

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



Recomendações para o diagnóstico da fertilidade potencial em touros

Baixa qualidade de sêmen de touros de raças
sintéticas em condições de clima subtropical



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pecuária Sul
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 168

Recomendações para o diagnóstico da fertilidade potencial em touros

Baixa qualidade de sêmen de touros de raças
sintéticas em condições de clima subtropical

José Carlos Ferrugem Moraes

Editor Técnico

Embrapa Pecuária Sul
Bagé, RS
2022

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pecuária Sul
BR 153, Km 632,9. Caixa postal 242
796401-970 - Bagé - RS
Fax: 55 (53) 32404651
www.embrapa.br/pecuaria-sul
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Pecuária Sul

Presidente
Marcos Flávio Silva Borba

Secretário-Executivo
Gustavo Trentin

Membros
*Gustavo Martins da Silva, Graciela Olivella
Oliveira, Marco Antonio Karam Lucas, Ana
Cristina Mazzocato, João Carlos Pinto Oliveira,
Magda Vieira Benavides, Márcia Cristina
Teixeira da Silveira, Lisiane Bassols Brisolara,
Suplentes
Emanuelle Baldo Gaspar e Jorge Luiz
Sant'Anna dos Santos*

Supervisão editorial
Lisiane Bassols Brisolara

Revisão de texto
Felipe Santos da Rosa

Normalização bibliográfica
Graciela Olivella Oliveira

Tratamento das ilustrações
Daniela Garcia Collares

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Daniela Garcia Collares

Foto da capa
Manuela Bergamim

1ª edição
Publicação digitalizada (2022)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pecuária Sul

Moraes, José Carlos Ferrugem

Recomendações para o diagnóstico da fertilidade potencial em touros : baixa qualidade
de sêmen de touros de raças sintéticas em condições de clima subtropical / José Carlos
Ferrugem Moraes. — Bagé : Embrapa Pecuária Sul, 2022.

PDF (52 p.). — (Documentos / Embrapa Pecuária Sul, ISSN 1982-5390 ; 168)

1. Reprodução animal. 2. Fertilidade animal. 3. Semen. I. Embrapa Pecuária Sul. II.
Série.

CDD 636.0824

Autor

José Carlos Ferrugem Moraes

Médico-veterinário, Doutor em Ciências, pesquisador da
Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS

Apresentação

A Embrapa Pecuária Sul, por meio da ciência, do desenvolvimento de tecnologia e da inovação, tem o compromisso fundamental de viabilizar a produção de alimentos saudáveis a partir de sistemas sustentáveis. O foco de atuação territorial da Unidade abrange as áreas correspondentes aos Campos Sul-brasileiros, localizadas em dois Biomas, Mata Atlântica e Pampa, nos quais a atividade pecuária se destaca como atividade econômica e socialmente relevante, mas também como dependente dos recursos naturais e genéticos disponíveis.

A criação de animais com maior potencial genético produtivo e mais adaptados ao ambiente é componente essencial no desenho de sistemas de produção de alimentos mais sustentáveis. Neste sentido, os cruzamentos e raças sintéticas são frequentemente adotados como forma de combinar as características desejadas e complementares de bovinos taurinos e zebuínos, bem como de explorar os benefícios da heterose. E como os touros em monta natural são os principais disseminadores de genética nos sistemas pecuários, é necessário garantir sua funcionalidade reprodutiva para que se alcance os resultados almejados tanto produtivos como de melhoria genética.

Na presente publicação, o autor descreve um algoritmo simples para a definição da fertilidade potencial, exemplificando seu uso no diagnóstico presuntivo da ocorrência de um tipo característico de baixa qualidade no sêmen em touros com foco nas raças sintéticas.

A publicação contribui com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS 2) sub-item 2.4 contido na agenda 2030, proposta pela Organização das Nações Unidas. Este objetivo visa “garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo”.

Esperamos que os leitores desfrutem desta publicação e sugerimos que, em caso de interesse adicional no tema abordado ou necessidades de esclarecimentos, realizem o contato com nosso Serviço de Atendimento ao Cidadão (SAC), acessando <https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/> ou pelo fone (53) 3240-4650. A Embrapa terá o máximo prazer em atendê-lo.

Boa leitura!

Fernando Flores Cardoso

Chefe Geral

Sumário

Introdução	8
O uso intensivo de cruzamentos entre taurinos e zebuínos	9
A origem genética de características reprodutivas	11
O entendimento da fisiopatologia do sistema genital masculinos	15
O exame clínico.....	15
O exame do sêmen	21
A fertilidade de sêmen bovino congelado de baixa qualidade	25
A ocorrência de altos percentuais de defeitos espermáticos pode ter um componente hereditário?	27
Uma possível explicação	31
A avaliação da fertilidade potencial	34
Uma proposta de ranqueamento quanto à aptidão reprodutiva	41
Conclusões e recomendações	44
Referências	47

Introdução

A capacidade reprodutiva dos touros depende da integridade de sua genitália, da qualidade do sêmen produzido e da capacidade de adaptação dos seus genótipos ao ambiente de criação. Sob condições de clima tropical, touros de origem europeia geralmente apresentam sêmen de qualidade inferior aos zebuínos e seus cruzamentos (Vale Filho et al., 1980; Brito et al., 2002, 2004a, 2004b; Chenoweth; Lorton, 2014; Landaeta-Hernández et al., 2020). Sob condições de clima temperado, os touros de origem europeia nem sempre apresentam vantagem qualitativa no sêmen produzido. Este fato foi confirmado num extensivo estudo sobre a condição reprodutiva de touros no Rio Grande do Sul (Menegassi et al., 2015), no qual foram efetuados cerca de 20 mil exames andrológicos e o principal fator de descarte de touros foi a idade, e não possíveis alterações relacionadas à termorregulação testicular e sua capacidade de adaptação ao ambiente.

Em contraponto a essa norma geral, em um estudo sobre critérios para a seleção de touros de raças europeias puras e seus cruzamentos com zebuínos, foi observado maior percentual de touros de raças sintéticas inaptos para a reprodução, criados em ambiente de clima temperado. Essa informação provém de um estudo em dois conjuntos de dados distintos: o primeiro, nas raças Angus e Brangus-Ibagé e, o segundo, nas raças Hereford e Braford. O percentual de touros inaptos foi respectivamente de 19% e 21% para o primeiro conjunto e de 18% e 47% para o segundo, entre os quais predominavam animais com alta incidência de alterações espermáticas (Moraes et al., 1998). Resultado semelhante foi constatado em um levantamento sobre a aptidão reprodutiva de touros zebuínos, europeus e cruzados criados na Costa Rica, entre os quais, respectivamente, 29%, 41% e 48% dos animais se apresentavam inaptos para a reprodução (Chacón et al., 1999). Essas diferenças foram atribuídas pelos autores a distintas habilidades de adaptação às condições ambientais entre os grupamentos raciais. Ainda, na mesma linha de raciocínio, um outro levantamento, efetivado nos Estados Unidos da América por Kennedy et al. (2002) em 3648 touros empregando critérios similares propostos pela Sociedade Americana de Theriogenologia, corroborou a existência de diferenças significativas entre raças frente aos exames de aptidão reprodutiva, tendo sido verificado, no caso específico, maior frequência

de touros inaptos com qualidade de sêmen inferior nas raças Simbrah, Santa Gertrudis e Brangus. Essa peculiaridade dos touros híbridos entre zebuínos e taurinos pode ser indicativo de alguma variação na gametogênese que comprometa a qualidade do sêmen produzido, requerendo um melhor entendimento do mecanismo causal para minimizar sua ocorrência em programas de cruzamentos para a produção de reprodutores.

Neste contexto, o objetivo deste manuscrito é o de rever os componentes do exame andrológico em touros e descrever um algoritmo simples para a definição da fertilidade potencial, exemplificando seu uso no diagnóstico presuntivo da ocorrência de um tipo característico de baixa qualidade no sêmen em touros de raças sintéticas. Além disso, o escopo deste documento é de abordar aspectos relacionados à prática veterinária para o alcance do melhor diagnóstico possível, mas sem a utilização de equipamentos e metodologias sofisticadas que reduzem a probabilidade e a viabilidade do emprego das avaliações andrológicas a campo.

O uso intensivo de cruzamentos entre taurinos e zebuínos

A partir dos anos 70, aumentou a demanda por produtos cárneos de origem bovina. Esse crescimento tem estado associado ao desenvolvimento da indústria frigorífica e da comercialização internacional de carne, promovendo o interesse no incremento da produção de bovinos como uma forma para aumentar a renda da produção primária. Neste contexto, uma das alternativas foi a utilização de cruzamentos entre raças zebuínas e taurinas para atender condições ambientais distintas, tanto para produção de leite¹, quanto para a produção de carne (Euclides Filho, 1996). Os cruzamentos surpreenderam os produtores pela maior produtividade das progênes F1, tanto que ao cabo de 30 anos os genótipos derivados de cruzamentos já constituíam mais da metade do rebanho bovino do Rio Grande do Sul (Leal, 2003), mesmo que a fertilidade não atingisse os mesmos níveis observados nas demais características produtivas (Halnan, 1989).

¹Disponível em www.fernandomadalena.com

As raças ditas sintéticas têm sido empregadas para simplificar programas de cruzamentos que requerem genitores F1, mesmo com a esperada perda do vigor híbrido em diversas características ao longo das gerações. Pelo menos quinze raças derivadas de cruzamentos entre zebuínos e taurinos foram desenvolvidas no século passado (Buchanam; Dolezal, 1999). Entre estas, foi destaque a Santa Gertrudis, desenvolvida no Texas nos Estados Unidos e reconhecida como raça já em 1940. Essa raça sintética foi formada com uma proporção de 3/8 de zebuínos Brahman e 5/8 de taurinos Shorthorn, visando aumentar a produção e a qualidade da carne produzida pela raça base de origem europeia.

Alguns anos mais tarde, no Brasil, o Ministério da Agricultura promoveu a criação das raças Canchim e Ibagé, também com a mesma proporção de genes oriundos de zebuínos e taurinos. No caso do Canchim, as raças zebuínas utilizadas foram Indubrasil, Guzerá e Nelore sobre o Charolês. Para a obtenção dos sintéticos Ibagé no sul do Brasil (3/8 Nelore + 5/8 Aberdeen Angus), inicialmente foram utilizados quatro esquemas alternativos, os quais traziam uma importante inovação nos cruzamentos para a produção e fixação da nova alternativa racial (Chagas, 1988; Oliveira et al., 1998). Com o sucesso das raças híbridas, seguiu-se, também, no Rio Grande do Sul, a formação da sintética local denominada "Pampiana-Braford", a partir das raças Nelore, Tabapuã, Guzerá, Gyr e Hereford (Leal et al., 1988). Esse grupamento posteriormente assumiu a denominação internacional de Braford, a exemplo do que ocorreu com o Ibagé, que passou a fazer parte do Brangus, a despeito de ter como base zebuína o Nelore.

Além dos fenótipos distintos decorrentes das diferentes combinações para a obtenção da proporção racial desejada, os touros dessas raças híbridas podem apresentar distinta morfologia do cromossomo Y. O Y acrocêntrico é constatado sempre que são utilizados machos zebuínos, como no caso da raça Santa Gertrudis (Kiefer; Cartwright, 1968); já o Y submetacêntrico é observado quando são empregados machos de origem europeia (Halnan, 1989). Os touros Canchim cariotipados apresentaram apenas Y submetacêntrico (Jorge, 1974), muito possivelmente pelo fato de que poucos touros zebuínos foram utilizados durante o período inicial de formação da raça (Alencar, 1988).

Os dois tipos morfológicos de cromossomo Y foram identificados na raça Ibagé em decorrência do uso das quatro estratégias de cruzamentos para a obtenção dos sintéticos, incluindo tanto machos zebuínos quanto taurinos (Pinheiro et al., 1979, 1980; Horn et al., 2005). Nesse grupamento racial foi feita a primeira demonstração convincente de que esse polimorfismo cromossômico era decorrente de uma inversão pericêntrica (Pinheiro et al., 1980).

As mais recentes informações sobre a quantidade de sêmen bovino comercializado no Brasil não têm sido estratificadas por raças, num mercado total de aproximadamente 18 milhões de doses de sêmen². Os dados de 2008 indicavam que cerca de 6% do mercado era composto por raças sintéticas, notadamente Braford e Brangus (Leal, 2009). Numa extrapolação para os dias de hoje, poderíamos estimar que cerca de um milhão de doses de sêmen dessas raças estariam no mercado. Esses valores demonstram de maneira inequívoca a importância econômica dessas raças e o interesse na exploração da heterose, visando maior produtividade.

