



e-Tec^{·rede}
Brasil

Aspectos Reprodutivos Aplicados à Inseminação Artificial em Bovinos

Neventon Ubirajara Moreira de Carvalho

Andressa Minussi Pereira Dau

Joabel Tonellotto dos Santos

Matheus Pedrotti de Cesaro

Paulo Roberto Antunes da Rosa



Colégio Politécnico
UFSM

Santa Maria - RS
2018

Presidência da República Federativa do Brasil
Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

© Colégio Politécnico da UFSM

Este caderno foi elaborado pelo Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria para a Rede e-Tec Brasil.

Equipe de Elaboração
Colégio Politécnico da UFSM

Reitor
Paulo Afonso Burmann/UFSM

Diretor
Valmir Aita/Colégio Politécnico

Coordenação Geral da Rede e-Tec/UFSM
Paulo Roberto Colusso/CTISM

Professor-autor
Neventon Ubirajara Moreira de Carvalho/Colégio Politécnico
Andressa Minussi Pereira Dau/Colégio Politécnico
Joabel Tonello dos Santos/Colégio Politécnico
Matheus Pedrotti de Cesaro/Colégio Politécnico
Paulo Roberto Antunes da Rosa/Colégio Politécnico

Equipe de Acompanhamento e Validação
Colégio Técnico Industrial de Santa Maria – CTISM

Coordenação Institucional
Paulo Roberto Colusso/CTISM

Coordenação de Design
Erika Goellner/CTISM

Revisão Pedagógica
Juliana Prestes de Oliveira/CTISM

Revisão Textual
Juliana Prestes de Oliveira/CTISM

Revisão Técnica
Melânia Lazzari Rigo/Colégio Politécnico

Ilustração
Marcel Santos Jacques/CTISM
Morgana Confortin/CTISM
Ricardo Antunes Machado/CTISM

Diagramação
Carolina Morais Weber/CTISM
Emanuelle Shaiane da Rosa/CTISM
Tagiane Mai/CTISM

Ficha catalográfica elaborada por Alenir Inácio Goularte – CRB-10/990
Biblioteca Central da UFSM

A838 Aspectos reprodutivos aplicados à inseminação artificial em bovinos / Neventon Ubirajara Moreira de Carvalho ... [et al.]. – Santa Maria, RS : Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM : Rede e-Tec Brasil, 2018.
88 p : il. ; 28 cm
ISBN 978-85-9450-044-1

1. Bovinocultura 2. Bovinos – Inseminação artificial
3. Bovinos – Manejo reprodutivo 4. Bovinos – Reprodução – Anatomia e fisiologia I. Carvalho, Neventon Ubirajara Moreira de Il. Título

CDU 619:636.2.082.4
636.2.082.453.5

Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,
Bem-vindo a Rede e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional de ensino, que por sua vez constitui uma das ações do Pronatec – Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego. O Pronatec, instituído pela Lei nº 12.513/2011, tem como objetivo principal expandir, interiorizar e democratizar a oferta de cursos de Educação Profissional e Tecnológica (EPT) para a população brasileira propiciando caminho de o acesso mais rápido ao emprego.

É neste âmbito que as ações da Rede e-Tec Brasil promovem a parceria entre a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) e as instâncias promotoras de ensino técnico como os Institutos Federais, as Secretarias de Educação dos Estados, as Universidades, as Escolas e Colégios Tecnológicos e o Sistema S.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade, e promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes, geograficamente ou economicamente, dos grandes centros.

A Rede e-Tec Brasil leva diversos cursos técnicos a todas as regiões do país, incentivando os estudantes a concluir o ensino médio e realizar uma formação e atualização contínuas. Os cursos são ofertados pelas instituições de educação profissional e o atendimento ao estudante é realizado tanto nas sedes das instituições quanto em suas unidades remotas, os polos.

Os parceiros da Rede e-Tec Brasil acreditam em uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!
Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação
Abril de 2018

Nosso contato
etecbrasil@mec.gov.br

Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



Atenção: indica pontos de maior relevância no texto.



Saiba mais: oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



Glossário: indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



Mídias integradas: sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.



Atividades de aprendizagem: apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.

Sumário

Palavra do professor-autor	9
Apresentação da disciplina	11
Projeto instrucional	13
Aula 1 – Introdução: bovinocultura e inseminação artificial	15
1.1 Aspectos socioeconômicos da bovinocultura.....	15
1.2 Histórico e aspectos socioeconômicos da inseminação artificial.....	22
Aula 2 – Anatomia e fisiologia reprodutiva bovina	31
2.1 Anatomia e fisiologia do aparelho reprodutor do touro.....	31
2.2 Anatomia e fisiologia do aparelho reprodutor da vaca.....	38
Aula 3 – Manejo reprodutivo de bovinos	53
3.1 Seleção de touros para reprodução.....	53
3.2 Diagnóstico de gestação e descartes.....	54
3.3 Manejo de novilhas.....	55
3.4 Intervalo entre partos: aspectos econômicos e alternativas.....	56
3.5 Comportamento de cio.....	60
3.6 Inseminação artificial e controle do ciclo estral.....	62
Aula 4 – Manual prático de inseminação artificial bovina	65
4.1 Condições para realização da inseminação artificial.....	65
4.2 Manifestação de cio (estro) nos bovinos.....	72
4.3 Manejo da IA em bovinos.....	74
4.4 Inseminação artificial passo a passo.....	75
Gabarito	84
Referências	86
Currículo do professor-autor	87

Palavra do professor-autor

Caro leitor,

Gostaríamos de compartilhar brevemente a origem deste livro. Em 2013, surgiu a oportunidade de realizarmos um curso sobre “Aspectos Reprodutivos de Ovinos e Bovinos e Inseminação Artificial de Bovinos”, ainda como alunos do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária (PPGMV) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com apoio do Laboratório de Biotecnologia e Reprodução Animal (BioRep) e em parceria com o Professor Neventon Ubirajara Moreira de Carvalho, no Colégio Politécnico da UFSM. A partir daí, escrevemos um projeto de ensino sobre inseminação artificial em bovinos, o qual nos proporcionou suporte para a realização de novos cursos de inseminação artificial em bovinos para os alunos do curso Técnico em Agropecuária do Colégio Politécnico da UFSM.

Dessa forma, surgiu a necessidade de criarmos um caderno didático para dar suporte aos conteúdos abordados nos cursos. Ao escrevermos o caderno didático, percebemos que além de ser um material auxiliar no aprendizado de quem busca informações específicas sobre inseminação artificial em bovinos, poderia também ser utilizado como recurso didático complementar em cursos das áreas agrárias, tanto de nível técnico como superior. Assim, buscamos abordar conteúdos teóricos sobre a reprodução bovina de forma simples, ilustrada e aplicada à prática de campo, com ênfase na inseminação artificial de bovinos.

Ainda foram realizados, pelos autores deste livro, cursos de inseminação artificial cervical em ovinos no Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Sertão e, recentemente, curso de inseminação artificial em bovinos no Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Rolante. A realização desses cursos, nas diferentes regiões, auxiliou para a compreensão dos autores sobre as principais dificuldades encontradas pelos alunos para o entendimento dos aspectos reprodutivos, o que contribuiu para a confecção de um material capaz de proporcionar o desenvolvimento de habilidades e competências de produtores rurais e profissionais da área com diferentes níveis de conhecimento.

Esperamos que este material didático elucide alguns pontos sobre os aspectos reprodutivos de bovinos.

Boa leitura!

Neventon Ubirajara Moreira de Carvalho
Andressa Minussi Pereira Dau
Joabel Tonellotto dos Santos
Matheus Pedrotti de Cesaro
Paulo Roberto Antunes da Rosa

Apresentação da disciplina

A Inseminação Artificial (IA) é uma das biotécnicas reprodutivas mais básicas e simples aplicadas a bovinos, de maneira que, quando utilizada corretamente, seus benefícios são incalculáveis. Este livro foi concebido com o objetivo de ser usado como fonte de consulta sobre a temática, no meio acadêmico e técnico das ciências agrárias, além de auxiliar como material didático durante cursos de IA.

De forma didática, simples e atual buscamos proporcionar ao leitor o entendimento da fisiologia reprodutiva da fêmea e do macho bovino, de modo que, aliado ao manejo reprodutivo, seja possível alicerçar o conhecimento para a realização, passo a passo, da prática da IA. Além disso, a partir do histórico desta biotécnica e do cenário da pecuária bovina do Brasil frente ao mundo, vislumbramos perspectivas para os próximos anos.

Esperamos que a leitura seja agradável e as figuras e ilustrações esclarecedoras.

Projeto instrucional

Disciplina: Aspectos Reprodutivos Aplicados à Inseminação Artificial em Bovinos (carga horária: 40h).

Ementa: Aspectos socioeconômicos da bovinocultura e da inseminação artificial e suas implicações na criação de bovinos. Anatomia e fisiologia reprodutiva bovina de machos e fêmeas, direcionada para a aplicação da inseminação artificial em bovinos. Manejo reprodutivo de bovinos, destacando o manejo de touros, novilhas e vacas, e os pontos críticos a serem considerados na reprodução bovina. Explicação prática sobre como, onde e quando realizar a inseminação artificial em bovinos.

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
1. Introdução: bovinocultura e inseminação artificial	Caracterizar a bovinocultura de corte e de leite no mercado brasileiro e mundial. Determinar o que alavancou a aplicação da inseminação artificial em bovinos. Identificar as vantagens socioeconômicas da técnica de inseminação artificial na bovinocultura.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	04
2. Anatomia e fisiologia reprodutiva bovina	Identificar estruturas anatômicas do aparelho reprodutivo de touros e vacas. Compreender a função de cada estrutura anatômica, para o perfeito funcionamento reprodutivo de bovinos. Identificar o local de produção e ação dos hormônios reprodutivos em touros e vacas.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	08
3. Manejo reprodutivo de bovinos	Identificar os principais pontos que devem ser considerados no manejo reprodutivo de touros, novilhas e vacas. Caracterizar os fatores determinantes para atingir um adequado intervalo entre partos, na bovinocultura de leite e de corte. Compreender o comportamento de cio de vacas e as alternativas envolvidas na manipulação do ciclo estral.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	08
4. Manual prático de Inseminação artificial bovina	Identificar as condições necessárias para a realização da inseminação artificial em bovinos. Caracterizar a manifestação de cio em vacas, para a realização da inseminação artificial. Compreender a técnica de inseminação artificial.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	20

Aula 1 – Introdução: bovinocultura e inseminação artificial

Objetivos

Caracterizar a bovinocultura de corte e de leite no mercado brasileiro e mundial.

Determinar o que alavancou a aplicação da inseminação artificial em bovinos.

Identificar as vantagens socioeconômicas da técnica de inseminação artificial na bovinocultura.

1.1 Aspectos socioeconômicos da bovinocultura

Com o propósito de demonstrar o panorama da bovinocultura, no Brasil e no mundo, apresentaremos, em um primeiro momento, alguns dados relevantes deste segmento do agronegócio. Da mesma forma, situaremos este setor no mercado nacional e mundial de carne e leite.

De maneira bastante ampla, o conjunto de atividades ligadas à produção e comercialização de produtos agrícolas e pecuários corresponde ao agronegócio, e são de fundamental importância para o crescimento do país. Como forma de demonstrar a importância do agronegócio, destacamos que 21,3 % (R\$ 1,178 trilhões) do Produto Interno Bruto (PIB) de 2014 (R\$ 5,5 trilhões) foi referente a esse setor da economia. Desses R\$ 1,178 trilhões, referente ao agronegócio, R\$ 800,6 bilhões (67,9 %) foram proveniente da agricultura e R\$ 378,3 bilhões (32,1 %) da pecuária (Figura 1.1). Além disso, apesar do encolhimento da economia nacional de 3,8 % em 2015 em comparação com o ano anterior, segundo o PIB, somente a agropecuária, entre os setores utilizados para o cálculo do PIB, obteve alta (1,8 %) nesse período, principalmente pelo soja, milho e carne bovina.

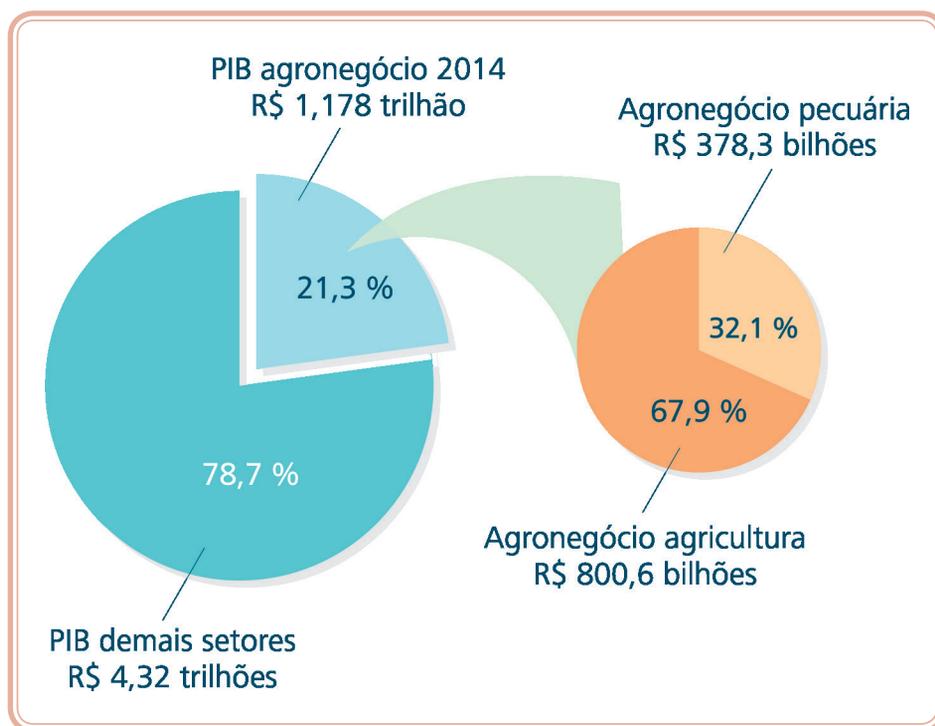


Figura 1.1: Participação do agronegócio no PIB do Brasil em 2014

Fonte: CTISM, adaptado por Matheus Pedrotti de Cesaro de www.cnabrasil.org.br

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 2014, o Brasil possui 212,3 milhões de cabeças de gado, sendo considerado o segundo maior rebanho de bovinos do mundo, atrás da Índia, e o maior rebanho comercial. Além disso, desde 2004 nosso país assumiu a liderança mundial nas exportações de carne bovina. Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor de carne e o quarto maior produtor de leite.

A pecuária bovina faz parte dos pilares do agronegócio brasileiro e, consequentemente, da economia nacional. O Valor Bruto da Produção (VBP) para a agropecuária brasileira foi recorde em 2015, com um montante de R\$ 498,5 bilhões. Quando levado em conta somente a pecuária brasileira, a cifra do VBP ficou em R\$ 177,5 bilhões, de modo que, para a bovinocultura de carne, o valor ficou em R\$ 73,8 bilhões e para o de leite R\$ 27,8 bilhões.

As cifras enormes para o agronegócio serão uma constante, visto que a população mundial crescerá em torno de 30 % até 2050 (de 7,3 bilhões de pessoas em 2015 para próximo de 10 bilhões em 2050). Entretanto, na contramão do crescimento populacional está a quantidade de pessoas produzindo alimentos, uma vez que, a partir de 2010, a população mundial urbana passou a ser maior que a população rural e, acredita-se que, até 2050 para cada 70 habitantes nas cidades haverá somente 30 produzindo alimentos no meio rural. Dessa forma, as ferramentas que proporcionem a maximização

da produtividade, por exemplo, na bovinocultura as biotécnicas reprodutivas como a inseminação artificial, serão cada vez mais indispensáveis para suprir as necessidades do planeta.

1.1.1 Bovinocultura de corte

No que diz respeito a produção mundial de carnes, dentre as proteínas de origem animal analisadas pela Agência das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), a carne bovina encontra-se na terceira posição (21,81 %), atrás da carne de suíno (37,93 %) e frango (35,79 %) (Figura 1.2). A tendência para os próximos anos é o aumento da produção de todos os tipos de carnes.

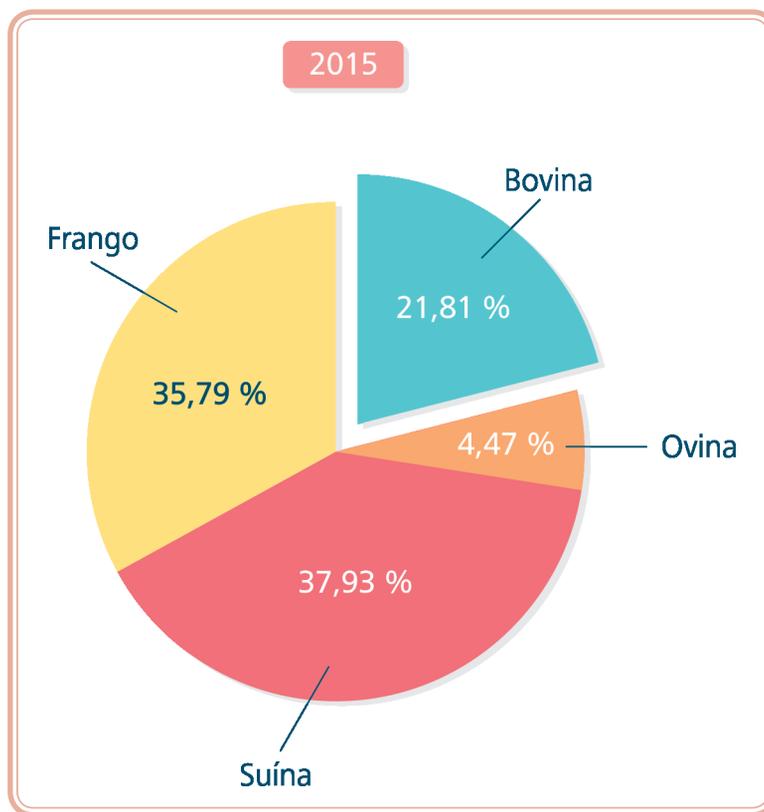


Figura 1.2: Produção mundial de carnes

Fonte: CTISM, adaptado de FAO, 2015

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*United States Department of Agriculture – USDA*), atualmente a produção de carne bovina mundial é pouco maior que 59 milhões de toneladas. Desse total, os Estados Unidos são os maiores produtores, com 19,2 % (11,6 milhões de toneladas), seguidos pelo Brasil (16,3 % – 9,6 milhões de toneladas) e União Europeia (13,0 % – 7,6 milhões de toneladas). De forma que, a somatória dos 3 maiores produtores de carne bovina concentra quase metade do total.

Entretanto, o consumo dessa proteína animal é bastante discrepante entre países. Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), a média de consumo *per capita* no mundo, em 2015, foi de 6,4 kg, mostrando que fatores culturais e socioeconômicos alteram significativamente o consumo. Por exemplo, Uruguai (46,3 kg), Argentina (40,4 kg), Paraguai (25,6 kg), EUA (24,7 kg) e Brasil (24,1 kg) apresentaram o maior consumo *per capita* entre os países analisados. De modo contrário, a China (3,8 kg), Haiti (3,4 kg), Etiópia (2,5 kg) e Índia (0,5 kg) ficaram abaixo da média mundial para o consumo de carne bovina. Projeções mundiais, apontadas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), indicam um aumento do consumo e exportação de carne bovina até 2023, necessitando assim, aumentar a produção para possibilitar um equilíbrio entre oferta e demanda.

Diante desse cenário, a grande maioria (em torno de 80 %) da produção nacional de carne bovina é necessária para abastecer o mercado interno, porém, ainda é exportado uma quantidade considerável. Segundo a FAO, em 2014 as exportações brasileiras desta *commodity* foram próximas de 1,7 milhões de toneladas, ao passo que os EUA importaram em torno de 0,5 milhões de toneladas. Buscando-se manter como maior exportador de carne bovina, posto que sustenta desde 2008, segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC), o Brasil exportou carne bovina *in natura* e industrializada para 151 e 103 países, respectivamente, em 2014.

Um dos motivos que torna o Brasil competitivo no mercado da carne é a forma de criação de bovinos. Em geral, o gado brasileiro é criado de forma extensiva, ou seja, no pasto. Isso fica bastante claro, pois a maior concentração de animais se encontra na região centro-oeste do país (39 %), na qual existem grandes fazendas voltadas para este mercado. Outro fato importante para a competitividade desse segmento no mercado mundial é que, no Brasil, poucos animais são terminados em confinamento, assim é produzida carne bovina com um baixo preço.

Nesse contexto, a variação na precipitação pluviométrica que interfere diretamente nas pastagens pode influenciar a oferta de gado, entretanto, devido ao amplo território nacional essas perdas são diluídas. Também em função da distribuição de fazendas por todos os estados, o Brasil tem capacidade de atender diferentes nichos de mercado, desde carnes mais nobres até cortes com menor valor. Por outro lado, temos um grande problema de baixa produtividade por área, principalmente pela degradação das terras, que fazem com que a média nacional para criação de gado seja um pouco acima de

1 animal/ha. Além disso, ainda é baixa a utilização das biotécnicas reprodutivas de maior alcance, tais como a inseminação artificial, visando o melhoramento dos rebanhos. Assim, observa-se que melhorias e manutenções de áreas, somadas a busca por excelentes condições sanitárias e melhoramento genético dos animais, proporcionariam vislumbrar maiores ganhos de produtividade.

1.1.2 Bovinocultura de leite

No Brasil, a pecuária leiteira é uma das atividades mais tradicionais no meio rural, sendo que, no último censo agropecuário (IBGE, 2006), existiam aproximadamente 1,35 milhões de estabelecimentos que produziam leite. Esse valor era aproximadamente 25 % do total de propriedades rurais (5,2 milhões), e envolvia cinco milhões de pessoas. No entanto, o potencial desse segmento agropecuário ainda não é traduzido em alta produtividade, revelando que o Brasil ainda necessita de importação de leite para atender a demanda interna (diferente do que ocorre no mercado de carnes), mesmo sendo o quarto maior produtor de leite mundial em 2013 (34,3 milhões de litros), atrás dos EUA (91,3 milhões de litros), Índia (60,6 milhões de litros) e China (35,7 milhões de litros).

Um dado bastante alarmante para o nosso país é que precisamos de um grande número de animais ordenhados para obtermos a nossa produção atual. Por exemplo, em 2014, o Brasil só ordenhou menos vacas que a Índia. Segundo os dados do IBGE de 2014, durante um ano de lactação, a produção brasileira diária de leite, por animal, foi muito abaixo de outros países, próxima de 4 litros, enquanto a média mundial foi 15 litros, refletindo direta e negativamente a baixa produtividade. Dessa forma, a média do Brasil (2014) ficou em 1525 litros de leite/vaca/ano, mesmo com crescimento de 2,2 % em relação a ano anterior.

O potencial de crescimento do leite de vaca, no Brasil, é facilmente observado, pois, se dobrarmos a produção de litros de leite/vaca/ano, sem alterar a quantidade de vacas ordenhadas (aproximadamente 23 milhões), passaríamos de 35174 bilhões de litros de leite, em 2014, para mais de 70 bilhões, ficando como a segunda potência em produção absoluta e, assim, atenderíamos o mercado interno e exportaríamos o excedente. Essa perspectiva de melhora na produção (3050 litros de leite/vaca/ano) ainda seria 3,6, 3,2 e 2,8 vezes menor que a média de Israel (11038 litros de leite/vaca/ano), Estados Unidos (9902 litros de leite/vaca/ano) e Canadá (8739 litros de leite/vaca/ano) em 2013, respectivamente.

