma deficiência nutricional que pode chegar a causar uma distorcia no momento do parto, e ainda pode surgir um balanço energético negativo, causando alterações metabólicas e irregularidades reprodutivas (VALENTIM et al., 2019).

### **3.5 Manejo Reprodutivo**

Desde que se domesticaram os animais, incluindo os bovinos, o sucesso dessa domesticação é a capacidade desses animais em se reproduzir em condições junto ao homem, ou seja, em cativeiro, a partir disso foi se desenvolvendo o manejo reprodutivo, que pode ser definido como:

O manejo reprodutivo é, portanto, a aplicação de técnicas e procedimentos que possibilitem de forma direta e indireta a reprodução eficiente dos animais, tendo por base a sua relação com a natureza ou sua adaptação harmônica com o ambiente artificial aos quais são submetidos por necessidades inerentes ao sistema produtivo (MARQUES JR, 2012).

No pós-segunda guerra mundial houve uma crescente no consumo de produtos oriundos dos animais, a qual gerou maior demanda que estimulou a intensificação dos sistemas de produção, que, conseqüentemente, força os produtores a introduzir os animais cada vez mais cedo na vida reprodutiva, ou colocar esses animais em situações extremas para produção, forçando a fisiologia dos animais, que pode trazer conseqüências negativas no aspecto reprodutivo e relacionados à produção por não respeitar parte dos cinco domínios do bem-estar animal, o qual é representado por 4 domínios físicos, que garantem ao animal ser livre de fome e sede, desconforto, dor, ferimentos e doenças, e ainda terem o direito de expressar seu comportamento natural, enquanto o domínio mental prevê que o animal seja livre de medo e angústia (SILVA et al., 2018).

Na escala de prioridade da utilização de energia que respeita a fisiologia do animal (Quadro 1), os ciclos estrais e o início de gestação estão na 8ª posição. Antes de poder se reproduzir, o animal tem que sobreviver, na qual a primeira importância é o seu metabolismo basal, a busca por se manter vivo. Depois é a realização de atividade, seguido de crescimento, reserva de energia. A próxima prioridade é a manutenção na gestação pré-existente, e lactação, para só depois fazer uma reserva adicional de energia. Apenas a partir desse estágio é que o animal vai direcionar alguma energia para reprodução, iniciando o ciclo estral. Por último fazem reservas excedentes de energia, que se dá quando há uma grande possibilidade de se alimentar. Dessa forma, nota-se que na partição de energia do animal, a reprodução não é prioridade (SANTOS et al., 2009).

<b>Ordem de Importância</b>	<b>Condição fisiológica</b>
1	Metabolismo basal
2	Atividade
3	Crescimento
4	Reserva de energia
5	Gestação
6	Lactação
7	Reserva adicional de energia
8	Ciclos estrais e início de gestação
9	Reservas excedentes de energia

**Quadro 1:** Escala de prioridade na utilização de energia.

**Fonte:** Adaptado de Santos *et al.* (2009).

É notório que a demanda por produtos de origem animal não segue os mesmos objetivos da fisiologia, tendo em vista que o animal zela primeiramente pela manutenção da sua sobrevivência (MACHADO, 2008).

A estratégia para um alto rendimento é seguir as regras do metabolismo do bovino, mantendo os animais em menor nível de estresse possível, isso engloba temperatura, ambiente e manejo, e atender as exigências nutricionais, para que assim eles possam direcionar parte dessa energia para sua reprodução (MELO et al., 2016).

Os animais podem ser submetidos a fatores de estresse, os quais impactam diretamente na reprodução, sendo um deles ligado ao clima, levando em conta que os animais em temperaturas altas passam a buscar o alimento em menor quantidade, que ainda implica na vulnerabilidade dos ovócitos e espermatozoides durante a inseminação, bem como do embrião nos estágios iniciais de desenvolvimento, devido ao desvio de glicose, que seria usado como fonte de energia das células germinativas, irem para as demais células trabalharem para manter a homeostasia do animal (RICCI; ORSI; DOMINGUES, 2013).

Alguns fatores não têm como ser evitados, entretanto, existem formas de minimizá-los, através de práticas de manejo que levam em consideração o bem-estar dos animais (CONERA, 2014).

Nos animais sob alto nível de estresse, é possível observar decréscimo na ingestão de matéria seca de até 30%, os quais podem ter redução de 894 kg/vaca/ano, o que, consequentemente, impacta diretamente na produção de leite, com perdas de até 20%, com recuo de cerca de 1.803 kg/vaca/ano, além de atrapalhar na reprodução, aumentando o intervalo de dias entre o parto e a concepção, com acréscimo em torno de 59 dias, equivalente até 50% no decréscimo na eficiência reprodutiva, o que eleva o descarte por problemas reprodutivos, e pode aumentar a mortalidade no rebanho por conta do não controle dos fatores estressantes (PESCARA, 2012).

O manejo reprodutivo deve levar em consideração a homeostase do animal, ou seja, seu conforto, a qual visa com que o animal possa produzir e reproduzir equilibradamente sem perder seu potencial genético alcançando a eficiência reprodutiva:

Eficiência reprodutiva é considerada a habilidade de um produtor, de gado de leite ou de corte, de ter suas novilhas cobertas naturalmente ou inseminadas o mais precocemente possível, sem prejuízo de seu desenvolvimento e maturidade corporal, e suas vacas cobertas naturalmente ou inseminadas logo após o puerpério, com um mínimo de coberturas/inseminações por animal (MARQUES JR, 2012).

A escrituração zootécnica dos animais permite avaliar os índices produtivos para identificar pontos fortes e fracos na produção, sendo o desenvolvimento do nascimento até a puberdade, intervalo da puberdade até a primeira concepção, o intervalo da primeira concepção até o parto, o intervalo entre partos e a senilidade reprodutiva, esta última é relacionada ao descarte das matrizes e reprodutores (REZENDE et al., 2020).

Nos sistemas de criação existem produtores que trabalham com o ciclo completo de cria, recria e engorda de gado de corte, e algumas propriedades com esse sistema do sul da Bahia apresentaram resultados positivos na taxa de natalidade de até 89%, com todo o ciclo de produção, as quais foram mapeadas por escrituração zootécnica (BARBOSA et al., 2010).

A cria é caracterizada pelo período da cobertura até a desmama, nesse sistema os machos são vendidos imediatamente após a desmama, em geral com 7 a 8 meses de idade com 25% a 50% do peso final de abate (CARNEIRO; ASSIS, 2016). Ainda são comercializadas as bezerras desmamadas, novilhas, vacas e touros. Em geral, as novilhas de 2 a 3 anos, as vacas e touros descartáveis se destinam ao abate, enquanto as bezerras desmamadas e as novilhas jovens próximas da puberdade são mantidas para repor as matrizes ou são vendidas para reprodução (CEZAR et al., 2005).

### *3.5.1 Idade da puberdade*

A puberdade é momento quando os animais atingem a adolescência, fazendo a passagem da vida infantil para a vida adulta, ou seja, é o momento, no caso das fêmeas, quando acontece o primeiro cio acompanhado de ovulação, enquanto nos machos a puberdade é caracterizada quando é possível observar o surgimento dos primeiros espermatozoides viáveis no ejaculado (DA SILVA, 2020a).

#### *3.5.1.1 Puberdade da fêmea*

As raças taurinas, ou seja, de origem europeia, são mais precoces, com idade de puberdade em aproximadamente de 10 a 15 meses, enquanto as raças zebuínas são mais tardias, e a entrada na puberdade vai ocorrer com aproximadamente 22 a 36 meses. Já o cruzamento pode alcançar uma média aproximada entre as duas raças, variando de acordo com o grau de heterose, dependendo do grau do sague no cruzamento (NEPOMUCENO, 2013).

A puberdade não está relacionada apenas com a idade fisiológica do animal, sendo atrelada também ao peso e condição corporal. Logo, é possível estipular o peso ideal para cobrição, dependendo da raça utilizada do cruzamento, sendo mais assertivo do que a idade cronológica para determinar o momento correto da cobrição (GOTTSCHELL et al., 2019).

As fêmeas entram na puberdade com aproximadamente 50% do seu peso vivo de adulta, enquanto a época do cobrimento ou inseminação coincide com aproximadamente 60% do peso de adulta. O peso ideal para o primeiro parto é cerca de 85% do peso quando adulta (ROSA et al., 2018).

Os pesos ideais para realizar a primeira cobertura das novilhas variam bastante a depender da raça, na qual a raça holandesa tem que alcançar no mínimo 340 kg de peso vivo para ser fertilizada, a pardo-suíça com 330 kg, no cruzamento da holandesa com zebuína 320kg, no cruzamento de Jersey com zebuína 280kg e na raça Jersey 230kg (CARRIJO; LINHARES; BARCELOS, 2008).

Para acelerar a entrada do animal na puberdade, é preciso entender que todos os fatores que auxiliam no ganho de peso podem ser usados para tal objetivo, sendo a genética, tendo em vista os animais que têm maior capacidade de grande peso, fatores ambientais, como a boa nutrição, a ausência de doenças, temperatura adequada. Todos esses fatores podem predispor a entrada na puberdade mais cedo, que pode ser estimulada com o efeito macho, a qual é caracterizada pela simples presença de um reprodutor no piquete, que passa a provocar estímulos neuroendócrinos, e modifica a função ovárica nas fêmeas (BORDINHON, 2021).

Deve-se fazer o monitoramento do desenvolvimento das novilhas acompanhando o peso mensalmente, fazendo controle para que os animais não ganhem muito peso, sendo recomendado que dos 80kg a 90 kg de peso vivo até a puberdade, as fêmeas não ultrapassem mais do que 900 g por dia de ganho de peso, sendo que o excesso de energia pode atrapalhar a reprodução. Após a puberdade pode-se deixar de usar o controle restritivo e passar a trabalhar com oferta de mais energia (BORDINHON, 2021).