A origem genética de características reprodutivas

As causas da baixa fertilidade nos bovinos são de origem genética? Muitas delas, certamente sim. É plausível imaginar que inúmeros genes estão envolvidos na determinação de fenótipos anormais, ou, simplesmente, na determinação de maior sensibilidade para o surgimento de malformações congênitas ou adquiridas durante a vida dos animais. Em 1970 a literatura referência na reprodução de animais domésticos era o livro do Dr. Stephen Roberts intitulado “Current Therapy in Theriogenology”. Tratava-se de um compêndio sobre obstetrícia veterinária e doenças da reprodução, abrangendo todas as áreas temáticas e que ninguém, naquela época, em sã consciência, imaginava contradizer.

²Disponível em: www.asbia.org.br

Sempre que havia sido descrita a constatação de recorrência familiar de alguma alteração fenotípica, geralmente a conclusão era de que se tratava de uma malformação provavelmente devida a um gene recessivo; ou, a um gene recessivo de penetrância incompleta e expressividade variável. Esses diagnósticos, até certo ponto ingênuos, indicavam a necessidade de estudos mais detalhados na busca de explicações sobre a origem de alterações fenotípicas que comprometiam a produção ou a reprodução dos animais. Ou seja, uma simples recomendação de descarte de animais com fenótipos variantes, por ignorância diagnóstica não deve ser o procedimento usual na prática da andrologia em animais de produção.

Como é possível explicar a causalidade genética de uma dada característica? Numa revisão, Maduro e Lamb (2002) reiteram que a infertilidade ou subfertilidade no homem, poderia ser devida a alterações cromossômicas, alterações no eixo hipotálamo-hipófise-testículos, anomalias nos dutos e processos ejaculatórios e, ainda, nas alterações na produção espermática, e que as novas ferramentas da genética contemporânea poderiam elucidar sua origem. Por outro lado, salientavam também que as técnicas de reprodução assistida em desenvolvimento poderiam solucionar os casos de infertilidade em casais. Já para as espécies domésticas, o emprego das biotécnicas reprodutivas, ou mesmo das técnicas de reprodução assistida, deve ser considerado com muito cuidado, pela possibilidade de acelerar a transmissão de características herdáveis indesejáveis aos sistemas de produção.

Quando a base é cromossômica? As variações no empacotamento do genoma podem ocorrer na estrutura ou no número cromossômico e podem explicar alguns casos de baixa fertilidade. Os primeiros estudos citogenéticos nos bovinos tiveram início nos anos 60, e, no final daquela década, já havia uma base importante de conhecimento, com a demonstração de uma maior mortalidade embrionária após inseminações com sêmen de touros heterozigotos para uma alteração cromossômica estrutural, a translocação 1/29 (Gustavsson, 1969). Esse relato foi fundamental para refutar a simples aceitação de que tudo é de origem genética, mas sim, demonstrar a relação de causa e efeito da base gênica/cromossômica e os fenótipos indesejados.

Os portadores dessas variações estruturais são fenotipicamente normais, pois possuem a quantidade normal de DNA para a espécie. Entretanto, durante a gametogênese, em função de erros disjuncionais se formam espermatozoides não balanceados, que ao fertilizarem ovócitos normais, resultam em embriões com quantidade anômala de DNA, que morrem ainda durante o período embrionário, evento geralmente identificado por maior taxa de retorno à inseminação (Moraes et al., 1987). Pequenas variações morfológicas no exame clínico da genitália de touros jovens não estão associadas a cariótipos variantes (Moraes et al., 1978). No entanto, a incidência de anomalias cromossômicas é superior em touros portadores de malformações fenotípicas (Moraes et al., 1985). Alterações cromossômicas numéricas, geralmente ocorrem no par sexual e são detectadas também em animais com fenótipos anormais, como é o caso clássico de hipoplasia testicular primária denominada de síndrome de Klinefelter na espécie humana (Dunn et al., 1980).

No final da década de 90, em função da redução da fertilidade e da alta frequência de anomalias em algumas raças, a certificação de cariótipo normal passou a ser uma exigência para touros em regime de coleta comercial de sêmen. Atualmente essa exigência não faz mais parte do regulamento para registro e fiscalização de centros de coleta e processamento de sêmen de bovinos, bubalinos e ovinos (Brasil, 2006), embora se justifique pela prevalência de 2% de portadores da translocação 1/29 na raça Senepol, verificada num recente levantamento cromossômico em 176 touros de centrais de inseminação (Pires et al., 2006). A continuidade dos estudos na raça Senepol constatou uma prevalência de 19% de portadoras nessa mesma raça (Pires et al., 2009). Esses estudos reiteraram a tese de que para não promover aumento da incidência dessas malformações, a alternativa mais simples seria empregar em cruzamentos, raças europeias não continentais, nas quais não foram verificadas variações cromossômicas (Moraes et al., 1980). Com o advento das novas metodologias da genômica, essas avaliações mais simples saíram de moda e, possivelmente pela dificuldade de mão de obra para a consecução dos exames, foram relegadas a um segundo plano. Recentemente têm sido descritas técnicas mais sofisticadas de sequenciamento genômico que viabilizam a identificação de translações em abortos espontâneos (Dong et al., 2019; Hu et al., 2019), assim, futuramente será possível incluir também seleção assistida para cariótipos normais através desses métodos.

Certamente o descarte de touros portadores de anomalias cromossômicas estruturais contribuirá na redução das taxas de mortalidade embrionária precoce, promovendo melhorias já demonstradas na eficácia dos serviços de inseminação artificial (IA).

Quando a base é gênica? Alterações na sequência de bases do DNA podem determinar novas formas de um dado gene determinando alterações fenotípicas. Atualmente, pelo esforço do Dr. Frank Nicholas da Universidade de Sydney, está disponível um repositório de doenças hereditárias em 253 espécies animais OMIA - ONLINE MENDELIAN INHERITANCE IN ANIMALS³. Especificamente nos bovinos, em 2021, estão incluídas 560 alterações, entre as quais 167 têm modelo conhecido de herança mendeliana simples. Um exemplo interessante, conectado à maior taxa de retorno à inseminação em bovinos, é a deficiência de uridina monofosfato sintetase (DUMPS), de origem autossômica recessiva, identificada pela ocorrência de mortalidade embrionária em torno de 40 dias nos homozigotos para uma mutação no gene da UMS. Após a descrição da DUMPS, nos últimos 10 anos, foram identificados 32 tipos de abortamentos e mortalidade embrionária em bovinos associados a mutações nos genes codantes de proteínas e RNA. Esse rápido avanço decorre da disponibilidade das modernas técnicas genômicas, que deverão modificar rapidamente nosso conhecimento sobre a origem das anomalias determinantes de baixa fertilidade. Entretanto, o fator chave para esse avanço é o efetivo conhecimento dos fenótipos variantes e sua ocorrência em algumas gerações. Para tal, é fundamental que os animais sejam minuciosamente avaliados quanto à integridade e funcionamento do aparelho reprodutor.

³Disponível em: <https://omia.org/home/>

O entendimento da fisiopatologia do sistema genital masculino

O exame clínico

A avaliação clínica da genitália de touros requer conhecimentos básicos de anatomia, fisiologia e patologia dos órgãos genitais, bem como treinamento para a execução dessas avaliações nos animais. Os primeiros aspectos a serem dominados incluem a aproximação e a contenção dos touros, que não podem ser flexibilizadas para evitar acidentes. Após a contenção do animal, tem início a inspeção, na qual observa-se a condição nutricional através da condição corporal, bem como a saúde geral dos animais através de alguns indicadores como a pelagem, os dentes, os olhos e mucosas e a integridade dos cascos.

Na década de 80, foram iniciados estudos sobre a associação entre a cobertura de músculos e gordura e o estado nutricional nos bovinos. Durante esse período foram propostos diversos critérios, cujo emprego permitiu inferir que a condição corporal (CC) nas vacas, além de estimar sua homeostasia está positivamente correlacionada com a atividade ovariana, manifestação de estro e até com a taxa de prenhez e.g. (Moraes; Jaume, 2000; Jaume; Moraes, 2002). Nos touros, a aferição da condição corporal também é uma forma simples para acompanhar variações no estado corporal, notadamente durante a temporada de monta natural. Na prática, os touros devem se manter nos escores intermediários de 3 e 4, numa escala de 1 a 5, em função da variação dos requerimentos fisiológicos e da oferta/disponibilidade de alimento ao longo do ano. No entanto, ainda é importante destacar que a simples aferição da CC não avalia a disponibilidade de micronutrientes necessários para uma espermatogênese normal; e, ainda, que essas variações sazonais na qualidade do alimento podem afetar o tamanho dos testículos e a qualidade seminal (Chenoweth; Lorton, 2014). Um adequado nível nutricional certamente afeta a condição reprodutiva futura dos touros, sendo necessário ainda um melhor entendimento como a nutrição medeia a interação entre o sistema neuroendócrino e a espermatogênese (Kenny; Byrne, 2018).

Poucos estudos associam quantitativamente o escore de CC à taxa de prenhez obtida por touros em serviço via monta natural, ou mesmo, à qualidade do sêmen produzido para congelamento. Isso muito provavelmente decorre do fato de que quando os touros se encontram em baixo escore de condição corporal já são velhos, tem algum problema de saúde, ou recentemente saíram do estresse de uma temporada de monta. Entretanto, não pode ser considerado que animais em baixa ou alta CC, com perímetro escrotal inferior à média, com laminites ou, ainda, com lesões escrotais, geralmente não se encontrem aptos para a reprodução (Barth; Waldner, 2002).

Em conjunto com a avaliação da CC, a pelagem do animal nos informa sobre sua adaptabilidade às condições de criação e de alimentação. Em sequência, com o touro contido, é fundamental examinar a boca, verificando a integridade, coloração e umidade das mucosas. Na inspeção dos dentes, a observação da justaposição dos maxilares é fundamental para o diagnóstico de casos de micrognatismo ou prognatismo, dentes frouxos, quebrados ou ainda falhas de dentes que podem determinar dificuldade na apreensão dos alimentos. O exame dos olhos e da mucosa ocular nos fornece evidências da ausência de lesões oculares e de anemias graves. A inspeção da visão pode ter início à distância com a observação das reações do animal ao ambiente. Animais com problemas de visão geralmente são mais assustados e podem chocar-se contra outros animais ou estruturas de manejo.

Especialmente touros muito pesados, mantidos estabulados, ou, com severa restrição de movimentação, podem desenvolver alterações de crescimento nos cascos, associadas ao surgimento de calos interdigitais, que geralmente requerem extirpação cirúrgica. Considerando a alta incidência dessas alterações nessa classe de animais, é fundamental que os cascos e aprumos sejam alvo da atenção do andrologista durante o exame clínico, pois podem comprometer a habilidade de monta e ejaculação.

Depois de concluídas essas avaliações preliminares é que os testículos vão ser examinados. Após minuciosa inspeção do escroto, com ambas as mãos, verifica-se a simetria e a consistência dos testículos. O exame detalhado dos epidídimos deve ser efetuado suspendendo um dos testículos para que seja possível palpar o epidídimo contralateral, desde a cauda até a cabeça. Essa avaliação serve para verificar, além da presença do epidídimo, seu posicionamento na região medial dos testículos. Nesse momento, o veterinário já deve ter uma ideia formada sobre a genitália externa do touro no que diz respeito a simetria dos testículos, sua posição, conformação, consistência e resiliência à palpação. Daí é possível avançar para a etapa de mensuração, importante para comparar indivíduos contemporâneos e avaliar sua relação com o peso e idade do indivíduo. A demanda de tornar essas avaliações objetivas levou ao desenvolvimento de equipamentos simples para mensuração do tamanho testicular, do tónus e mais recentemente o emprego de ultrassonografia diagnóstica tipo doppler (Gloria et al., 2018). Essas metodologias, efetivamente, podem padronizar os exames de distintos andrologistas, entretanto, aumentam o custo dos exames e a dependência tecnológica, o que pode resultar em um menor número de reprodutores avaliados.