Quando comparado a produção por estados brasileiros observa-se variações enormes, dentre as quais o Rio Grande do Sul apresentou a melhor média (3034 litros de leite/vaca/ano) e Roraima a média mais baixa (345 litros de leite/vaca/ano). De forma semelhante, a produtividade dos três estados da região Sul (média de 2785 litros de leite/vaca/ano) foi a principal responsável pela produção nacional, com 34,7 %, seguido pela região Sudeste (34,6 %), Centro-Oeste (14,1 %), Nordeste (11,1 %) e Norte (5,5 %) (Figura 1.3).

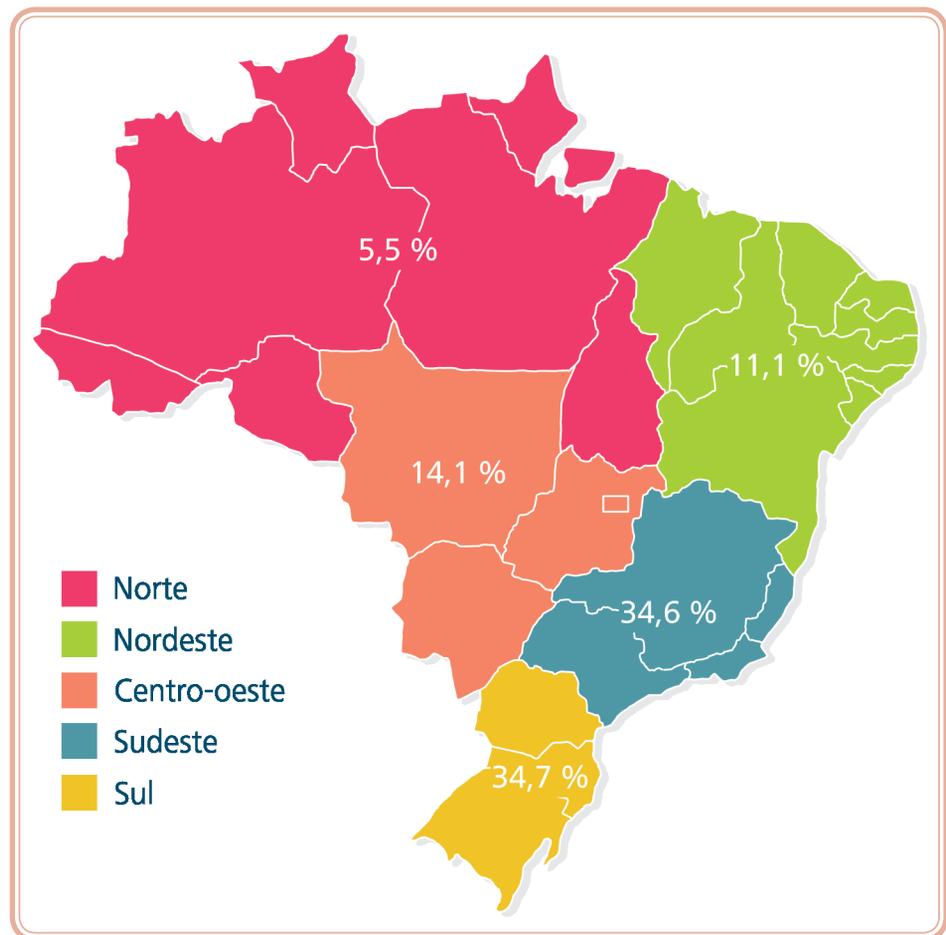


Figura 1.3: Produção de leite por região do Brasil em 2014 (% do total)

Fonte: CTISM, adaptado de Indicadores IBGE – Estatística da Produção Pecuária

Interessante destacar que, entre os 100 maiores produtores de leite do Brasil em 2014, a grande maioria (55 locais) encontra-se no Sudeste (SP:44; MG:10; ES:1), sendo menos da metade (25 locais) encontrados no Sul (PR:18; RS:7) e, por fim, o Centro-Oeste (GO:10) e o Nordeste (CE:6; BA:2; AL:1; RN:1) (com 10 locais cada).

Além disso, segundo dados do IBGE de 2011, foi observado que menos de 10% dos estabelecimentos que produziram leite foram responsáveis por mais da metade da produção, sugerindo assim, que em um grande número de

estabelecimentos rurais, destinados a produção de leite, são utilizados animais com baixa ou nenhuma aptidão para produção leiteira, manejo reprodutivo deficitário e baixa tecnificação da propriedade.

Mesmo com muitas dificuldades, a produção de leite vem crescendo no Brasil ano após ano. Um bom indicador disso é que no período de 2000 a 2014 ocorreu um aumento de 77,5 % na produção de leite. Concomitantemente a isso, nesse mesmo período, houve crescimento de 29 % na quantidade de animais ordenhados (Figura 1.4). Além disso, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a estimativa é que a produção brasileira de leite cresça de 2,4 a 3,3 % ao ano até 2025. Outro aspecto importante foi que, no período entre 2006 e 2010, o Brasil foi o segundo país em aumento absoluto da produção de leite, ficando atrás apenas da Índia.

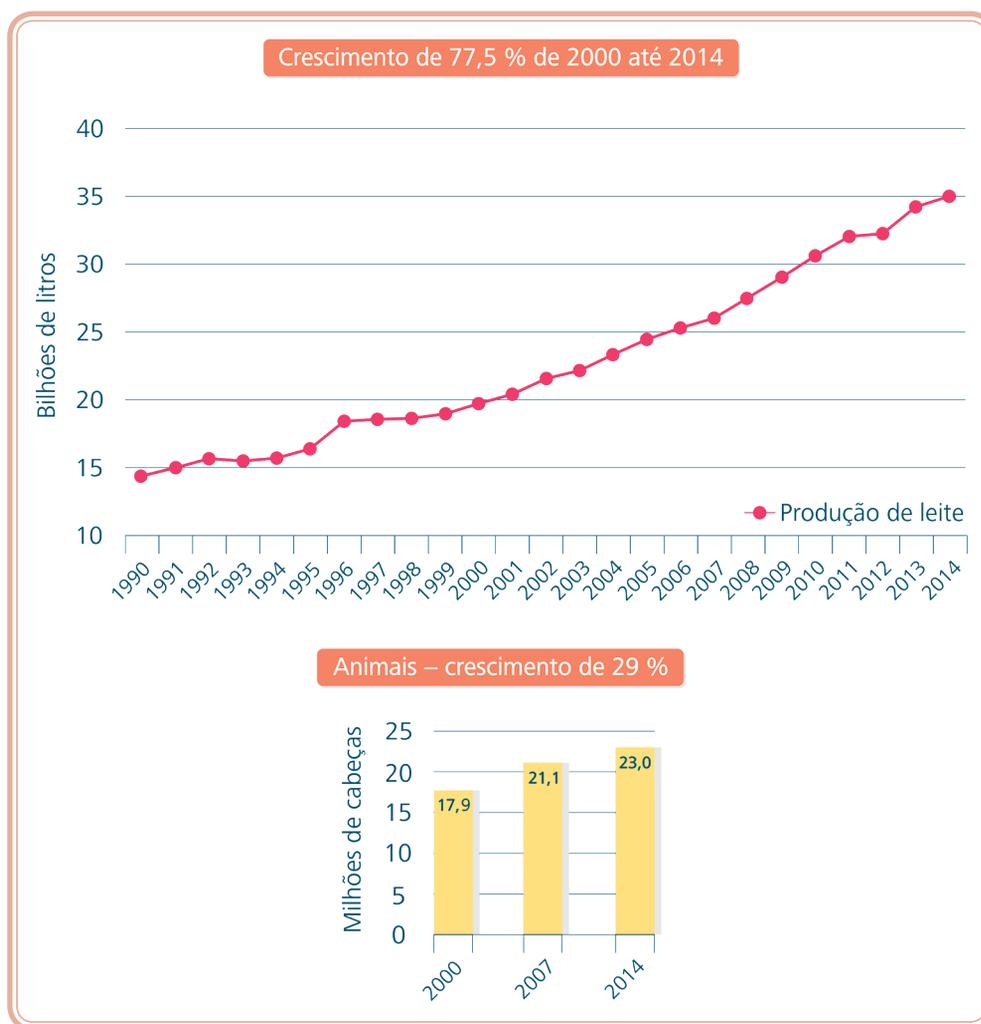


Figura 1.4: Evolução da produção de leite e número de animais ordenhados no Brasil, 1990/2014

Fonte: CTISM, adaptado de IBGE

Apesar do aumento no consumo de leite e de produtos lácteos, no Brasil, e com estimativa de aumento de 26,7 % até 2025, a média de consumo da população se encontra abaixo do recomendado pelo Ministério da Saúde e pela Organização Mundial da Saúde. Para esses órgãos, uma pessoa deveria consumir cerca de 200 litros de leite por ano, porém, atualmente no Brasil a média está próxima de 175 litros de leite/habitante/ano, inferior aos valores, analisados em 2012, do Uruguai e da Argentina, que consumiram em média 246 e 214 litros de leite/habitante/ano, respectivamente.

Com base nos dados do Brasil, em comparação aos outros países, podemos inferir que, apesar de estarmos longe de valores ideais, temos um grande potencial de crescimento. Esse crescimento está ocorrendo e o cenário que está sendo desenhado para a pecuária leiteira é promissor.

1.2 Histórico e aspectos socioeconômicos da inseminação artificial

A compreensão do histórico da inseminação artificial nos permite observar a sua evolução, desde a origem da técnica até o seu uso em larga escala como ferramenta para ganhos econômicos na bovinocultura. Ainda, podemos identificar descobertas que alavancaram a aplicação da IA no melhoramento genético dos rebanhos.



Métodos de colheita do sêmen

O sêmen de touro pode ser obtido pelos seguintes métodos:

a) Vagina artificial – método de eleição para obter um ejaculado dentro dos parâmetros fisiológicos. Exige treinamento prévio do touro, uma fêmea contida adequadamente ou manequim. Esse método consiste na monta e ejaculação em uma vagina artificial específica para touros.

b) Eletroejaculador – esse método é utilizado em touros incapazes de montar ou não adaptados ao método de colheita por vagina artificial. O sêmen é obtido por estimulação elétrica alternada da medula próximo à quarta vértebra lombar.

c) Massagem das glândulas vesiculares e das ampolas via retal – é um método alternativo, na ausência de eletroejaculador ou vagina artificial.

O conhecimento sobre os aspectos socioeconômicos envolvidos na IA, por sua vez, promovem o raciocínio crítico sobre os pontos que devem ser considerados para utilização da técnica e desenvolvem argumentos sobre as vantagens e desvantagens da IA.

1.2.1 Histórico da IA

Os primeiros indícios da IA ocorreram em equinos, no ano de 1332, e foram realizados pelos árabes. Entretanto, dados realmente registrados da IA apenas apareceram no ano de 1784, na espécie canina, quando o monge italiano Lázaro Spallanzani coletou sêmen de um cachorro, por estímulo manual, e depositou na vagina de uma cadela no cio, resultando no nascimento de 3 filhotes. A IA em bovinos foi realizada com sucesso, pelo russo Elias Yavanoff, somente no ano de 1922. Ainda por pesquisadores russos, foi desenvolvido o método para coleta de sêmen de touros, utilizando vagina artificial e manequim, em 1932 e 1934. Em 1936, o método de fixação da cérvix via retal foi desenvolvido por veterinários dinamarqueses, na cooperativa para IA de bovinos, criada por Eduard Sorensen.

No Brasil, os veterinários Leovigildo P. Jordão, João Soares Veiga e José Gomes Vieira foram os pioneiros da técnica de IA em bovinos, na Estação Experimental de Pindamonhangaba – SP, no ano de 1938. O uso de IA nas espécies domésticas de interesse econômico começou a ser estudado na Estação Experimental do Instituto de Biologia Animal (IBA) em Deodoro - RJ, com apoio do Ministério da Agricultura, em 1941. A primeira IA registrada no Brasil ocorreu em 1940 e, por consequência, começou a formação de cooperativas para aplicação de IA no país.

Já o primeiro curso de IA foi realizado em 1943, por Barreto e Mies Filho, com o objetivo de qualificar mão de obra para disseminação da técnica. Muitos cursos técnicos sobre IA foram ministrados no IBA, que em 1947 foi transferido para o Instituto de Zootecnia (IZ) do Ministério da Agricultura. Neste instituto foi criado, em 1949, o Serviço de Fisiopatologia da Reprodução e Inseminação Artificial (SFRIA), para dar suporte à expansão contínua do uso de IA nos rebanhos brasileiros, o que perdurou até 1962. Em 1968, foi fundado a Divisão de Fisiopatologia da Reprodução e Inseminação Artificial (DFRIA) pelo Ministério da Agricultura para a fiscalização da técnica no país. Em 1974, foi fundada Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA) pelas empresas brasileiras da área de reprodução animal. A ASBIA fomenta as empresas que trabalham com sêmen, IA, materiais, equipamentos e outros produtos voltados à reprodução animal.

A expansão do uso da técnica de IA em bovinos, no Rio Grande do Sul, começou na região de Porto Alegre, após a fundação do Serviço de Inseminação Artificial do Departamento de Produção Animal, pela Secretaria de Agricultura do Rio Grande do Sul, em 1946. Em 1956, a Cooperativa Sulina de Inseminação Artificial (Cosulia) foi criada em Pelotas (RS). Em 1959 foram fundadas a Cooperativa Pedritense de Inseminação Artificial (Copedia), em Dom Pedrito (RS), e a Cooperativa Santanense de Inseminação Artificial (Cosial), em Santana do Livramento (RS).

As empresas brasileiras de IA surgiram apenas a partir de 1970. Podemos citar a Pecuária Planejada (Pecplan), fundada em 1970 e vendida para ABS em 1996, levando o nome de ABS Pecplan, com central em Uberaba, Minas Gerais. O Grupo Bradesco foi incorporado à Pecplan e contribuiu com a divulgação e qualificação da mão de obra para a técnica de IA em bovinos. No Rio Grande do Sul, atualmente, destaca-se a PROGEN Inseminação Artificial, voltada para o gado de corte, localizada em Dom Pedrito; Select Sires do Brasil Genética Ltda. que adquiriu a Semeia Genética, localizada em Porto Alegre e, na mesma cidade, encontra-se a CRI Genética e Alta Genetics.

A ampliação dos benefícios socioeconômicos, adquiridos pela implantação da IA nas propriedades, somente foi possível após a descoberta da técnica de congelamento do sêmen. A conservação do sêmen em baixas temperaturas (-79°C) por um maior tempo, através da suplementação do diluente de sêmen com glicerol, foi demonstrada pelos pesquisadores ingleses Polge, Smith e Parker apenas em 1949. Em 1953, o primeiro banco de sêmen da América Latina foi implementado com auxílio de Polge e apoio do Ministério da Agricultura, no Brasil; logo, o primeiro produto de sêmen congelado nasceu em 1954.

Ainda na década de 50, o armazenamento de sêmen em nitrogênio líquido (-196°C) se tornou possível com os estudos e financiamento de John Rockefeller Prentice, o qual fundou a ABS – empresa de importância mundial na história da IA. A partir disso, surgiram muitos estudos e investimentos sobre os botijões de nitrogênio, como importante ferramenta da IA para transporte e banco de sêmen. Mundialmente, enquanto Canadá, EUA e Europa são conhecidos como os maiores exportadores de sêmen, o título de maior importador é dado à América Latina. O Brasil produz cerca de 55 % de doses de sêmen comercializadas, por isso, ainda é um país dependente da importação. Assim, países em desenvolvimento se beneficiam dos programas genéticos de países desenvolvidos. Por outro lado, há uma lacuna em potencial quanto a produção de sêmen na América Latina, em especial no Brasil, que ainda precisa ser preenchida.

Pensando na conservação do sêmen, aplicabilidade e melhoramento na técnica de IA surgiram diferentes tipos de embalagens. Inicialmente foram produzidas as **ampolas** de vidro lacradas com fogo, contendo um volume de 1,2 ml que, embora fossem de pouca praticidade, foram comercializadas até os anos 80. Em 1940, nos Estados Unidos, Rockefeller Prentice e Phil Higley desenvolveram a técnica de congelar o sêmen em palhetas, o que facilitou o armazenamento e a manipulação para aplicação do sêmen no corpo do útero de vacas. As palhetas são embalagens plásticas que podem ser diferenciadas quanto ao seu tamanho e espessura: **palhetas médias** (0,50 ml) e **palhetas finas** (0,25 ml). Ambas possuem o mesmo sistema de fechamento: uma extremidade é selada com algodão hidrófobo e álcool polivinílico em pó – a qual será utilizada como êmbolo para conduzir o sêmen ao interior do trato reprodutivo da fêmea – e a outra é lacrada por calor ou esferas de metal que será cortada para permitir a saída do sêmen.

A-Z

ampolas

São embalagens de vidro utilizadas para armazenamento de 1,2 ml de sêmen.

palhetas médias

São embalagens de plástico utilizadas para armazenamento de 0,5 ml de sêmen.

palhetas finas

São embalagens de plástico utilizadas para armazenamento de 0,25 ml de sêmen.

A concentração espermática não deve diferir com relação ao tipo de palheta, ou seja, o número de espermatozoides deve ser o mesmo, independente do volume armazenado em cada tipo de palheta. Dessa forma, os resultados

quanto à fertilidade, obtidos pela IA realizada com palhetas finas ou médias, são similares, desde que as recomendações de uso de cada uma sejam respeitadas. No Brasil, as palhetas médias ainda são as mais utilizadas, embora as palhetas finas permitam a otimização do espaço para seu armazenamento no botijão do nitrogênio (botijão criogênico).

A evolução na manipulação do sêmen não se resume apenas na técnica de armazenamento e conservação, mas também na possibilidade de sexagem do sêmen. Essa técnica foi patenteada em 1976 pelo Dr. Larry Johnson, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*United States Department of Agriculture* – USDA). O uso do sêmen sexado permite produzir bezerras de acordo com o sexo desejado pelo proprietário. Dessa forma, essa técnica permite, por exemplo, reduzir o nascimento de machos em um rebanho de leite, em que apenas o nascimento de fêmeas é desejável.

A técnica é realizada por citometria de fluxo, que permite a separação dos espermatozoides em machos (Y) ou fêmeas (X), com base na maior quantidade de material genético contido no espermatozoide com cromossomo X em relação ao que carrega o cromossomo Y. O sêmen sexado se tornou viável comercialmente a partir de 2006 e, atualmente, é uma biotecnologia que está ao alcance de pequenos e grandes criadores de gado de corte, ou de leite, para ser empregada na IA. Entretanto, a técnica ainda não apresenta 100 % de garantias quanto ao sexo do produto, pode ocorrer uma pequena redução na fertilidade e o sêmen sexado apresenta um maior custo em relação ao convencional. Portanto, uma avaliação criteriosa do rebanho, estrutura física e finalidade da propriedade é necessária para que o emprego dessa ferramenta seja economicamente promissor para o proprietário.

Outra técnica, que está cada vez mais frequente no campo, é o uso de protocolos de sincronização de cios e de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), a qual surgiu na década de 90. Enquanto a sincronização de cios possibilita a concentração de um maior número de animais para serem inseminados em um menor período de tempo, a IATF permite que os animais sejam inseminados sem a necessidade de observar cios. Assim, extingue-se um dos grandes problemas da IA: além de não necessitar mobilizar mão de obra para detecção de cio, elimina-se a possibilidade de vacas no cio não serem inseminadas, o que resulta na menor taxa de natalidade e, conseqüentemente, menor eficiência reprodutiva do rebanho. Ainda, entre as vantagens da IATF, destaca-se a possibilidade de inseminar vacas com cria ao pé, o qual é um dos grandes obstáculos para a redução do intervalo entre partos e, conseqüentemente, dos avanços econômicos nos rebanhos.



O desempenho do inseminador determina a sua importância para o mercado de trabalho e para a sociedade. A preparação e atualização do inseminador para este trabalho é fundamental para se obter os ganhos econômicos. Os insucessos, quando observados na IA, são decorrentes do não cumprimento dos cuidados básicos que a técnica exige. Além disso, o êxito nos trabalhos dependerá do esforço e da dedicação de cada um na propriedade: médico veterinário, proprietário, administrador, inseminador e funcionários envolvidos no manejo do rebanho. A harmonia desse conjunto de pessoas quanto ao planejamento determinará o sucesso do programa de IA.

O melhoramento genético de bovinos de países desenvolvidos, como dos EUA e Canadá, foi possível devido ao uso da IA na grande maioria dos rebanhos. Entretanto, no Brasil apenas, aproximadamente, 12 % das fêmeas em idade reprodutiva são inseminadas. A ASBIA publica periodicamente o cenário da IA no país e, no período de 2000 para 2011, a evolução da IA dobrou no país e a perspectiva de uso desta técnica, hoje, ainda é crescente. Entre 2009 e 2014, segundo a ASBIA, o uso da IA no gado de corte e no gado de leite aumentou 59 % e 34 %, respectivamente. Portanto, esses resultados indicam que, embora a IA seja uma técnica consolidada e acessível, no Brasil a aplicação dessa biotécnica ainda está em fase de implementação e aperfeiçoamento.

1.2.2 Aspectos socioeconômicos da inseminação artificial

A IA além de ser comprovadamente o método de menor custo por concepção, com maior valor agregado nas crias nascidas, trata-se da forma mais prática e segura de promover o melhoramento genético e produtivo dos rebanhos, quando realizado dentro das recomendações básicas.

As vantagens econômicas da IA dependem do conhecimento e preparo do inseminador; da infraestrutura, manejo e administração da propriedade; da genética, sanidade e nutrição do rebanho. Os ganhos com o uso da IA em bovinos podem ser observadas tanto a longo quanto a curto prazo, como podemos ver a partir dos tópicos listados abaixo:

- Enquanto um touro serve em torno de 120 a 200 vacas, em 4 anos de vida reprodutiva, pelo uso da IA um touro poderá ter mais de 100.000 descendentes. A vantagem econômica do uso da IA, em relação à monta natural, vai variar de acordo com o sistema de produção de cada propriedade. Um aplicativo eletrônico foi desenvolvido pela EMBRAPA Gado de Leite (Juiz de Fora/MG) com o objetivo de calcular e permitir a comparação do custo e benefício da IA em relação à monta natural, de acordo com os parâmetros que podem ser encontradas em cada propriedade. Essa informação é importante para a tomada de decisão, tanto do técnico, quanto do proprietário, sobre a implementação da técnica no rebanho. Esse aplicativo está disponível no *site* www.asbia.org.br, junto ao manual do usuário.
- A IA permite melhoramento genético e produtivo do rebanho em pouco tempo e a um baixo custo. O técnico e/ou veterinário tem a possibilidade de elaborar um programa individual para os animais, que refletirão em melhoras do rebanho. O aumento da produção em vacas leiteiras pode

ser feito, por exemplo, pela correção de características importantes como úbere e aprumos, através do uso de sêmen de reprodutores ideais para cada fêmea do rebanho. Os ganhos na produção de carne podem ocorrer pela redução no período de terminação dos animais e, conseqüentemente, redução no intervalo entre partos, através do incremento de características de precocidade no rebanho. Atualmente existe uma grande quantidade de material genético armazenado. Nesses bancos de sêmen de touros encontram-se informações sobre os reprodutores, incluindo dados da progênie. Assim, aumentam as possibilidades de incremento produtivo no rebanho, de acordo com as necessidades e condições financeiras de cada proprietário.

- Os lotes tornam-se mais homogêneos devido à escolha de sêmen de reprodutores adequados para cada vaca, o que facilita a comercialização dos mesmos.
- A IA pode reduzir distocias (dificuldades no parto), pois permite a utilização de touros apropriados para novilhas e/ou por incremento de características referentes ao ângulo pélvico no rebanho. A redução de distocias na propriedade resulta em aumento da produção, menores despesas com medicamentos e/ou serviço médico veterinário.
- A IA oportuniza melhoramento genético para pequenos produtores, por um baixo custo, uma vez que um único botijão criogênico, contendo doses de sêmen de diferentes touros, pode ser utilizado em diversas pequenas propriedades, a partir dos núcleos de inseminação comunitária.
- A IA reduz perdas de animais aptos para reprodução, decorrentes de coberturas mal sucedidas (monta natural), o que pode ocorrer, principalmente, quando novilhas são cruzadas com touros muito pesados.
- Acidentes de touros com o ser humano, devido ao uso de touros agressivos na monta natural, também podem ser reduzidos pelo uso da técnica de IA, pois essa permite a redução do número de touros na propriedade. Isso indica a biossegurança que a técnica proporciona para a propriedade, além da redução de gastos com medicamentos, médicos e perda de mão de obra.
- O controle sanitário, exigido pela técnica de IA, reduz a transmissão de doenças e as perdas econômicas, resultantes disso na propriedade.