### 3.5.1.2 Puberdade do macho

Os tourinhos zebuínos podem alcançar a puberdade em torno de 25 a 28 meses (MELLO, 2015). Entretanto, um estudo sugere que animais dessa linhagem estão mais precoces, os quais apresentam qualidade de esperma satisfatória na idade da puberdade em torno de 12 a 18 meses (FONSECA et al., 2019). Contudo, raças zebuínas apresentam ser

mais tardias que raças taurinas, tendo em vista que mesmo criadas em condições de clima tropical, raças taurinas demonstram a idade da puberdade por volta dos 12 a 14 meses (MELLO, 2015).

A partir da puberdade, os machos começam a expressar comportamento sexual, e o desenvolvimento de sua fisiologia reprodutiva, mas é na maturidade sexual que o tourinho passa a desempenhar completamente sua função como reprodutor, que pode levar de 16 a 20 semanas após a puberdade, período marcado pelo aumento do comprimento dos túbulos seminíferos e da quantidade elevada de produção de espermatozoides, logo, a maturidade sexual é expressada pelo aumento da testosterona, aumento do volume corporal e crescimento dos testículos (FONSECA et al., 2019).

A fertilidade dos touros é usada como um índice de produtividade do rebanho, a qual é avaliada diretamente pelo número de fêmeas que esse macho é capaz de montar, sendo mais indicado a proporção de 1 touro para 40 vacas, que está relacionado a fatores de desenvolvimento testicular e ponderal, capacidade de produção espermática e precocidade sexual (GUIMARÃES et al., 2011).

Existem ainda fatores ambientais que podem interferir na fertilidade do macho, o qual acaba sofrendo influência da nutrição, manejo e situações climáticas, que na maioria dos casos leva à puberdade tardia os candidatos a reprodutores. No Brasil, o principal fator debilitante é a nutrição dos animais, que sofrem desde o desmame, apresentando mínimo de ganho de peso e, conseqüentemente, exibem baixo índice no escore de composição corporal, o que influencia no desenvolvimento reprodutivo (MELLO, 2015).

### *3.5.2 Escore corporal*

Uma forma de observar o crescimento além da pesagem na balança é a observação pela condição corporal ou escore corporal, a qual possibilita avaliar se a novilha ou vaca encontra-se em condições favoráveis para a prenhez (CAMARGO et al., 2017).

A avaliação por esse método é dada pela inspeção visual e palpação das estruturas anatômicas da vaca, onde é possível determinar em qual estágio de composição corporal esse animal se encontra. As observações se concentram na quantidade de tecido muscular e adiposo encontrados em pontos estratégicos, sendo as costelas, processos espinhosos e transversos das vértebras, vértebras lombares, base da cauda, sacro, ponta do íleo e o vazio (MACHADO et al., 2008).

São diversas as escalas de escore da condição corporal para ruminantes descritas na literatura, variando daquelas de 0 a 5, outra de 1 a 5 com acréscimo de 0,25 e 0,50 entre os números inteiros, e ainda as de 1 a 9, sendo que todas essas escalas podem ser usadas para avaliar tanto o gado de corte quanto o as vacas leiteiras (MACHADO et al., 2008; FERNANDES; OLIVEIRA; QUEIROZ, 2016).






Escore		Avaliação
1	Caquético ou emaciado	Processos transversos e espinhosos proeminentes. Todas as costelas visíveis, cauda inclusa dentro do coxal, íleo e ísquio expostos. Atrofia muscular pronunciada
2	Magro	Ossos salientes, com proeminência dos processos dorsais, íleos e ísquios. Costelas pouco cobertas, processos transversos visíveis e cauda menos inclusa nos coxais. Pele firmemente aderida no corpo (pele esticada).
3	Médio ou ideal	Suave cobertura muscular com grupos de músculos à vista. Processos dorsais pouco visíveis; costelas quase cobertas; e processos transversos pouco aparentes. Sem gordura; superfície macia e pele flexível.
4	Gordo	Boa cobertura muscular, tem gordura na inserção da cauda. As costelas e os processos transversos cobertos. Regiões individuais do corpo bem definidas, partes angulares do esqueleto parecem menos identificáveis.
5	Obeso	Ângulos do corpo cobertos, mesmo os salientes, tem gordura (base da cauda e maçã do peito). Partes individuais do corpo difíceis de distinguir. Aparência arredondada. Este estado é usado para o abate.





**Quadro 2:** Escores de condição corporal em bovinos (escala de 1 a 5).

**Fonte:** Adaptado de Machado *et al.* (2008).

Entretanto, as vacas de produção de leite são por essência menos carnudas que as vacas de produção de carne, o que motiva uma inspeção minuciosa para garantir que não sejam aplicadas avaliações errôneas ao seu estado de condição corporal. No decorrer de trabalhos publicados ao longo dos anos, é observada uma preferência no emprego das escalas de condição corporal de 1 a 5 (Quadro 2) para os animais voltados à produção de leite, enquanto a escala de 1 a 9 (Quadro 3) é relacionada aos animais de produção de carne, e, portanto, deve ser levado em consideração o tipo de produção quando essas escalas de condição corporal forem empregadas para avaliar os animais, seja para reprodução ou por identificação de índices zootécnicos (FERNANDES; OLIVEIRA; QUEIROZ, 2016).



<p>ECC = 1. Debilitada. A vaca está extremamente magra, sem nenhuma gordura detectável sobre os processos vertebrais espinhosos e os processos transversos, e sobre os ossos da bacia e as costelas. A inserção da cauda e as costelas estão bastante proeminentes.</p>	
<p>ECC = 2. Pobre. A vaca ainda está muito magra, mas a inserção da cauda e as costelas estão menos projetadas. Os processos espinhosos continuam proeminentes, mas nota-se alguma cobertura de tecido sobre a coluna vertebral.</p>	
<p>ECC = 3. Magra. As costelas ainda estão individualmente perceptíveis, mas não tão agudas ao toque. Existe gordura palpável sobre a espinha, sobre a inserção da cauda e alguma cobertura sobre os ossos da bacia.</p>	
<p>ECC = 4. Limite. A individualização das costelas é menos óbvia. Os processos espinhosos podem ser identificados com o toque, mas percebe-se que estão mais arredondados. Existe um pouco de gordura sobre as costelas, sobre os processos transversos e sobre os ossos da bacia.</p>	
<p>ECC = 5. Moderada. O animal possui boa aparência geral. A gordura sobre as costelas parece esponjosa à palpação e as áreas nos dois lados da inserção da cauda apresentam gordura palpável.</p>	

<p>ECC = 6. Moderada boa. É preciso aplicar pressão firme sobre a espinha para sentir os processos espinhosos. Há bastante gordura palpável sobre as costelas e ao redor da inserção da cauda.</p>	
<p>ECC = 7. Boa. A vaca tem aparência gorda e claramente carrega grande quantidade de gordura. Sobre as costelas sente-se uma cobertura esponjosa evidente e também ao redor da inserção da cauda. Começam a aparecer "cintos" e "bolas" de gordura. Nota-se alguma gordura ao redor da vulva e na virilha.</p>	
<p>ECC = 8. Gorda. A vaca está muito gorda. É quase impossível palpar os processos espinhosos. O animal possui grandes depósitos de gordura sobre as costelas, na inserção de cauda e abaixo da vulva. Os "cintos" e as "bolas" de gordura são evidentes.</p>	
<p>ECC = 9. Extremamente gorda. A vaca está nitidamente obesa, com a aparência de um bloco. Os "cintos" e as "bolas" de gordura estão projetados. A estrutura óssea não está muito aparente e é difícil de senti-la. A mobilidade do animal está comprometida pelo excesso de gordura.</p>	

**Quadro 3:** Escore de condição corporal (ECC) em gado de corte (escala de 1 a 9).  
**Fonte:** Machado *et al.* (2008).

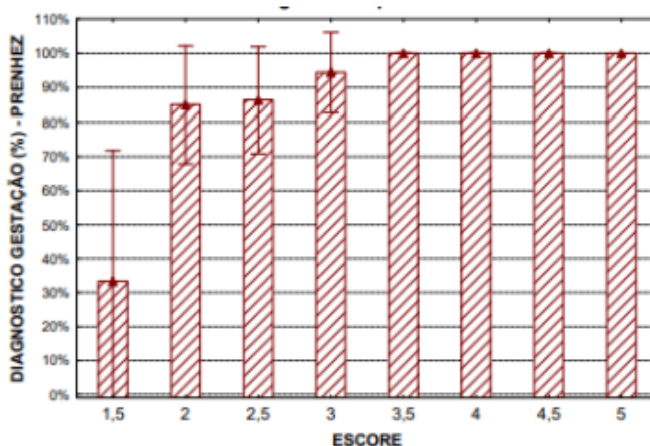
No trabalho realizado por Viana et al. (2015) foram analisadas 1.234 vacas Nelore no sistema extensivo com pastagem de *Brachiaria brizantha* e suplementadas com minerais ad libitum. No qual observou-se que os animais magros, ou seja, aqueles menores do que 2, tiveram uma taxa de prenhez abaixo dos 25%, enquanto os animais de escore 2 a 2,5

obtiveram 61% no sucesso gestacional. Os animais de escore 2,5 a 3 alcançaram a marca de 61,25%, enquanto as matrizes de escore acima de 3 alcançaram a marca de 80,49% de sucesso na inseminação. Tais resultados demonstram que a condição corporal desses animais pode ser usada como ferramenta para uma produção mais eficiente. Para ilustrar a atenção ao escore corporal, o Quadro 4 demonstra em porcentagem os animais que confirmaram prenhez após serem inseminadas (VIANA et al., 2015).