Entre diversos estudos sobre a investigação da fertilidade potencial de touros no Brasil, em 1981, foi apresentado no IV Simpósio Nacional de Reprodução Animal em Belo Horizonte um levantamento efetuado no Rio Grande do Sul (Silva et al., 1981). Esses dados de 40 anos atrás têm a peculiaridade de reportar a conjuntura dos exames andrológicos em grupamentos raciais, que atualmente têm baixa participação na composição racial do rebanho brasileiro, como por exemplo as raças Devon e Santa Gertrudis. Esse estudo incluiu dados de 1902 touros com mais de 18 meses. Na Tabela 1 são apresentadas as frequências de alterações nos testículos, glândulas vesiculares e libido considerando a raça dos touros, sem desvios significativos ($X^2 = 3,819$; 4 G.L.; $p > 0,05$).

Tabela 1. Prevalência (No.(%)) de touros inaptos para a reprodução em função de alterações nos testículos, epidídimos e escroto, vesiculites seminais e alterações na libido.

Raça	Alt. Testiculares	Vesiculites	Libido	Total
Hereford	43(5,4)	16 (2,0)	2 (0,3)	796 (41,9)
Charolês	23(4,2)	7 (1,3)	1 (0,2)	554 (29,1)
S. Gertrudis	17 (7,0)	1 (0,4)	-	252 (13,2)
Devon	11 (7,0)	3 (2,0)	-	156 (8,2)
A. Angus	7 (4,9)	1 (2,1)	-	144 (7,6)
Geral	101 (5,3)	39 (1,6)	3 (0,2)	1902

Fonte: Silva et al. (1981).

A aferição da circunferência escrotal, ou perímetro escrotal se instalou rapidamente na andrologia veterinária, a partir de diversos estudos que identificaram associação positiva entre o tamanho testicular e a produção quantitativa e até qualitativa de sêmen (e.g. Chenoweth; Lorton, 2014). Inicialmente foi constatado que as filhas dos touros selecionados pelo perímetro escrotal apresentavam puberdade em idade mais precoce do que as filhas de touros não selecionados (Brinks et al., 1978). Adicionalmente o perímetro escrotal é um confiável indicador da puberdade de touros de diferentes genótipos e ambientes de criação, que se manifesta aproximadamente com 27-29 cm (Chenoweth, 2015).

Assim, para complementar a simpatia pela característica e seu emprego como critério de seleção, todos os ensaios sobre sua herdabilidade indicavam valores de médios a altos (Kirkpatrick, 1999; Frizzas et al., 2009). Efetivamente o perímetro escrotal é um componente útil do exame andrológico e pode ser empregado como critério complementar de seleção de reprodutores ou, ainda, ser incluído em índices de seleção. Entretanto, o grande desserviço que o perímetro escrotal fez para a avaliação andrológica de ruminantes foi de que, em algum momento, se tornou sinônimo do exame andrológico. Exemplificando, o touro que apresentava um valor acima da média para o perímetro escrotal estava apto para a reprodução. O entendimento foi de que o tamanho era tudo. Essa até pode ser a interpretação para centrais de congelamento de sêmen, pela alta correlação entre o tamanho testicular e a produção total de espermatozoides, mas a gametogênese de *per se* não depende apenas do número de túbulos seminíferos dos testículos (Hotaling, 2014).

Rapidamente, surgiram valores médios e sistemas simplificados de classificação andrológica, com a indicação de limites mínimos para as diferentes raças, que foram úteis para a descrição dos valores mais frequentes do tamanho testicular para cada raça e idade e sistema de criação. Na Tabela 2 é apresentada a variação entre raças e idades em 1616 dos 1902 animais avaliados no mesmo estudo da década de 70 no sul do Brasil, não tendo sido verificada diferenças significativas entre raças. Valores bem semelhantes são os recomendados como mínimos (Barth, 2018, 2000) para grupos de raças e idades pela Associação Canadense de Veterinários - (WCABP) Western Canadian Association of Bovine Practitioners (Tabela 3).

Tabela 2. Valores médios do perímetro escrotal em cm (+-d.p.) de touros examinados quanto a sua aptidão reprodutiva em função de sua idade e raça.

Raça	Dente leite	2 dentes	4 dentes	6 dentes	8 dentes	Média/Raça
Hereford	33,5 (2)	34,0 (3)	34,4 (2)	35,0 (3)	36,3 (2)	34,6 (2)
Charolês	32,3 (2)	32,7 (3)	33,0 (3)	35,7 (2)	35,5 (5)	33,8 (3)
S. Gertrudis	32,5 (3)	33,6 (3)	33,6 (2)	35,1 (3)	36,6 (3)	34,2 (3)
Devon	34,6 (2)	35,0 (3)	34,7 (2)	36,3 (3)	37,3 (3)	35,6 (3)
A. Angus	36,2 (4)	36,2 (2)	36,2 (2)	35,3 (3)	35,5 (2)	35,9 (3)
Média/Idade	33,8 (3)	34,3 (3)	34,4 (3)	35,4 (3)	36,2 (3)	34,8 (3)

Fonte: Silva et al. (1981). Dente de leite: <18 meses de idade; Dois dentes: 18-28 meses; Quatro dentes: 24-31 meses; Seis dentes: 32-43 meses; Oito dentes: >36 meses.

ANOVA, F=2,54; P>0,05.

Tabela 3. Valores mínimos para perímetro escrotal em cm para touros aptos para a reprodução de diferentes raças e idades de acordo com as recomendações WCABP.

Idade (meses)	Angus, Suíço, Gelbvieh, Pinzgauer, Simmental	Charolesa, Hereford, Holstein, Maine Anjou, Red Poll, Sallers, Shorthorn	Blonde d'Aquitaine, Galloway, Limousin, Longhorn
12	32	30	29
13	33	31	30
14	34	32	31
15-20	35	33	32

Fonte: Barth (2000).

Pequenas diferenças significativas em distintos modelos de análise passaram a ser consideradas adequadas para julgar um reprodutor inapto para a reprodução. Na verdade, são resultados distintos, obtidos em condições díspares e, principalmente, com diferentes componentes no erro experimental. A Tabela 4 apresenta os valores médios do perímetro escrotal de touros aptos e inaptos das distintas raças avaliadas no estudo de Silva et al. (1981). Os dados da tabela demonstram claramente a semelhança no perímetro escrotal médio entre touros aptos e inaptos, indicando que a associação do perímetro escrotal com a “aptidão” reprodutiva pode ser casual.

Tabela 4. Valores médios do perímetro escrotal (Per) em touros considerados aptos e inaptos para a reprodução.

Raça	No. Aptos	Per (cm)	No. Inaptos	Per (cm)	Total
Hereford	657	34,42±0,69	139	34,78±1,44	796
Charolês	489	34,40±1,77	65	33,26±1,75	554
S. Gertrudis	183	34,67±1,92	69	33,88±1,36	252
Devon	119	35,23±1,96	37	35,91±0,52	156
A. Angus	124	35,35±0,61	20	36,67±0,61	144
Geral	1572	34,81±1,39	330	34,90±1,14	1902

Fonte: Silva et al. (1981).

Neste contexto, fica evidente que é fundamental considerar todos os indicadores da fertilidade potencial, visando obter um ranqueamento dos reprodutores dentro de grupos contemporâneos. A adoção de sistemas objetivos para a classificação dos touros quanto a sua fertilidade potencial até pode ter alguma utilidade nas mãos de andrologistas experientes, entretanto, para um uso mais generalizado, pode levar a uma banalização do exame andrológico dos reprodutores (Salvador et al., 2008).

Por exemplo, um touro jovem, sem alterações clínicas, muito provavelmente produz sêmen melhor do que um animal muito velho, em baixo escore de CC, com cascos anormalmente crescidos, com escaras no escroto, testículos pequenos ou flácidos, vesículas seminais endurecidas e assimétricas. Essa probabilidade pode até ser calculada considerando os fatores raça, época do ano, idade dos animais e sistema de criação.

Entretanto, quando se busca identificar animais aptos para a reprodução num dado momento, efetuar esses cálculos não tem importância alguma. Ou seja, na escolha do touro que vai efetivamente ser usado na reprodução, um exame clínico detalhado, como descrito anteriormente, realizado alguns dias antes do início do período das cobrições, deve ser hierarquicamente, o principal e o primeiro exame eliminatório para a seleção dos touros para a reprodução, ou seja, animais com alterações clínicas não devem ser qualificados.

O exame do sêmen

A obtenção de uma amostra de sêmen para avaliação através de coleta com vagina artificial é o método que mais se assemelha a um real ejaculado. Entretanto, embora demande equipamentos simples e baratos, requer algum treinamento e touros de temperamento dócil. A vantagem adicional para o andrologista, com o emprego dessa técnica, é que no momento da coleta já avalia a libido e a habilidade de monta dos animais em teste. A necessidade de tornar o exame andrológico mais econômico para os criadores, introduziu o uso do eletroejaculador e até de massagem nas ampolas e vesículas seminais como técnicas alternativas para a coleta de amostras de sêmen. Essas metodologias permitem avaliar um maior número de animais por unidade de tempo, no entanto, permitem apenas inferir sobre a morfologia espermática, uma vez que o volume do ejaculado, aspecto, concentração espermática e, muitas vezes, a motilidade e o vigor dos espermatozoides podem ser comprometidos pela coleta através do eletroejaculador ou massagem. A metodologia empregada na execução de qualquer exame com fins diagnósticos é fundamental na interpretação fisiopatológica futura do mesmo. Portanto, é razoável considerar que exista uma maior probabilidade de uma taxa de prenhez insatisfatória produzida por um touro apto, mas, cujo sêmen tenha sido colhido por eletroejaculação ou massagem da genitália interna e sua libido não avaliada.

O conhecimento das estimativas do número de espermatozoides produzidos por unidade de testículo de diversas espécies de mamíferos permite prever com alguma precisão a quantidade diária de espermatozoides produzida por um touro em função do tamanho de seus testículos.

Essa informação foi muito importante para a otimização dos custos de produção e lucro estimados para as centrais de inseminação, antes de seu efetivo período de estabilização no mercado atual. Entretanto, não permite inferências precisas sobre a fertilidade de um dado touro e muito menos de uma amostra de sêmen de um dado animal. A melhor inferência da produção espermática de um touro é através da obtenção de uma amostra de sêmen. Ainda assim é uma inferência do que aconteceu há mais de uma semana atrás, ou seja, antes do período de maturação e trânsito dos espermatozoides no epidídimo.

O volume é o primeiro item avaliado em uma amostra de sêmen. O volume deve ser compatível com a idade do animal, com o método de coleta e com a concentração de espermatozoides estimada pela avaliação visual. De um modo geral, o volume de um ejaculado é aferido no próprio copo coletor e oscila entre 2 e 10 ml. A cor do sêmen pode variar de aquoso até branco marmóreo, conforme a concentração espermática. Quanto a cor, podem ser constatadas amostras de coloração amarelada, sem significado patológico reconhecido, ou ainda, amostras de cor vermelha em diversas tonalidades e intensidades, que podem indicar lesões ao longo do trato genital. Por exemplo, ejaculados com sangue vivo abundante na vagina artificial ou no copo coletor podem estar associados a lesões recentes no prepúcio ou no pênis; ejaculados com tonalidade achocolatada, geralmente cursam associados a vesiculites seminais agudas. Ainda nessa primeira inspeção no sêmen recém-colhido é possível inferir sobre a concentração espermática da amostra por mm^3 . Uma amostra de sêmen aquosa, transparente, caracteriza azoospermia, sendo um indicativo de alteração na produção espermática ou, ainda, no método de coleta utilizado. À medida que as amostras colhidas se apresentam mais turvas, maior é a concentração de espermatozoides. Uma amostra turva, com um aspecto dito opalescente, contém entre 200 e 300.000 espermatozoides/ mm^3 , uma amostra com aspecto leitoso contém entre 400 e 600.000 espermatozoides/ mm^3 , já uma amostra com aspecto cremoso contém acima de 600.000 espermatozoides/ mm^3 .

A relação soluto solvente no sêmen dos bovinos é baixa, não proporcionando visualização da motilidade espermática a olho nu.

Assim, para sua avaliação é necessário pipetar uma pequena gota de sêmen em uma lâmina pré-aquecida, seja com uma lamparina a álcool, ou mesmo com um isqueiro. Sempre cuidando para não aquecer a lâmina demasiadamente (a temperatura não deve ser superior a 30°C); na prática, recomenda-se que a lâmina não queime as costas das mãos. No microscópio em aumento de 10x a gota de sêmen é visualizada para a observação do turbilhão ou turbilhonamento, caracterizado por movimentos de ondas espermáticas que estão relacionados com a concentração espermática e com a motilidade individual das células. Existem diversas escalas de classificação, desde ausência de movimentos de ondas (0), ondas pouco perceptíveis com movimento lento (1), ondas bem pronunciadas com movimentos lentos (2), até ondas bem pronunciadas com movimento rápido (3). Essa informação pode ser de baixa utilidade quando se mede objetivamente a concentração ou mesmo a motilidade, entretanto, é simples e serve como um controle de qualidade ao andrologista durante a consecução dos exames. Por exemplo, uma amostra de sêmen cremoso e turbilhão 3, deve apresentar motilidade acima de 50%. Quando isso não se confirma é importante repetir as avaliações.