- O controle zootécnico do rebanho, exigido pela IA, permite melhor planejamento do manejo na propriedade, evitando, assim, perdas reprodutivas e econômicas.

Portanto, o uso de um sêmen de qualidade e apropriado torna-se fator determinante para os ganhos econômicos e produtivos, que são esperados pela implementação da técnica. O inseminador, o proprietário e/ou o técnico responsável devem conhecer a empresa de onde o sêmen é adquirido. Empresas filiadas à ASBIA são registradas e fiscalizadas pelo Ministério da Agricultura, assegurando a qualidade do sêmen. Além disso, o conhecimento sobre transporte, armazenamento, descongelamento e manipulação do sêmen asseguram a qualidade do sêmen adquirido na empresa.

Resumo

Nesta aula você viu que o agronegócio movimenta a economia do Brasil de forma significativa. O país possui o segundo maior rebanho de bovinos do mundo e é considerado o segundo maior produtor de carne e o quarto maior produtor de leite do mundo. Entretanto, há uma baixa produtividade por área, tanto na bovinocultura leiteira como na de corte. Claramente, a aplicação da IA no rebanho bovino em maior escala proporcionaria um aumento da produtividade bovina brasileira.

Você também pôde observar que a IA foi introduzida no Brasil nos anos 1940 e seus benefícios socioeconômicos foram potencializado na década de 1950, através da descoberta do armazenamento do sêmen congelado. Ademais, a IA permite maior número de descendentes de um único touro, melhoramento genético através de um baixo custo, lotes homogêneos, redução de partos distócicos e maior controle sanitário e zootécnico do rebanho.



Atividades de aprendizagem

1. O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo. Sabendo disso, responda se o Brasil é importador ou exportador e qual sua colocação no mercado mundial, em relação a pecuária de carne e de leite.
2. Assinale V para as afirmativas verdadeiras e F para as afirmativas falsas.

() No que diz respeito a produção mundial de carnes, a proteína animal de origem bovina está na terceira posição com 21,8 %, atrás da carne de suíno (37,8 %) e frango (35,7 %).

- () No Brasil, a grande maioria dos bovinos destinados ao mercado de carne são terminados em confinamento.
 - () Com 80 propriedades entre as 100 maiores produtoras de leite do Brasil, as regiões Sudeste (55) e Sul (25) são responsáveis por praticamente 70 % da produção nacional.
 - () Segundo o Ministério da Saúde e a Organização Mundial da Saúde, a população brasileira consome quantidades de leite acima do preconizado (200 litros de leite/habitante/ano).
- 3.** A descoberta que permitiu a expansão do melhoramento genético e aumentou os benefícios socioeconômicos da IA foi:
- a)** Armazenamento de sêmen em ampolas.
 - b)** Armazenamento de sêmen em palhetas.
 - c)** Congelamento de sêmen.
 - d)** IATF.
 - e)** Sexagem de sêmen.
- 4.** Assinale V para as afirmativas verdadeiras e F para as afirmativas falsas, sobre o histórico da IA.
- () O método de fixação da cérvix via retal para IA em bovinos foi desenvolvido no ano de 1936 por veterinários dinamarqueses.
 - () A primeira IA registrada no Brasil ocorreu em 1940.
 - () O armazenamento de sêmen evoluiu na seguinte sequência: ampolas (1,20 ml), palhetas médias (0,50 ml) e palhetas finas (0,25 ml).
 - () O Brasil produz uma grande quantidade de sêmen para ser comercializado e por isso independe de importação.
 - () O sêmen sexado e a IATF são ferramentas de maior custo, entretanto, sempre trarão vantagens econômicas quando implementadas, independente do rebanho ou propriedade.

A sequência que corresponde aos espaços preenchidos é:

a) V – V – V – V – F

b) V – V – V – F – F

c) V – F – V – F – V

d) F – V – F – V – F

e) F – F – V – V – V

5. A porcentagem aproximada de vacas em idade reprodutiva, que são inseminadas no Brasil é:

a) 4 %.

b) 12 %.

c) 34 %.

d) 52 %.

e) 80 %.

6. Assinale quais as vantagens socioeconômicas que um proprietário deve saber para implementar a técnica de IA em sua propriedade:

a) Melhoramento genético do rebanho em menor tempo e baixo custo.

b) Instalações adequadas na propriedade são desnecessárias.

c) Lotes mais homogêneos para a comercialização.

d) O controle sanitário do rebanho torna-se desnecessário.

e) Redução de distocias no rebanho.

Aula 2 – Anatomia e fisiologia reprodutiva bovina

Objetivos

Identificar estruturas anatômicas do aparelho reprodutivo de touros e vacas.

Compreender a função de cada estrutura anatômica, para o perfeito funcionamento reprodutivo de bovinos.

Identificar o local de produção e ação dos hormônios reprodutivos em touros e vacas.

2.1 Anatomia e fisiologia do aparelho reprodutor do touro

O aparelho reprodutor do touro é constituído de: testículo, epidídimo, ducto deferente, glândulas anexas (ampolas, glândulas vesiculares, próstata e glândula bulbo-uretral) e pênis (Figura 2.1). Os espermatozoides são formados nos túbulos seminíferos do testículo e o seu trajeto segue para os túbulos retos, em direção a rede testicular (*rete testis*), seguindo pelos ductos eferentes, conduto epididimário (epidídimo), ducto deferente, ampola do conduto deferente, uretra prostática e uretra peniana.

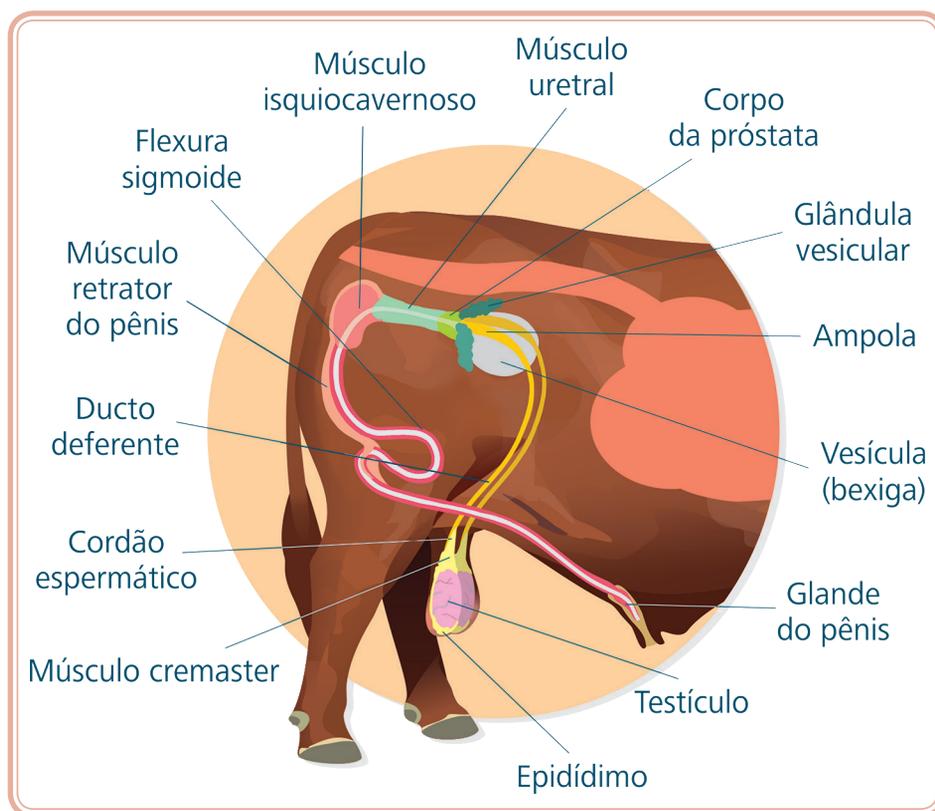


Figura 2.1: Aparelho reprodutor do touro: testículo, epidídimo, músculo cremaster, cordão espermático, ducto deferente, glândulas anexas (ampola; glândula vesicular; corpo da próstata) e pênis (músculo uretral; músculo isquiocavernoso; músculo retrator do pênis; flexura sigmoide; glândula do pênis) e também está representada a vesícula (bexiga)

Fonte: CTISM, adaptado por Andressa Minussi Pereira Dau de Senger, 2003

2.1.1 Testículos

Os testículos bovinos estão suspensos no interior da bolsa escrotal, pendulares, e em posição vertical (Figura 2.2). Nessa espécie, a descida testicular do abdômen para o saco escrotal deve ocorrer antes do nascimento. Essa informação é importante para identificação de touros criptorquidas (animais que possuem um ou os dois testículos inclusos no abdômen) que não servem para a reprodução. A bolsa escrotal é revestida por túnicas, considerando que o cremaster e fibras musculares da túnica dartos desempenham função essencial na termorregulação testicular, aproximando ou afastando os testículos da parede abdominal. A manutenção da temperatura testicular, 4-5°C abaixo da temperatura corporal, é essencial para assegurar uma adequada produção dos espermatozoides e, conseqüentemente, um sêmen de qualidade em touros.

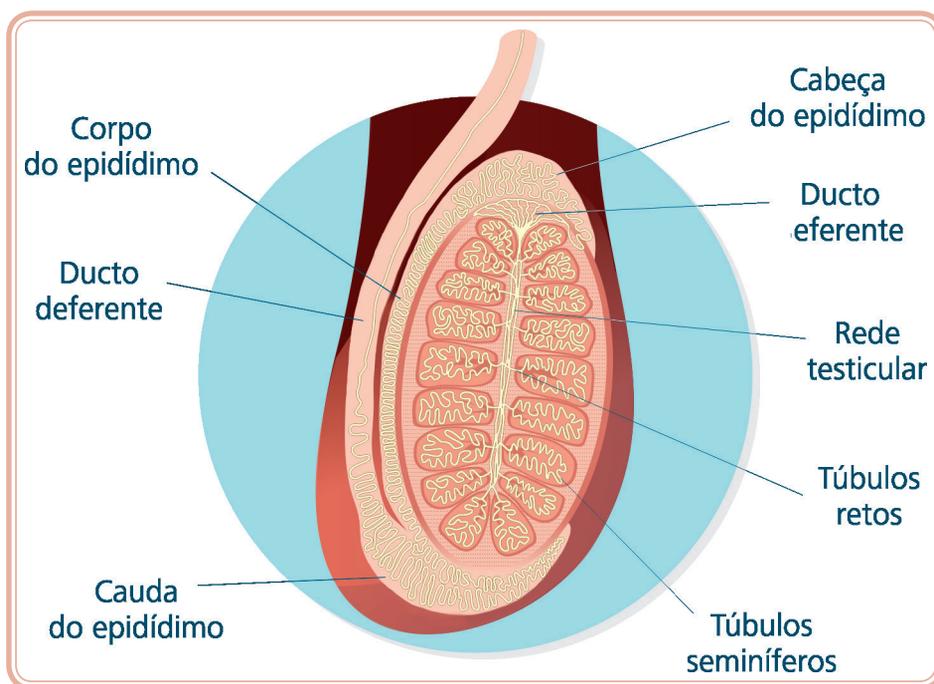


Figura 2.2: Desenho esquemático dos testículos suspensos no interior da bolsa escrotal, demonstrando o trajeto dos espermatozoides, desde sua formação nos túbulos seminíferos, túbulos retos, rede testicular, ductos eferentes, pelos quais os espermatozoides são conduzidos do testículo ao epidídimo (cabeça, corpo e cauda) e seguem pelos ductos deferentes em direção à uretra

Fonte: CTISM, adaptado de Senger, 2003

Os testículos possuem duas funções principais: a produção de hormônios sexuais masculinos e de espermatozoides (espermatogênese). Um dos principais hormônios sexuais masculinos é a testosterona, a qual determina as características masculinas nos touros. A espermatogênese é um processo contínuo e dura cerca de 61 dias nos bovinos, ou seja, a cada ± 61 dias começa uma nova produção de espermatozoides. Em função disso, recomenda-se realizar exame andrológico em intervalos mínimos de 60 a 70 dias em reprodutores doadores de sêmen, o que garante a comercialização de sêmen de alta qualidade. Touros adultos utilizados para monta natural, por sua vez, devem ser avaliados pelo menos uma vez ao ano, aproximadamente 60 dias antes do início da estação de monta. Um dos quesitos avaliados durante o exame andrológico é a circunferência escrotal, a qual deve ser superior a 30 cm em touros com mais de 18 meses de idade, pois a circunferência escrotal (tamanho testicular) está relacionada com a capacidade de produção espermática do reprodutor. Tanto a produção hormonal quanto a formação de espermatozoides ocorrem nos túbulos seminíferos, que estão localizados no interior dos testículos.

Mais de 20.000 espermatozoides são produzidos por segundo nos túbulos seminíferos. O número de espermatozoides produzidos nos testículos diariamente não passa de 25 bilhões. As células de Sertoli, presentes nos testículos, participam da formação dos espermatozoides, liberando-os para o lúmen dos túbulos seminíferos e secretando um fluido que fornece um ambiente adequado para o desenvolvimento dos gametas masculino. As células de Leydig, também presentes no testículo, produzem a testosterona. A produção de espermatozoides e de testosterona ocorre em resposta à um “comando” vindo do cérebro (Figura 2.3). O hipotálamo, localizado no cérebro, libera o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), que sinaliza para adeno-hipófise (hipófise anterior), também localizado no cérebro. Em resposta ao GnRH a adeno-hipófise começa a produzir e liberar hormônio luteinizante (LH) e hormônio folículo estimulante (FSH). Basicamente, o FSH sinaliza para as células de Sertoli produzirem substâncias espermatogênicas, importante para formação dos espermatozoides e, o LH, por sua vez, “comanda” as células de Leydig para produzirem androgênios (diidrotestosterona, androstenediona e principalmente testosterona). O eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, ou seja, essa comunicação entre cérebro e testículos (gônada masculina) é um sistema auto-regulável, em que a própria testosterona produzida nos testículos, em resposta ao LH, diminui a liberação dos hormônios produzidos no cérebro, tanto no hipotálamo (GnRH), quanto na adeno-hipófise (LH e FSH).

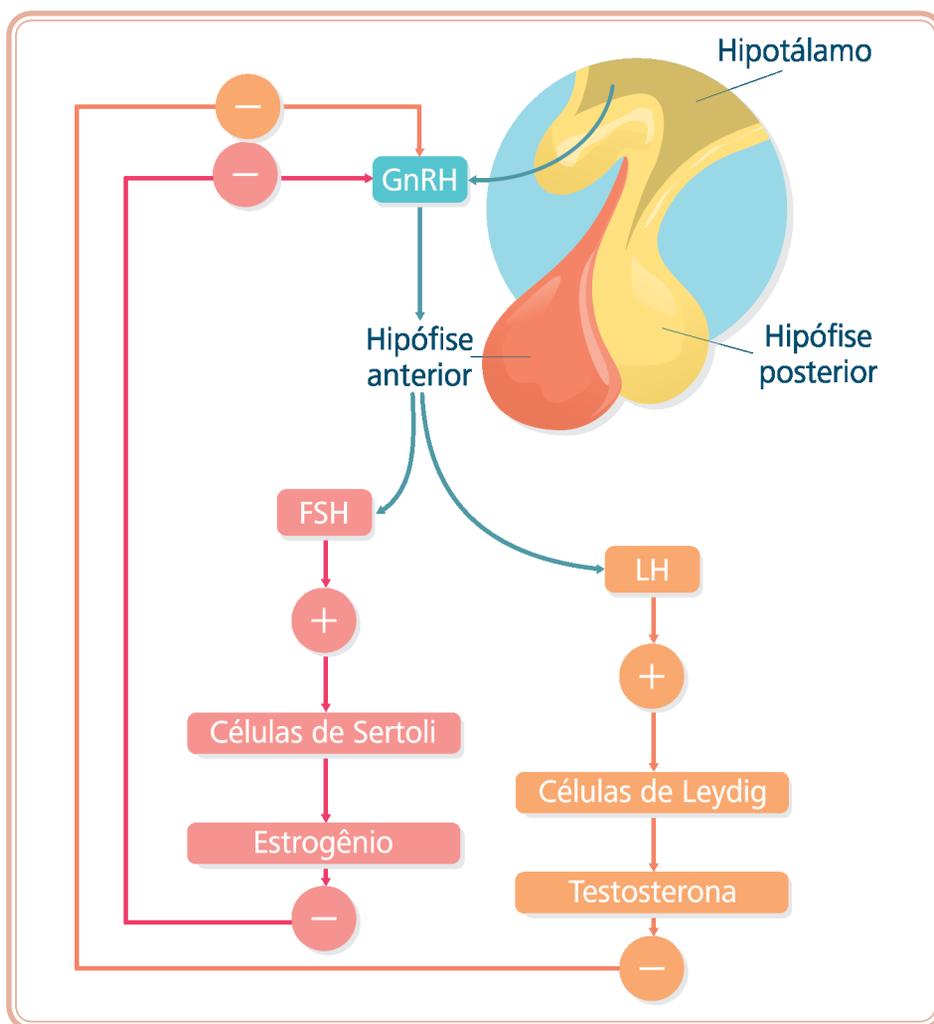


Figura 2.3: Desenho esquemático da produção de hormônios sexuais masculinos controlado pelo eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal. As células de Sertoli e de Leydig estão presentes nos testículos

Fonte: CTISM, adaptado por Andressa Minussi Pereira Dau de Gonçalves; Figueiredo; Freitas, 2008; Senger, 2003; Hafez, 1995

2.1.1.1 Espermatogênese (formação dos espermatozoides)

A formação dos espermatozoides ou espermatogênese pode ser melhor compreendida se visualizarmos a Figura 2.4, acompanhando a leitura da descrição abaixo.

A espermatogênese ocorre nos túbulos seminíferos dos testículos e ocorre nas seguintes etapas: (a) espermatogoniogênese, (b) espermatocitogênese e (c) espermiogênese.



Alterações morfológicas espermáticas

Uma inadequada formação dos espermatozoides nos túbulos seminíferos do testículo reflete no aumento de alterações morfológicas no sêmen, consideradas **defeitos primários** ou **maiores**, que estão geralmente associados a subfertilidade ou esterilidade, possivelmente de origem hereditária. Os **defeitos menores** ou **secundários** são adquiridos durante a permanência e a passagem dos espermatozoides pelos epidídimos e vias espermáticas. Os **defeitos menores** não estão associados a problemas patológicos dos testículos e, conseqüentemente, possuem menor importância na avaliação da fertilidade do reprodutor. A porcentagem de **defeitos espermáticos maiores** não devem exceder 20 % (de um total de 200 espermatozoides contados), para dose com o mínimo de 10 milhões de espermatozoides com motilidade progressiva, pois tornam o sêmen inadequado para a reprodução.

- a) Na **espermatogoniogênese**, as **células germinativas primordiais** [diplóides(2n)] – “células dos primórdios dos espermatozoides” – começam a se multiplicar por sucessivas **mitoses**, até dar origem às **espermatogônias**. As espermatogônias também se multiplicam por divisão mitótica, de forma que, de uma espermatogônia (2n) surgem mais duas espermatogônias, igualmente diplóides (2n). Portanto, essa fase é caracterizada por multiplicação celular.
- b) Em seguida, começa a **fase de crescimento e maturação celular**, chamada de **espermatocitogênese**, em que **espermatogônias** originam **espermatócitos primários**, ou de primeira ordem, ainda por **divisão mitótica**. A meiose somente ocorre na **puberdade**, que em touros deve ocorrer em 12 a 24 meses de idade, dando origem aos **espermatócitos secundários**, ou de segunda ordem (n), a partir dos espermatócitos primários, nesse momento ocorre a **primeira divisão meiótica (reducional)**, em que duas células haplóides (n) formam-se a partir de uma célula diplóide (2n). Os **espermatócitos secundários** (n) progridem na meiose II, formando quatro **espermátides** (n) por divisão equitativa.
- c) Durante a **espermiogênese** as **espermátides** diferenciam-se em **espermatozoides** e, por consequência, caracteriza-se por **diferenciação celular**. Nessa fase, as espermátides haplóides sofrem apenas modificações morfológicas. Por exemplo, o núcleo (material genético) da espermátide forma a cabeça do espermatozoide, e o aparelho de Golgi origina a vesícula acrossômica, a qual contém enzimas (como a hialuronidase) que auxiliam no momento da penetração do espermatozoide na zona pelúcida, que circunda o óvulo durante a fecundação que, nos bovinos, ocorre na ampola do oviduto. O **espermatozoide**, portanto, pode ser dividido em quatro partes principais: acrossoma, cabeça, peça intermediária e cauda. A peça intermediária contém elementos responsáveis pela produção de energia e a cauda auxilia na movimentação do espermatozoide.

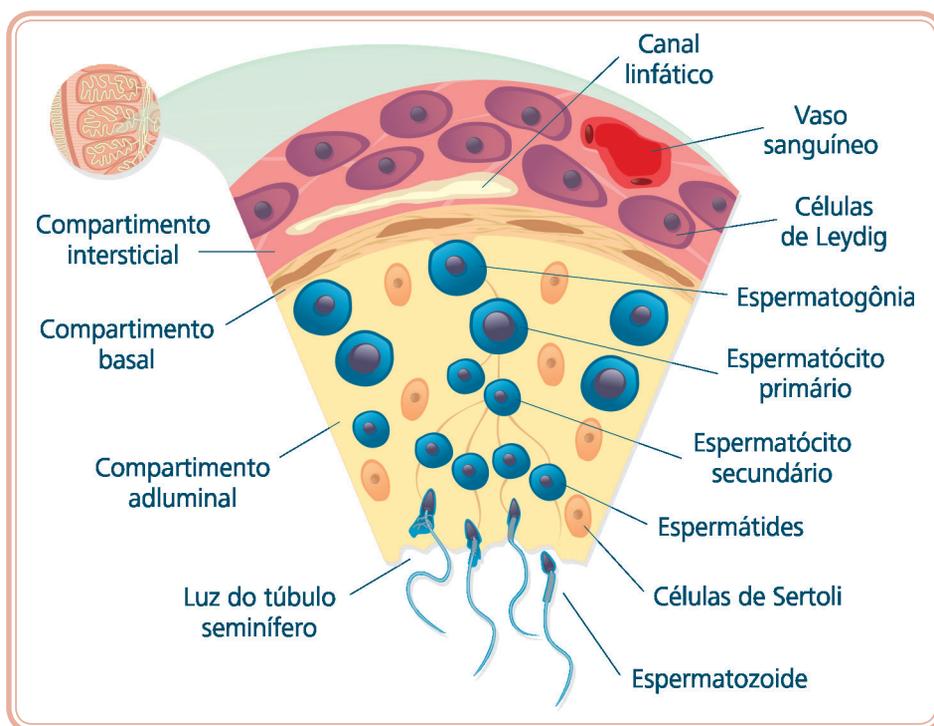


Figura 2.4: Desenho esquemático da espermatogênese nos túbulos seminíferos dos testículos

Fonte: CTISM, adaptado de Senger, 2003

2.1.2 Epidídimo

O epidídimo é constituído por cabeça, corpo e cauda e localiza-se, longitudinalmente, na porção caudal dos testículos, com a cabeça na porção superior e a cauda na porção inferior dos testículos. O epidídimo contém um tubo longo e enovelado entre si, em que na cabeça ocorre a maturação espermática e no corpo e cauda ocorre a aquisição de motilidade espermática. No epidídimo os espermatozoides adquirem a capacidade fecundante, adquirindo motilidade progressiva, mudanças morfológicas e metabólicas. Dessa forma, no testículo, o espermatozoide é funcionalmente imaturo, infértil e imóvel, somente adquirindo capacidade de fecundar no epidídimo. Além disso, a cauda do epidídimo possui capacidade de estocar de 25 a 70 % dos espermatozoides produzidos diariamente, até que a ejaculação aconteça. Na cabeça e corpo do epidídimo há em torno de 8 a 25 bilhões de espermatozoides, enquanto que na cauda do epidídimo há cerca de 10 a 50 bilhões de espermatozoides. Essa concentração varia de acordo com o número de ejaculados. Em animais que ejaculam diariamente, o tempo de permanência dos espermatozoides na cauda do epidídimo é menor e a quantidade que fica em reserva chega a 25 % da produção diária. A passagem dos espermatozoides no epidídimo dura em torno de 10 dias nos bovinos. E os espermatozoides que não forem ejaculados serão reabsorvidos e excretados periodicamente através da urina.