<b>Escore Corporal</b>	<b>Nº Inseminações</b>	<b>% Prenhez</b>
< 2,0	74	24,32
2,0 - 2,5	578	61,25
2,5 - 3,0	541	65,43
> 3,0	41	80,49

**Quadro 4:** Total de número de inseminações e taxa de prenhez de acordo com o escore corporal.  
**Fonte:** Viana et al. (2015).

O Gráfico 1 demonstra a existência de um ponto no índice de escore corporal que quando alcançado não justifica mais o aumento na condição corporal, tendo em vista que a taxa de prenhez segue praticamente a mesma a partir desse ponto. No Gráfico é possível verificar que até o animal alcançar o nível 3 existe uma crescente na taxa de prenhez, mas esse número praticamente estagna nos níveis a seguir. Foram avaliadas 80 vacas Nelore no sistema extensivo com pastagem de *Brachiaria marandu* e *Cynodon plectostachyus* (MORETTO; TÚLIO; JUNIOR, 2018).



**Gráfico 1:** Relação de escore corporal e taxa de prenhez de vacas múltiparas.  
**Fonte:** Moretto; Túlio; Junior (2018).

### *3.5.3 Estação de monta*

Trata-se de uma prática em que as fêmeas aptas para reprodução são expostas ao macho, inseminação ou transferência de embrião, em um determinado período do ano, tendo como principal objetivo a concentração de partos em uma época do ano em que o alimento seja abundante, tendo em vista que no período pós-parto as vacas possuem maior requerimento de energia, para que alcancem a melhor condição corporal para serem fertilizadas (VALLE; ANDREOTTI; THIAGO, 2000).

O intervalo de tempo para implantar a estação de monta mais comum no Brasil vai de outubro a fevereiro, que compreende as estações primavera e verão, onde as chuvas favorecem a produção de pastagem (OLIVEIRA; SILVA, 2019).

A duração da estação de monta deve ser de 60 a 90 para vacas, e de 45 dias para novilhas. Para uma melhor taxa de bezerros/matriz/ano, é recomendado que os animais sejam fertilizados o mais cedo possível após o pós-parto, tendo em vista uma gestação de 9 meses, e estação de monta de no máximo 90 dias, é possível manejar os animais para terem intervalos de parto de 12 meses (FERREIRA et al., 2018).

### *3.5.4 Detecção de cio*

Para realizar a fertilização de uma fêmea por inseminação artificial sem uso da sincronização de estro, é necessária uma observação minuciosa dos comportamentos expressados por esse animal para identificar o momento ideal para o emprego da fertilização. A Detecção de cio é importante devido à demanda por alta produtividade desses animais, quando se perde um cio é preciso esperar 21 dias para o novo ciclo, na qual é gerado um atraso, acarretando prejuízo financeiro. Para evitar tal situação, deve-se observar as vacas pelo menos duas vezes por dia por no mínimo uma hora (MARQUES et al., 2020).

Existem algumas ferramentas que auxiliam a detecção de cio, entre elas, os rufiões, estes que podem usar o buçal com marcador, que se trata de uma estrutura posicionada debaixo do arco da mandíbula que libera uma tinta, e quando em contato com a vaca acontece liberação da tinta, marcando o dorso da vaca para facilitar a identificação dos animais que estão aceitando monta, característica principal do cio (OLIVEIRA; JÚNIOR, 2015).

As vacas androgenizadas são animais selecionados, as quais são protocoladas com administração de hormônios masculinos para adquirirem comportamento análogo ao do touro, sendo usada da mesma forma que o rufião (OLIVEIRA; JÚNIOR, 2015). Utilizam-se também

adesivos de inseminação, que se trata de adesivo posicionado na base da cauda, e quando ocorre a monta, o mesmo muda de cor. Ainda se podem utilizar bastões marcadores, os quais são aplicados na base da cauda, demonstrando se a fêmea aceita monta em caso de modificações na marca (MARQUES et al., 2020).

O rufião é um macho que não tem condições de fecundar a fêmea, sua finalidade é justamente a identificação de cio. Para exercer a função, o animal precisa ser jovem para dispor de libido, de preferência um taurino, tendo em vista que essas raças apresentam maior libido, entretanto as raças mestiças apresentam a associação da libido do gado europeu com a resistência dos zebuínos (VIEIRA; PERIN; DIAS, 2015).

A incapacidade do rufião de fecundar e ou realizar a copula nas fêmeas se dá através de técnicas cirúrgicas, sendo as mais conhecidas: a vasectomia, a caudepididimectomia bilateral e o desvio do óstio prepucial. As duas primeiras são técnicas que requerem a penetração, logo, existe a possibilidade de transmissão de doenças sexualmente transmissíveis. A técnica comumente utilizada é o desvio do óstio prepucial, no qual o animal ao fazer a monta não consegue penetrar devido ao pênis estar desviado lateralmente (OLIVEIRA; JÚNIOR, 2015).

Para reprodução é importante o acompanhamento do ciclo estral, que pode usar duas ferramentas, sendo a ultrassonografia e a palpação transretal, esta última é bem utilizada tendo em vista os baixos custos de implementação e com possibilidade de verificar o estágio do ciclo estral, realizar inspeção das estruturas genitais internas e órgãos ao redor, avaliar a viabilidade fetal e auxiliar no manejo de biotecnologia da reprodução (STRELCZUK, 2015).

A palpação transretal consiste na introdução da mão no reto, onde consegue-se palpar estruturas como cervix, útero e ovário sem introduzir a mão na vagina, que poderia causar risco de infecção para o animal, enquanto a ultrassonografia possibilita o diagnóstico precoce da gestação, a qual possibilita avaliar o número de fetos, identificar a sexagem fetal, a idade gestacional, a confirmação da viabilidade fetal, presença de folículos, corpo lúteo, corpo hemorrágico e cistos, tendo em vista que se trata de uma ferramenta mais precisa que a palpação transretal (PUGLIESI et al., 2017).

### **3.6 As Biotecnologias na Reprodução Assistida**

Tem-se notado ao longo dos anos a necessidade de se adaptar às novas tecnologias para que venham a alcançar um aumento de produção e produtividade através da

implementação e desenvolvimento de biotecnologias, com ênfase na busca de custos minimizados (LUSTOSA et al., 2018).

O papel da biotecnologia é fazer com que os animais venham atingir os níveis adequados de qualidade e produtividade que o mercado tanto exige, justamente porque as características genéticas dos animais de produção podem ser rapidamente alteradas utilizando as técnicas biotecnológicas, em comparação aos métodos convencionais de seleções, na qual o grande objetivo das biotecnologias é produzir animais mais saudáveis e eficientes (ALENCAR, 2004).

De modo geral, as biotecnologias são utilizadas para diversas aplicações tecnológicas que fazem uso dos sistemas de organismos vivos, ou parte deles (FONTES, 2019). Nesse contexto, observam-se os gametas, que são as partes desses organismos vivos, e os embriões, os quais dão início ao desenvolvimento e constituem a ferramenta para otimização da produção animal, de modo que os animais podem transferir suas características genéticas para as próximas gerações por meio dos gametas, que são os ovócitos e os espermatozoides, onde o embrião é formado quando o ovócito é fecundado por um espermatozoide, iniciando o desenvolvimento de um novo indivíduo (HAFEZ, 2004).

### *3.6.1 Inseminação artificial*

Dentro das técnicas reprodutivas, a inseminação artificial foi a primeira a ser desenvolvida, por volta 1779, o italiano Lazzaro Spallanzani conseguiu inseminar uma cadela, utilizando uma seringa como instrumento para fazer a transferência do sêmen para o animal, e através dessa inseminação nasceram três filhotes (OLIVEIRA; CARDOSO; OLIVEIRA, 2020).

De maneira geral, a inseminação artificial é uma técnica que consiste em introduzir o sêmen no aparelho reprodutor de uma fêmea, com ajuda de instrumentos adequados, passando pela cérvix e alcançando o útero até que os espermatozoides fertilizem os ovócitos (SANTOS, 2016).

Essa técnica é extremamente usada na reprodução animal, a qual tem impacto grande na multiplicação dos rebanhos, e na melhoria da qualidade dos rebanhos, uma vez que se pode disseminar em uma velocidade grande o material genético de um reprodutor (BARBOSA; MACHADO, 2008).

A pecuária bovina tem utilizado essa técnica em busca das vantagens que a mesma traz consigo, na qual um touro tem potencial de transferência de material genético capaz de

inseminar 100.000 mil fêmeas durante a vida útil, o que demonstra o grande potencial de disseminação dessa genética (SANTOS, 2016).

A coleta do sêmen constitui a primeira operação a ser efetuada. Existem várias formas de coletar o sêmen, sendo a vagina artificial, que no momento da monta com a manequim é usada, a qual simula a temperatura, espessura e pressão da vagina da vaca. Outras formas são a criação de fístulas ou punção direta no testículo, e ainda a estimulação da ejaculação através de eletricidade (DA SILVA, 2020b).

No laboratório ocorre tratamento do sêmen, o qual passa por avaliação para verificação de características e propriedades através do controle de qualidade, sendo exames conclusivos para permitir a diluição do sêmen e sua posterior utilização, ou a eliminação (ALVES, 2014).

Dentre os procedimentos temos a avaliação microscópica, que avalia o volume, cor, aspecto, pH e cor do ejaculado, enquanto a avaliação microscópica trata de observar a motilidade, morfologia, concentração, turbilhonamento e vigor dos espermatozoides (SOUZA et al., 2020).