A próxima etapa ainda junto ao animal é a observação da motilidade individual dos espermatozoides entre lâmina e lamínula também aquecidas. Coloca-se uma pequena gota do sêmen sobre a lâmina e cobre-se com uma lamínula. Leva-se ao microscópio, agora em um aumento de 400x para observar a motilidade individual dos espermatozoides. Na prática, a primeira pergunta é se mais da metade apresenta movimento progressivo? Em caso positivo, quanto mais? O mesmo procedimento é efetuado quando menos da metade apresenta movimento. Assim é possível estimar a % de espermatozoides móveis, a motilidade espermática. Efetivamente é uma avaliação subjetiva, entretanto, com algum treinamento sob supervisão é possível a obtenção de resultados bem repetitivos. No início do treinamento de um novo andrologista é interessante o emprego de um corante supravital como a eosina nigrosina ou azul de bromotimol. Com essas metodologias, o treinando estima a motilidade da amostra e prepara um esfregaço com o corante supravital. Em seguida conta a % de células vivas que deve ser similar ou ligeiramente inferior a sua estimativa.

Pode ser uma técnica árdua de aprendizado, mas que proporciona resultados positivos com boa repetibilidade nas avaliações (Osório; Moraes, 1995).

Nessa mesma preparação vai ser feita a averiguação da intensidade do movimento progressivo dos espermatozoides, a que denominamos vigor espermático, geralmente estratificado em cinco classes: 0, células sem movimento; 1, espermatozoides com movimentos lentos e não retilíneos; 2, espermatozoides que conseguem se mover retilineamente com alguma dificuldade; 3, espermatozoides com movimento retilíneo lento; 4, espermatozoides com movimento retilíneo rápido; e, 5, com movimento tão rápido que praticamente não são vistos.

Com a conclusão dessa etapa já temos alguma indicação de como está a fisiologia da espermatogênese. Inicialmente quanto à produção quantitativa de espermatozoides pela concentração estimada da amostra e, qualitativamente, pela motilidade e vigor intimamente relacionados ao percentual de células normais. Tanto nas unidades de produção (túbulos seminíferos), quanto nas unidades de transporte (ductos epididimários). O que esperamos numa coleta de sêmen de um animal apto? Pelo menos 3 ml de sêmen cremoso, com motilidade de 70% e vigor 3.

Análises objetivas do espermiograma com auxílio de imagens e da computação vêm evoluindo desde os anos 70. No presente momento é possível contar com a disponibilidade de diversos equipamentos conhecidos como CASA, acrônimo para “Computer-assisted sperm analysis”, que combinam desde a captura da imagem até o registro de diversas métricas sobre a motilidade, vitalidade e morfologia espermática (Amann; Wabersky, 2014). Além dos equipamentos produzidos industrialmente é possível o desenvolvimento de sistemas abertos com algumas funcionalidades (Alquézar-Baeta et al., 2019). De forma alguma pode-se desprezar essa evolução tecnológica para a avaliação do sêmen, entretanto, são equipamentos que ainda hoje requerem ambientes laboratoriais e são proibitivos em termos de custo e acessibilidade para o uso corrente dos veterinários de campo. Além disso, é preciso considerar que é questionável o nível de precisão requerido para o diagnóstico de um animal que padece temporária ou permanentemente de uma alteração da espermiocitogênese, espermiogênese ou da maturação espermática extratesticular, que deve ser o objetivo principal da avaliação e diagnóstico do veterinário andrologista.

A fertilidade de sêmen congelado bovino de baixa qualidade

Na década de 70, o Brasil experimentava uma nova era na reprodução animal. Neste período foi introduzido o exame andrológico e o espermiograma para explicar a contribuição dos touros na baixa taxa de fertilidade dos rebanhos e melhorar a taxa de desmame (Garcia, 1971). Esses primeiros estudos motivaram o desenvolvimento da andrologia bovina em todo o País, que se tornou a “moda” daquele período, no que diz respeito ao suporte veterinário à produção animal (p. ex. Vale Filho et al., 1980).

Um exemplo de baixa associação entre o espermiograma e a fertilidade de uma partida de sêmen congelado em pellets de um touro Santa Gertrudis (Probando) foi apresentado no II Simpósio Nacional de Reprodução Animal (Silva et al., 1976). Esse foi o relato da obtenção de taxa de prenhez satisfatória com uma partida de sêmen com qualidade inadequada. Como isso era possível? Contradizia nossa verdade da época? Qual a explicação para o fato?

A busca de uma possível explicação foi perseguida pela continuidade dos estudos sobre a origem das alterações seminais e das consequências desses animais deixarem descendência nos rebanhos. Assim, o sêmen produzido pelo touro foi acompanhado em 25 oportunidades entre 3/10/1974 e 21/11/1977, uma vez que havia interesse zootécnico no animal e na congelação de seu sêmen. Na Tabela 5 são apresentados os valores médios e a amplitude de variação das amostras de sêmen colhidas do Probando. Nesta tabela é possível verificar a grande variabilidade na motilidade espermática entre as coletas, bem como a alta incidência de formas anormais nos ejaculados. Na Tabela 6 são apresentadas as informações de duas amostras que foram congeladas em pellets com o conservante lactose gema (Nagase; Niwa, 1964).

Tabela 5. Médias e amplitude de variação da motilidade espermática e grupos de morfologia espermática dos espermatozoides do touro Probando.

Característica	Motilidade	Normais	Defeitos Cabeça	Defeitos PI	Defeitos Cauda
Média	45%	38%	21%	23%	18%
Mínimo	10%	0	7%	3%	5%
Máximo	70%	65%	49%	64%	48%

Tabela 6. Características das amostras de sêmen congeladas do Probando.

Data	Motilidade	Concentração	Normais	Defeitos Cabeça	Defeitos PI	Defeitos Cauda
17/12/75	70%	700.000/mm ³	47%	13%	24%	16%
19/05/76	50%	750.000/mm ³	53%	11%	18%	18%

As análises físicas indicavam que ambas as amostras estavam qualitativamente abaixo das recomendações para congelação pelo elevado percentual de células anormais e reprovação nos testes de termorresistência, empregados na época para aferir a qualidade de partidas de sêmen congelado e prever a taxa de não-retorno após seu emprego em IA. Com a partida de sêmen congelada em 1975 foram inseminadas 10 vacas, das quais 9 ficaram gestantes no primeiro serviço. Em sequência, a despeito da qualidade inadequada do sêmen foram inseminadas 273 vacas com o sêmen das duas partidas congeladas do Probando. A taxa geral de prenhez das vacas inseminadas com o sêmen em avaliação foi de 65%, significativamente inferior ($X^2=29,214$; 1GL; $p < 0,001$) a de um grupo testemunha que incluiu quatro touros da mesma raça (Tabela 7).

Tabela 7. Características das amostras de sêmen congeladas do Probando.

Nº. vacas	Testemunhas	Probando
Prenhas	1149 (79%)	176 (65%)
Vazias	297 (21%)	97 (35%)

Além da constatação de uma menor taxa de terneiros nascidos, foi verificada a necessidade de 2,1 doses de sêmen por vaca prenha nos serviços de IA efetuados em três temporadas de IA, o que representava cerca de 70% a mais do que as 1,21 doses utilizadas em média, naquela época, nas propriedades comerciais no Rio Grande do Sul (Moraes, 1994).

Assim, a resposta à pergunta original, embora tenha sido positiva, que o sêmen de qualidade inferior fertiliza, indicou menores taxas de prenhez em comparação com sêmen de outros touros com o padrão de qualidade acima do mínimo aceito para sêmen congelado em pellets. As consequências econômicas imediatas são óbvias e relativas ao maior custo por terneiro nascido, devido ao maior número de serviços e menor número efetivo de quilos de terneiros desmamados, e ainda, as consequências a longo prazo que dependem da origem da subfertilidade se é transmissível às futuras gerações.

A ocorrência de altos percentuais de defeitos espermáticos pode ter um componente hereditário?

A constatação de baixa qualidade no sêmen de touros, caracterizada por baixa motilidade e alta incidência de espermatozoides anormais, geralmente é devida a fatores ambientais não compensados. Essas variações espermáticas surgem após o comprometimento do epitélio seminífero e da espermatogênese. Uma maior sensibilidade das raças sintéticas à degeneração testicular poderia ser uma atraente explicação para uma maior incidência de alta patologia espermática em touros “híbridos”. Essa hipótese não foi confirmada através de degeneração testicular experimental, pelo menos no conjunto Angus/Brangus-Ibagé (Horn et al., 1999a). Os resultados indicaram que injeções de dexametasona causaram degeneração testicular leve nos dois grupos de animais, entretanto, alguns defeitos foram observados em momentos distintos, indicando que ainda poderia ser possível a existência de peculiaridades quanto à reabsorção/seleção dos defeitos ao longo dos dutos epididimários.

Uma outra abordagem utilizada para demonstrar possíveis diferenças na qualidade do sêmen entre raças puras e cruzamentos envolveu animais Hereford e Braford expostos à monta natural numa proporção de 1 macho: 40 vacas com estros sincronizados. Da mesma forma que o observado na degeneração testicular experimental, não foram detectadas diferenças apreciáveis entre genótipos e entre touros dentro de genótipos nas diversas coletas de sêmen (Horn et al., 1999b). Os resultados desse último experimento permitem inferir que o estresse à monta natural com 40 vacas não deve ser suficiente para comprometer diferencialmente a gametogênese.

Entretanto, a qualidade do sêmen de touros aptos e inaptos avaliada em nove oportunidades, entre os meses de março e agosto, indicou comportamento diferencial entre os grupos raciais ao longo do tempo. Os touros Braford inaptos nunca apresentaram percentuais superiores a 70% de espermatozoides normais, contrastando com o verificado nos touros Hereford inaptos, o que poderia ser um indicativo da reversibilidade do processo degenerativo nesse grupo racial (Horn et al., 2002a). O mecanismo de reabsorção de formas espermáticas anormais no epidídimo (Rao et al., 1980) poderia ser outra alternativa para explicar possíveis diferenças na gametogênese dos touros oriundos de cruzamentos. Com o objetivo de examinar esse mecanismo foi idealizado um experimento (Horn et al., 2002b) em que 12 touros Braford foram estratificados em três grupos: aptos (Grupo A), inaptos com mais de 30% de espermatozoides anormais no epidídimo (Grupo B) e inaptos com menos de 30% de formas anormais no epidídimo (Grupo C). Os testículos dos touros foram removidos após abate e colhidas amostras de secreção espermática da cabeça do epidídimo (Cabeça), da parte superior do corpo (Corpo I), da porção inferior (Corpo II) e ainda da cauda do epidídimo (Cauda). Os percentuais de espermatozoides com gota citoplasmática proximal (GCP) e total de normais apresentaram dinâmica diferencial entre os grupos, muito possivelmente, reiterando a existência de mecanismos distintos determinantes de elevadas frequências de espermatozoides anormais no ejaculado dos touros inaptos (Figura 1). Ou seja, no Grupo C, não foi constatada disfunção na reabsorção das GCP e de outras formas espermáticas anormais, contrastando com o Grupo B, no qual aparentemente esse mecanismo não funcionava adequadamente. Ambos os conjuntos diferiram significativamente do Grupo A dos Aptos, aqueles em que a espermatogênese é mais eficiente e a produção e a seleção de formas espermáticas variantes atende aos objetivos fisiológicos.