Concentração espermática

O número total de espermatozoides presentes em um ejaculado de touro é de aproximadamente 6 a 7 bilhões ($6 \cdot 10^9$), podendo atingir um número de 20 bilhões de espermatozoides. A concentração depende da estação do ano, da raça, da condição corporal e da frequência de colheitas do sêmen/ejaculados, bem como do método de colheita. A dose inseminante deve conter 20 a 40 milhões de espermatozoides, apresentando no mínimo 30 % de motilidade progressiva e 3 % de vigor. A motilidade progressiva é a porcentagem correspondente ao número de espermatozoides com movimento progressivo retilíneo, em uma gota de sêmen, diferentemente da motilidade total, que corresponde a porcentagem de espermatozoides móveis independente da direção do movimento. O vigor corresponde a velocidade em que os espermatozoides com motilidade progressiva se movimentam e é dado a partir de uma pontuação, que pode variar de 0 a 5, sendo que 0 corresponde a ausência de movimento e 5 movimento vigoroso.



O **volume total do ejaculado** de um touro pode variar de **0,5 a 25 mL** e também varia de acordo com a raça, estado nutricional, estação do ano, frequência e método de colheita do sêmen.

A aparência do ejaculado, por sua vez, pode variar de cremosa a aquosa, de acordo com a concentração espermática.

2.1.3 Glândulas vesiculares, ampolas, próstata e glândula bulbo-uretral – glândulas anexas

Os condutos deferentes apresentam dilatações que caracterizam as glândulas vesiculares lobuladas e variam de 8 a 10 cm de diâmetro, no touro jovem, a até 15 cm, no adulto. As ampolas dos condutos deferentes possuem entre 0,5 e 2 cm de diâmetro, as quais também variam de acordo com a idade do reprodutor. Ambas são facilmente identificadas por palpação retal. A próstata é, diferentemente das demais, uma glândula ímpar, com 3 ou 4 cm de comprimento e 1 a 1,5 cm de diâmetro, localizada acima da uretra pélvica. Na palpação retal é possível identificar o corpo da próstata. As glândulas bulbo-uretrais, entretanto, estão localizadas na porção dorsal da uretra pélvica e não são detectadas por palpação retal, uma vez que são revestidas por músculo bulbo esponjoso. A função dessas estruturas é produzir o plasma seminal, o qual compõe a maior parte do volume do ejaculado e atua como veículo para conduzir os espermatozoides do trato reprodutivo masculino para o feminino. Os espermatozoides quando entram em contato com o plasma seminal sofrem uma descapacitação e somente serão recapitados no trato reprodutivo da fêmea.

2.1.4 Pênis e prepúcio

O pênis é o órgão copulador, formado pelo corpo, músculo retrator do pênis, uretra e glândula. O pênis nos bovinos é fibroelástico, com tamanho entre 75 e 100 cm, de acordo com a maturidade sexual do animal. Quando o pênis encontrar-se no interior do prepúcio, apresenta-se na forma de "S", devido a contração do músculo retrator do pênis.

O prepúcio constitui-se de parte externa e interna ligadas ao pênis e contém glândulas que auxiliam na lubrificação. No recém-nascido o prepúcio e a parte interna permanecem aderidos até que os touros atinjam a puberdade. O prepúcio pode ser curto (normal) ou longo (penduloso). Os zebuínos geralmente apresentam prepúcio penduloso, o que predispõe a traumatismos prepuciais. O óstio prepucial é a abertura pela qual ocorre a exteriorização do pênis e, portanto, não deve existir qualquer fibrose que dificulte a exposição ou provoque a retenção do pênis.

2.2 Anatomia e fisiologia do aparelho reprodutor da vaca

As fêmeas bovinas são consideradas poliéstricas anuais, ou seja, apresentam estro (cio) durante todos os períodos do ano, independente da incidência de luz.

O aparelho reprodutor da vaca é constituído caudo-cranialmente de: vulva, vestibulo, vagina, cérvix ou colo uterino, útero, ovidutos e ovários (Figura 2.5). A vulva e o vestibulo também fazem parte do sistema urinário.

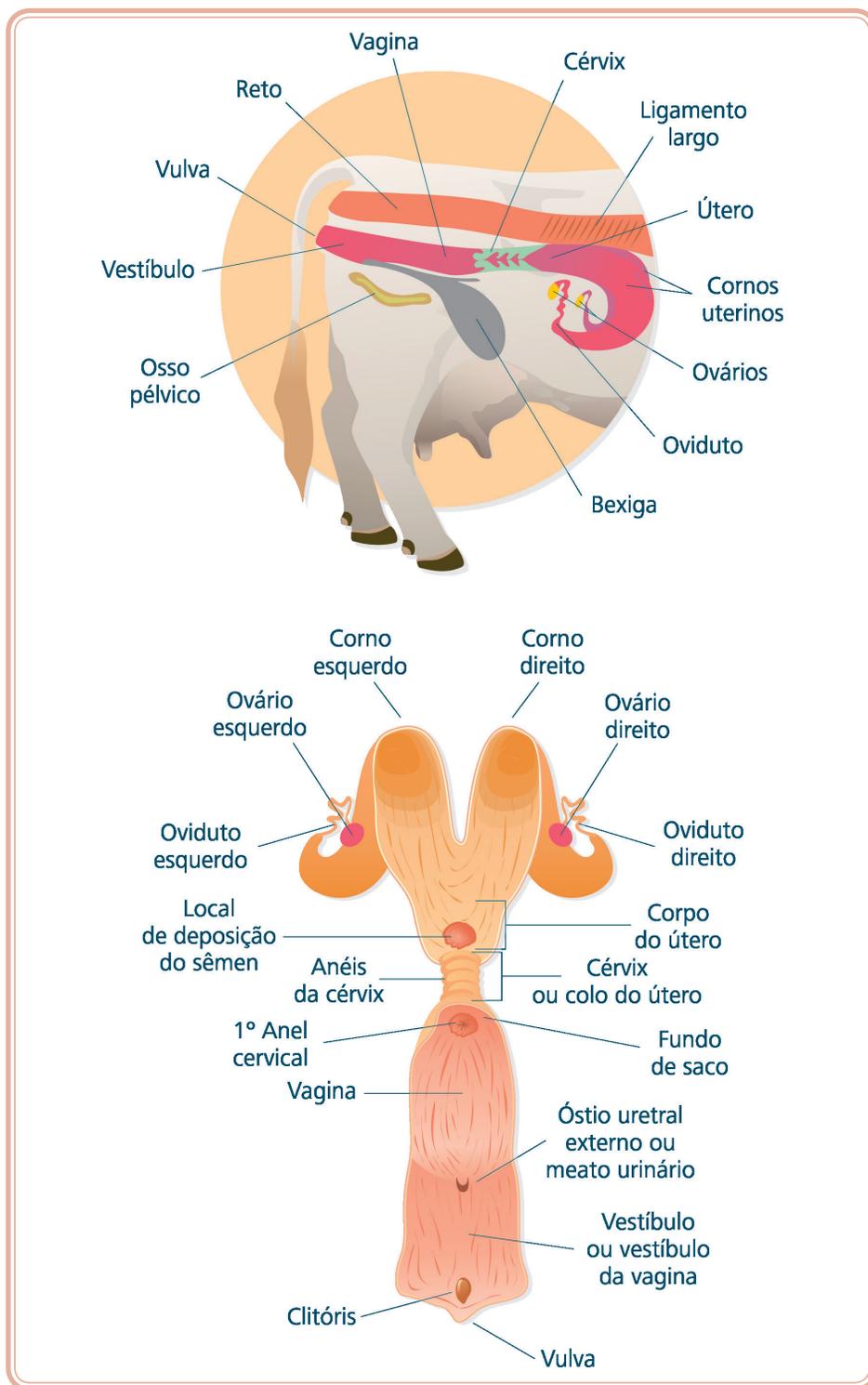


Figura 2.5: Aparelho reprodutor da fêmea bovina. Na parte superior da figura a localização anatômica do aparelho reprodutor no animal. Na parte inferior da figura um esquema do aparelho reprodutor da vaca com a descrição das principais estruturas

Fonte: CTISM, adaptado de <http://babcock.wisc.edu> e ASBIA

2.2.1 Estruturas anatômicas do trato reprodutor da fêmea bovina

O aparelho reprodutor da vaca, conforme já descrito, é constituído de: vulva, vestibulo, vagina, cérvix ou colo uterino, útero, ovidutos e ovários. Cada uma dessas estruturas anatômicas, do trato reprodutivo da fêmea, possui pelo menos uma função importante para a reprodução. Compreendê-las proporciona o entendimento de ferramentas utilizadas na reprodução bovina como, por exemplo, a técnica de IA.

2.2.1.1 Vulva

Normalmente a vulva tem uma situação vertical em relação ao corpo do animal. É a abertura externa do aparelho urogenital feminino, formada pelos lábios maiores que fecham a entrada dos tratos reprodutivo e urinário. Externamente está recoberta por pelos com mucosa e pele de pigmentação própria da raça. Em algumas situações, como por exemplo em resposta a hormônios, a vulva pode estar avermelhada e inchada, podendo indicar que este animal está nas proximidades do estro. Na parte inferior da vulva é possível observar o clitóris (local que o inseminador deve massagear logo após o ato de inseminação). A vulva e o clitóris são considerados porções genitais externas.

2.2.1.2 Vestíbulo ou vestibulo da vagina

É a região onde os tratos reprodutivo e urinário se encontram. O vestibulo possui um comprimento de aproximadamente 10 cm, estendendo-se da vulva até a abertura da uretra (óstio uretral externo ou meato urinário), no assoalho do vestibulo. No qual, existe uma depressão ventral denominada de divertículo suburetral. Ao realizar a inseminação artificial deve-se tomar cuidado para que o aplicador de sêmen não seja colocado no óstio uretral externo.

2.2.1.3 Vagina

É a porção do trato reprodutivo localizada entre o vestibulo e a cérvix (colo do útero), apresentando um comprimento médio de 15 cm. É nessa porção do trato reprodutivo em que o touro deposita o sêmen, através da monta natural. Sua porção cranial tem formato de fundo de saco e é denominado de fórnice vaginal ou fundo de saco vaginal. Nesse local existe uma pequena porção da cérvix, projetada para o interior da vagina (porção vaginal da cérvix), na qual existe a abertura da cérvix.

2.2.1.4 Cérvix ou colo do útero

É a região de estreitamento do canal genital, em formato tubular, que separa a vagina do útero. Apresenta uma consistência mais densa, diferente dos

tecidos próximos, possuindo de 3 a 5 anéis cartilagosos. A extremidade caudal da cérvix comunica-se com a vagina através do óstio externo do útero, que localiza-se na porção vaginal da cérvix. Já a extremidade cranial da cérvix comunica-se com o útero através do óstio interno do útero.

A cérvix apresenta-se com variações de tamanho, de espessura e de forma, de animal para animal. De maneira que, nas novilhas, é normalmente menor e mais delgada do que em multíparas, ou seja, na maioria dos animais pode ocorrer mudanças na cérvix de acordo com a quantidade de partos. Fisiologicamente a cérvix somente estará aberta por ocasião do parto ou do estro. No momento da IA, devido aos hormônios relacionados com o estro, a cérvix estará aberta e lubrificada, facilitando a passagem do aplicador de sêmen. Uma outra característica dessa porção do trato reprodutivo ocorre quando a fêmea bovina estiver gestando, na qual, a cérvix manter-se-á fechada e produzirá um tampão mucoso para impedir que possíveis contaminantes cheguem ao útero.

Sempre que possível, vacas com a cérvix muito sinuosa e com impossibilidade de passagem do aplicador de sêmen devem ser eliminadas do programa de IA, pois a deposição do sêmen no colo do útero reduz as taxas de prenhez.

2.2.1.5 Útero

Está imediatamente a frente da cérvix. Este órgão tem grande capacidade para se expandir e abrigar o bezerro durante a gestação. Possui um corpo uterino que se bifurca em dois cornos uterinos. O corpo uterino tem um comprimento de 3 a 5 cm, em média, e é o local de deposição do sêmen durante a IA. Assim, o inseminador deve passar o último anel cervical e depois de certificar-se que está no corpo do útero, depositar o sêmen. Além de tomar cuidado para não avançar o aplicador além do corpo do útero, causando lesões e/ou depositando o sêmen em um dos cornos uterinos, pois pode diminuir as chances de prenhez. Além disso, o útero é o responsável pela produção e liberação do hormônio prostaglandina $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$).

2.2.1.6 Ovidutos (tubas uterinas)

São estruturas que em condições normais são finas e conectam cada corno uterino com um ovário. Na porção do oviduto próxima ao ovário existe uma região denominada de fímbrias, que tem por função facilitar a captação do oócito ovulado do ovário. Além disso, os ovidutos proporcionam um ambiente para que ocorra a fecundação deste oócito (nas ampolas do oviduto) e o início do desenvolvimento embrionário. Ao mesmo tempo, possibilitam o transporte do embrião para que, no estágio de mórula ou blastocisto, chegue ao útero.

2.2.1.7 Ovários

São órgãos pares (ovário direito e esquerdo), encontrados ao final de cada oviduto, apresentando forma arredondada e tamanhos variados. Cada ovário é formado por uma região denominada medular (central) e uma região denominada cortical (periférica). Na região medular do ovário encontra-se tecido conjuntivo, nervos, vasos sanguíneos e linfáticos. Na região cortical do ovário encontra-se os folículos, em diferentes estágios de desenvolvimento, o corpo hemorrágico, o corpo lúteo e o corpo albicans. Os ovários apresentam funções endócrina (produção e liberação de hormônios) e exócrina (produção e liberação de oócitos maduros e aptos a serem fecundados).

2.2.2 Fisiologia do ciclo estral da fêmea bovina

Em condições normais, uma fêmea bovina entra no estro (cio) e ovula a cada 18 a 24 dias, tendo como média 21 dias (Figura 2.6). O intervalo entre dois cios consecutivos (média de 21 dias), na qual ocorre uma grande variedade de eventos, é denominado de ciclo estral. A regulação dos eventos que ocorrem durante o ciclo estral depende do orquestrado e do sensível eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal. Tanto o hipotálamo, que produz e libera o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), como a hipófise, que produz e libera o hormônio folículo estimulante (FSH) e o hormônio luteinizante (LH), situam-se no sistema nervoso central e tanto influenciam, como são influenciados pelos hormônios produzidos nas gônadas femininas (ovários).

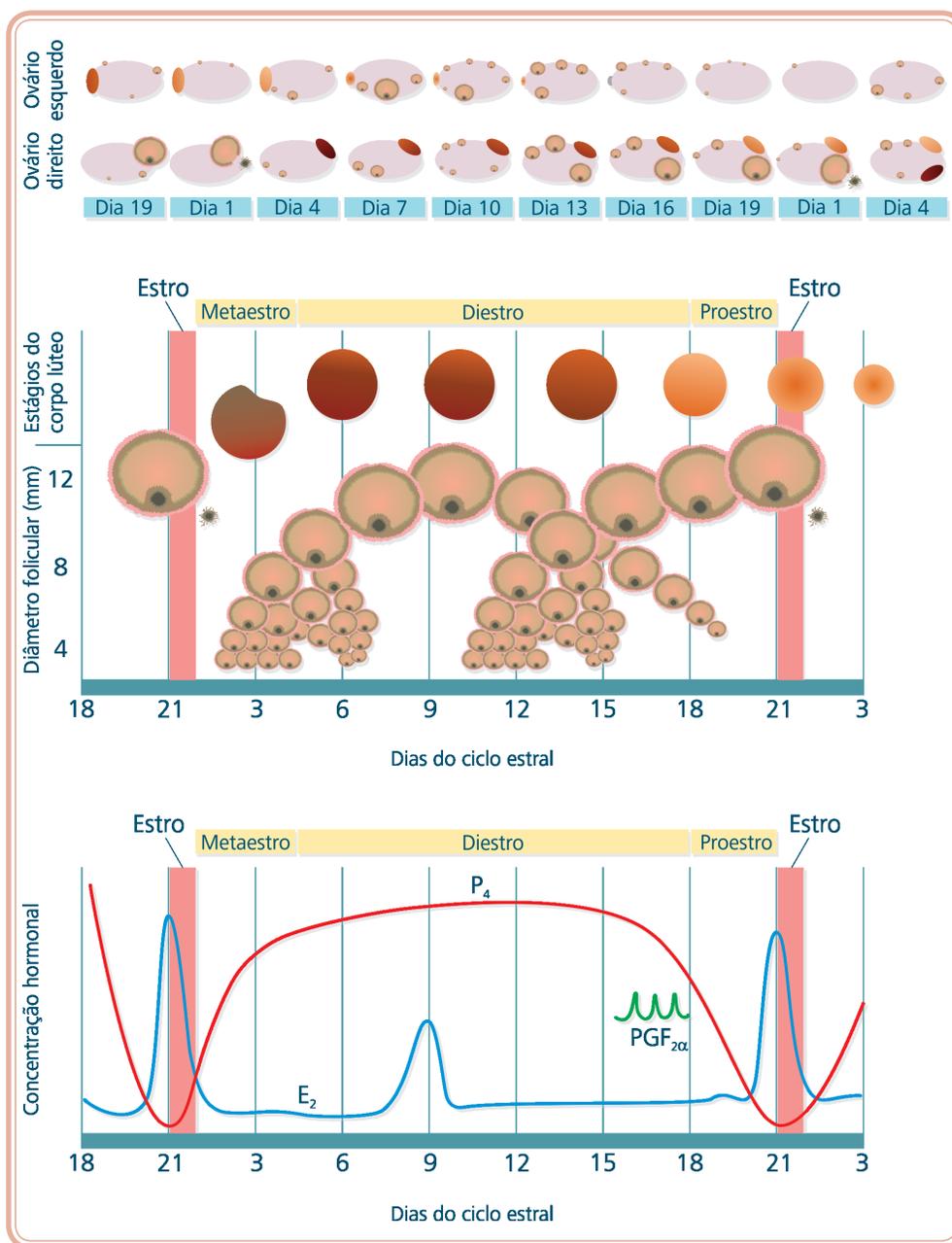


Figura 2.6: Principais alterações nas estruturas ovarianas e nas concentrações hormonais durante diferentes dias do ciclo estral bovinos. Porção superior da figura: visualização esquemática do ovário esquerdo e direito. Porção intermediária da figura: representação de duas ondas foliculares e as alterações do corpo lúteo. Porção inferior da figura: alteração dos principais hormônios reprodutivos

Fonte: CTISM, adaptado de O'Connor, 1993

Apesar do GnRH ser liberado em pequenas quantidades e rapidamente metabolizado na circulação sistêmica (meia vida menor que 5 minutos), devido a proximidade anatômica e uma rede capilar especializada (sistema porta hipotalâmico hipofisário), ele chega até a hipófise anterior (adeno-hipófise) e estimula a produção e liberação de FSH e LH. O GnRH tem um padrão de

liberação pulsátil, ou seja, dependendo do estágio do ciclo estral pode-se ter um pulso de GnRH a cada 15 minutos ou em intervalos mais espaçados, podendo chegar a um pulso a cada 6 horas. Na hipófise anterior encontra-se as células gonadotróficas, responsáveis por produzir as gonadotrofinas (FSH e LH) por estímulo do GnRH. Entretanto, uma característica bastante importante é que, após o GnRH estimular a célula gonadotrófica, tem-se a produção e liberação do FSH na circulação sistêmica de forma constante. Já o LH é produzido e uma parte dessa produção é liberada na circulação sistêmica no mesmo padrão pulsátil do GnRH, e a outra parte é armazenada na célula gonadotrófica (para ser liberada no próximo pulso de GnRH).

De maneira bastante ampla, os hormônios produzidos pelos folículos e pelo corpo lúteo são os principais responsáveis por determinar, ou não, as manifestações de estro. Os folículos saudáveis são responsáveis por produzir o hormônio estradiol (E_2), que está em alta concentração no cio, e também pela liberação de um oócito apto a ser fecundado no processo de ovulação. No local que ocorreu a ovulação, pela ruptura de pequenos vasos sanguíneos e coagulação do sangue extravasado, forma-se o corpo hemorrágico. Concomitante a isso, ocorrem alterações morfofuncionais das células do folículo ovulado, de maneira que essas passam a produzir progesterona (P_4). Além disso, essas células se organizam com o corpo hemorrágico para formar o corpo lúteo (coloração amarelo alaranjado) e produzir maiores quantidades de P_4 , possibilitando assim, se for o caso, a manutenção de uma gestação.

O corpo lúteo é uma glândula endócrina temporária, de modo que, ao final do seu período ativo (ao término da gestação ou induzido pela $PGF2\alpha$ produzida pelo útero, próximo ao final do ciclo estral, quando não há presença de embrião) as suas células param de produzir progesterona muito mais rápido que a regressão da sua estrutura morfológica. Assim, o corpo lúteo inativo vai regredindo de tamanho, ao mesmo tempo que as suas células são fagocitadas e substituídas por tecido conjuntivo, dando origem ao corpo albicans (semelhante a uma cicatriz, de coloração branca). O corpo albicans não apresenta função fisiológica, mas permanece visível na cortical do ovário até ser totalmente fagocitado.

A produção e liberação de $PGF2\alpha$ é realizada pelo útero, na ausência de embrião no seu interior, e tem como função a lise do corpo lúteo e, conseqüentemente, o encerramento da produção de progesterona. Esse hormônio, quando na circulação sistêmica, sofre rápida metabolização, principalmente no pulmão. Para evitar essa metabolização, a $PGF2\alpha$ é liberada do útero e vai diretamente ao corpo lúteo, através de um mecanismo denominado de contracorrente.

O controle da liberação em maior ou menor quantidade dos diferentes hormônios é realizada por retroalimentação negativa (*feedback* negativo) e retroalimentação positiva (*feedback* positivo). Por exemplo, o FSH estimula a produção de E_2 pelo folículo saudável, porém, através de *feedback* negativo o E_2 inibe a produção de FSH nas células gonadotróficas. Ou seja, quanto maior a concentração de E_2 , menor é a concentração de FSH circulante, e vice-versa. Todavia, para o *feedback* positivo isso ocorre de maneira contrária. Por exemplo, o E_2 estimula a liberação de pulsos de GnRH em intervalos cada vez menores, de maneira que, quanto mais E_2 circulante, através de *feedback* positivo, maior será a frequência dos pulsos de GnRH. Cabe destacar que o aumento da frequência dos pulsos de GnRH condizem com aumento da frequência de liberação do LH (GnRH/LH). Além disso, a ocorrência desse *feedback* positivo, entre o E_2 e o GnRH, só ocorre na ausência de P_4 , ou seja, a P_4 inibe o aumento da frequência dos pulsos de GnRH, mesmo em altas concentrações de E_2 . De forma semelhante, apesar do E_2 ser o responsável pelo animal demonstrar as características de cio (aceitar ser montado), é indispensável que a concentração de P_4 circulante seja praticamente nula.