O volume seminal é avaliado após a coleta e aceita variação de 0,5 a 20 ml, com média geral de 5 ml, levando em consideração a raça, idade e frequência de trabalho do reprodutor; a cor do sêmen deve variar de branco ou branco-perolado; o odor deve ser sui generis, ou seja, imperceptível; o pH deve variar entre 6,5 a 6,9; o aspecto é caracterizado pela aparência, a qual pode ter a densidade muito densa, densa, pouco densa e aquosa; a concentração é avaliada por espectrofotômetro, o qual contabiliza as células por centímetro cúbico; a motilidade é avaliada pela quantidade de gametas móveis, a qual é classificada de 1 a 5 com valor de 20% de espermatozoides em movimento para cada grau, sendo o ideal acima do 4 graus; o turbilhonamento avalia os gametas em forma de onda, sendo classificados de 0 a 5; o vigor é determinado pela velocidade de movimento das células reprodutivas, e os graus de avaliação podem ser vistos no Quadro 5 (SANTOS et al., 2018).

<b>Grau</b>	<b>Propulsão e velocidade dos espermatozoides</b>
0	Estático – morto
1	Moribundos – péssimos
2	Lento – ruim
3, 4 e 5	Bons

**Quadro 5:** Classificação da velocidade dos espermatozoides.  
**Fonte:** Santos et al. (2018).

A partir de 1949, os trabalhos do Dr. Polge demonstraram a possibilidade de congelar o sêmen pela adição do glicerol, este que se tornou o primeiro crioprotetor da história (CASTRO et al., 2011). A técnica do congelamento permite a estocagem do material em armazenamento por um período indefinido, o que facilita a logística e o uso de sêmen. Quando descongelado, o material prossegue com seus processos fisiológicos naturalmente, e posteriormente pode ser usado para inseminação artificial, fecundação in vitro, entretanto, haverá uma diminuição na fertilidade se comparada com o sêmen fresco (LEITE et al., 2011).

No congelamento, o sêmen é envasado nas palhetas plásticas, essas que são colocadas dentro de botijões com nitrogênio líquido a uma temperatura de  $-196^{\circ}\text{C}$ , sendo que a técnica depende de cuidados específicos, que se resume basicamente na melhor escolha do crioprotetor, os quais são compostos responsáveis por substituir a água intracelular e estabilizar as membranas, onde deve ser feito o controle dos volumes das concentrações destes compostos (MARTINS et al., 2009).

Existem dois tipos de crioprotetores, os intracelulares, que possuem baixo peso molecular, tornando-se os de maior capacidade em penetrar as células, e ainda possuem alta solubilidade e capacidade de formar ligações entre o hidrogênio e a água, evitando a formação de cristais de gelo no meio intracelular. Esses crioprotetores são a base principalmente de glicerol (ZANDONAIDE, 2018).

O segundo tipo de crioprotetor é extracelular, composto por moléculas de alto peso molecular, as quais não penetram a membrana celular, e agem aumentando a osmolaridade do meio extracelular, ou seja, vão aumentar a quantidade de partículas dissolvidas no interior da célula, e com isso vão forçar as moléculas de água presente a passarem para o meio extracelular, impedindo a formação de cristais de gelo no seu interior, assim como os crioprotetores intracelulares. Esses crioprotetores extracelulares são a base de açúcares, lipoproteínas e aminoácidos (ZANDONAIDE, 2018).

Um dos grandes avanços observados nos últimos anos foi a possibilidade de fazer a separação por sexo dos gametas, chamada de sexagem de espermatozoides, que divide os espermatozoides que carregam o cromossomo X entre os que carregam o cromossomo Y, na qual o material é tratado com o marcador fluorescente e passado pelo citômetro de fluxo, onde a intensidade de fluorescência é maior no cromossomo X, fazendo com que seja detectada, e o citômetro consegue, por meio dessa intensidade maior de fluorescência, separar as duas populações X e Y com eficiência de cerca de 90% na sexagem (SCOTT et al., 2018).

Um estudo realizado com vacas Nelore de escore corporal 2,5 a 3 demonstrou que existe uma diferença nas taxas de concepção utilizando o sêmen sexado. Vacas que receberam



o sêmen sexado obtiveram 23% na taxa de prenhez, enquanto aquelas que receberam o sêmen convencional alcançaram 46,45% de concepção, sendo que a baixa fertilidade dos espermatozoides sexados é provavelmente derivada da diluição do sêmen, exposição ao laser-ultravioleta, pressão e carga elétrica. Dessa forma, o custo para produzir bezerros sexados é maior do que os produzidos de forma convencional (MEIRELLES et al., 2008).

Outro avanço importante que houve nessa área foi o desenvolvimento de protocolos de combinações hormonais que permitem o controle do momento da ovulação, a qual facilita o momento da inseminação, e tem sido um motivo de aumentos no uso dessa tecnologia por parte dos produtores (OLIVEIRA; SILVA JR; CAVALCANTE, 2018).

É importante determinar o momento ideal para inseminação na vaca, tendo em vista que alguns fatores determinam a capacidade de sobrevivência dos espermatozoides nos órgãos sexuais femininos, sendo a necessidade da maturidade dos espermatozoides, o tempo de maturidade do óvulo, e sua passagem pelo oviduto, levando em consideração que a média que as vacas permanecem no cio é cerca de 18 horas, e ovulam 14 horas depois, tendo a vida do óvulo de 6 a 10 horas (SARTOR, 2017).

As vantagens da utilização de inseminação artificial são o ganho genético produzido pelo uso de sêmen de touros eficientes e provados com preço acessível, prevenção de doenças sexualmente transmissíveis, protegendo tanto o touro quanto a matriz, cruzamentos entre raças apenas com o sêmen. Existem ainda as vantagens em relação à padronização do rebanho, observação do histórico do touro doador, possibilidade de usar sêmen de touros que morreram e ainda diminuem as chances de acidentes durante o manejo (FONSECA, 2018).

Entretanto, é pertinente salientar algumas limitações da técnica, sendo que os animais devem estar ciclando, ou seja, se o anestro por algum motivo for prolongado, não é possível realizar a técnica, bem como em animais com a puberdade tardia, e ainda ligado à falha na observação do cio. Todos esses fatores limitam o desempenho reprodutivo nos rebanhos (SILVA; MELLO; PALHANO, 2021).

O sucesso da inseminação artificial abriu caminho para outras tecnologias reprodutivas, como no caso da transferência de embriões, onde o primeiro relato dessa técnica data de 1890, com primeiro nascimento de coelhos, depois em 1930 com ovinos, em 1934 com os primeiros caprinos nascidos na transferência e 1951 os primeiros bovinos (DA SILVA, 2020c).

### *3.6.2 Transferência de embriões*

A transferência de embriões aumenta o número de descendentes de uma fêmea de alta qualidade genética, o animal precisa passar por um processo de múltiplas ovulações, que se trata de um tratamento hormonal que ela recebe para aumentar ao máximo o número de ovócitos (TEIXEIRA et al., 2014).

A partir desse tratamento, a fêmea é inseminada, e em seguida é realizada a coleta dos embriões por via transcervical por circuito fechado, onde o animal é tranquilizado e permanece em estação com uso de acepromazina 1% e ainda recebem anestesia epidural caudal baixa com lidocaína 2% para promover maior relaxamento da musculatura lisa dos órgãos a ser manipulados (PAZZIM, 2021). Passa por uma lavagem, injetando soluções fisiológicas e retirando até a recuperação dos embriões, que serão encaminhados para receptora, a qual dará continuidade à gestação (DA SILVA, 2020c).

As doadoras dos embriões podem ser selecionadas de acordo com sua genética, fenótipo ou por estima do produtor, entretanto, a seleção deve passar por critérios de avaliação que são responsáveis pela eficiência da técnica de transferência de embriões, em que pode-se listar: sistema reprodutor livre de enfermidades e com pelo menos apresentação de 2 ciclos estrais; avaliação do histórico reprodutivo; ter 60 dias desde o último parto; animal livre de estresse, devido a ineficácia do tratamento hormonal em vacas estressadas; e ainda as condições de escore corporal de no mínimo 3 na escala de 1 a 5 (PAZZIM, 2021).

As vacas receptoras são as responsáveis por manter a gestação e alimentar os bezerras até o desmame. Dessa forma, esses animais devem ser selecionados levando em consideração a apresentação de ciclo estral regular, que sejam primíparas ou tenham no mínimo 60 dias do último parto, e que possuam ECC de 3. Essas fêmeas são avaliadas por exame clínico geral, e posteriormente por exame específico no sistema reprodutor a fim de descartar aquelas que apresentem alguma alteração patológica de má formação ou adquirida. Ainda devem ser vacinadas contra raiva, aftosa, clostridiose, leptospirose, rinotraqueite e diarreia viral. Terem resultados negativos para tuberculose, brucelose e leucose enzoótica, e estarem com controle de parasitas de forma apropriada (PAZZIM, 2021).

Os protocolos empregados na transferência de embriões têm por objetivo conseguir o máximo de ovócitos e embriões para aumentar a probabilidade de as vacas receptoras manterem a gestação, onde as receptoras podem passar pelo tratamento hormonal a cada 60 dias em um período de 1 a 2 anos de serviço (SANTOS, 2017).

A técnica consiste em estimular a onda folicular com administração de FSH, o qual deve ser usado antes da dominância folicular seja estabelecida no ciclo estral, ou seja, o hormônio foliculo-estimulante quando em altas concentrações tem efeito de crescimento simultâneo dos folículos, impedindo o efeito inibitório do folículo dominante, o qual causaria atresia dos demais folículos (OLIVEIRA et al., 2014).

Os usados no protocolo de superovulação são o FSH extraído de suínos, ovinos, equinos, ou gonadotrofina coriônica equina (eCG), esta que apresenta meia vida maior que o FSH, a qual dispensa múltiplas aplicações, tornando o processo menos oneroso (SANTOS, 2017).