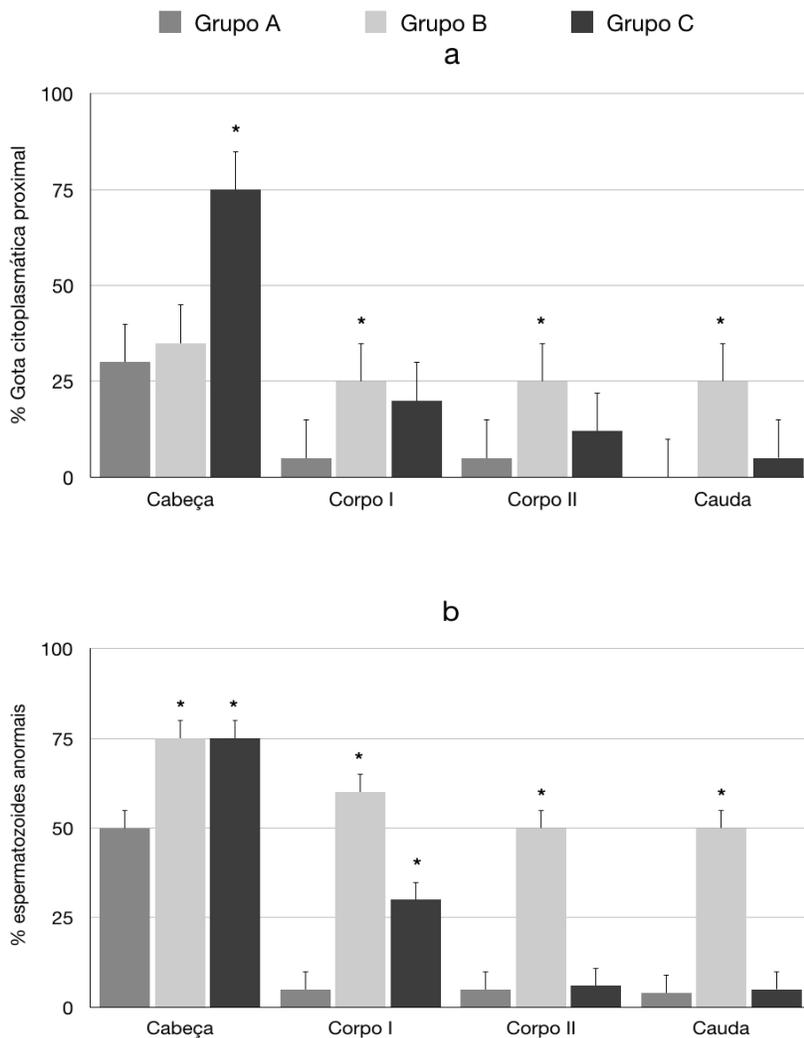


Figura 1. Variação da frequência de gota citoplasmática proximal (a) e percentual de espermatozoides anormais (b) ao longo do epidídimo em touros Braford com baixa (Grupos B e C) e alta qualidade de sêmen (Grupo A). Um * significa diferenças significativas ($P < 0,05$) comparativamente ao Grupo A, nas diferentes porções do epidídimo.

Esses dados reiteram que os touros híbridos com altas taxas de patologia espermática apresentam peculiaridades na espermatogênese que os diferenciam daqueles com sêmen normal e com qualidade espermática que poderia ser denominada de questionável.

A constatação de recorrência familiar de baixa qualidade do sêmen foi inicialmente identificada no Probando e seus filhos da raça Santa Gertrudis (Silva et al., 1982). Na época, o diagnóstico foi de baixa resistência das células germinativas como um modelo de hipofunção gonadal, diagnosticado em um touro de fertilidade reduzida e cinco de seus filhos. Na Figura 2 pode ser visualizada a média e a amplitude de variação da patologia espermática no Probando e seus filhos. Entre estes, apenas um apresentou percentuais de espermatozoides normais em taxas aceitáveis para touros aptos para a reprodução, muito semelhante as observações feitas nos touros Braford.

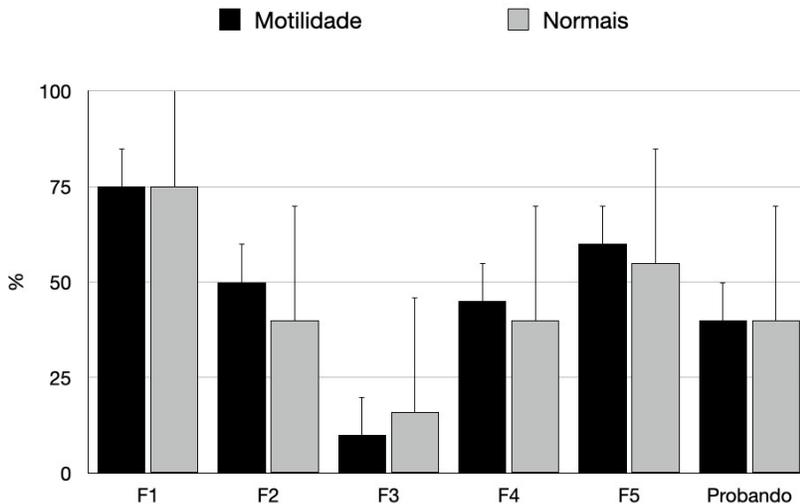


Figura 2. Média e amplitude de variação do % de motilidade e de espermatozoides normais no sêmen do Probando e em cinco dos seus filhos.

Em princípio as evidências são de que a alta incidência de espermatozoides anormais no ejaculado tenha origem hereditária, sendo fundamental a demonstração de causalidade.

Uma possível explicação

Uma das primeiras observações relacionadas à baixa fertilidade de animais oriundos de cruzamentos entre as duas subespécies *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* foi de que, embora não existisse barreira reprodutiva, caracterizada por esterilidade dos híbridos, eram observados problemas reprodutivos no sexo heterogamético (masculino) com maior frequência (Basrur, 1969; Basrur; Basrur, 2004). Numa tentativa de explicar o fenômeno, Halnan (1989) propõe duas hipóteses para as mais baixas taxas de fertilidade constatadas na segunda geração de cruzamentos entre zebuínos e taurinos na Austrália. A primeira no nível gênico, com um modo de herança multifatorial, e a segunda no nível cromossômico, em decorrência de pequenas deleções ou efeitos de posição na região de sinapse entre os cromossomos sexuais.

A origem hereditária de um tipo peculiar de impotência *Generandi* em touros Braford, caracterizada por alta incidência de alterações espermáticas e baixa motilidade do sêmen, foi demonstrada por Horn et al. (2005). A publicação, no entanto, carece de alguns detalhes para uma clara compreensão dos supostos mecanismos envolvidos, estimulando o uso de alternativas para a redução do número de casos e estudos mais aprofundados, empregando novos métodos de biologia celular.

A principal conclusão da referida publicação foi que não havia associação direta entre a morfologia do cromossomo Y e a deficiente qualidade seminal dos touros, porém, a estratégia de cruzamento utilizada para a obtenção da proporção 3/8 zebu + 5/8 europeu sim, estava associada às alterações na gametogênese. A hipótese em cheque nesse estudo foi de que a origem do fenótipo (alta patologia e baixa motilidade espermática) fosse devida à presença simultânea de cromossomo Y acrocêntrico e a ausência de genes provenientes do X e conjuntos haploides derivados dos genomas zebuínos. Esse fato merece ser revisto, uma vez que na publicação original, embora as análises e interpretações estejam corretas, foi informado que havia deficiência de genes do conjunto haploide de origem europeia.

Para facilitar o entendimento das conclusões derivadas da análise dos cruzamentos, na Tabela 8 estão listados os tipos de cruzamentos utilizados nas condições de criação e sistemas de produção do Rio Grande do Sul para a obtenção da proporção de 5/8 europeu + 3/8 zebuíno desejada na formação das raças sintéticas.

Tabela 8. Caracterização dos tipos de cruzamentos utilizados na obtenção dos genótipos compostos taurinos e zebuínos.

Tipo de cruzamento	Produto	Macho	Fêmea
1	1/2 H	Nelore	Hereford
2	1/4 N	Hereford	1/2 H
	1/4 H	Nelore	1/2 H
3	1/4 N	1/2 H	Hereford
4	5/8 H	Hereford	1/4 H (3/4N)
5	5/8 H	1/4 H (3/4N)	Hereford
6	5/8 H	1/2 H	1/4 N
7	5/8 H	1/4 N	1/2 H
8	5/8 H	5/8 H	5/8 H

Fonte: Horn et al. (2005).

A segregação dos conjuntos haploides e sua interação com o par sexual foi revista em detalhes (Material suplementar: Segregação_07_21.xls). Nessa investigação teórica dos tipos de gametas produzidos foi considerado um modelo de formação da raça a partir de vacas Hereford e touros Nelore. Nessa revisão alguns itens merecem destaque:

- todos os machos meio-sangue têm Y acrocêntrico (acro), pois são filhos de touros zebuínos;
- os touros 3/4 europeu (1/4N e 1/H) têm Y acro sempre que são filhos de zebuínos e de meio-sangues, e Y submetacêntrico quando são filhos de Hereford;

- assim, nos animais 5/8 produzidos a partir de machos Hereford e fêmeas 3/4 não há coexistência do conjunto haploide europeu com Y acro;
- são observados machos com os dois sets haploides e o X de origem europeia associados ao Y acro nos tipos de cruzamentos 3, 5, 6, 7 e 8, empregados para obtenção da raça sintética 5/8 H;
- a análise segregacional indica que o tipo de cruzamento 4 é o preferível para evitar progênes com baixa qualidade de sêmen;
- as proporções de ocorrência do fenômeno determinante da alteração espermática dependem de diversos fatores, entre estes dos dados de produção dos animais no programa de cruzamento e da qualidade do sêmen dos animais integrantes do sistema de cruzamento;
- mesmo nos animais derivados do tipo de cruzamento 8, podem ser verificados animais considerados portadores do fenótipo de alta patologia espermática, o que pode ser indicativo da maior frequência de alterações espermáticas em touros Braford (Moraes et al. 1998). De um modo geral é possível inferir que o ponto chave é uso o de machos 1/4 N ou 3/4 H na formação dos 5/8, que podem ser oriundos de machos europeus ou meio-sangue.

Nesse ponto da revisão surge outra questão: como explicar a diferença na frequência dos fenótipos entre a raça Brangus-Ibagé e a população Braford estudada?

- Primeiro: na formação da raça Brangus-Ibagé, o uso de touros Angus sobre fêmeas 3/4 Nelore foi o melhor esquema para produção de mães que desmamavam terneiros mais pesados. Nesse caso todos os machos produzidos a partir desse esquema apresentam Y submetacêntrico. Assim sendo, esse foi o esquema preferido na formação inicial da raça;
- Segundo: o esquema preferido na formação do Ibagé foi o uso de touros 1/4 Nelore x 3/4 Angus sobre fêmeas meio-sangue. E esses touros também eram portadores de Y submetacêntrico, uma vez que, na sua maioria, eram derivados dos acasalamentos entre fêmeas 1/2 sangue e machos Angus (Oliveira et al., 1998).

A avaliação da fertilidade potencial

Ao longo do manuscrito estão descritos fatores relacionados ao diagnóstico e à possível origem de uma síndrome relacionada à gametogênese caracterizada por alta incidência de patologia espermática em touros de raças sintéticas, sem alterações clínicas evidentes. Os conceitos e técnicas revisitadas para a avaliação da fertilidade potencial de touros podem ser utilizados pelos veterinários andrologistas para a identificação de animais subférteis em decorrência de alterações de origem ambiental ou genética e, assim, contribuir para a previsão, ou mesmo, para a obtenção de maiores taxas de fertilidade nos rebanhos bovinos, seja, via monta natural, ou mesmo, através do uso de sêmen congelado (Chenoweth, 2015; Barth, 2018).

O escopo deste item é apresentar algoritmos simples para auxiliar ao médico veterinário andrologista na investigação da fertilidade potencial de amostras de sêmen a serem empregadas em programas de inseminação artificial e de touros em monta natural.

Na Figura 3 é apresentado o algoritmo para a definição da qualidade de uma amostra de sêmen congelado. A primeira definição importante na busca de conhecimento sobre a capacidade fertilizante de uma amostra de sêmen é a decisão em efetuar a avaliação. No caso em que o usuário, seja o próprio produtor ou seu veterinário, decidirem usar o sêmen comercial sem avaliação, confiando apenas no controle de qualidade da Central produtora, é possível apenas exercer controle a posteriori. Ou seja, quando são controladas as anotações das taxas de não retorno (NR), que permitirão emitir uma conclusão se o sêmen era de boa qualidade ou não. Já quando esse detalhe não é monitorado, o sêmen usado é totalmente desconhecido e a definição de uso futuro de uma mesma partida é de prognóstico incerto e ignorado. Em contrapartida, quando é tomada a decisão da avaliação da amostra de sêmen, o primeiro indicador é a verificação da motilidade espermática. Sempre que superior a 30% de espermatozoides com movimento progressivo, seu uso pode ser recomendado. O segundo indicador avaliado é a porcentagem de células normais no ejaculado, que deve sempre superar 70%. Neste fluxograma fica evidente a recomendação de não utilização de amostras avaliadas com baixa motilidade e com mais de 30% de espermatozoides alterados.