Acredita-se que uma fêmea bovina já nasce com todos os oócitos no ovário, de maneira que, apesar de ocorrer crescimento folicular, mesmo antes do nascimento, essa fêmea somente será capaz de demonstrar os sinais de estro e ovular, fisiologicamente, após a puberdade. Assim, em condições normais, uma fêmea bovina púbere deve apresentar ciclos estrais, ou seja, dois cios consecutivos com intervalo médio de 21 dias. O ciclo estral em bovinos é caracterizado por ondas foliculares (normalmente 2 a 3), na qual, os eventos biológicos sequenciais são:

- a) **Recrutamento/emergência folicular** – crescimento de um pequeno grupo de folículos presentes nos ovários. É válido destacar que cada folículo contém um óvulo em seu interior.
- b) **Dominância folicular ou atresia folicular** – destaque de um folículo quanto ao seu crescimento/desenvolvimento em relação aos demais, os quais deverão regredir (involuir/morrer).
- c) **Ovulação ou atresia folicular** – ruptura do folículo dominante para liberar o óvulo que está em seu interior (ovulação). Quando não ocorre a ovulação do folículo dominante, o mesmo deverá regredir. Fisiologicamente, o folículo dominante regride quando há presença de corpo lúteo ativo (secretando progesterona).

Didaticamente o ciclo estral pode ser subdividido em 4 fases (Figura 2.6):

- a) **Estro** – duração média de 10 a 18 horas, variando principalmente em função da raça. Nessa fase a fêmea bovina aceita a monta (pelo macho e/ou por outra fêmea) e no sangue tem-se a máxima concentração de E_2 e praticamente nula a concentração de P_4 .
- b) **Metaestro** – duração em torno de 4 a 5 dias. Fase em que ocorre a ovulação (24 a 30 horas após o início do estro), tem-se a presença do corpo hemorrágico e as concentrações de P_4 estão se elevando gradativamente. Nessa fase também pode-se observar um sangramento fisiológico no trato reprodutivo (hemorragia de metaestro), independente da realização de cópula ou inseminação artificial.
- c) **Diestro** – duração em torno de 14 dias e predominância de P_4 . Fisiologicamente, a variação do ciclo estral (18 a 24 dias) é dependente do tempo de diestro.
- d) **Proestro** – período que antecede o estro e que tem duração em torno de 3 dias. É a transição entre a predominância de P_4 para E_2 no sangue. Inicia-se com a regressão do corpo lúteo. Apesar de a fêmea bovina não aceitar a monta (pelo macho e/ou por outra fêmea), pode-se observar alguns comportamentos como inquietação, vulva avermelhada e inchada, diminuição de apetite, entre outras características.

2.2.2.1 Controle do ciclo estral

Para melhor compreendermos o controle fisiológico do ciclo estral em bovinos e juntarmos as partes descritas acima, hipotetizamos que uma vaca *bos taurus*, com 2 ondas foliculares, esteja no início do estro (aceitando ser montada pelo macho e/ou por outra fêmea; Figura 4.5). A duração média do estro em bovinos é de 10 a 18 horas. A partir disso, podemos inferir que esta fêmea bovina está no dia zero (D_0) do ciclo estral. Nesse momento, um folículo pré-ovulatório está presente no ovário e produzindo grande quantidade de E_2 , na ausência de P_4 (corpo lúteo regredindo e inativo). Também podemos inferir que a concentração sérica de FSH é baixa (pois está ocorrendo *feedback* negativo entre E_2 e FSH) e que os pulsos de GnRH/LH estão com uma frequência alta (podendo chegar a um pulso a cada 15 minutos). Este *feedback* positivo entre o E_2 e GnRH/LH, na ausência de P_4 , é o estímulo que desencadeia a ovulação, denominado pico pré-ovulatório de LH. Apesar do pico pré-ovulatório de LH ocorrer no estro, a liberação de um oócito apto a ser fecundado (ovulação) é observada 24 a 30 horas após o início do estro, já no metaestro. A partir desse

momento, os níveis de E_2 diminuem e os níveis de P_4 começam a aumentar progressivamente, devido a alterações morfofuncionais das células do folículo ovulado, ao passo que, ocorre a formação do corpo hemorrágico. Em geral, no dia 5 do ciclo estral o corpo lúteo está formado e funcionando plenamente (platô da produção de P_4 – início do diestro).

Ao mesmo tempo que isso está ocorrendo, pela baixa concentração de E_2 , é observado altas concentrações séricas de FSH. Dessa forma, por ação do FSH, um grupo de folículos (em média com 4 mm de diâmetro), de ambos os ovários, começam a crescer (recrutamento/emergência folicular). Com o crescimento desses folículos, também ocorre um aumento da produção e liberação de E_2 e, conseqüentemente, diminuição de FSH (*feedback* negativo). Quanto mais é estimulado o crescimento dos folículos pelo FSH, menos desta gonadotrofina é encontrado na circulação sistêmica, visto que tem alta concentração de E_2 . Em geral (*bos taurus*), quando esse grupo de folículos atinge de 7 a 8 mm de diâmetro a concentração de FSH já está bastante baixa para que continuem a crescer. Nesse período, fatores autócrinos e parácrinos produzidos no folículo (o fator mais conhecido/estudado é o fator de crescimento semelhante à insulina tipo I – IGF-I) permitem que, de maneira geral, somente um folículo continue crescendo (folículo dominante) e produzindo altas concentrações de E_2 , mesmo em baixos níveis de FSH. De maneira contrária, os outros folículos que não apresentavam os fatores autócrinos e parácrinos no seu interior (folículos subordinados) entram em atresia (degeneração), não produzindo mais E_2 e diminuem de tamanho até não serem mais visíveis no ovário. Após esse evento (dominância folicular e atresia folicular), o folículo dominante adquire gradativamente a capacidade para ovular, de modo que, continua a crescer e a produzir E_2 . Ao atingir em torno de 12 mm de diâmetro (*bos taurus*), por volta do dia 10 do ciclo estral, esse folículo dominante é considerado pré-ovulatório e está produzindo E_2 , para que seja desencadeado o estímulo para a ovulação. Entretanto, devido a presença do corpo lúteo, que está produzindo altas concentrações de P_4 , não ocorre o pico pré-ovulatório de LH (*feedback* positivo entre o E_2 e GnRH/LH). Dessa forma, este folículo pré-ovulatório entra em atresia (degeneração), não produz mais E_2 e vai diminuindo de tamanho até não ser mais visível no ovário.

Com a diminuição do E_2 , ocorre um aumento na concentração de FSH e novamente ocorre o recrutamento/emergência de um grupo de folículos (início da segunda onda folicular). Esses folículos continuam a crescer e a produzir E_2 , de modo que, as concentrações de FSH diminuem. Ao atingirem em torno de 7 a 8 mm de diâmetro ocorre o processo de dominância folicular, no qual, devido a fatores autócrinos e parácrinos, há a possibilidade que o folículo

dominante continue a crescer e produzir altas concentrações de E_2 , mesmo em baixos níveis de FSH. Já os folículos subordinados entram em atresia. Esses eventos são semelhante aos que ocorreram na onda folicular anterior. Entretanto, caso não tenha ocorrido fecundação do oócito da ovulação anterior e reconhecimento materno da gestação, por volta do dia 16 ou 17 do ciclo estral, as concentrações de P_4 começam a diminuir em função da liberação de $PGF2\alpha$ pelo útero, ou seja, ocorre a lise do corpo lúteo. Ao mesmo tempo o folículo dominante da segunda onda folicular continua a crescer e a produzir cada vez mais E_2 . Ao passo que, as concentrações de P_4 são cada vez menores e as de E_2 são cada vez maiores (final do diestro e início do proestro), esta vaca pode apresentar algumas características/comportamento que indicam que ela está próxima do cio: monta em outras vacas, mas não se deixa montar, inquietação, vulva avermelhada e inchada, corrimento vaginal cristalino e transparente, diminuição de apetite, leve aumento da temperatura corporal e, caso seja vaca de leite, diminuição da produção leiteira. Com a concentração de P_4 praticamente nula, por volta do dia 21 do ciclo estral, o folículo dominante é considerado pré-ovulatório (em torno de 12 mm de diâmetro) e está produzindo grande quantidade de E_2 . Nessas condições observamos que a vaca aceita ser montada (pelo macho e/ou por outra fêmea), ou seja, está em cio. O cio somente é caracterizado quando a vaca aceita ser montada. Ao observar a vaca no cio, preconiza-se realizar a inseminação artificial 12 horas após (período mais próximo da ovulação). Dessa forma, inicia-se um novo ciclo estral.

Resumo

Durante esta aula aprendemos que o aparelho reprodutor do touro é constituído de: testículos, epidídimos, ductos deferentes, glândulas anexas e pênis. Os testículos são responsáveis pela produção de espermatozoide e de hormônios envolvidos na espermatogênese e libido dos touros. Os epidídimos possuem função de maturação e armazenamento dos espermatozoides. Os ductos deferentes conduzem os espermatozoides até a uretra. As glândulas anexas promovem a descapacitação espermática e proporcionam volume ao ejaculado, que auxiliam na condução e sobrevivência dos espermatozoides no trato reprodutor das fêmeas. O pênis, por sua vez, é fibroelástico e ao desfazer o “S peniano” promove a deposição dos espermatozoides na vagina das vacas, durante a monta natural.

Já o aparelho reprodutor da vaca é constituído de: vulva, vestibulo, vagina, cérvix, útero, ovidutos e ovários. O clitóris localiza-se na vulva. No vestibulo encontra-se o meato urinário, que deve ser evitado durante a IA através do

ajuste do ângulo de introdução do aplicador de sêmen. A cérvix possui cerca de 3 anéis cartilagosos que devem ser manipulados via palpação retal para passagem do aplicador de sêmen até atingir útero. O sêmen é depositado no corpo do útero na IA. A fecundação do óvulo pelo espermatozoide ocorre no oviduto. Os ovários produzem os óvulos e hormônios envolvidos na ovogênese e manifestação do cio de vacas.

Também vimos que, nas fêmeas e nos machos bovinos, o GnRH é produzido no hipotálamo e age estimulando a liberação de LH e FSH pela adeno-hipófise. Nos touros, o LH estimula a produção e liberação de testosterona pelas células de Leydig e o FSH induz a produção e liberação de estrógeno pelas células de Sertoli. Nas vacas, enquanto o FSH promove o desenvolvimento folicular e produção de estrógeno, hormônio predominante no estro (cio), o LH estimula a ovulação e, conseqüentemente, a formação do corpo lúteo, que produz progesterona, hormônio que impede a ovulação (predominante no diestro) e assegura a gestação das vacas.

Atividades de aprendizagem



1. O trajeto espermático ao longo do aparelho reprodutor masculino é:
 - a) Túbulos seminíferos – rete testis – túbulos retos – ductos deferentes – conduto epididimário – ducto eferente – ampola do conduto deferente – uretra prostática e uretra peniana.
 - b) Túbulos seminíferos – túbulos retos – rete testis – ductos eferentes – conduto epididimário – ducto deferente – ampola do conduto deferente – ureter prostático e uretra peniana.
 - c) Túbulos seminíferos – túbulos retos – rete testis – ductos eferentes – conduto epididimário – ducto deferente – ampola do conduto deferente – uretra prostática e uretra peniana.
 - d) Túbulos seminíferos – túbulos retos – rete testis – ducto deferente – conduto epididimário – ductos eferentes – ampola do conduto deferente – ureter prostático e uretra peniana.
 - e) Túbulos seminíferos – túbulos retos – rete testis – ducto deferente – conduto epididimário – ductos eferentes – ampola do conduto deferente – uretra prostática e uretra peniana.

- 2.** As duas principais funções dos testículos são:
- a)** Espermatogênese e produção hormonal.
 - b)** Maturação e estocagem espermática.
 - c)** Espermatogênese e estocagem.
 - d)** Maturação espermática e produção de plasma seminal.
 - e)** Estocagem espermática e produção de plasma seminal.
- 3.** As funções dos epidídimos são:
- a)** Espermatogênese e produção hormonal.
 - b)** Maturação e estocagem espermática.
 - c)** Espermatogênese e motilidade progressiva.
 - d)** Maturação espermática e produção de plasma seminal.
 - e)** Estocagem espermática e produção de plasma seminal.
- 4.** A(s) parte(s) anatômica(s) do aparelho reprodutor masculino que é(são) responsável(eis) pelo volume do ejaculado bovino/plasma seminal é(são):
- a)** Túbulos seminíferos.
 - b)** Testículos.
 - c)** Epidídimos.
 - d)** Glândulas anexas.
 - e)** Pênis.

5. O conhecimento da anatomia do trato gênito urinário bovino é de extrema importância para a realização da inseminação artificial (IA) e outras biotécnicas. Com base nisso, correlacione corretamente as colunas.

- | | |
|---|---|
| (A) Uretral externo/
meato urinário. | () Região externa que pertence tanto ao trato reprodutivo como ao trato urinário. |
| (B) Vagina. | () Em número de 2, conhecidos como gônadas feminina: possui folículos que produzem estrôgeno, e pode ter corpo lúteo que produz progesterona. |
| (C) Ovários. | () Abertura da uretra que está localizada ventralmente no final do vestíbulo, em uma depressão denominada divertículo suburetral. O inseminador deve tomar cuidado para não introduzir o aplicador nesse orifício. |
| (D) Cérvix. | () Região que se localiza entre o vestíbulo e a cérvix (órgão copulador da fêmea). |
| (E) Vulva. | () Local de estreitamento do canal genital, formada por anéis cartilagosos, na qual o inseminador tem maior dificuldade para progredir o aplicador de sêmen. |

6. A respeito da fisiologia do ciclo estral em bovinos, marque V para as questões **verdadeiras** e F para as **falsas**.

- () As fêmeas bovinas apresentam cio somente nas épocas do ano em que os dias são curtos. Com isso podemos dizer que as vacas são poliéstricas anuais.
- () O intervalo entre dois cios consecutivos é denominado ciclo estral e tem duração média de 21 dias, em bovinos.
- () A ovulação em bovinos ocorre em média 24 a 30 horas após o início do estro, na fase de metaestro.
- () O sinal característico de que a vaca está em cio é ela ficar montando nas outras fêmeas.

- () No local que ocorreu a ovulação do folículo pré-ovulatório irá se formar o corpo lúteo, responsável por produzir progesterona.
- () Caso não ocorra fecundação do oócito ovulado, por volta do dia 16-17 do ciclo estral é liberado pelo útero um hormônio denominado Prostaglandina F₂α (PGF₂α).

7. Complete os locais indicados com a palavra correta.

No dia em que a vaca apresentar cio, um folículo ovariano estará produzindo grandes quantidades de _____ (estradiol/progesterona). Esse hormônio vai estimular no _____ (útero/hipotálamo) o aumento da frequência de pulsos do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), que por sua vez estimulará, com o mesmo padrão pulsátil, a liberação do hormônio _____ (luteinizante/folículo estimulante) pela hipófise anterior, para que ocorra a ovulação. Após ocorrer a liberação do oócito pelo processo de ovulação, os níveis de _____ (estradiol/progesterona) começam a aumentar, ao mesmo tempo em que observa-se a formação do corpo hemorrágico e, posteriormente, o corpo lúteo.

- 8.** Com base no material, cite quais são os 3 eventos que caracterizam uma onda folicular e quais são as 4 fases que o ciclo estral é dividido.

Aula 3 – Manejo reprodutivo de bovinos

Objetivos

Identificar os principais pontos que devem ser considerados no manejo reprodutivo de touros, novilhas e vacas.

Caracterizar os fatores determinantes para atingir um adequado intervalo entre partos, na bovinocultura de leite e de corte.

Compreender o comportamento de cio de vacas e as alternativas envolvidas na manipulação do ciclo estral.

3.1 Seleção de touros para reprodução

A seleção de touros com fertilidade comprovada é de extrema importância em um programa de reprodução. Dessa forma, o exame andrológico, realizado pelo Médico Veterinário, é de suma relevância para obtenção de um melhor índice zootécnico geral. Dentre os aspectos a serem avaliados no exame andrológico, devem incluir:

- a) Exame físico, onde são observadas todas as condições que possam interferir com a habilidade de monta, tais como: defeitos de aprumos, condição corporal, incidência de doenças, problemas respiratórios e de dentição, etc.
- b) Exame do trato reprodutivo, para diagnóstico de anormalidades dos órgãos genitais internos (glândulas vesiculares, ampolas do ducto deferente e próstata) e externos (pênis, prepúcio, escroto, consistência do testículo, epidídimo, perímetro escrotal e cordão espermático). O perímetro escrotal é um excelente indicador da produção espermática e da precocidade sexual das filhas e irmãs.
- c) Avaliação das características físicas (volume, aspecto, cor, pH, motilidade, vigor, turbilhonamento, concentração e percentagem de vivos e mortos) e morfológicas (defeitos maiores, menores e total de defeitos) do sêmen.

Embora o acasalamento com touros (monta natural) tenha diminuído em função do avanço da inseminação artificial, essa ainda é uma prática bastante utilizada em propriedades produtoras de bovinos de corte, principalmente no momento do repasse após a inseminação artificial. Em rebanhos leiteiros, a monta natural é uma prática menos recomendada porque não utiliza reprodutores provados, aumenta o índice de acidentes com esses animais e aumenta os índices reprodutivos insatisfatórios.

3.2 Diagnóstico de gestação e descartes

Em rebanhos leiteiros o objetivo é, obviamente, produzir leite e, para isso, as vacas precisam gestar. Nesse contexto, geralmente o desejo do produtor de leite é obter leite durante todo ano e, por isso, busca-se obter vacas prenhes durante o ano, nas suas diferentes fases de lactação. Na bovinocultura de corte, por sua vez, o objetivo é carne ou venda de lotes de animais homogêneos e, para isso, o ideal é estabelecer uma estação do ano mais apropriada para os partos, ou seja, com maior disponibilidade de alimento para o melhor desenvolvimento dos bezerros. Isso porque a fase crítica para as vacas, de modo geral, se dá no período após o parto. Por exemplo, se é desejado que os partos ocorram entre agosto e outubro, no Rio Grande do Sul, realiza-se uma estação de monta entre os meses de novembro e janeiro. A estação de monta pode ser realizada com monta natural ou inseminação artificial, mas se refere, de qualquer modo, ao período em que deve ocorrer a fecundação.

Em ambos rebanhos, de leite e de corte, destaca-se como objetivo a gestação das fêmeas bovinas em uma proporção de 1 parto/vaca/ano. Dessa forma, dados como nascimento, acasalamento, gestação, primeiro parto, partos que necessitam intervenção e abortos devem ser registrados. Esses índices reprodutivos são importantes ferramentas para avaliar o potencial produtivo do rebanho.

Para maximizar o progresso genético, uma proporção de vacas de baixa produtividade deve ser descartada a cada ano e substituída por fêmeas de alto potencial genético. O descarte pode ser planejado, isso é, política deliberada, ou não planejado, por exemplo, após doença ou lesão.

O diagnóstico de gestação em bovinos de leite e, principalmente, na bovinocultura de corte é uma medida de manejo de grande impacto econômico e genético, a qual possibilita a tomada de decisão quanto ao descarte planejado das fêmeas que não conceberam (vacas falhadas), realizando-se, dessa forma, a seleção por desempenho reprodutivo. De modo geral, o diagnóstico é realizado

45-60 dias após o término da estação de acasalamento, na bovinocultura de corte, e após IA, na bovinocultura de leite, por palpação retal ou pelo uso da ultrasonografia. O uso da ultrasonografia possibilita o diagnóstico de prenhez a partir de 25 dias após a concepção.

O diagnóstico de gestação precoce possibilita otimizar o manejo dos animais na propriedade, uma vez que, identifica as fêmeas vazias. As fêmeas de corte vazias devem ser descartadas do rebanho antes do início do inverno, pois ainda não perderam peso e, portanto, proporcionam maior rendimento ao abate. Além disso, essa prática aumenta a disponibilidade de forrageiras para as fêmeas prenhes. As fêmeas de leite vazias, por sua vez, nem sempre devem ser descartadas. Essa decisão deve ser somada ao potencial de desempenho na produção de leite do animal em questão. Entretanto, o diagnóstico de gestação precoce em vacas de leite ainda possui sua importância, pois permite a identificação de fêmeas com problemas reprodutivos, auxiliando a busca por possíveis soluções e obter uma nova gestação o mais breve possível.

Em rebanhos leiteiros, deve-se considerar o tempo de vida produtiva das vacas, a qual corresponde a aproximadamente 6 anos de vida, ou seja, mais que 3 gestações/lactações. Dessa forma, o maior tempo de permanência de uma vaca produtiva no rebanho, após a primeira cria, permite um retorno financeiro dos investimentos no animal e, conseqüentemente, maior lucratividade no setor.

Em rebanhos de corte, a possibilidade de se realizar o diagnóstico de gestação precoce em fêmeas submetidas à inseminação em tempo-fixo (IATF) permite ao produtor retirar as vacas prenhas do lote, reduzindo assim, a carga animal dos piquetes destinados para acasalamento com repasse de touros. Além disso, essa prática possibilita que novilhas e vacas diagnosticadas com prenhez possam ser divididas em grupos, recebendo alimentação de acordo com suas necessidades.

3.3 Manejo de novilhas

Além da observação de cio, a utilização de novilhas no manejo reprodutivo da propriedade é dependente de um peso mínimo específico para cada raça. Assim, influenciando minimamente no seu desenvolvimento.

As novilhas prenhes correspondem a categoria animal que mais merece atenção dentro da propriedade, pois, ao mesmo tempo que estão gestando, também estão em fase de crescimento e precisam mobilizar reservas alimentares para atender essa fase. Após parir, essa categoria animal passa a ser denominada

primípara e as exigências nutricionais são ainda maiores, uma vez que, além de estar amamentando pela primeira vez, ainda está crescendo e precisa ter energia suficiente para retornar a ciclicidade ovarina (restabelecer a funcionalidade do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal para apresentar ciclos estrais regulares) e conceber novamente. Para minimizar problemas, torna-se fundamental adotar medidas de manejo, que visem privilegiar essa categorial animal, disponibilizando os melhores pastos da propriedade.

Uma conduta relevante no manejo de novilhas de corte é adiantar a estação de monta ou inseminação, dando condições para que o primeiro parto ocorra o mais cedo possível, assim, a primípara terá mais tempo para se recuperar para a reconcepção. Além disso, nos programas de acasalamento é importante usar touro ou sêmen de touros com facilidade para parto.

Na pecuária leiteira preconiza-se introduzir a novilha ao rebanho das vacas em lactação cerca de duas semanas antes de parir, para adaptá-la ao novo ambiente. Atenção especial deve ser dada para o peso das novilhas ao parto, uma vez que está diretamente relacionado com a produção de leite na primeira lactação. Após o parto, as novilhas necessitam nutrientes para a produção de leite, para a manutenção e o crescimento, e para voltarem à atividade reprodutiva. Dessa forma, é importante ajustar a alimentação para evitar alterações repentinas no início da lactação. Vacas de primeira lactação mal alimentadas, principalmente nos dois primeiros meses pós-parto, têm sua produção de leite reduzida, o que pode acarretar descartes desnecessários.

3.4 Intervalo entre partos: aspectos econômicos e alternativas

Para que uma fêmea bovina de corte seja economicamente viável dentro da propriedade, é importante que o intervalo máximo do parto-concepção seja de 100 dias, possibilitando assim, o nascimento de um terneiro por ano. O intervalo entre partos (IEP) extenso (maior que 12 meses) é um dos principais fatores que contribuem para a baixa eficiência reprodutiva do rebanho e, por consequência, baixa rentabilidade da propriedade.