Após a coleta, os embriões são classificados morfológicamente, a qual diferencia os ovócitos dos embriões, e ainda avalia a qualidade e estágio de desenvolvimento do embrião com os seguintes discernimentos: compactação dos blastômeros entre si; ausência de fragmentos celulares aderidos à zona pelúcida; ausência de vacúolo no embrião e fragmentos celulares no espaço perivitelíneo; integridade da zona pelúcida; uniformidade da membrana celular; proporcionalidade entre o embrião e o espaço perivitelíneo; tonalidade escura e uniforme; aparência clara e nítida dos blastômeros e simetria dos blastômeros (PAZZIM, 2021).

A classificação pode ser: código 1 ou excelente, a qual abrange os embriões esféricos e simétricos, uniformidade dos blastômeros, coloração homogênea e zona pelúcida sem concavidades; código 2 ou regular, na qual os embriões possuem irregularidades na massa, densidade, tamanho e cor de até 50%; código 3 ou pobre, o qual apresenta embriões com maiores irregularidades na densidade, cor e tamanho de até 75%; código 4 ou morto, que abrange as células inviáveis e devem ser descartadas; e ainda os oócitos não fecundados (IETS, 1998).

Para melhorar os resultados da transferência de embriões, as receptoras devem estar com um corpo lúteo funcional no momento da inovulação, a qual pode ser de forma natural, ou por manipulação do ciclo estral, tendo em vista a previsibilidade dos eventos em relação ao aumento da concentração plasmática de progesterona (FILHO et al., 2013).

O embrião deve ser inovulado com auxílio de aplicador no terço médio final do corpo uterino, onde apenas os embriões com classificação até o grau 3 devem ser inovulados (PENITENTE FILHO et al., 2014).

Os embriões excedentes podem ser criopreservados em palhetas de 0,25 ml com crioprotetor em botijões de nitrogênio líquido, devidamente identificado com informações do pai e da mãe, empresa responsável e data do congelamento. A armazenagem com essa técnica

para o metabolismo do embrião, o qual permanece viável após o descongelamento e poderá ser usado para transferência em receptoras por tempo indeterminado (PAZZIM, 2021).

### *3.6.3 Produção in vitro de embriões*

Essa biotecnologia é caracterizada por fazer o intercâmbio entre os gametas do macho e da fêmea fora no sistema reprodutor, permitindo a formação de um novo indivíduo, sendo que, para tal, a técnica exige etapas claras para o processo, sendo a coleta dos ovócitos, maturação in vitro, fecundação in vitro e cultivo in vitro (MELLO et al., 2016).

Para produção in vitro de embriões, os ovócitos que serão fertilizados são obtidos a partir de aspiração dos folículos ovarianos de uma vaca in vivo com auxílio de ultrassom, que pode ser feita a cada 15 dias ou mensalmente, sem necessidade de protocolo hormonal, ou podem ser obtidos por meio de ovários vindos de animais quem foram abatidos ou sofreram mortes súbitas (SOUZA; ABADE, 2019).

Após serem coletados, os embriões são classificados, na qual é determinado a qualidade dessas células de acordo com IETS (1998). Em seguida é feita a maturação in vitro dos oócitos, que inicia imediatamente após a retirada da célula do ambiente folicular, na qual o oócito continua a MEIOSE I através das etapas de metáfase I, anáfase I e telófase I sendo concluída com a expulsão do primeiro corpúsculo polar, quando a MEIOSE II se inicia e para na etapa de metáfase II a qual só é retomada com a penetração do espermatozoide durante a fertilização, quando o segundo corpúsculo polar é expulso (SOUZA; ABADE, 2019).

O tempo para a maturação dos oócitos variam de 18 a 24 horas, sendo que o rompimento da vesícula germinativa ocorre em torno de 7 a 12 horas, a metáfase em 12 a 15 horas e a metáfase II depois das 18 horas durante a etapa de fertilização in vitro, sendo mantidos em atmosfera controlada, entretanto, o processo pode ser afetado por fatores como o pH, osmolaridade, tensão dos gases, temperatura e células somáticas (PEIXER et al., 2018).

Os gametas masculinos devem passar por capacitação, na qual é empregada a heparina, que facilita a formação de vesículas no acrossomo, as quais são responsáveis por romper a barreira da zona pelúcida, e ainda é administrado penicilamina, hipotaurina e epinefrina, as quais contribuem para maior atividade espermática, facilitando a penetração (SILVA et al., 2017).

Com a finalidade de retirar substâncias tóxicas, espermatozoides mortos e crioprotetores, os espermatozoides são selecionados através de um processo de centrifugação

utilizando o Gradiente de Percoll, que visa recuperar grande parte dos espermatozoides viáveis sem produzir alterações espermáticas (GOUVEIA, 2011).

Na fecundação *in vitro* o oócito é colocado em uma placa petri com meio de fecundação, e em seguida é adicionado o sêmen com os espermatozoides capacitados em volta dos oócitos, onde vão permanecer por cerca de 18 a 24 horas, com atmosfera de 5% de CO<sub>2</sub>, temperatura controlada a 38,5°C e umidade saturada (SILVA et al., 2017).

A fecundação ocorre quando os espermatozoides penetram as capas celulares que rodeiam o oócito, que segue com a formação dos pró-núcleos e, posteriormente, o zigoto (PEIXER et al., 2018). Em seguida, o zigoto é cultivado *in vitro* até o estágio de blastócito, sendo que após 18 a 22 horas da fecundação o oócito é transferido para o meio de cultivo, que pode ser o meio Fluido De Oviduto Sintético (SOF), que é similar do fluido de ovidutos de vacas, onde ficará em desenvolvimento de 7 a 9 dias com atmosfera controlada, passando por todos os processos de clivagem, genoma embrionário ativado, compactação dos blastômeros, caracterização da distinção embrionária, concepção e dilatação da blastocele e quebra da zona pelúcida (SOUZA; ABADE, 2019).

Durante o cultivo, os embriões passam por classificação de acordo com seu estágio de desenvolvimento, sendo a mórula, blastocisto inicial, blastocisto, blastocisto expandido, blastocisto em eclosão e blastocisto eclodido, que podem ser criopreservados ou transferidos para receptoras da mesma forma como na técnica de transferência de embriões (PEIXER et al., 2018).

### **3.7 Controle Farmacológico do Ciclo Estral de Bovinos**

Para facilitar o manejo na inseminação artificial, foi desenvolvida a técnica de controle farmacológico do ciclo estral nos bovinos, que engloba a inseminação artificial por tempo fixo e a transferência de embriões por tempo fixo, a qual é fundamentada pelo emprego de hormônios com o objetivo de alcançar três premissas, sendo elas a sincronização da emergência folicular pela ovulação induzida (GnRH) ou através da atresia folicular (estradiol E2 + progesterona P4), o controle da fase luteal pelo emprego de PGF<sub>2</sub> $\alpha$ , a indução do crescimento folicular através do uso de FSH ou eCG, e ainda o controle da ovulação ao ser administrado GnRH ou E2 (SANTOS et al., 2012).

Dentre as vantagens na utilização da sincronização de cio, são citados: a diminuição do intervalo de parto, na qual é possível inseminar a matriz no início da estação de monta; aumento na taxa de concepção, por não depender da observação de cio; otimização da mão de

obra, diminuindo as horas trabalhadas com inspeção e inseminação; planejamento dos partos e reposição de fêmeas; e potencializando o emprego de biotecnologia (SILVA; MELLO; PALHANO, 2021).

### *3.7.1 Hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH)*

É um hormônio que pode induzir a liberação de LH em apenas 15 minutos depois de ser ministrado, o que provoca um pico de LH pré-ovulatório, induz a ovulação ou pode causar a luteinização de algum folículo dominando presente na aplicação, e se aplicado depois da ovulação vai induzir uma nova onda folicular de forma sincronizada (D'AVILA et al., 2019).

O GnRH usado no lugar do estradiol provoca um aumento no tamanho dos folículos, entretanto, parece não prover uma maior taxa de prenhez, sendo mais indicado o uso do estradiol devido ao aumento dos custos em se utilizar o GnRH (FERRAZ et al., 2013). Quando usado do dia 0, a ovulação proporcionada pelo GnRH só acontecerá na presença de folículos responsivos, ou seja, se aplicado em outro momento, não ocorrerá a ovulação (CAMPOS et al., 2016).

### *3.7.2 Gonadotrofina coriônica equina (eCG)*

Esse hormônio age nos ovários, ligando-se nos receptores de LH e FSH, o qual tem como principal função a luteinização de folículos anovulatórios, fazendo o crescimento e maturação final, que por consequência gera corpos lúteos acessórios, além de estimular a ovulação do folículo dominante (MURPHY, 2018). O objetivo de seu uso é promover maior desenvolvimento folicular, maturação do ovócito e produção de estradiol (BARREIROS et al., 2014).

A utilização desse hormônio pode ser indicada nos casos de animais com o índice de escore corporal baixo, tendo em vista que o protocolo que inclui a gonadotrofina coriônica equina apresenta resultados semelhantes em diferentes escores corporais, tendo em média 50,2% de concepção, graças ao aumento da pulsatilidade de LH que esse hormônio provoca nos animais magros (DIAS et al., 2013).

### 3.7.3 Progesterona (P4)

A progesterona é um hormônio secretado pelas células luteais do corpo lúteo, a qual suprime a liberação de LH e mantém a gestação, e dada essa função, a mesma é usada nos protocolos de sincronização estral de forma lenta e contínua com auxílio de dispositivos intravaginais (CEREZETTI et al., 2019).