Essa estratégia deve ser empregada para minimizar riscos aos produtores, uma vez que os indicadores sugeridos estão associados com a taxa de fertilização, embora não sejam preditores confiáveis da mesma (Amann, 1989; Saacke, 1998).

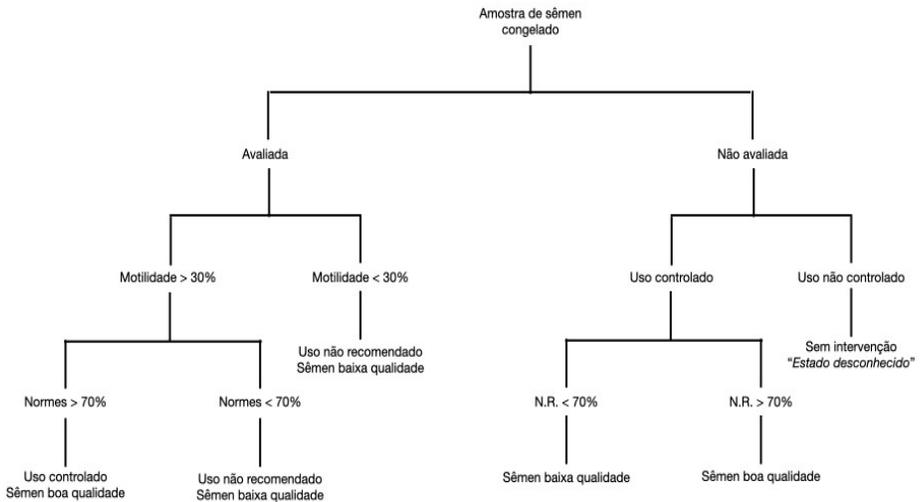


Figura 3. Algoritmo para avaliação de uma amostra de sêmen congelado.

Na Figura 4A é apresentado um algoritmo recomendável para a execução do exame andrológico. Quando o produtor, ou seu veterinário, decidem não efetuar exame nos touros antes de seu emprego em monta natural, duas coisas podem acontecer: a taxa de terneiros nascidos é satisfatória, e, sem nenhuma intervenção, a fase reprodutiva foi um sucesso; ou alternativamente, um desastre, associado a uma baixa taxa de terneiros nascidos, que deve requerer intervenção futura, muito provavelmente iniciando por uma avaliação prévia dos touros antes da cobrição.

Quando os touros são avaliados, o exame clínico classifica os animais em dois grupos, um geralmente numericamente superior sem alterações clínicas aparentes, e outro conjunto suplementar com alguma alteração.

Essas alterações podem ter origem de seus sistemas de criação, as quais podem ser assumidas como de origem traumática e ainda um outro conjunto de origem congênita ou mesmo hereditária. Nesse último grupo seria recomendável a consecução de exames complementares pertinentes e a recomendação de inaptidão reprodutiva ao proprietário. Essa recomendação deve-se primariamente a presumida origem hereditária e ao maior diferencial de seleção que pode ser aplicado aos machos. Nos casos de alterações clínicas de origem traumática, a definição pela aptidão reprodutiva ou não deve ter suporte dos exames de sêmen e complementares. Assim, quando os animais atendem aos requisitos mínimos de motilidade espermática (50%) e de células normais nas amostras de ejaculados (70%), com as exigências complementares satisfatórias, podem ser considerados aptos para a reprodução.

Nos casos de animais sem alterações aparentes no exame clínico, o passo seguinte é a avaliação do sêmen, aqueles com motilidade e % de normais adequados são submetidos aos exames complementares e considerados aptos para a reprodução. Já os touros com baixa motilidade e alta patologia espermática (>30%), devem ser submetidos à nova coleta de sêmen entre 40-60 dias para uma avaliação diagnóstica. Nos casos em que a motilidade e morfologia espermática se encontrem nos padrões normais, são conduzidos aos exames complementares e liberados para a reprodução. Alternativamente, quando o quadro se mantém, os animais podem ser pacientes de processos degenerativos ambientais mais graves ou em fase distinta de evolução, não identificada nos primeiros 60 dias e que deve evoluir bem num próximo exame de sêmen.

Quando o processo degenerativo se mantém numa terceira oportunidade, pode-se inferir que se trata de um processo congênito ou hereditário similar ao exemplo aqui descrito.

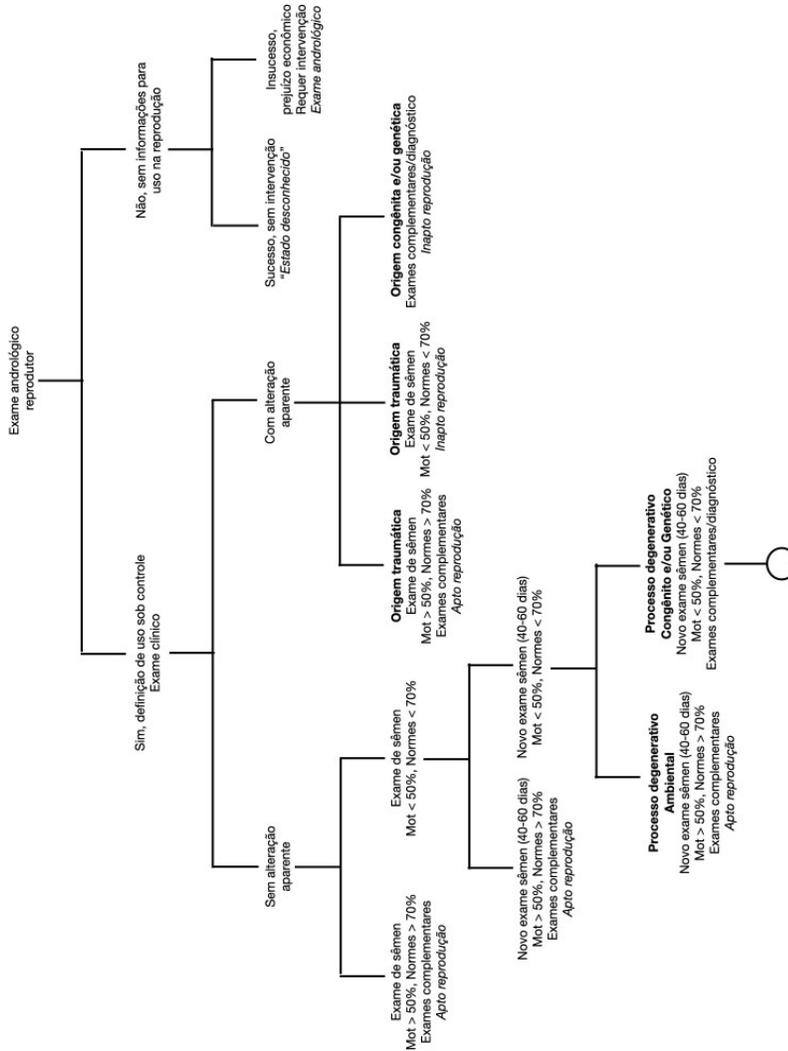


Figura 4A. Algoritmo para avaliação andrológica de um touro.

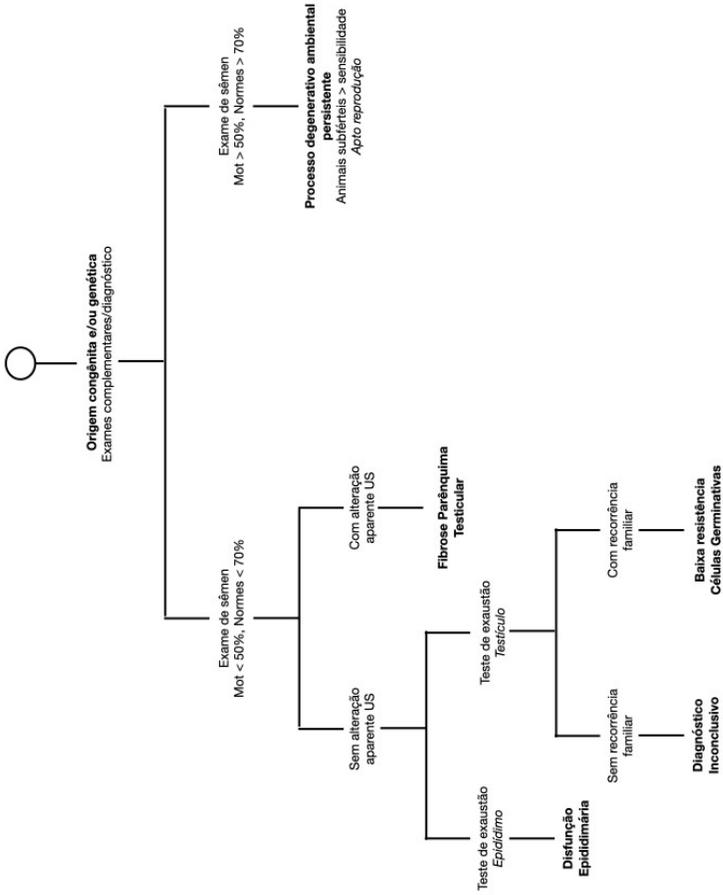


Figura 4B. Algoritmo para avaliação andrológica de um touro (continuação).

O diagnóstico até aqui é praticamente presuntivo. Um maior aprofundamento no mesmo pode ser verificado na Figura 4B, onde é apresentado o algoritmo para uma investigação mais detalhada da origem da alteração seminal. O algoritmo inicia com mais uma avaliação do sêmen. No caso de os touros apresentarem motilidade e morfologia espermática dentro dos padrões de normalidade, o diagnóstico é de aptidão reprodutiva, entretanto, podemos inferir que estes animais devem ter uma maior sensibilidade aos processos degenerativos de origem ambiental, podendo ser qualificados como menos eficientes do que os considerados aptos nas etapas anteriores.

Os animais que apresentam numa quarta oportunidade sêmen com motilidade baixa e alta patologia, significa que não demonstraram sinais de recuperação num período de 6 a 8 meses, período suficiente para quatro ciclos completos de renovação da população espermática. A decisão mais simples é a recomendação de descarte desses animais como inaptos para a reprodução, no entanto, com esse procedimento ainda persiste a dúvida sobre a causa do problema.

O próximo passo recomendável pode ser a inclusão de uma avaliação dos testículos por ultrassonografia. Com mais esse auxílio podem ser investigadas lesões que tenham passado despercebidas no exame clínico e que tenham comprometido o parênquima testicular.

Na ausência de fibrose, o próximo passo rumo a um diagnóstico mais conclusivo é a execução de um teste de exaustão. Esse teste consiste em efetuar o maior número possível de coletas de sêmen no menor intervalo possível de tempo, com vistas a acelerar o trânsito dos espermatozoides no epidídimo (Amann; Almquist, 1962; Gustafsson, 1965; Silva et al., 1977). Nos casos em que se observa redução da prevalência do defeito no ejaculado, a alteração deve estar localizada no epidídimo e vinculada a uma disfunção relacionada à exposição aos fluidos epididimários. No caso contrário, sempre que não se observa variação na frequência do defeito principal, a indicação é de que estamos frente a uma alteração na espermatogênese.

A última etapa é a investigação de recorrência familiar e, em caso negativo, persiste ainda um diagnóstico inconclusivo. Quando é possível evidenciar recorrência familiar, pelo menos um diagnóstico presuntivo pode ser efetuado.

No caso específico do algoritmo ilustrado na Figura 4A está exemplificado o quadro de alteração seminal denominado de baixa resistência das células germinativas, característico de raças “híbridas” (Silva et al., 1982; Horn et al., 2005).

Ao longo das descrições do algoritmo para a avaliação andrológica em diversos interceptos aparece a menção a exames complementares. Esse tema geralmente é relegado a um segundo plano pela maioria dos veterinários andrologistas, principalmente pelos que não têm vinculação direta com enfermidades infectocontagiosas. Na Figura 5 é apresentado o algoritmo para esses exames complementares, visando incorporar de forma simples e eficiente essa etapa nas avaliações dos reprodutores.