No rebanho bovino leiteiro o IEP prolongado determina uma diminuição na produção leiteira da propriedade e, conseqüentemente, redução significativa nos rendimentos financeiros. Por exemplo, uma fêmea bovina leiteira de origem europeia apresentará uma maior produção de leite, durante o seu tempo de vida produtiva, quando obtiver um IEP entre 12 e 13 meses, com uma lactação de aproximadamente 10 meses, em relação a uma fêmea, de mesmo potencial

genético, com um IEP de 18 meses e uma lactação de aproximadamente 16 meses. Isso ocorre porque a máxima produção de leite ocorre cerca de 4 semanas após o parto seguido de uma gradativa redução. Assim, quanto menor o IEP, mais ciclos de lactação a vaca terá e, conseqüentemente, maior número de picos de lactação.

As falhas na detecção de cio é uma das principais causas do aumento do IEP em vacas leiteiras, pois conduz a uma baixa taxa de serviço e, por conseguinte, baixa taxa de prenhez. Além disso, algumas enfermidades do sistema reprodutivo, tais como, retenção de placenta, atraso na involução uterina e infecções uterinas pós-parto contribuem para o aumento do IEP. Como medidas de controle e profiláticas para essas enfermidades, destacam-se a redução do estresse dos animais no período peri-parto, a suplementação com níveis adequados de vitamina "E" e selênio, bem como, os tratamentos hormonais no pós-parto imediato, para acelerar o restabelecimento uterino.

Nos bovinos de corte existem dois aspectos que são marcantes para o restabelecimento da atividade cíclica ovariana após o parto: a condição nutricional e a amamentação.

a) Condição nutricional

O fator determinante para a retomada da atividade reprodutiva, após o parto no animal sadio, é o estado das suas reservas corporais. O estado de gordura dos animais está altamente correlacionado com seu peso vivo, no entanto, somente o peso pode induzir a erro, já que duas vacas podem ter o mesmo peso, porém, uma ser gorda e outra magra, dependendo de seu tamanho. Por esse motivo, e pela ausência de balança para gado em algumas propriedades, pode ser utilizada uma escala subjetiva para estimar as reservas corporais. Existem diferentes escalas para estimar o escore de condição corporal, na qual, a mais utilizada, baseia-se na determinação de um número entre 1 e 5 para o animal (Figura 3.1).

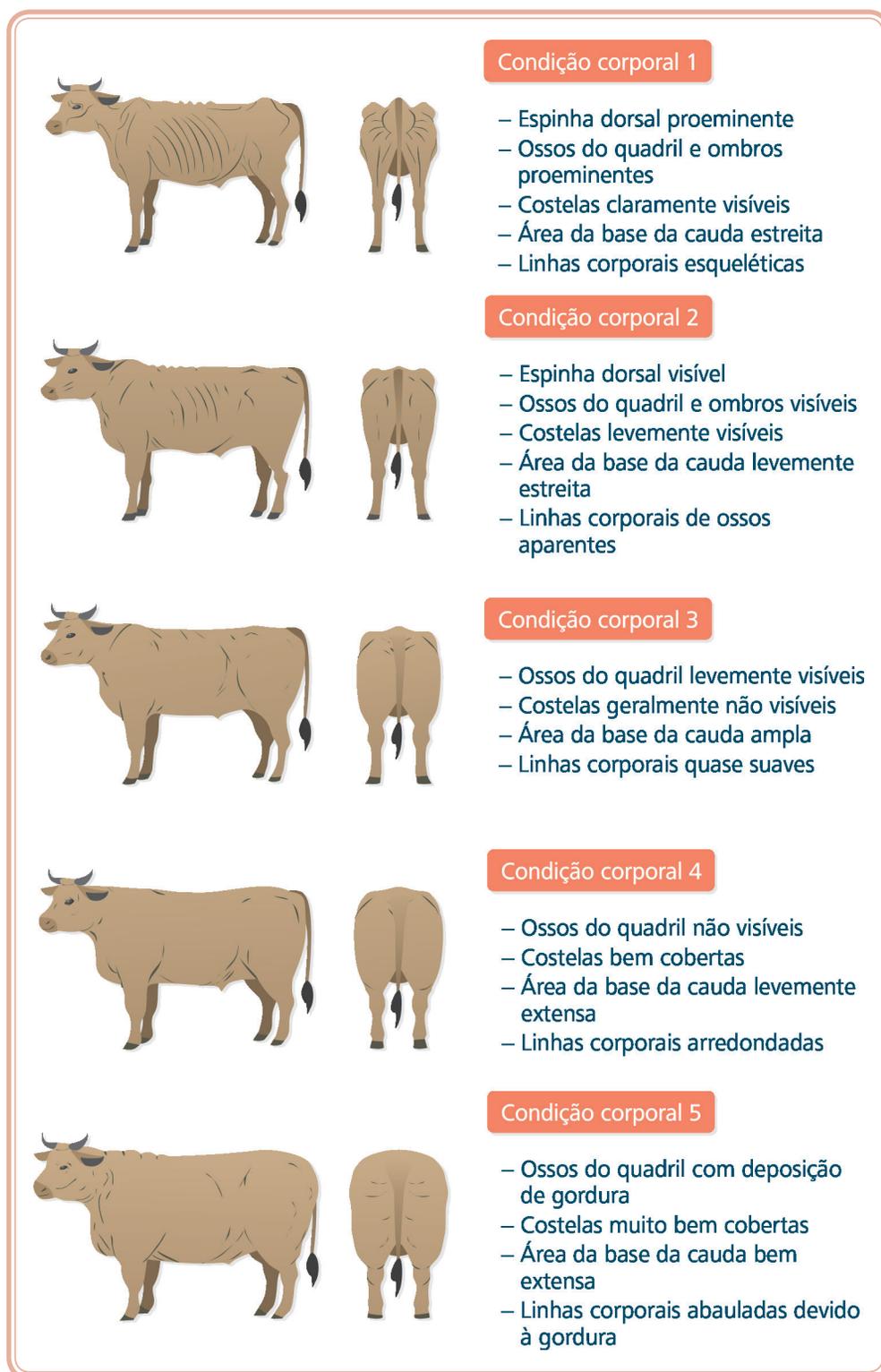


Figura 3.1: Escore de condição corporal com base na escala de 1 a 5 em fêmea bovina da raça Hereford

Fonte: CTISM, adaptado de <https://southeast.ils.nsw.gov.au/resource-hub/newsletters/2018/may-2018/animal-health-update-may-2018>

De maneira que:

- O número 1 é utilizado para um animal magro, emaciado, que não tem gordura no corpo.
- O número 2 qualifica um animal com ausência de gordura subcutânea e pouco tecido muscular recobrimdo as extremidades dos ossos. Os ossos da coluna vertebral e das costelas são bem visíveis e a cada lado da inserção da cauda é observado uma saliência/depressão bem marcada (popularmente dito como um animal com pouca “carne” de cobertura).
- O número 3 indica um animal em que os ossos da coluna vertebral e das costelas são pouco visíveis e ao lado da inserção da cauda observa-se uma leve saliência/depressão.
- O número 4 caracteriza um animal que tem gordura subcutânea e tecido muscular recobrimdo as extremidades dos ossos, de maneira que, não visualiza-se os ossos da coluna vertebral e das costelas, nem a saliência/depressão ao lado da inserção da cauda.
- O número 5 é utilizado para um animal obeso, em que, a estrutura óssea não é visível por estar coberta de músculo e gordura, a aparência do animal é arredondada.

Para que a fêmea bovina apresente atividade cíclica ovariana e manifeste estro em intervalos regulares (em geral a cada 21 dias), é necessário estar com no mínimo na escala 3 de escore corporal em uma escala de 1 a 5. Dessa forma, durante a implementação de um programa de inseminação artificial em um rebanho, seja ele convencional ou com sincronização do estro, é importante estar atento para o escore de condição corporal dos animais, uma vez que os resultados podem ser abaixo do esperado se os animais não estiverem com condição nutricional adequada. Entretanto, existe um período após o parto, no qual, mesmo vacas em boas condições nutricionais são impedidas de manifestar atividade cíclica ovariana.

b) Amamentação

Durante os primeiros 60 dias pós-parto, as vacas passam por um período fisiológico denominado anestro pós-parto, caracterizado pela ausência de manifestação de estro. Nesse período, a recuperação endócrina e uterina,

assim como a presença do terneiro e o ato da amamentação são os principais fatores que interferem no retorno da atividade cíclica ovariana. Passados 60 dias pós-parto, os níveis nutricionais, bem como a frequência dos episódios de amamentação irão determinar a ocorrência de manifestação estral, visto que, vacas que já atingiram, pelo menos, escore de condição corporal 3, terão maior possibilidade de manifestar o estro.

Com o intuito de abreviar esse período de anestro pós-parto, algumas medidas podem ser adotadas, tais como, desmame e indução da atividade cíclica com a utilização de protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF). O desmame precoce definitivo é realizado na maioria dos casos aos 90-120 dias pós-parto. Esse manejo é indicado para vacas com escore corporal menor ou igual a 2 e, principalmente, para a categoria de primíparas, tendo em vista a recuperação nutricional dessas vacas para o próximo período de acasalamento ou inseminação. Outra alternativa é o desmame temporário ou interrompido, o qual consiste em separar os terneiros das vacas por um período de 48 a 72 horas, a partir de 40 dias após o parto. Durante este período os terneiros são mantidos na mangueira, com água a disposição e alguma oferta alimentícia (concentrado e/ou forragem). O efeito da interrupção temporária do estímulo da amamentação promove o restabelecimento do ciclo estral, ou seja, o aparecimento do cio, podendo melhorar a taxa de concepção das vacas em até 30 %. O desmame temporário também tem sido empregado com o intuito de incrementar os índices de fertilidade em fêmeas submetidas a protocolos de IATF.

3.5 Comportamento de cio

Um parâmetro muito importante na eficiência reprodutiva e que afeta principalmente a pecuária leiteira é a taxa de detecção de cio. Uma vez prolongado o intervalo para a primeira inseminação pós-parto, resultante de inadequada taxa de detecção do estro, maior será o intervalo entre partos. Geralmente, em estabelecimentos leiteiros de alta produção, grande parte das vacas não são detectadas em cio corretamente. Uma das possíveis razões para esse fato é que as vacas aceitam monta por um período muito mais curto do que o esperado. Quanto maior a produção de leite pela vaca, menor é a duração na manifestação e intensidade dos sinais de cio. Em bovinos leiteiros, vacas em lactação apresentam cio mais curto em relação às novilhas, isso ocorre em função dos menores níveis circulantes do hormônio estradiol.

As manifestações de estro em bovinos de leite e de corte são menores, ou ausentes, nos animais acometidos por doenças, problemas nos membros locomotores ou por outros fatores estressantes. Fatores ambientais (como estresse térmico) podem influenciar o número de montas durante o período de estro e também decrescem a duração e a intensidade do estro. Vacas alojadas em piso de concreto também mostram menor intensidade de estro do que vacas mantidas a pasto. Além disso, o período de manifestação de cio, geralmente, é maior em vacas taurinas em relação as vacas zebuínas. Resumindo, são muitos os fatores que influenciam a rotina da observação de estro, o que resulta em baixa taxa de detecção de estro, menor taxa de prenhez e maior intervalo entre partos. Contudo, recomenda-se fazer duas observações de cio, por pelo menos 1 hora, com intervalo de 12 horas.

A fim de melhor detectar as vacas em cio, alguns sinais característicos devem ser conhecidos:

- **Pré-cio** – inquietação; nervosismo; cauda erguida; urina constantemente; vulva inchada e brilhante; muco cristalino, transparente e semelhante à clara de ovo; monta em outras fêmeas, mas não se deixa montar. Também ocorre diminuição na produção de leite, perda de apetite e afastamento do rebanho.
- **Cio** – nesse período, o sinal característico é o fato da fêmea aceitar a monta. Os sinais vão diminuindo em frequência e intensidade à medida que se aproxima o final do cio.

Quando identificado que o aumento no IEP em rebanhos de vacas leiteiras, ou de corte, ocorre em função de falhas na detecção do cio, preconiza-se identificar a causa, para buscar as possíveis soluções. Por exemplo, se o cio das vacas não está sendo identificado por falta de mão de obra qualificada, busca-se instruir o responsável pela detecção de cio. Quando for o caso da menor manifestação de cio, ou apresentação de cio noturno, de vacas zebuínas, pode-se fazer o uso de rufiões com buçal marcador. Em alguns casos, será necessária uma maior investigação, por parte de um Médico Veterinário, sobre as condições sanitárias do rebanho, as quais podem estar afetando a manifestação de cio. Além disso, existem ferramentas que auxiliam na detecção de cio, como coleiras de monitoramento de ruminação e movimentação individual dos animais, adesivos ou marcação com giz apropriado para identificação da ocorrência de monta. Em últimos casos, pode-se fazer o uso da IATF, a qual elimina a necessidade de detecção de cio para a realização da IA.

3.6 Inseminação artificial e controle do ciclo estral

A manipulação do ciclo estral com o uso de protocolos que visam sincronizar e/ou induzir o ciclo estral, tem sido aplicada em larga escala nos estabelecimentos de criação de bovinos, otimizando assim, a inseminação artificial. Entretanto, a eficiência quanto a aplicabilidade desses protocolos está na dependência do conhecimento acerca do momento do ciclo estral em que essas fêmeas se encontram. Dessa forma, se torna fundamental que esse procedimento seja conduzido por um Médico Veterinário.

A sincronização do estro é aplicada geralmente em fêmeas com atividade cíclica ovariana, na maioria dos casos novilhas ou vacas solteiras, nas quais se constata a presença de corpo lúteo através de exame ginecológico. Nos protocolos de sincronização em fêmeas cíclicas, são utilizados, normalmente, tratamentos luteolíticos (prostaglandina $F2\alpha$ ou seus análogos). Além disso, tratamentos de progesterona (P_4) de curta duração (7-10 dias), juntamente com um agente luteolítico, resultam, em geral, em boas taxas de gestação. Como vantagens da utilização de protocolos de sincronização tem-se: otimização do trabalho e mão de obra, uma vez que os trabalhos de inseminação serão realizados em um curto intervalo de tempo; concentração de nascimentos; planejamento da disponibilidade de pastagem no período de parição; concentrar ou eliminar a detecção do estro; economicamente viável.

Os protocolos de indução do estro são utilizados em categorias animais que não apresentam atividade cíclica ovariana, em decorrência de fatores que podem estar interferindo, principalmente, a condição nutricional e a amamentação. Para indução da atividade cíclica ovariana é fundamental incluir, nas associações hormonais, a gonadotrofina coriônica equina (eCG), hormônio esse capaz de se ligar tanto aos receptores de FSH quanto aos de LH. Assim, a eCG pode promover o crescimento, a maturação folicular e a ovulação. O tratamento com eCG costuma ser realizado no momento da retirada do implante de P_4 , sendo os principais efeitos: aumento do diâmetro do folículo pré-ovulatório, no momento da IATF, melhora na taxa de ovulação e aumento nas concentrações plasmáticas de P_4 durante a fase luteal subsequente.

Resumo

Nesta aula você pôde aprender que, no manejo reprodutivo de touros é importante selecionar touros com fertilidade comprovada através de exame andrológico. No manejo reprodutivo de vacas deve-se considerar o descarte de vacas improdutivas e substituição das mesmas por novilhas de alto valor genético.

As novilhas merecem maior atenção devido sua necessidade de aporte nutricional para crescer, manter a gestação, amamentar e voltar a ciclar após o parto. Na bovinocultura de corte, as novilhas devem ter a estação de monta ou IA antecipada, para obter maior tempo de recuperação após o parto. Na bovinocultura de leite, as novilhas devem ser conduzidas para o manejo junto com as vacas em lactação, para adaptação.

De modo geral, preconiza-se o nascimento de um terneiro por ano, que deve ser assegurado pelo adequado escore de condição corporal (> 3), desmame e/ou indução do cio através de protocolos hormonais.

Também compreendeu que um dos principais problemas reprodutivos na bovinocultura é a inadequada detecção de cio, a qual é agravada na bovinocultura leiteira, devido ao tempo reduzido de manifestação do estro em vacas de alta produção leiteira. O principal sinal para detecção de cio é a aceitação da monta. Quando há sérios problemas na propriedade de detecção do cio é válido recorrer aos protocolos hormonais de inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Existem diferentes protocolos hormonais de acordo com as categorias e ciclicidade das fêmeas bovinas.

Atividades de aprendizagem

1. Os protocolos de indução do estro são indicados para qual categoria animal?
2. Cite cinco (5) fatores que interferem na manifestação do cio.
3. Qual é a importância de fazer o diagnóstico precoce de gestação?



Aula 4 – Manual prático de inseminação artificial bovina

Objetivos

Identificar as condições necessárias para a realização da inseminação artificial em bovinos.

Caracterizar a manifestação de cio em vacas, para a realização da inseminação artificial.

Compreender a técnica de inseminação artificial.

4.1 Condições para realização da inseminação artificial

Para a realização da inseminação artificial (IA) são necessárias condições mínimas para o procedimento. O criterioso cuidado em todas as etapas determinará o sucesso do procedimento. Assim, é imprescindível dar atenção para alguns pontos, como: infraestrutura, mão de obra, materiais necessários para a inseminação artificial, animais e condições de bem estar (ambiência).

4.1.1 Infraestrutura

Primando pela segurança, tanto do inseminador quanto do animal, faz-se necessário uma infraestrutura mínima. Obviamente que não há um modelo pronto, pois todas as propriedades possuem uma particularidade, de forma que, deve-se ter uma infraestrutura adequada à necessidade da propriedade em questão. Para facilitar o entendimento, veremos dois exemplos extremos:

- a) Pequena propriedade de exploração leiteira, onde as vacas são ordenhadas duas vezes ao dia.

Para a prática da IA – não há necessidade de mão de obra específica para o manejo pré-IA (observação de cio e aparte das vacas), bem como, não há necessidade de um tronco específico para realização do procedimento, devido a particularidade de manejo e comportamento dos animais em questão (animais de aptidão leiteira, ex.: Holandês e Jersey).

- b)** Propriedade de média a grande porte, destinada a exploração de gado de corte.

Para a realização de IA – é necessária mão de obra para o manejo pré-IA e durante IA, além de dispor de, pelo menos: tronco (“tesoura”) de contenção, preferencialmente coberto (Figura 4.1), mangueiras e piquetes com cercas adequadas.

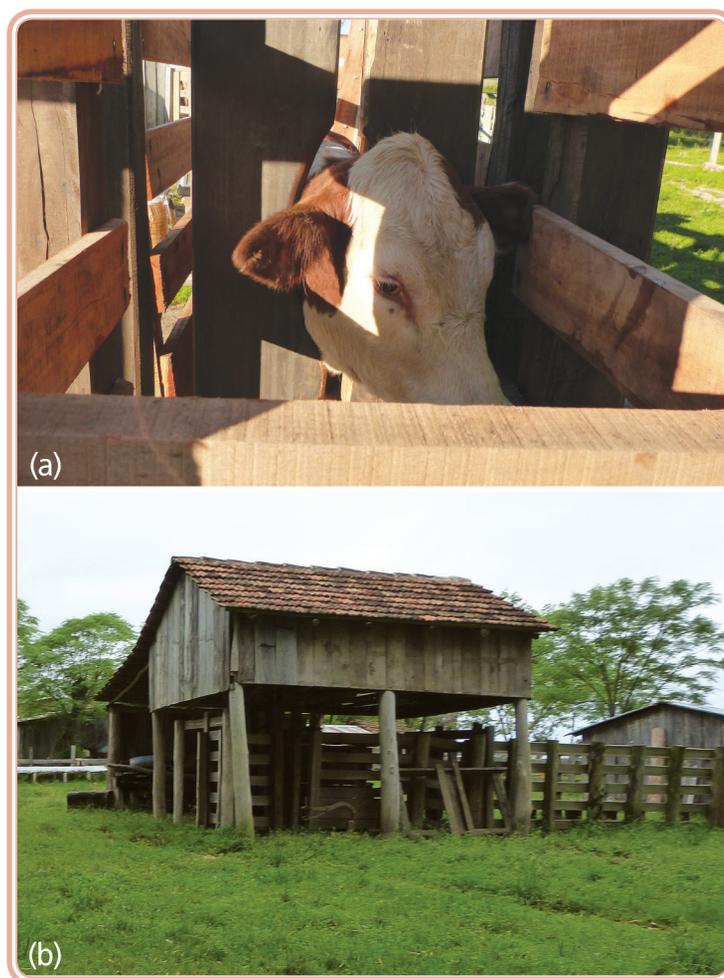


Figura 4.1: Animal devidamente contido no tronco de contenção (a) e tronco de contenção coberto para prevenir contra intempéries climáticas (b)

Fonte: Joabel Tonello dos Santos

4.1.2 Mão de obra

Independente do tamanho e tipo de exploração que a propriedade tenha, é necessário que o inseminador esteja capacitado. Além disso, é preciso que, invariavelmente, ocorra reciclagem periódica do conhecimento teórico e prático do inseminador a cada 3-5 anos. Mais comumente, em grandes

propriedades de corte, além do inseminador, é necessário que tenha, pelo menos, um auxiliar, facilitando assim, os manejos para colocar e conter os animais no tronco.

Ademais, é indispensável a utilização de equipamentos de proteção individual, por parte do inseminador, tais como: luvas de cano longo (palpação retal) e cano curto (procedimento), botas de borracha, macacão e/ou avental.

4.1.3 Materiais necessários para IA

Materiais necessários para a IA são:

- Banho-maria (caixa de isopor).
- Palheta de sêmen.
- Termômetro.
- Luvas de cano longo (palpação retal).
- Luvas de cano curto (procedimento).
- Aplicador de sêmen.
- Bainha para inseminação.
- Papel toalha.
- Tesoura ou cortador de palheta.
- Pinça.
- Régua de nitrogênio líquido.
- Botijão para nitrogênio líquido (Figura 4.2).
- Gel (mucilagem, vaselina ou lubrificante à base de água).

Além disso, de forma opcional, pode-se fazer uso de microscópio, placa térmica, lâminas e lamínulas para avaliar a viabilidade espermática (Figura 4.2).