As concentrações de progesterona encontradas nos dispositivos intravaginais são suficientes para que o animal receba em 10 dias ou mais as mesmas concentrações plasmáticas com dosagem de no mínimo 2ng/ml, os quais podem ainda ser usados por até 3 vezes sem afetar o desempenho da fertilidade do animal. Paralelamente é aplicado éster de estradiol com o objetivo de recrutar novos folículos (NETO et al., 2009).

### 3.7.4 Estradiol (E2)

É usado nos protocolos de sincronização devido à eficiência em sincronizar a emergência de uma nova onda de folículos quando usado junto com a progesterona, tendo em vista que o estradiol realiza a supressão do FSH, que por consequência impede o crescimento folicular (SÁ FILHO et al., 2011).

No dia 0, ou seja, no início do protocolo, são administrados o estradiol e a progesterona com o objetivo de impedir que o hormônio folículo-estimulante seja secretado, o que impede o crescimento dos folículos persistentes, favorecendo a atresia, o que abre espaço para que novos folículos sejam recrutados, em um período de 3 a 4 dias após metabolizado (SÁ FILHO et al., 2010).

O estradiol quando aplicado sozinho induz a liberação de GnRH e LH, os quais estimulam a ovulação do folículo dominante. Os principais agentes utilizados são o cipionato de estradiol (CE), benzoato de estradiol (BE), valerato de estradiol (VE) (D'AVILA et al., 2019).

### 3.7.5 Prostaglandina (PGF2 $\alpha$ )

A PGF2 $\alpha$  tem o efeito luteolítico, o qual possibilita maior ênfase na expressão do estro, entretanto, possui baixa eficiência quando administrada antes do dia 5 do ciclo estral, por não existir uma resposta adequada do corpo lúteo. A aplicação desse hormônio tem por objetivo promover a lise do corpo lúteo, que é produtor de progesterona, e essa tem por

função inibir a formação de ondas foliculares através de supressão da secreção de GnRH. O momento ideal para aplicação desse hormônio está em torno de 6 a 7 dias após o início do protocolo à base de progesterona (SILVA et al., 2011).

### *3.7.6 Protocolos para sincronização do estro*

Existe uma grande variedade de protocolos voltados ao sincronismo do estro, os quais têm por objetivo a previsibilidade do momento do cio, que seria a ocasião ideal para realizar a inseminação ou a transferência de embriões (AZEVEDO et al., 2014).

O protocolo Ovsynch foi desenvolvido com base no controle do corpo lúteo com a utilização dos análogos de GnRH e PGF2 $\alpha$ . No primeiro desse protocolo é aplicado 100ug de GnRH, que causa sincronização da onda de crescimento folicular por estimular a ovulação ou luteinização do folículo. No sétimo dia é aplicada 35mg de PGF2 $\alpha$ , provocando luteólise e queda na concentração de P4. No nono dia é aplicada mais 100ug de GnRH, o que induz pico de LH e sincroniza a ovulação. A inseminação deve ser feita de 12 a 24 horas depois da aplicação do GnRH do nono dia, sendo que a taxa de prenhez desse protocolo chega próximo dos 50% (PURSLEY et al., 1995).

A partir do estabelecimento do protocolo Ovsynch vários trabalhos trataram de experimentar formas de otimizar os resultados desse protocolo, sendo os Presynch aqueles que estudaram a pré-sincronização, os Heatsynch, aqueles que substituíram o GnRH pelo estradiol, e aqueles que realizam a inseminação imediatamente após aplicação de GnRH são chamados de protocolos COsynch. Entretanto, essas variações de Ovsynch não obtiveram sucesso significativo em relação à taxa de gestação do Ovsynch clássico (AZEVEDO et al., 2014).

Os protocolos mais disseminados na atualidade são aqueles à base de E2 e P4, os quais podem fazer uso do dispositivo intravaginal com P4 junto com aplicação de E2 no D0, dando início a uma nova onda folicular, com retirada do dispositivo intravaginal variando entre os dias 7, 8 ou 9, que vai ser aplicado em associação à PGF2 $\alpha$ , a qual estimula a luteólise, diminuindo a concentração de P4 circulante, e após 24 horas é aplicada novamente E2, que estimula o pico de LH para sincronizar a ovulação, sendo que a inseminação será realizada de 30 a 36 horas após aplicação do E2 (GALVÃO, 2021).

Em um experimento com 2.354 vacas leiteiras cruzadas de holandesa com zebu, foi desenvolvido um protocolo onde no D0 é usado o dispositivo intravaginal de 1,9 g de P4 junto com aplicação de 2 mg de CE, e no D7 é feita aplicação de 25 mg de dinoprost



trometamina, no D9 é retirado o dispositivo e aplicada mais uma dose de 1 mg de CE, e no D11 é realizada a inseminação artificial. A taxa de concepção nesse estudo foi de 86,6% (CARDOSO; PESCARA; VASCONCELOS, 2006).

Outro estudo fez uma modificação nesse protocolo, aplicando apenas 12,5 mg de dinoprost trometamina no D7, levando em consideração que o restante do protocolo foi realizado da mesma forma que a anterior. A taxa de concepção desse experimento foi de 48,64% (BARBOSA et al., 2011).

A sincronização de vacas Girolando foi realizada com o protocolo de aplicação de 2 mg de BE junto com o uso do dispositivo intravaginal com 750 mg de P4 no D0. Aplicação de 150 µg de Dclopustenol, 300 UI de eCG e remoção do dispositivo intravaginal no D8. No D9 foi aplicada 1 mg de BE, e no D11 as vacas foram inseminadas. A taxa de concepção foi em torno de 35% (PINHEIRO NETO et al., 2015).

Vacas de corte da raça Montana foram protocoladas com 2 mg de BE junto com dispositivo intravaginal com 1 g de P4 no D0, e com remoção do dispositivo junto com aplicação de 500 µg de cloprostenol sódico no D8, sendo que no D9 foi aplicado 1 mg de BE, seguida pela inseminação do D10. A taxa de concepção total foi de 50,9%, entretanto alcançou até 63,6% em vacas com escore corporal de 3 a 4,5 (GOTTSCHALL et al., 2012).

O protocolo usado em vacas de corte da raça Nelore foi iniciado com 2 mg de BE junto com dispositivo intravaginal com 1 g de P4 no D0, seguida da remoção do dispositivo e aplicações de 500 µg de cloprostenol sódico, 0,6 mg de CE e 300 UI de eCG no D8 e realizando a inseminação no D9. A taxa de concepção foi de 57,47%, entretanto, esse estudo demonstrou que o diâmetro do folículo ovulatório influencia na taxa de prenhez, tendo em vista que a média do diâmetro folicular das não gestantes foi de  $11,27 \pm 2,75$ , enquanto as gestantes apresentaram média de  $13,33 \pm 2,40$ , essa diferença na taxa de prenhez é explicado devido as menores concentrações de estradiol durante a ovulação das vacas que apresentam menor diâmetro folicular, enquanto as maiores possibilitam ao espermatozoide maior longevidade ao diminuir o pH uterino devido as maiores concentrações de estradiol (RIBEIRO FILHO et al., 2013).

Portanto, a escolha dos hormônios usados nos protocolos tem impacto direto na eficácia da técnica, sendo indispensável um planejamento prévio para a implantação do controle do estro por parâmetros zootécnicos como índice de escore corporal, manejo, início da estação de monta e sanidade dos animais (SILVA; MELLO; PALHANO, 2021).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, ficou evidente que, para se tornar um rebanho bovino eficiente no manejo reprodutivo, é essencial o estabelecimento de práticas e técnicas voltadas à reprodução assistida do animal. Para evidenciar isso, o estudo revelou práticas de manejo que conseguem determinar a melhor estação do ano para as vacas serem fertilizadas, bem como a melhor época para os partos, e, com isso, trazendo mais rentabilidade à criação devido à diminuição do intervalo entre partos.

Ainda foi constatada que o uso de biotecnologias agrega valor imenso aos rebanhos, por causa da facilidade do emprego de genética superior aos plantéis, bem como a padronização dos animais, e, ainda, por conseguirem fertilizar uma grande quantidade de fêmeas em um pequeno intervalo de tempo. No entanto, um dos grandes causadores de baixa eficiência reprodutiva apresentados por essa revisão foi a não observação do cio, que causou atrasos na fertilização, tornando o processo menos eficiente e mais oneroso. Entretanto, este estudo apresentou a sincronização de cio como ferramenta para remediar tal problema.

Das biotecnologias apresentadas, foi verificado que a inseminação artificial se mostrou muito eficaz no quesito de transferência de genética, e, quando aliada com o controle do ciclo estral através de fármacos, foi constatado um aumento nos índices zootécnicos, como a taxa de prenhez. Foram estudados diversos protocolos de fármacos com o objetivo de sincronizar o cio das vacas, e essa análise evidenciou que protocolos à base de estradiol e progesterona apresentaram melhor eficácia em relação à taxa de concepção, foi de até 86,6% de prenhez confirmadas.

Além disso, pode-se notar que as taxas de prenhez estavam ligadas diretamente ao estado em que o animal se encontrava no momento da fertilização, em que as condições corporais das vacas demonstram ser uma importante ferramenta na busca pela maior eficiência reprodutiva.