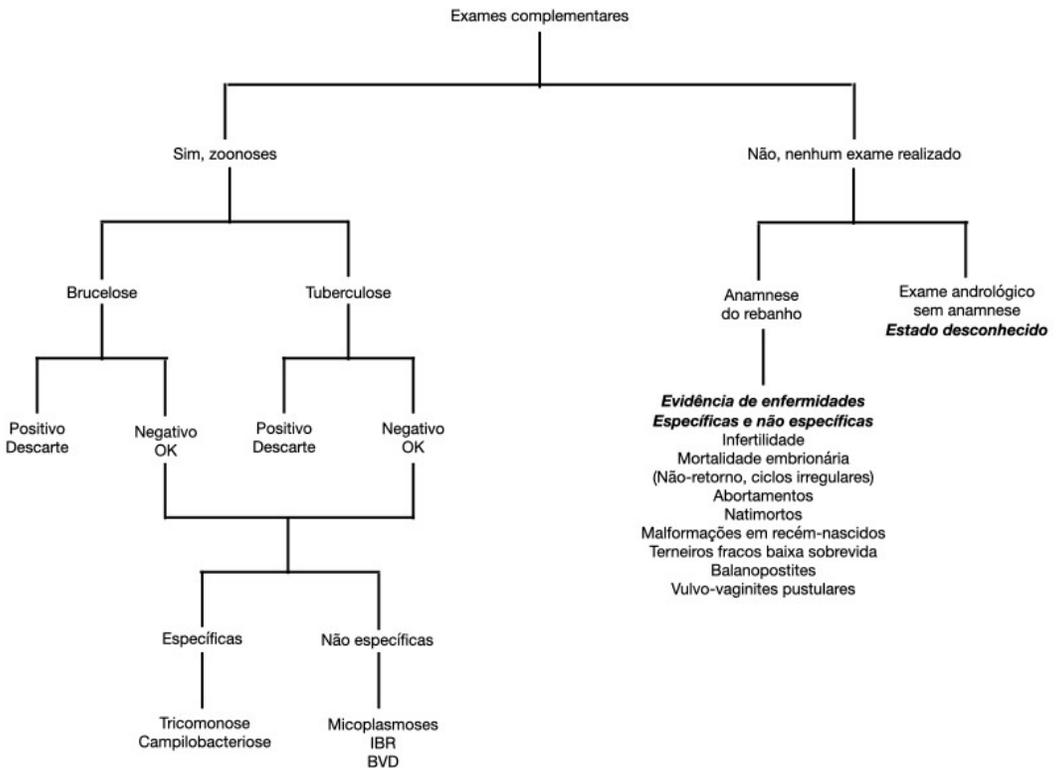


Figura 5. Algoritmo para a avaliação sanitária de um touro

Já na fase final do exame andrológico, caso nenhum exame complementar seja efetuado pelo desejo do proprietário, duas alternativas estão postas ao veterinário. A primeira, utilizar apenas os exames realizados, recomendando animais para a reprodução em estado sanitário desconhecido. A alternativa mais atraente a essa recomendação é a efetivação de uma anamnese sobre a ocorrência pregressa de sinais que podem conduzir a ocorrência prévia de enfermidades específicas da reprodução ou associadas. Entre as informações a serem colhidas, destacam-se: baixa taxa de natalidade; mortalidade embrionária, caracterizada pelas taxas de não retorno e ciclos irregulares; abortamentos; natimortos; malformações em recém-nascidos; terneiros fracos ao nascer com baixas taxas de sobrevivência, balanopostites, vulvovaginites pustulares, entre outros sinais (The Merck..., 2016). Esse procedimento e as informações corretas reportadas, podem introduzir novas e importantes questões ao produtor que, nos próximos anos, deve considerar a incorporação de exames complementares vinculados a sua realidade.

Alternativamente, a decisão mais importante e obrigatória caso os reprodutores estejam sendo avaliados para comercialização é a efetivação dos testes específicos para brucelose e tuberculose. Em caso de positividade para uma ou ambas as enfermidades os animais devem ser descartados. Nos casos alternativos, a recomendação seria da continuidade das investigações das enfermidades específicas (tricomonose e campilobacteriose) e não específicas (micoplasmoses, IBR e BVD) da área reprodutiva em consonância com as informações históricas da propriedade.

Uma proposta de ranqueamento quanto à aptidão reprodutiva

A utilização prática do exame andrológico com o intuito de incrementar a fertilidade dos rebanhos requer alguns cuidados. Isto deve-se a um fato verificado em diferentes estudos: existe associação entre os indicadores da fertilidade potencial, entretanto, a confiabilidade dos mesmos na efetiva predição da fertilidade é baixa.

A baixa confiabilidade na predição direta da fertilidade de touros foi demonstrada em um estudo que incluiu 21 touros da raça Brangus-Ibagé, entre 3 e 9 anos de idade, submetidos a exame andrológico antes da monta natural (Moraes, 2000). Em um período de três anos, 1.110 vacas foram acasaladas em grupos de aproximadamente 40 fêmeas, com apenas um touro em cada período de monta. Estes grupos incluíam vacas com cria ao pé e 20-40% de novilhas. Na média, a taxa de prenhez foi de 70% após 90 dias de acasalamento; entretanto, oscilou entre 2% e 85%. Todos os touros tinham sido avaliados e considerados aptos para a reprodução antes do acasalamento. O valor modal de perímetro escrotal foi 35 cm, a motilidade espermática 50% e a percentagem de espermatozoides normais 77%. Com base nesses resultados pode-se concluir que o emprego do exame andrológico é útil para a obtenção de uma boa fertilidade média, porém, nem todos os indivíduos apresentaram desempenho satisfatório quanto a taxa de vacas prenhes após o acasalamento, indicando a necessidade de outras intervenções durante o período de acasalamento para a obtenção de taxas de prenhez superiores após monta natural. Entre essas intervenções podemos destacar práticas de manejo dos touros durante o acasalamento, tais como: observações diárias do comportamento sexual dos machos; rodízio de touros para evitar desgaste físico excessivo de animais jovens; e monitoramento de relações de dominância em grandes rodeios (Moraes, 2006, 2008).

Além desses aspectos de manejo, um ranqueamento dos touros em função dos dados do exame andrológico pode facilitar a escolha dos animais que entram em serviço e os possíveis candidatos para subseqüentes substituições.

A Figura 6 ilustra os grupos que se formam após o término dos exames andrológicos em um conjunto de touros contemporâneos. O primeiro inclui os aptos mais bem qualificados, que ainda assim podem ser reordenados para uso. A sugestão é de ordená-los sequencialmente (“in tandem”), primeiro quanto ao perímetro escrotal, a seguir quanto a motilidade espermática e, finalmente, quanto ao % de espermatozoides normais.

Assim, aqueles que hierarquicamente apresentem maior massa testicular, melhor motilidade e maior % de células normais serão os primeiros a entrarem em serviço. Exemplificando, o número 1 será o de maior perímetro escrotal com a maior motilidade e % de células normais, o número 2 será o subsequente e assim por diante. Já o segundo conjunto de touros, embora todos presumivelmente aptos, tiveram que ser submetidos a reavaliações ou possuíam alguma observação clínica sem significado patológico ao exame de sêmen. Neste contexto, esses animais serão também ordenados à semelhança do primeiro grupo, apenas com numeração sequencial ao último do grupo superior.

Hierarquia da potencialidade reprodutiva

<p>Apto reprodução Grupo superior</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exame clínico sem alteração aparente • Exame de sêmen (Mot > 50%; Normes > 70%) <p>Ordenamento PER MOT NORMES 1 - ...</p>
<p>Apto reprodução Grupo intermediário</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No. Repetições do Exame de sêmen • Alterações clínicas não incapacitantes <p>Ordenamento No. Repetições MOT NORMES Presença variações 1 - ...</p>
<p>Inapto reprodução</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Portadores de alterações clínicas incapacitantes • Portadores de alterações persistentes na qualidade do sêmen • Portadores de enfermidades investigadas (zoonoses e/ou da esfera reprodutiva)

Figura 6. Estratégia para ranqueamento de reprodutores com as informações do exame andrológico.

O terceiro grupo inclui os animais recomendados para o descarte da reprodução pelo proprietário, que na dependência do tipo de alteração detectada devem ser mantidos separadamente daqueles considerados aptos para a monta natural. A ideia é que esse ordenamento permitirá a entrada em reprodução dos animais mais qualificados, durante o período de maior número de fêmeas em estro por dia.

Recomendações e conclusão

As recomendações seguintes derivam dos exemplos detalhados anteriormente e servem como ilustração às artimanhas que nos deparamos no dia a dia da vida profissional, na grande maioria decorrentes da valoração dos animais examinados e do custo dos exames aos produtores. Alcançar o status de “experiente” na execução de avaliações andrológicas é importante para o desempenho profissional de todo veterinário andrologista. No entanto, ser experiente, pode não necessariamente qualificar o profissional quando esse faz coisas erradas ou simplificadas, visando maior rapidez, em detrimento da qualidade de seu serviço. Essas simplificações podem surgir com a evolução do conhecimento ou de novos equipamentos, buscando resultados mais objetivos e facilmente quantificáveis.

O principal fator de relaxamento de critérios de avaliação que se apresenta para o veterinário é o interesse zootécnico em um dado animal. Esse valor zootécnico é inerente ao número de filhos desejados do reprodutor, seja, pelo seu uso em monta natural, seja pela comercialização de seu sêmen congelado. No presente manuscrito foi bem ilustrada a reduzida fertilidade do sêmen congelado do touro denominado Probando. No presente exemplo, houve rastreabilidade das progênies e, com o passar do tempo, a qualidade do sêmen do touro nunca alcançou níveis suficientes para congelamento em pellets e o proprietário desistiu do animal como doador de sêmen. Mesmo nessas condições ele deixou um número apreciável de filhos, que poderiam transmitir alterações similares de baixa qualidade seminal para sua prole. Um exemplo similar foi o que ocorreu durante a formação e evolução do padrão de excelência da raça Santa Gertrudis (Armstrong, 1976). A proposta original era de evitar que a valoração de indivíduos em exposições notabilizasse linhagens de animais de baixa fertilidade ou de baixa capacidade de produção de leite. Mesmo com essa preocupação, a estratégia inicial para formação da raça incluiu acasalamentos consanguíneos e poucos touros filhos do excepcional fundador da raça Monkey. Neste contexto, o risco de terem sido fixados genes determinantes de características indesejáveis quanto à qualidade do sêmen pode ter ocorrido, uma vez que as características originais desejáveis nos touros eram apenas masculinidade e libido, sendo preteridos apenas animais com anormalidades nos órgãos genitais. Aqui fica uma questão, quantos exemplos conhecemos? Quantos acontecem no dia a dia?

A recomendação básica para o andrologista seria de buscar apoio em Instituições de Classe e de Ensino e Pesquisa para suporte ao seu diagnóstico, não reduzindo o rigor dos procedimentos para o destino de reprodutores problema.

Especificamente quanto à simplificação do exame andrológico, podemos salientar alguns estudos, todos bem-intencionados, mas que poderiam induzir ao uso da capacidade de serviço ou do perímetro escrotal como indicadores de aptidão reprodutiva (Boyd et al., 1991). É importante considerar que esses estudos foram conduzidos por especialistas com domínio da fisiopatologia da reprodução, e, estavam evidenciando, por um lado, os principais indicadores do exame andrológico e, por outro, inferindo a probabilidade de presumir um dado touro como apto com um reduzido número de informações (Dias et al., 2009; Salvador et al., 2008).

Provavelmente essa linha de pesquisa tenha se originado de um estudo em touros Santa Gertrudis ainda dos anos 80, que concluiu que ao longo do tempo o perímetro escrotal dos touros submetidos à avaliação andrológica era maior (certamente pela herdabilidade de média alta da característica) que a efetivação do exame andrológico, e o estabelecimento de um valor mínimo para o perímetro permitia a seleção de touros “aptos” e, ainda, que essa avaliação poderia ser efetuada em torno de 16 meses de idade, mesmo nessa raça que não era muito precoce (Godfrey et al., 1988).

Neste contexto, quantos de nós não caímos nessa armadilha? Quantos touros com perímetro escrotal maior do que 35 cm (Barth, 2000), mas com deficiente qualidade de sêmen foram considerados aptos? Esse procedimento é claramente questionado por diversos estudos que buscam uma avaliação mais holística dos reprodutores e claramente ilustrado pelos dados da Tabela 4, que não mostram diferenças no tamanho testicular entre touros aptos e inaptos (Silva et al., 1981).

Neste caso, a recomendação é de efetuar a avaliação andrológica completa conforme as recomendações de Sociedades Científicas tais como a “Society of Theriogenology” dos Estados Unidos e o Colégio Brasileiro de Reprodução Animal do Brasil.