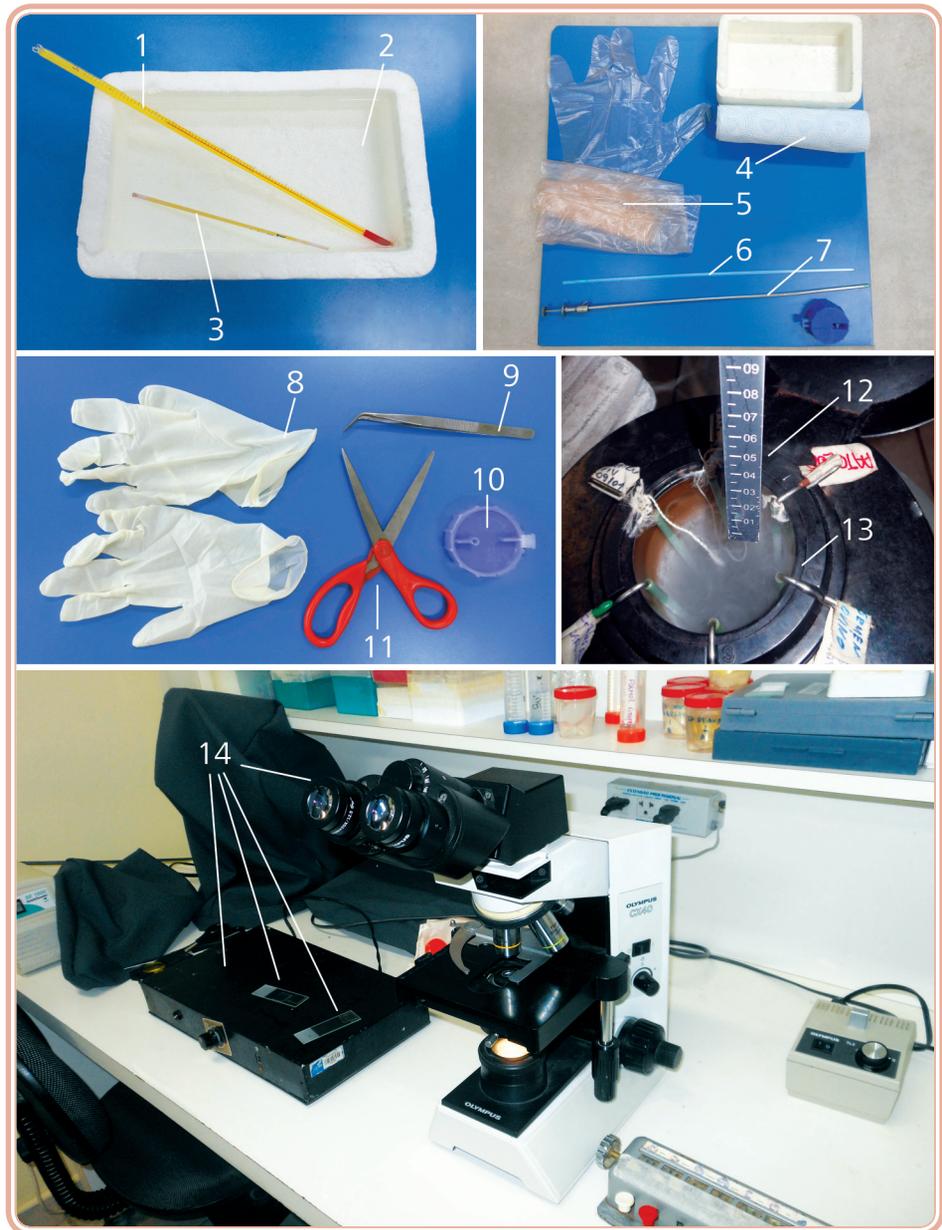


Figura 4.2: Materiais necessários para inseminação artificial: (1) termômetro; (2) banho-maria (caixa de isopor); (3) palheta de sêmen; (4) papel toalha; (5) luvas de cano longo ou de palpação retal; (6) bainha para iseminiação; (7) aplicador de sêmen; (8) luvas de cano curto ou de procedimento; (9) pinça; (10) cortador de palheta; (11) tesoura; (12) régua de nitrogênio líquido; (13) botijão criogênico; (14) microscópio, placa térmica, lâmina e laminulas para avaliar a viabilidade espermática (opcional)

Fonte: Andressa Minussi Pereira Dau e Matheus Pedrotti de Cesaro, adaptado por CTISM

Deve-se dar atenção especial ao sêmen a ser utilizado em programas de IA. É recomendado que sempre ocorra a aquisição de palhetas de sêmen de empresas e centrais de inseminação idôneas. Quando a compra de palhetas de sêmen for realizada de revendedores, é indicado a análise de uma amostra para avaliar a viabilidade do mesmo. Isso deve ser feito **antes** de iniciar o programa de IA.

Praticamente, na totalidade dos casos, o sêmen bovino congelado é acondicionado e vendido em palhetas finas e médias, sendo que, a diferença entre elas é o volume, aproximadamente 0,25 e 0,50 ml, respectivamente. Essa diferença no volume de palhetas reflete na capacidade de armazenamento de doses em um botijão, uma vez que, uma *rack* tem capacidade para 10 palhetas médias ou 20 palhetas finas. Independentemente de ser palheta fina ou média, deve-se evitar que este sêmen seja exposto a alterações de temperatura, sol e vento. Além disso, cuidado especial deve ser dado no momento do descongelamento para prevenir que o sêmen entre em contato com a água, pois a água é espermicida. Nesse sentido, é preciso agilidade na retirada da palheta de sêmen (a ser utilizada) do botijão criogênico, para que não ocorra comprometimento das outras doses contidas na *rack* e no caneco que estão sendo manipulados, mantendo assim, a fertilidade do sêmen estocado.

Outro cuidado necessário é com o botijão criogênico, atentando para que o volume de nitrogênio líquido sempre esteja acima de 15 cm, além de deixá-lo em local seco, protegido do calor e da umidade. Para facilitar o transporte e aumentar a vida útil do botijão criogênico pode-se fazer uso de caixa de madeira para acondicioná-lo.

4.1.4 Animais

A fêmea bovina é o ponto central nos programas de IA, por isso sempre deve-se prezar pelo bem estar desses animais, inclusive durante os programas de IA. Espera-se que os animais estejam sadios. Dessa forma, um cuidado especial deve ser dado às condições nutricionais e sanitárias.

Como descrito acima, animais com baixo escore de condição corporal (menor que 3 numa escala de 1 a 5) têm chances reduzidas de manifestarem estro e de conceberem. Dessa forma, indica-se subdividir os animais em aptos ou inaptos ao programa de inseminação artificial (Figura 4.3). Os animais não aptos devem, primeiramente, melhorar a condição corporal para, posteriormente, serem inseminados.



Figura 4.3: Animais com baixa condição corporal e não aptos, neste momento, ao programa de inseminação artificial (a) e animal com boa condição corporal e apto a ser inseminado (b)

Fonte: Joabel Tonello dos Santos

Condições sanitárias inadequadas afetam negativamente as taxas de prenhez. Para minimizar os riscos sanitários deve-se atentar ao calendário geral de vacinas (da febre aftosa, raiva e clostridiose), além das de importância reprodutiva (rinotraqueíte infecciosa bovina, diarreia viral bovina, brucelose, leptospirose e febre). Da mesma forma, busca-se animais com controle rigoroso de parasitas (carrapatos, mosca do chifre, bernes, etc.).

4.1.5 Condições de bem estar (ambiência)

Ao aplicar algum tipo de biotecnologia reprodutiva, como, por exemplo, programas de IA, é indispensável a avaliação das condições de bem estar dos

animais. E para obtenção de taxas adequadas de prenhez são necessários: poteiros (invernadas) com boa disponibilidade e qualidade de forragem, água, sombra e sal mineral para os animais (Figura 4.4).



Figura 4.4: Animais alocados em piquetes com sombra e sal mineral (a) e animais com acesso a forragem e água de qualidade (b)

Fonte: Joabel Tonello dos Santos

Durante manejo com os animais, faz-se necessário eliminar fatores estressantes, utilizar boas práticas de manejo – como a utilização de bandeiras para condução dos animais na mangueira –, evitar a presença de cachorros e nunca expor os animais a maus tratos. As condições de bem estar estão intimamente ligadas aos resultados de prenhez nos animais submetidos a IA.

4.2 Manifestação de cio (estro) nos bovinos

O cio dos bovinos é caracterizado como o período em que a fêmea está receptiva ao macho, sendo esse período caracterizado pela **aceitação da monta**.

Em condições naturais a fêmea bovina aceita a monta de um macho bovino não castrado (touro), assim, ocorre a deposição de sêmen no trato reprodutivo da fêmea, no momento adequado, para a posterior fecundação. Já em programas de IA é necessário o conhecimento para identificar o cio e o melhor momento para que o inseminador deposite o sêmen bovino, no local adequado e, dessa forma, ocorra a fecundação.

Nesse caso, o cio (aceitar a monta) deve ser observado através da utilização de rufiões (macho incapacitado de reproduzir), fêmeas androgenizadas, ou outras fêmeas, uma vez que o comportamento homossexual é bem marcado na espécie bovina (Figura 4.5). Também é possível observar alguns sinais secundários de manifestação de cio:

- Inquietação.
- Ato de montar em outras vacas.
- Vulva edemaciada.
- Presença de muco cristalino na vulva.
- Pelos da cola arrepiados.
- Queda na produção de leite, entre outros.

Todos esses sinais devem ser levados em consideração na hora da observação do cio, uma vez que podem indicar um momento anterior ao cio, porém, o **sinal característico de cio** na vaca é **aceitar a monta** (Figura 4.5). Em geral, o cio tem duração média de 10 a 18 horas, ou seja, a vaca aceita a monta durante esse período.

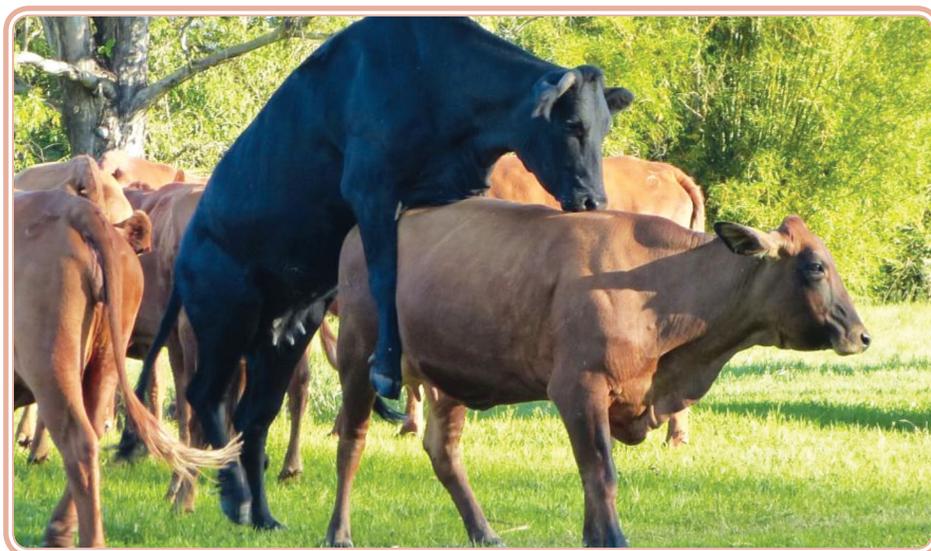


Figura 4.5: Vaca demonstrando cio (aceitando a monta). Animal permanece parado ao ser montado por outro

Fonte: Joabel Tonellotto dos Santos

4.2.1 Cio que não deve ser considerado para a realização a IA

Alguns tipos de cio, manifestados pelas novilhas e/ou vacas, não são indicados para a realização da IA. Dessa forma, tão importante quanto identificar o cio das fêmeas bovinas para aplicação da técnica, é conhecer os tipos de cio que não resultarão em uma gestação.

4.2.1.1 Cio do encabelamento

Pode ocorrer cio em uma pequena porcentagem de fêmeas gestantes, normalmente entre o quarto e quinto mês de gestação em vacas e entre o terceiro e quinto mês em novilhas. Para que não seja realizado a IA, nesse caso, as planilhas deverão ser consultadas e na persistência da dúvida o médico veterinário deverá ser chamado para a realização do diagnóstico de gestação.

4.2.1.2 Cio com infecções uterinas

Caso a fêmea bovina apresente as características de cio descritas acima, sendo observado a presença de muco não cristalino e transparente (por exemplo: turvo ou sujo, podendo conter pus e/ou sangue) o animal deverá ser identificado e o médico veterinário responsável deverá ser comunicado sobre o ocorrido.

4.2.1.3 Cio pós parto: antes de 30 dias para vacas de leite e 45 dias para vaca de corte

De maneira geral, mesmo a fêmea bovina apresentando as características de estro supracitadas, preconiza-se não inseminar o animal antes de 30 e 45 dias pós-parto, em vacas leiteiras e de corte, respectivamente. Isso pelo fato do útero estar em processo de involução (retorno ao tamanho normal) e eliminação de material proveniente da gestação.

4.2.1.4 Cio de novilhas com baixo peso corporal

Apesar de algumas novilhas apresentarem cio com características semelhantes as descritas acima, deve-se respeitar o peso mínimo de cada raça para que se realize o cruzamento. Dessa forma, não é prejudicado o seu crescimento.

4.3 Manejo da IA em bovinos

Para a realização da observação de cio, os animais devem ser reunidos (“parar rodeio”) por, no mínimo, uma hora em cada turno de observação (Figura 4.6). Corriqueiramente, a observação de cio em bovinos é realizada em turnos (12 horas entre um turno e outro), ou seja, duas vezes ao dia: pela manhã (7h-8h) e fim da tarde (19h-20h).

Os animais que forem observados em cio (aceitarem a monta) deverão ter seu brinco (identificação) anotado e serem separados do lote, para que seja realizada a inseminação no turno seguinte. Sendo assim, os animais que apresentarem cio pela manhã devem serem inseminados no fim da tarde (turno seguinte) e os que apresentarem cio a tarde serão inseminados na manhã do dia seguinte.

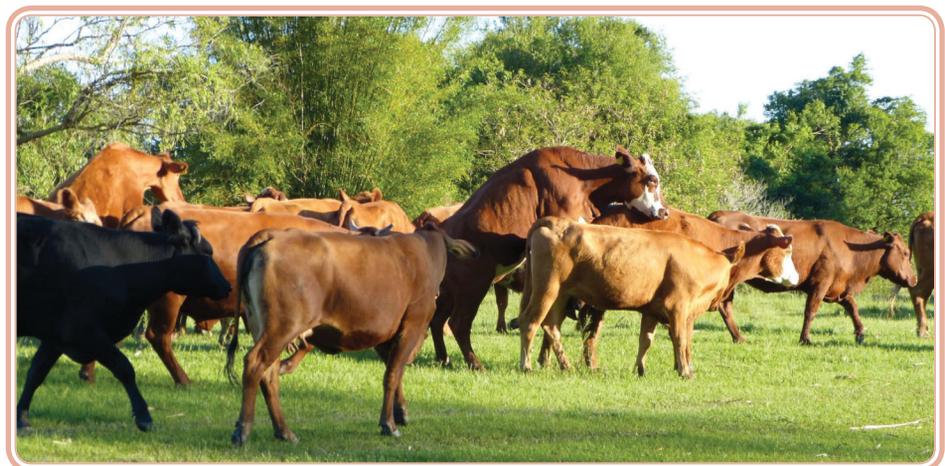


Figura 4.6: Animais estão agrupados para facilitar a observação de estro e comportamento estral das vacas

Fonte: Joabel Tonello dos Santos

4.4 Inseminação artificial passo a passo

Após 12 horas de observação da fêmea bovina em cio e conferido se este animal está apto para a IA, deve-se proceder na seguinte sequência:

- a) Em um local limpo e próximo ao tronco de contenção organize, de forma a permitir o fácil e rápido acesso ao botijão criogênico, o aplicador de sêmen, a bacia de inseminação, a tesoura ou cortador de palhetas, o papel toalha, as luvas de cano longo e cano curto, o termômetro e a caixa de isopor ou aquecedor elétrico para banho-maria. Se optar por utilizar banho-maria com aquecedor elétrico, este já pode ser ligado em temperatura entre 35 e 37°C. Caso utilize uma caixa de isopor para o banho-maria é indicado que tenha uma garrafa térmica com água quente, com temperatura superior a 60°C, e outra garrafa com água em temperatura ambiente.
- b) Calce as luvas de cano curto (procedimento) nas duas mãos e permaneça com elas durante todo o procedimento. Pode-se utilizar a luva de cano curto por baixo da luva de cano longo (palpação retal) para a introdução da mão no reto do animal.
- c) Com o animal adequadamente contido no tronco de contenção, deve ser realizada a limpeza do períneo e região vulvar com papel toalha (Figura 4.7).

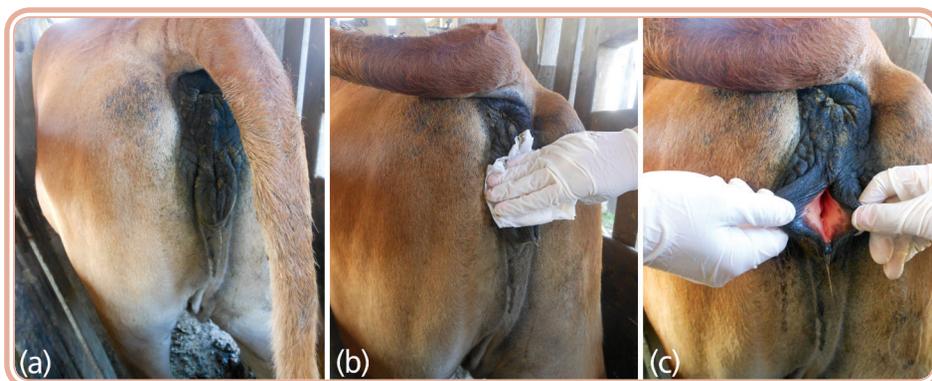


Figura 4.7: Vaca adequadamente contida no tronco de contenção para IA (a), higienização do períneo e vulva da fêmea bovina com papel toalha (b) e abertura da vulva higienizada para, caso necessário, a remoção de sujidades (c)

Fonte: Andressa Minussi Pereira Dau, Matheus Pedrotti de Cesaro e Joabel Tonellotto dos Santos

- d) Com auxílio do termômetro, confira se a água do banho-maria, com aquecedor elétrico, está de 35 a 37°C, ou misture a água em temperatura ambiente e a quente na caixa de isopor, de modo que fique entre 35 e 37°C.

- e) No botijão criogênico, primeiramente, identifique em qual canister (caneco) o sêmen a ser utilizado está acondicionado e abra a tampa. Após isso, levante o canister até no máximo 7 cm abaixo da abertura do botijão criogênico e, então, retire a dose de sêmen desejada, da *rack*, com auxílio de uma pinça (Figura 4.8(a)).
- f) Rapidamente mergulhe a palheta de sêmen em banho-maria na temperatura de 35-37°C (Figura 4.8(b)). A palheta deve permanecer no banho-maria por 30 segundos e estar completamente coberta por água (Figura 4.8(c)).
- g) Após o descongelamento (30 segundos), novamente com auxílio de pinça, a palheta de sêmen deve ser retirada do banho-maria (Figura 4.8(d)) e criteriosamente seca com papel toalha, sempre tomando cuidado para evitar o contato direto da mão com a palheta (Figura 4.8(e)).

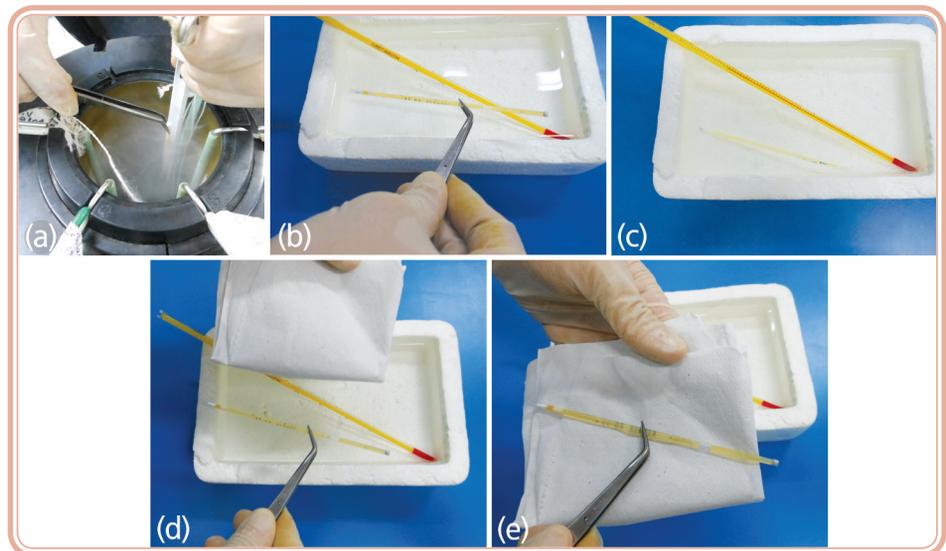


Figura 4.8: Descongelamento do sêmen passo a passo: a palheta de sêmen é removida rapidamente do botijão criogênico, com auxílio de uma pinça (eleva-se o canister identificado até no máximo 7 cm abaixo da abertura do botijão criogênico para não prejudicar as demais doses de sêmen congeladas) (a); a palheta de sêmen é colocada em banho-maria, com auxílio de uma pinça (b); a palheta com sêmen permanece em banho-maria à 35-37°C, por 30 segundos (c); a palheta de sêmen é removida do banho-maria, com auxílio de uma pinça (d) e seca completamente com papel toalha (e)

Fonte: Andressa Minussi Pereira Dau e Matheus Pedrotti de Cesaro

- h) Após seca, segure a palheta, com o dedo polegar e o indicador, na extremidade em que irá realizar o corte na palheta (extremidade oposta ao êmbolo da palheta) e faça um movimento rápido e vigoroso de cima para baixo. Assim, a bolha de ar estará na extremidade em que a palheta será cortada (Figura 4.9(a)). Dessa forma, evitará a perda de sêmen.

- i) Com auxílio de papel toalha segure a palheta de sêmen e realize o corte. Esse procedimento pode ser realizado com auxílio de um cortador de palhetas (Figura 4.9(b)) ou com tesoura, de forma angulada/bisel (Figuras 4.9(c) e 4.9(d)), para facilitar o encaixe da palheta na bainha de inseminação.

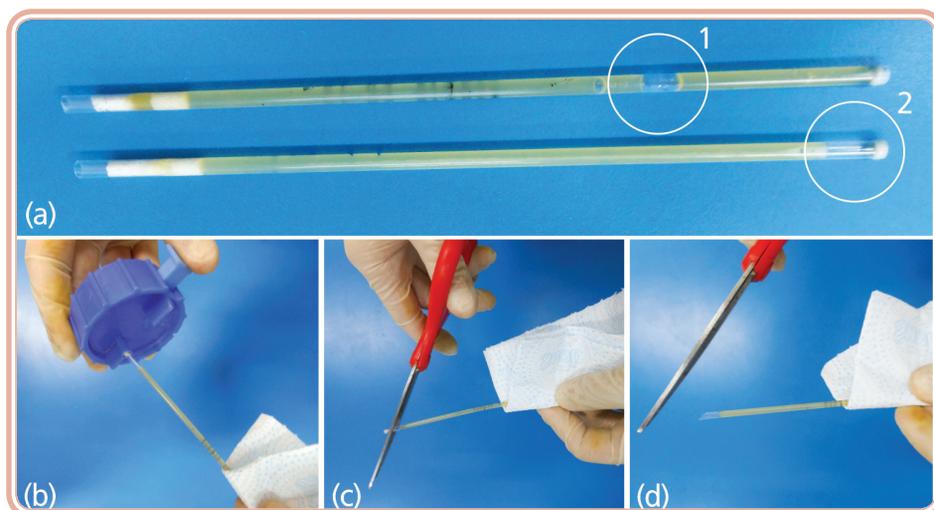


Figura 4.9: Método para realizar o corte da palheta de sêmen: para cortar a palheta de sêmen, inicialmente, deve-se movimentar a bolha de ar (1) para a extremidade oposta ao êmbolo da palheta (2) (a); o corte da palheta pode ser feito com cortador de palhetas (b) ou de forma angulada (em bisel) com a tesoura (c-d)

Fonte: Andressa Minussi Pereira Dau e Matheus Pedrotti de Cesaro

- j) Encaixe firmemente a extremidade cortada da palheta de sêmen no êmbolo plástico (geralmente de cor verde) da bainha (Figura 4.10(a) e 4.10(b)). Esse procedimento evita refluxo de sêmen, entre a palheta de sêmen e a bainha, no momento de depositar o sêmen no corpo do útero.
- k) Introduza o aplicador de sêmen, sem o seu êmbolo metálico, na bainha (Figura 4.10(c)) e empurre até a extremidade (Figura 4.10(d)). Dessa forma, a bainha “veste” completamente o aplicador de sêmen e permite a sua fixação. Coloque o êmbolo metálico com cuidado no aplicador de sêmen até chegar na palheta de sêmen (Figura 4.10(d)). O aplicador de sêmen está corretamente montado.