Portanto, percebe-se que a abordagem das práticas e tecnologias citadas neste estudo podem auxiliar o produtor ou profissional técnico a introduzir novas perspectivas a respeito da reprodução assistida em bovinos nas propriedades, bem como novos estudos são sugeridos a respeito dos análogos de hormônios, a fim de se elevar a eficácia dos protocolos utilizados na reprodução assistida de bovinos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, M.M. Perspectivas para o melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil. In: Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 41., 2004, Campo Grande, MS. Palestras... Campo Grande: SBZ, 2004, p. 358-367., 2004.
- ALVES, H.A.G. **Otimização da produtividade econômica e reprodutiva de uma exploração de bovinos de carne**. Dissertação de mestrado em Medicina Veterinária no Curso de Mestrado em Medicina Veterinária, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, 2014.
- 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, C.F. et al. Inseminação artificial em tempo fixo e diagnóstico precoce de gestação em vacas leiteiras mestiças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 79- 84, 2011.
- BARBOSA, F.A. et al. Produtividade e eficiência econômica de sistemas de produção de cria, recria e engorda de bovinos de corte na região sul do estado da Bahia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, p. 677-685, 2010.
- BARBOSA, R.T.; MACHADO, R. **Panorama da inseminação artificial em bovinos**. Embrapa Pecuária Sudeste-Documents (INFOTECA-E), 2008.
- BARREIROS, T.R.R. et al. Dynamics of follicular growth and progesterone concentrations in cyclic and anestrous suckling Nelore cows (*Bos indicus*) treated with progesterone, equine chorionic gonadotropin, or temporary calf removal. **Theriogenology**, v. 81, n. 5, p. 651-656, 2014.
- BARUSELLI, P.S. et al. Evolução e perspectivas da inseminação artificial em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 43, n. 2, p. 308-314, 2019.
- BATISTELLA, M. et al. Geotecnologias e gestão territorial da bovinocultura no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 251-260, 2011.
- BERLITZ, C.G.B. **Impacto do estresse ambiental na reprodução de bovinos de corte**. Trabalho de Conclusão em Medicina Veterinária. Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, 2019.
- BORDINHON, S.G. **Aspectos gerais das fases de cria e recria de bovinos leiteiros**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso Medicina Veterinária, Universidade Federal De Santa Catarina, 2021.
- CAMARGO, L.M. et al. Influência dos escores de condição corporal e da heterose sobre os resultados da inseminação artificial em tempo fixo. **Revista Eletrônica Biotecnologia e Saúde**, v. 10, n. 19, p. 7-16, 2017.
- CAMPOS, C.C. et al. Gonadorelin at the outset and/or end of an ovulation synchronization progesterone estradiol benzoate-based protocol in Nellore females. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 1, p. 173-181, 2016.

- CARNEIRO JR, J.M.; DE ASSIS, G.M.L. **Objetivos e critérios de seleção em bovinos de corte em fase de cria**. Embrapa Acre-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2016.
- CARRIJO, M.S.; LINHARES, W.D.; BARCELOS, K.A. Descrição do manejo produtivo, reprodutivo e sanitário de 10 rebanhos leiteiros localizados em 7 municípios do estado de Goiás. **Pubvet**, v. 2, n. 28, p. 279-294, 2008.
- CASTRO, S.V. et al. Agentes crioprotetores intracelulares: características e utilização na criopreservação de tecido ovariano e oócitos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 39, n. 2, p. 1-17, 2011.
- CEREZETTI, M.B. et al. Alternativas Para Substituição Do Uso De Implantes Vaginais De Progesterona Na Inseminação Artificial Em Tempo Fixo Em Bovinos. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v. 6, n. 2, p. 416-433, 2019.
- CEZAR, I.M. et al. **Sistemas de produção de gado de corte no Brasil: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2005.
- COLAZO, M.G.; MAPLETOFT, R. Fisiología del ciclo estral bovino. **Ciencia Veterinaria**, v. 16, n. 2, p. 31-46, 2017.
- CONERA, VII. Manejo reprodutivo de bovinos: potencialidade e desafios. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, p. 317-319, 2014.
- CUNHA, J.M. et al. Aspectos Fisiológicos Do Ciclo Estral Em Bovinos. In: Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar. 2019.
- CUNHA, R.R. et al. Inseminação artificial em tempo fixo em primíparas Nelore lactantes acíclicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1041-1048, 2013.
- CUNNINGHAM, J. **Tratado de fisiologia veterinária**. Elsevier Health Sciences, 2011.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Fisiologia da Reprodução de Bovinos Leiteiros: Aspectos Básicos e Clínicos**. Emanuel Isaque Cordeiro da Silva, 2022.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Fisiologia do ciclo estral dos animais domésticos**. Emanuel Isaque Cordeiro da Silva, 2021.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Puberdade e Estacionalidade Reprodutiva dos Animais**. 2020a.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Reprodução Animal: Inseminação Artificial**. 2020b.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Transferência de Embriões nos Animais e a Indústria de Embriões no Brasil**. 2020c.
- D'AVILA, C.A. et al. Hormônios utilizados na indução da ovulação em bovinos—Artigo de revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 43, n. 4, p. 797-802, 2019.
- DAVIDSON, A.P.; STABENFELDT, G.H. Controle do desenvolvimento gonadal e dos gametas. **Tratado de fisiologia veterinária (Cunningham)**, p. 408-415, 2014.

- DIAS, E.A.R. et al. O uso de ECG influencia a taxa de concepção em vacas Nelore de diferentes condições corporais submetidas ao mesmo protocolo de IATF?. **Boletim de Indústria Animal**, v. 70, n. 3, p. 215-220, 2013.
- DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de anatomia veterinária**. 4.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- FERNANDES, A.F.A.; OLIVEIRA, J.A.; QUEIROZ, S.A. Escore de condição corporal em ruminantes. **Ars Veterinaria**, v. 32, n. 1, p. 55-66, 2016.
- FERRAZ, P.A. et al. Dinâmica folicular e taxa de concepção de vacas Nelore sincronizadas com diferentes protocolos de indução da ovulação. **Archives of Veterinary Science**, v. 18, n. 4, 2013.
- FERREIRA, R.M. et al. Synchronization treatments previous to natural breeding anticipate and improve the pregnancy rate of postpartum primiparous beef cows. **Theriogenology**, v. 114, p. 206-211, 2018.
- FILHO, L.C.C. et al. Fatores que interferem na eficiência reprodutiva de receptoras de embrião bovino. **Arq. Ciênc. Vet. Zool.**, v. 16, n. 2, p. 201-208, 2013.
- FONSECA, R.S. **Manejo nutricional, reprodutivo e biotécnicas para incrementar a eficiência reprodutiva em rebanhos de vacas de corte**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, 2018.
- FONSECA, V.O. et al. Parâmetros reprodutivos de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) criados a pasto, em de diferentes faixas etárias. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 385-392, 2019.
- FONTES, A.R.C. Transferência de Biotecnologia. **Revista Online de Pesquisa: Propriedade Intelectual**, v. 2, n. 2, p. 98-110, 2019.
- GALVÃO, A.L.C.O. **Fertilidade de touros e suas interações com fatores relacionados as fêmeas em programas de inseminação artificial em tempo fixo**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2021.
- GOTTSCHALL, C.S. et al. Avaliação do desempenho reprodutivo de vacas de corte lactantes submetidas à IATF a partir da aplicação do GnRH, da manifestação estral, da reutilização de dispositivos intravaginais e da condição corporal. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 40, n. 1, p. 1-10, 2012.
- GOTTSCHALL, C.S. et al. Influência da indução à puberdade e do peso vivo sobre a resposta reprodutiva em novilhas de corte. **Revista Veterinária em Foco**, v. 16, n. 2, 2019.
- GOUVEIA, F.F. **A Produção in vitro de embriões bovinos**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade de Agronomia e Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- GUASTI, P.N.; MONTEIRO, G.A.; PAPA, F.O. Componentes do plasma seminal e sua influência sobre a criopreservação e fertilidade de espermatozoides equinos. **Veterinária e Zootecnia**, v.19, n.2, p.169-180, 2012.
- GUIMARÃES, J.D. et al. Seleção e manejo reprodutivo de touros zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 379-388, 2011.

- HAFEZ, E.S.E. **Reprodução Animal**, 7 ed. São Paulo: Manole Ltda, 2004.
- HARTMANN, W. et al. Influência do escore de trato reprodutivo e da circunferência escrotal dos touros sobre a antecipação da puberdade em novilhas Nelore. **Tuiuti: ciência e cultura**, v. 7, n. 62, p. 140-165, 2021.
- HILL, R.W.; WYSE, G.A.; ANDERSON, M. **Fisiologia Animal-2**. Artmed Editora, 2016.
- KONIG, H.E.; LIEBICH, H.G. **Anatomia dos animais domésticos**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.
- LEITE, P.A. et al. Criopreservação do sêmen bovino. **Journal of Health Sciences**, v. 13, n. 4, 2011.
- LUSTOSA, A.A. et al. Aspectos relevantes na produção comercial de embriões bovinos por meio da técnica biotecnológica de fertilização in vitro: Revisão. **Pubvet**, v. 12, p. 130, 2018.
- MACHADO, R. et al. **Escore da condição corporal e sua aplicação no manejo reprodutivo de ruminantes**. Embrapa Pecuária Sudeste-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2008.
- MARQUES JR, P.A. Manejo reprodutivo de bovinos. **Ciência Animal**, p. 12548-12548, 2012.
- MARQUES, L.R. et al. Detecção de estro e desempenho reprodutivo de vacas leiteiras: Revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, 2020.
- MARTINS, C.F. et al. **Inseminação artificial: uma tecnologia para o grande e o pequeno produtor**. Embrapa Cerrados-Documentos (INFOTECA-E), 2009.
- MEIRELLES, C. et al. Eficiência da inseminação artificial com sêmen sexado bovino. **Archives of Veterinary Science**, v. 13, n. 2, 2008.
- MELLO, R.R.C. et al. Produção in vitro (PIV) de embriões em bovinos. **R. Bras. Reprod. Anim.**, p. 6458-6458, 2016.
- MELLO, R.R.C. Puberdade e maturidade sexual em touros bovinos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 3, p. 11-28, 2015.
- MELO, A.F. et al. Efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras: Revisão. **Pubvet**, v. 10, p. 721-794, 2016.
- MORETTO, B.; TÚLIO, L.M.; JUNIOR, E.M.Z. Influência dos diferentes escores corporais na taxa de prenhez de vacas zebuínas. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG**, v. 1, n. 1, 2018.
- MOYES, C.D.; SCHULTE, P.M. **Princípios de fisiologia animal**. Artmed Editora, 2009.
- MURPHY, B.D. Equine chorionic gonadotropin: an enigmatic but essential tool. **Animal Reproduction (AR)**, v. 9, n. 3, p. 223-230, 2018.
- NEPOMUCENO, D.D. **Efeito do manejo nutricional sobre a maturação do eixo reprodutivo somatotrófico no início da puberdade de novilhas Nelore**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2013.

- NETO, A.P. et al. Reutilização de implante intravaginal de progesterona para sincronização de estro em bovinos. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 12, n. 2, 2009.
- OLIVEIRA C.G.A.; JÚNIOR, M.B.C. Métodos de detecção de estro e falhas relacionadas. **Pubvet**, v. 9, p. 348-399, 2015.
- OLIVEIRA, C.S. et al. **Biotécnicas da Reprodução em Bovinos**. EMBRAPA, 2014.
- OLIVEIRA, F.R.P.; CARDOSO, D.; OLIVEIRA, F.V. História da inseminação artificial. **Zootecnia: Nutrição e Produção Animal**, 2020.
- OLIVEIRA, L.; SILVA, R.S. **Tempo é dinheiro: implementação de Estação de Monta e IATF**. 2019.
- OLIVEIRA, R.B.; SILVA JR, B.A.; CAVALCANTE, T.H.C. Indução de novilhas para protocolo de inseminação artificial em tempo fixo: Revisão. **PUBVET**, v. 12, p. 133, 2018.
- PAZZIM, L.V.L. **Transferência de embriões em bovinos: revisão de literatura**. Trabalho Conclusão do Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Rurais, 2021.
- PEGORARO, L.M.C.; SAALFELD, M.H.; PRADIEÉ, J. **Inseminação Artificial em Bovinos**. Embrapa Clima Temperado-Documents (INFOTECA-E), 2016.
- PEIXER, P.F. et al. Produção in vitro de embriões bovinos. **Revista ESPACIOS**, [s.l.], v. 39,n.16, 2018.
- PENITENTE FILHO, J.M. et al. Produção de embriões bovinos in vivo e in vitro. **Revista CFMV**, Ano XX, p. 73-82, 2014.
- PESCARA, J. O efeito do estresse térmico em vacas leiteiras e suas implicações nutricionais. [S. l.], 2012. Disponível em. Acesso em: 15 nov. 2021.
- PINHEIRO NETO, F.S.A. et al. Avaliação da IATF em novilhas Girolando utilizando diferentes protocolos com sêmen sexado: comunicação breve, **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.39, n.3, p.362-366, 2015.
- PTASZYNSKA, M. Compêndio de Reprodução Animal – Intervet, 2010. PUGLIESI, G. et al. Uso da ultrassonografia Doppler em programas de IATF e TETF em bovinos. **Rev Bras Reprod Anim**, v. 41, n. 1, p. 140-150, 2017.
- PURSLEY, J.R.; MEE, M.O.; WILTBANK, M.C. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 $\alpha$  and GnRH. **Theriogenology**, v. 44, n. 7, p. 915-923, 1995.
- REZENDE, L.P. et al. Implantação de escrituração zootécnica em pequenas propriedades rurais no município de Grajaú-MA. **Veterinária e Zootecnia**, v. 27, p. 1- 16, 2020.
- RIBEIRO FILHO, A.L. et al. Diâmetro do folículo no momento da inseminação artificial em tempo fixo e taxa de concepção em vacas Nelore. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, p. 501-507, 2013.
- RICCI, G.D.; ORSI, A.M.; DOMINGUES, P.F. Estresse calórico e suas interferências no ciclo de produção de vacas de leite: revisão. **Veterinária e Zootecnia**, p. 9-18, 2013.

- RODRIGUES, J.L.; BERTOLINI, M. Biotecnologias da reprodução animal: de Aristóteles à edição gênica. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 43, n. 2, p. 204-208, 2019.
- ROSA, P.P. et al. Life cycle systems of Replacement Females in Dairy Farms [Cria e recria de fêmeas de reposição em propriedades leiteiras]. **Revista Eletrônica de Veterinária**, 19(5), 1–12, 2018.
- SÁ FILHO, M.F. et al. Induction of ovarian follicular wave emergence and ovulation in progestin-based timed artificial insemination protocols for *Bos indicus* cattle. **Animal Reproduction Science**, v.129, n.3, p132–139, 2011.
- SÁ FILHO, M.F. et al. Ovarian follicle diameter at timed insemination and estrous response influence likelihood of ovulation and pregnancy after estrous synchronization with progesterone or progestin-based protocols in suckled *Bos indicus* cows. **Animal Reproduction Science**, v. 120, n. 1-4, p. 23-30, 2010.
- SANTOS, B.D. **Inseminação artificial em bovinos**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Instituto federal de São Paulo. Campus Barretos. 2016.
- SANTOS, J.F.D. et al. Qualidade do sêmen bovino criopreservado. **Revista Espacios**. Vol. 39, 2018.
- SANTOS, K.J.G. et al. Biotecnologias reprodutivas e fisiologia reprodutiva da fêmea bovina conhecimento para o sucesso. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 36, Ed. 223, Art. 1483, 2012.
- SANTOS, P.H. **Impactos da superestimulação ovariana sobre a diferenciação das células da granulosa bovina**. Dissertação de Mestrado em Farmacologia e Biotecnologia – UNESP. 2017.
- 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.
- SARTOR, G. **Avaliação da taxa de prenhez em fêmeas bovinas de corte de diferentes categorias submetidas a protocolos de IATF**. Trabalho Conclusão do Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Santa Catarina, campus Curitibano. Santa Catarina. 2017.
- SCOTT, C. et al. Estudo sobre as diferentes técnicas de sexagem de espermatozoides. **Veterinária e Zootecnia**, v. 25, n. 1, p. 21-29, 2018.
- SILVA, B.J. et al. O modelo dos “Cinco Domínios” do bem-estar animal aplicado em sistemas intensivos de produção de bovinos, suínos e aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 19, n. 2, 2018.
- SILVA, J.S. et al. Aspectos comerciais da transferência de embriões e fertilização in vitro em bovinos – revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**. v. 12, n. 5, 2015.
- SILVA, M.A.N.; MELLO, M.R.B.; PALHANO, H.B. Inseminação artificial e inseminação artificial em tempo fixo em bovinos. **Revista Científica do UBM**, p. 79-97, 2021.
- SILVA, P.R.B. et al. Regulação farmacológica do ciclo estral de bovinos. **Pubvet**, v. 5, p. Art. 1251-1257, 2011.



- SILVA, R.R. et al. **Produção in vitro de Embriões Bovinos: Estado da Arte**. In: Colloquium Agrarie. 2017.
- SOARES, P.H.A.; JUNQUEIRA, F.S. Particularidades reprodutivas da fêmea bovina: Revisão. **PUBVET**, v. 13, p. 148, 2018.
- SOUZA, J.A.T. et al. Novos enfoques na avaliação andrológica de bovinos e sua contribuição no melhoramento genético do rebanho. **Ciência Animal**, p. 44-56, 2020.
- SOUZA, M.T.; SILVA, M.D; CARVALHO, R. **Revisão integrativa: o que é e como fazer**. Einstein (São Paulo), v. 8, p. 102-106, 2010.
- SOUZA, N.S.; ABADE, C.C. Produção in vitro de embriões bovinos: etapas de produção e histórico no Brasil. **Ciência Veterinária UniFil**, v. 1, n. 3, p. 95-108, 2019.
- STAUB, C.; JOHNSON, L. Review: Spermatogenesis in the bull. **Animal**, v.12, p.27- 35, 2018.
- STRELCZUK, G. **Diagnóstico precoce de gestação em bovinos leiteiros**. Monografia curso medicina veterinária. Faculdade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.
- STRINGFELLOW, D.A.; SEIDEL, S.M. **Manual da Sociedade Internacional de Transferência de Embriões**. IETS, p. 112-113, Illinois, 1998.
- TEIXEIRA, L.S. et al. Técnicas de melhoramento genético em bovinos para o aumento na produção de leite. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, v. 2, n. 2, p. 81-87, 2014.
- TORRES-JÚNIOR, J.R.S. et al. Considerações técnicas e econômicas sobre reprodução assistida em gado de corte. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, p. 53-58, 2009.
- VALENTIM, J.K. et al. Fatores Nutricionais Aplicados à Reprodução de Ruminantes. **UNICIÊNCIAS**, v. 23, n. 2, p. 77-82, 2019.
- VALLE, E.R.; ANDREOTTI, R.; THIAGO, L.R.L.S. **Técnicas de manejo reprodutivo em bovinos de corte**. Embrapa Gado de Corte, 2000.
- VIANA, W. et al. Taxa de prenhez de vacas zebuínas com uso da inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em fazendas do norte de Minas Gerais. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 24, n. 24, p. 1-8, 2015.
- VIEIRA, A.C.M.; PERIN, J.N.; DIAS, D.P.M. Preparo de rufiões bovinos por falopexia paramediana ventral. **Nucleus Animalium**, v. 7, n. 1, 2015.
- WEBB, R.; BURATINI, J. Desafios globais para o século XXI: o papel e a estratégia do setor agropecuário. **Anais da XXX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões**, p. 36, 2016.
- ZANDONAIDE, J.P.B. **Efeito da suplementação de hidroxietilamido em diluidor comercial na criopreservação do sêmen bovino**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Uberaba, 2018.