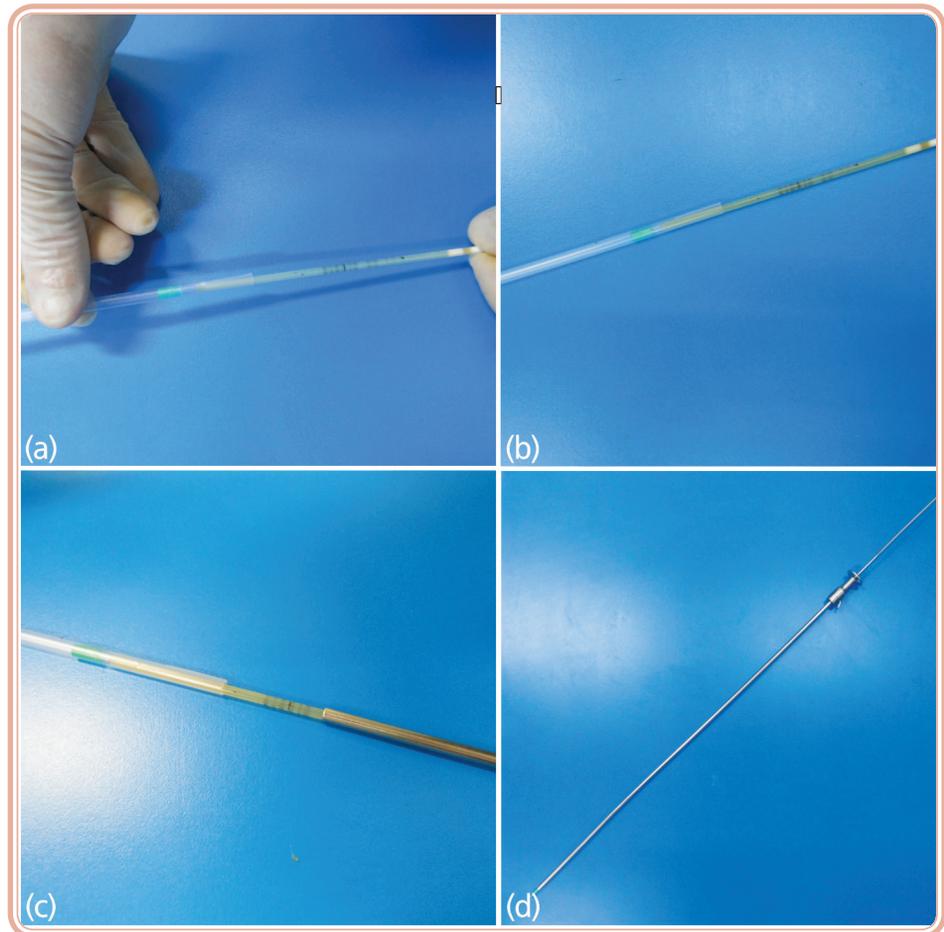


Figura 4.10: Método para montar o aplicador: a ponta cortada da palheta de sêmen é encaixada na bainha do aplicador (a-b); a ponta do aplicador deve envolver a palheta de sêmen (c) e o aplicador deve ser revestido totalmente pela bainha de forma manual (d)

Fonte: Andressa Minussi Pereira Dau e Matheus Pedrotti de Cesaro

- l)** Calce a luva de cano longo (palpação retal), deixando ou não a luva de cano curto (procedimento) por baixo.
- m)** Tomando cuidado com a higiene, vá em direção à fêmea bovina com o aplicador adequadamente montado em mãos.
- n)** Com ajuda de um auxiliar, abra os lábios vulvares, previamente limpos, do animal e introduza o aplicador, em um ângulo de 45° (Figura 4.11(a)), profundamente no trato genital da fêmea bovina. Evitando assim, o óstio uretral externo.
- o)** Introduza delicadamente a mão enluvada (luva de palpação retal) e lubrificada no reto do animal (Figura 4.11(b) e 4.11(c)).

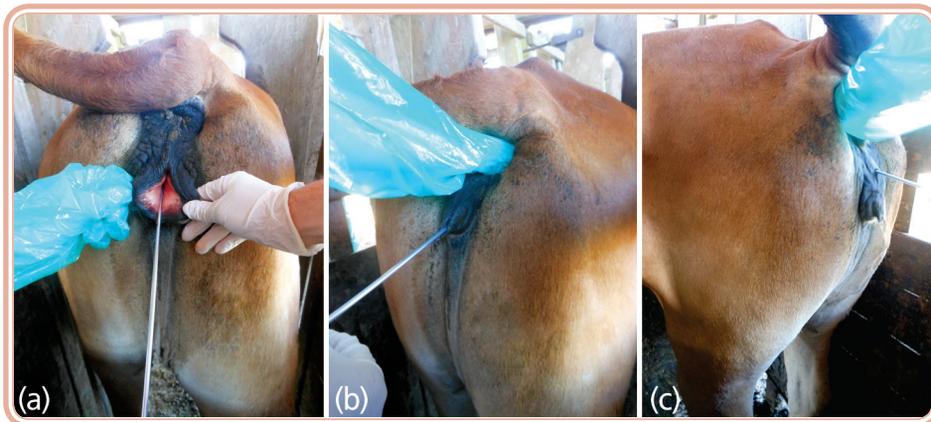


Figura 4.11: A inseminação artificial é realizada iniciando pela abertura dos lábios vulvares, com ajuda de um auxiliar, e o aplicador é posicionado em um ângulo de 45° (a); a mão com a luva de palpção, lubrificada com mucilagem, vaselina ou lubrificante à base de água, introduzida no reto do animal (b) e o aplicador, após desviar o meato urinário, deve ficar paralelo à mão do inseminador introduzida no reto (c)

Fonte: Andressa Minussi Pereira Dau, Matheus Pedrotti de Cesaro e Joabel Tonello dos Santos

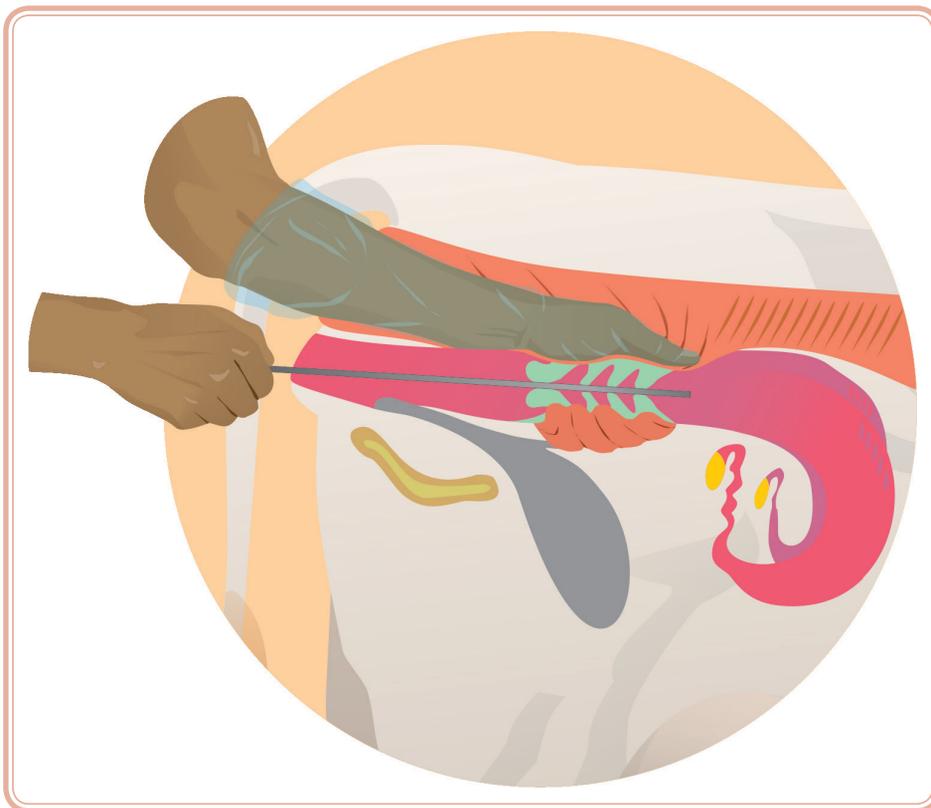


Figura 4.12: A cérvix deve ser manipulada com a mão enluvada (que foi introduzida no reto) para que o aplicador de inseminação artificial em bovinos (que foi introduzido na vulva) passe pelos anéis cervicais e o sêmen seja depositado no corpo do útero

Fonte: CTISM

- p)** Localize e fixe a cérvix da fêmea bovina através da parede retal. Após o aplicador chegar ao fundo de saco vaginal (Figura 4.13(a)), deve-se guiá-lo para encontrar a abertura da cérvix (óstio externo do útero) (Figura 4.13(b)).
- q)** Após o aplicador de sêmen estar no interior da cérvix deve-se movimentar somente a mão que está fixando a cérvix, no interior do animal, a fim de possibilitar a passagem do aplicador por todos os anéis cervicais (3-5 anéis) e chegar ao corpo do útero (Figura 4.13(c)). Quando o último anel cervical for passado, pelo aplicador, é possível perceber pela ausência de resistência.

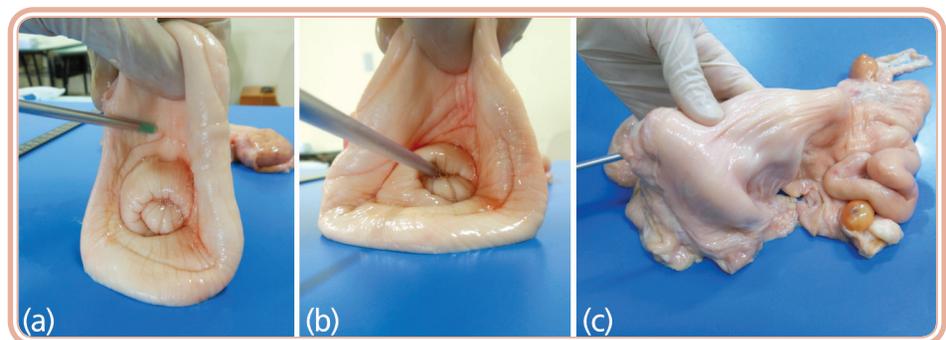


Figura 4.13: Demonstração da inseminação artificial em peças de vacas obtidas de um frigorífico local. Inicialmente, o aplicador encontrará resistência ao chegar no fundo de saco vaginal (a); a ponta do aplicador deve encaixar no orifício da cérvix (c); o O aplicador deve ser revestido pela cérvix até passar por todos anéis cervicais (consistência cartilaginosa), o que é possível ser identificado pela ausência de resistência (c)

Fonte: Andressa Minussi Pereira Dau e Matheus Pedrotti de Cesaro

- r)** Após a passagem pelo último anel cervical, é realizada deposição do sêmen, lentamente, no corpo do útero (Figuras 4.14(a) e 4.14(b)), pressionando o embolo do aplicador até o final. Tome cuidado para não depositar o sêmen em um dos cornos uterino (Figuras 4.14(c) e 4.14(d)).

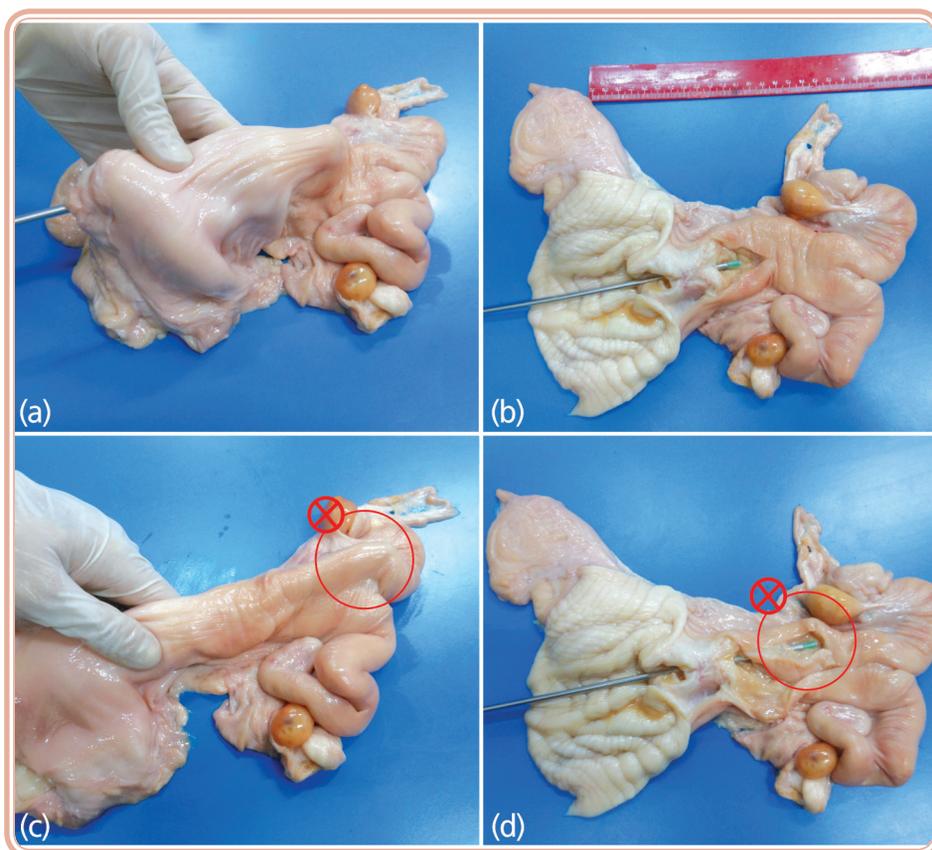


Figura 4.14: Demonstração do local de deposição do sêmen em peças de vacas obtidas de um frigorífico local. O sêmen deve ser depositado logo após a passagem pelos anéis cervicais no corpo do útero (a-b) e não na entrada de um dos cornos uterinos (c-d). As imagens (b) e (d) permitem a visualização interna dos anéis cervicais, pelos quais o aplicador deve passar para atingir o corpo do útero

Fonte: Andressa Minussi Pereira Dau e Matheus Pedrotti de Cesaro adaptado por CTISM

- s) Após retirar o aplicador da vagina e a mão do reto da fêmea bovina, realize uma leve massagem no clitóris do animal.
- t) Libere a fêmea bovina do tronco de contenção.
- u) Remova a bainha e a palheta do aplicador de sêmen. Faça a anotação da IA em uma planilha.
- v) Por fim, coloque a bainha, palheta e luvas em lixo adequado e limpe o aplicador.

Resumo

Como você pôde ver, nesta aula aprendemos que os resultados positivos da IA são obtidos desde que alguns requisitos básicos sejam atendidos, como infraestrutura adequada, a qual deve proporcionar segurança para o inseminador e para o animal que está sendo inseminado. Geralmente, o bovino de corte requer melhor contenção do que as vacas leiteiras.

O inseminador deve ser capacitado e estar preparado, de acordo com o número de animais que deseja inseminar. Um grande lote de vacas para ser inseminado requer, além do inseminador, auxiliares qualificados.

Você também aprendeu que os animais devem apresentar escore de condição corporal maior que 3 e estar com o calendário de vacinações e exames em dia. O manejo das vacas antes e após IA deve respeitar o bem-estar animal, eliminando fatores estressantes como ruídos, indisponibilidade de alimento, água e sombra. As vacas devem ser inseminadas em torno de 12 horas após a detecção do cio, ou seja, após aceitarem a monta do rufião ou de outras fêmeas do rebanho. A observação deve ocorrer no início da manhã e no final da tarde, com duração de aproximadamente 1 hora.

Além disso, é preciso fazer o *checklist* sobre o material que será necessário para realização da IA. Para a realização da IA deve-se: (a) realizar a higienização do períneo e da vulva com papel toalha; (b) descongelar o sêmen em banho-maria, na temperatura de 35-37°C, por 15 segundos; (c) secar completamente a palheta com papel toalha e evitar a exposição do sêmen as variações de temperatura e exposição solar; (d) cortar a palheta e montar o aplicador de sêmen; (e) introduzir o aplicador na vulva com ângulo de 45°; (f) introduzir a mão com a luva de cano longo devidamente lubrificada no reto do animal e manipular a cérvix para passar o aplicador pelos anéis cervicais; (g) pressionar o embolo do aplicador para deposição do sêmen no corpo do útero, logo após a passagem do último anel cervical; (h) encaminhar a vaca inseminada para um piquete próximo com alimento, água e sombra e (i) anotar a data de realização da IA de acordo com a identificação do animal, fazendo observações quando necessário.

Atividades de aprendizagem



1. Qual é o nível mínimo de nitrogênio líquido no botijão criogênico?
2. Descreva sucintamente como deve ser realizado o manejo da IA.
3. Qual é a temperatura e o tempo de descongelamento do sêmen bovino?
4. Qual é o sinal característico de cio em bovinos?
5. Qual é o local correto de deposição do sêmen no trato reprodutivo da fêmea?
6. Cite os materiais necessários para IA.

Gabarito

Aula 1

1. Pecuária de carne: maior exportador do mundo. Segundo maior produtor de carne do mundo.

Pecuária de leite: ainda importa leite. Quarto maior produtor de leite do mundo.

2. V; F; V; F.

3. c.

4. b.

5. b.

6. a; c; e.

Aula 2

1. c.

2. a.

3. b.

4. d.

5. E; C; A; B; D.

6. F; V; V; F; V; V.

7. estradiol; hipotálamo; luteinizante; progesterona

8. Onda folicular: 1. Recrutamento/emergência folicular; 2. Dominância folicular ou atresia folicular; 3. Ovulação ou atresia folicular.

Fases do ciclo estral: 1. Estro; 2. Metaestro; 3. Diestro; 4. Proestro.

Aula 3

1. Os protocolos de indução do estro são utilizados em categorias animais que não apresentam atividade cíclica ovariana em decorrência de alguns fatores que podem estar interferindo tais como, principalmente, a condição nutricional e a amamentação.
2. Raça, a alta produção em vacas oriundas de estabelecimentos leiteiros, doenças ou outros fatores estressantes e fatores ambientais (estresse térmico).
3. Possibilita otimizar o manejo dos animais na propriedade, o descarte e a seleção por desempenho reprodutivo.

Aula 4

1. 15 cm.
2. Deve ser realizada a observação de cio duas vezes por dia (manhã e a tarde) com intervalo de 12 horas, sendo observada pelo menos 1 (uma) hora em cada turno. Os animais observados em cio deverão ser inseminados 12 horas depois, ou seja, animais que estiverem em cio pela manhã, serão inseminados a tarde.
3. 35-37°C por 30 segundos.
4. Deixar-se montar por outros animais.
5. No corpo do útero.
6. Papel toalha, banho-maria (caixa isopor), termômetros, tesoura (cortador de palheta), pinça, aplicador, bainhas, luvas de cano longo e de procedimento, água, equipamentos de proteção individual (EPIs), régua, botijão e sêmen.

Referências

ASBIA – Associação Brasileira de Inseminação Artificial. **INDEX ASBIA – Mercado de sêmen 2014**. Disponível em: <<http://www.asbia.org.br/novo/upload/mercado/index2014.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

ASBIA – Associação Brasileira de Inseminação Artificial. **Manual de inseminação artificial em bovinos**. Uberaba, MG: Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA), 2010. 46 p.

CENSO AGROPECUÁRIO 2006. Rio de Janeiro: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. ISSN 0103-6157. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2016.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/publications/en/>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

GONÇALVES, P. B. D.; FIGUEIREDO, J. R.; FREITAS, V. J. F. **Biotécnicas aplicadas à reprodução animal**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2008. 395 p.

HAFEZ, E. S. E. **Reprodução animal**. 6. ed. São Paulo: Manole, 1995. 582 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa pecuária municipal 2014**: rebanho bovino alcança 212,3 milhões de cabeças. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias.html?view=noticia&id=1&idnoticia=3006&busca=1&t=ppm-2014-rebanho-bovino-alcanca-212-3-milhoes-cabecas>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

INDICADORES IBGE – ESTATÍSTICA DA PRODUÇÃO PECUÁRIA. Rio de Janeiro: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201504_publ_completa.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2016.

PRODUÇÃO DA PECUÁRIA MUNICIPAL 2014. Rio de Janeiro: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014. v. 42. ISSN 0101-4234. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2016.

SENGER, P. L. **Pathways to pregnancy and parturition**. 2. ed. Pullman: Cadmus, 2003. 373 p.

Currículo do professor-autor

Neventon Ubirajara Moreira de Carvalho possui graduação em Medicina Veterinária, pela Universidade Federal de Santa Maria (1972). Atualmente é professor do Colégio Politécnico vinculado a Universidade Federal de Santa Maria. Possui experiência na área de Medicina Veterinária, com ênfase em bovinocultura de corte e ovinocultura.



Andressa Minussi Pereira Dau possui graduação em Medicina Veterinária, pela UFSM (2010), e Grau Equivalente à Licenciatura Plena, pelo Programa Especial de Graduação de Formação de Professores para a Educação Profissional da UFSM (2014). Possui mestrado na área de concentração Fisiopatologia da Reprodução (2013) e doutorado na área de concentração Sanidade e Reprodução Animal (2017) da UFSM. Atuou como Professora Efetiva Horista Assistente Nível 1, ministrando a disciplina de Fisiologia Animal, na Universidade do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ/2017). Atualmente é professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (EBTT/IFRS), Campus Rolante, na área de Medicina Veterinária/Zootecnia.



Joabel Tonello dos Santos é Médico Veterinário, formado pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM (2009). É mestre em Fisiopatologia da Reprodução – UFSM (2011) e doutor em Sanidade e Reprodução Animal – UFSM (2015). Possui especialização na área de educação, pelo Programa Especial de Graduação de Formação de Professores para a Educação Profissional – Grau equivalente a Licenciatura Plena – UFSM (2014). Foi professor substituto das disciplinas de Biotecnologia da Reprodução e Andrologia Veterinária (2014/2015), na Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Foi bolsista de Pós Doutorado (PNPD) – CAPES em Medicina Veterinária na área de Reprodução de Suínos, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (2016-2017) e em Zootecnia, no Núcleo de Pesquisa Ensino e Extensão em Pecuária (NUPEEC) da Universidade Federal de Pelotas – UFPel (2016). Foi professor na área de Zootecnia do Instituto Federal do Rio Grande Do Sul (IFRS – Campus Sertão (2017)). Atualmente é professor na área de Medicina Veterinária do Instituto Federal Farroupilha (IFFAR).





Matheus Pedrotti de Cesaro possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC (2010). É mestre em Fisiopatologia da Reprodução (2013), doutor em Sanidade e Reprodução Animal (2017), ambos pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM e licenciado pelo Programa Especial de Graduação de Formação de Professores para a Educação Profissional (2014) pela UFSM, grau equivalente à Licenciatura Plena. Atuou, durante o ano de 2015, como pesquisador acadêmico visitante no Departamento de *Animal Science* da *McGill University* – Canadá, sob orientação do Professor Vilceu Bordignon. Também atuou como professor substituto do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), nas disciplinas de Ginecologia Veterinária e Andrologia Veterinária, no primeiro semestre de 2017. Atualmente é professor do curso de Medicina Veterinária do Instituto Meridional (IMED), campus Passo Fundo, ministrando aulas de Anatomia dos Animais Domésticos I e II e Bem-Estar e Saúde Ambiental.



Paulo Roberto Antunes da Rosa possui graduação em Medicina Veterinária, pela Universidade Federal de Pelotas (2008), mestrado (2011) e doutorado (2016) na área de Fisiopatologia da Reprodução, Grande Área de Ciência Animal, pelo Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal de Santa Maria. Atuou como pesquisador acadêmico visitante no Departamento de *Animal Science* da *McGill University* – Canadá, sob orientação do Professor Vilceu Bordignon. Esteve vinculado ao Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD/CAPES), durante os anos 2016 e 2017, no laboratório de Reprodução Animal (ReproPEL) pelo Programa de Pós-graduação em Veterinária da Universidade Federal de Pelotas e no Programa de pós-graduação em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal de Rio Grande. É revisor dos Periódicos *Animal Reproduction* e *Reproduction in Domestic Animals*. Atualmente é professor assistente na Faculdade de Medicina Veterinária da Uniritter, Porto Alegre, nas disciplinas de Tecnologia da Reprodução Animal, Clínica de Grandes Animais I e Práticas Veterinárias II.