Uma terceira recomendação deriva da necessidade de repetição dos exames de sêmen durante a avaliação andrológica em touros clinicamente sadios, mas com deficiente qualidade do sêmen, ilustradas na Figura 4 (a e b). A continuidade dos exames demanda novas visitas às propriedades para a repetição dos exames. Esse procedimento gera custos adicionais, assim, em função do número de animais que deve ser reavaliado. A conduta do proprietário pode ser de descartar os touros para abate, ou, desconsiderar a necessidade de novos exames e usar o animal na reprodução. Ambos os procedimentos têm prós e contras. No primeiro caso, sabidamente um animal sem alterações clínicas apresenta baixa probabilidade de ser portador de uma alteração da produção espermática, uma vez que ocorrem em baixas frequências e na maioria dos casos são reversíveis (~15%, Tabela 4). Assim, quando não se conclui o diagnóstico e o proprietário descarta, pode-se estar removendo da população genes produtivamente importantes em determinadas condições ambientais hostis. E em contraste, quando os animais são utilizados sem a conclusão do andrológico, pode-se estar contribuindo pelo menos para menores taxas de natalidade nos rebanhos de vacas em que esses touros serão empregados.

Assim, a recomendação é de prosseguir as avaliações até a obtenção de diagnósticos conclusivos.

Uma outra situação complexa diz respeito a efetivação dos exames sanitários, reportada na Figura 5. É bastante comum durante a revisão anual de touros de campo não serem efetuados exames sanitários. Essa atitude pode estar associada futuramente à necessidade de diagnósticos mais complexos relacionados à incidência de enfermidades específicas, ou não, que comprometem a eficiência reprodutiva. Em contraste, no caso de animais que serão comercializados pelo menos as zoonoses (brucelose e tuberculose) serão investigadas, contribuindo para um menor comprometimento à saúde e produção dos rebanhos.

Esse ramo do conhecimento é dependente de suporte laboratorial especializado, qualificado e de respostas rápidas. Caso não exista ainda a obrigatoriedade da consecução de alguns exames, a recomendação mais sensata seria pelo menos de promover a investigação das zoonoses, e acompanhar via anamnese das propriedades e rebanhos, outras possíveis alterações infecciosas que afetem o desempenho reprodutivo dos bovinos.

Em conclusão ao conjunto de relatos, exemplos e algoritmos para a execução dos exames andrológicos nos bovinos, é evidente que o veterinário andrologista deve atuar de maneira realmente holística, seguindo as etapas descritas nos segmentos a e b da Figura 4, garantindo assim o entendimento dos componentes do exame andrológico, de forma a conectá-los para alcançar um efetivo diagnóstico sobre a potencialidade reprodutiva de cada touro. Isso vai contribuir para uma maior eficácia dos sistemas de produção, também sob os pontos de vista ambientais, sociais e econômicos.

Referências

- ALENCAR, M. M. **Bovino - Raça Canchim**: origem e desenvolvimento. São Carlos: Embrapa UEPAE de São Carlos, 1988. 103 p. (Embrapa UEPAE de São Carlos. Documentos, 4).
- AMANN, R. P.; ALMQUIST, J. O. Reproductive capacity of dairy bulls. VII. Morphology of epididymal sperm. **Journal of Dairy Science**, v. 45, n. 12, p. 1516-1526, 1962.
- AMANN, R. P. Can the fertility potential of a seminal sample be predicted accurately? **Journal of Andrology**, v. 10, n. 2, p. 89-98, Mar./Apr. 1989.
- AMANN, R. P.; WABERSKI, D. Computer-assisted sperm analysis (CASA): capabilities and potential developments. **Theriogenology**, v. 81, n. 1, p. 5-17, Jan. 2014.
- ALQUÉZAR-BAETA, C.; GIMENO-MARTOS, S.; MIGUEL-JIMÉNEZ, S.; SANTOLARIA, P.; YÁNIZ, J.; PALACÍN, I.; PÉREZ-PÉ, R. OpenCASA: a new open-source and scalable tool for sperm quality analysis. **PLoS Computational Biology**, v. 15, n. 1, e1006691, Jan. 2019.
- ARMSTRONG, J. B. Evolution of the Santa Gertrudis standard of excellence. **Beef Cattle Scientific Handbook**, v. 13, p. 355-361, 1976.
- BARTH, A. D. **Bull breeding soundness evaluation**. Lacombe: Western Canadian Association of Bovine Practitioners, 2000. 75 p.
- BARTH, A. D. Review: the use of bull breeding soundness evaluation to identify subfertile and infertile bulls. **Animal**, v. 12, p. 158-164, June 2018. Supplement 1.
- BARTH, A. D.; WALDNER, C. L. Factors affecting breeding soundness classification of beef bulls examined at the Western College of Veterinary Medicine. **Canadian Veterinary Journal**, v. 43, n. 4, p. 274-284, Apr. 2002.
- BASRUR, P. K. **Hybrid sterility**. In: BENIRSCHKE, K. (ed.). Comparative mammalian cytogenetics. New York: Springer Verlag, 1969. p. 107-131.
- BASRUR, P.; BASRUR, V. Genes in genital malformations and male reproductive health. **Animal Reproduction**, v. 1, n. 1, p. 64-85, Oct./Dec. 2004.

BOYD, G. W.; HEALY, V. M.; MORTIMER, L. R. G.; PIOTROWSKI, J. R. Serving capacity tests are unable to predict the fertility of yearling bulls. **Theriogenology**, v. 36, n. 6, p. 1015-1025, Dec. 1991.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 53, de 27 de setembro de 2006. Aprova o regulamento para registro e fiscalização de centro de coleta e processamento de sêmen (CCPS) bovino, bubalino, caprino e ovino... **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 4 out. 2006. Seção 1, p. 15-18.

BRINKS, J. S.; MCINERNEY, M. J.; CHENOWETH, P. J. Relationship of age at puberty in heifers to reproductive traits in young bulls. **Proceedings of the Western Section American Society Animal Science**, v. 29, p. 28, 1978.

BRITO, L. F. C.; SILVA, A. E. D. F.; RODRIGUES, L. H.; VIEIRA, F. V.; DERAGON, L. A. G.; KASTELIC, J. P. Effects of environmental factors, age and genotype on sperm production and semen quality in *Bos indicus* and *Bos taurus* AI bulls in Brazil. **Animal Reproduction Science**, v. 70, p. 181-190, Apr. 2002.

BRITO, L. F. C.; SILVA, A. E. D. F.; UNANIAN, M. M.; DODE, M. A. N.; BARBOSA, R. T.; KASTELIC, J. P. Sexual development in early- and late-maturing *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred bulls in Brazil. **Theriogenology**, v. 62, n. 7, p. 1198-1217, Oct. 2004a.

BRITO, L. F. C.; SILVA, A. E. D. F.; BARBOSA, R. T.; KASTELIC, J. P. Testicular thermoregulation in *Bos indicus*, crossbred and *Bos taurus* bulls: relationship with scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. **Theriogenology**, v. 61, n. 2-3, p. 511-528, Jan. 2004b.

BUCHANAN, D. S.; DOLEZAL, S. L. Breeds of cattle. In: FRIES, R.; RUVINSKY, A. (ed.). **The genetics of cattle**. Wallingford: CABI, 1999. p. 667-695.

CHACÓN, J.; PÉREZ, E.; MULLER, E.; SODERQUIST, L.; RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. Breeding soundness evaluation of extensively managed bulls in Costa Rica. **Theriogenology**, v. 52, n. 2, p. 221-231, July 1999.

CHAGAS, E. C. **Genetic and environmental effects on growth in British and Nelore x Angus cross cattle**. 1988. 351 f. (PhD Thesis) - University of New South Wales, Sydney.

CHENOWETH, P. J.; LORTON, S. P. **Animal andrology: theories and applications**. Wallingford: CABI, 2014. 595 p.

CHENOWETH, P. Bull health and breeding soundness. In: COCKCROFT, P. D. (ed.). **Bovine medicine**. 3rd ed. Chichester: J. Wiley & Sons, 2015. p. 246-261.

DIAS, J. C.; ANDRADE, V. J.; MARTINS, J. A. M.; EMERICK, L. L.; GONÇALVES, P. E. M.; VALE FILHO, V. R. Classificação andrológica por pontos (CAP) de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) de dois e três anos de idade, criados sob pastejo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 4, p. 1094-1099, 2009.

DONG, Z.; YAN, J.; XU, F.; YUAN, J.; JIANG, H.; WANG, H.; CHEN, Z.-J. Genome sequencing explores complexity of chromosomal abnormalities in recurrent miscarriage. **The American Journal of Human Genetics**, v. 105, n. 6, p. 1102-1111, Dec. 2019.

DUNN, H. O.; LEIN, D. H.; MCENTEE, K. Testicular hypoplasia in a bull with 61,XXY karyotype: the bovine counterpart of human klinefelter's syndrome. **Cornell Veterinarian**, v. 70, n. 2, p. 137-146, Apr. 1980.

EUCLIDES FILHO, K. **Cruzamento em gado de corte**. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1996. 68 p. (Coleção criar, 1).

FRIZZAS, O. G.; GROSSI, D. A.; BUZANSKAS, M. E.; PAZ, C. C. P.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B.; MUNARI, D. P. Heritability estimates and genetic correlations for body weight and scrotal circumference adjusted to 12 and 18 months of age for male Nellore cattle. **Animal**, v. 3, n. 3, p. 347-351, Mar. 2009.

GARCIA, O. S. **Características físicas e morfológicas do sêmen de touros normais e com distúrbios reprodutivos de raças indianas e européias criados no Estado de Minas Gerais**. 1971. 63 f. (Tese de Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

GLORIA, A.; CARLUCCIO, A.; WEGHER, L.; ROBBE, D.; VALORZ, C.; CONTRI, A. Pulse wave Doppler ultrasound of testicular arteries and their relationship with semen characteristics in healthy bulls. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 9, n. 1, p. 1-7, Feb. 2018.

GODFREY, R. W.; RANDEL, R. D.; PARISH, N. R. The effect of using the Breeding Soundness Evaluation as a selection criterion for Santa Gertrudis bulls on bulls in subsequent generations. **Theriogenology**, v. 30, n. 6, p. 1059-1068, Dec. 1988.

GUSTAFSSON, B. A case of akinesia of bull sperm associated with a functional disturbance in the epididymis. **Nordish Veterinary Medicine**, v. 17, n. 2, p. 65-72, Feb. 1965.

GUSTAVSSON, I. Cytogenetic, distribution and phenotypic effects of a translocation in Swedish cattle. **Hereditas**, v. 63, n. 1-2, p. 68-169, 1969.

HALNAN, C. R. E. **Cytogenetics of animals**. Wallingford: CABI, 1989. 519 p.

HOTALING, J. M. Genetics of male infertility. **Urologic Clinics of North America**, v. 41, n. 1, p. 1-17, Feb. 2014.

HORN, M. M.; MORAES, J. C. F.; GALINA, C. S. Semen quality in purebred and crossbred beef bulls after six days of natural mating to synchronized females. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 22, p. 61-70, 1999a.

HORN, M. M.; MORAES, J. C. F.; GALINA, C. S. Qualidade do sêmen de touros das raças Aberdeen Angus e Brangus-lbagé frente à degeneração testicular experimental induzida por dexametasona. **Ciência Rural**, v. 29, n. 3, p. 523-526, set. 1999b.

HORN, M. M.; MORAES, J. C. F.; MACIEL, M. N. Variação temporal na qualidade do sêmen de touros de genótipo puro europeu e sintético derivado. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v. 26, p. 324-330, 2002a.

HORN, M. M.; MORAES, J. C. F.; EDELWEISS, M. I. A. Evidência de seleção espermática diferencial no epidídimo de touros de genótipo híbrido com alteração na espermatogênese. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 97, p. 171-174, 2002b.

HORN, M. M.; MORAES, J. C. F.; JAUME, C. M.; EDELWEISS, M. I. A.; ROSADO, A. Reproductive deficiency in bulls from synthetic breeds according to the type of crossbreed and the morphology of the Y chromosome. **Genetics and Molecular Biology**, v. 28, n. 2, p. 225-229, June 2005.

HU, T.; ZHANG, Z.; WANG, J.; LI, Q.; ZHU, H.; LAI, Y.; LIU, S. Chromosomal aberrations in pediatric patients with developmental delay/intellectual disability: a single-center clinical investigation. **BioMedical Research International**, v. 2019, 9352581, Nov. 2019. DOI: 10.1155/2019.

JAUME, C. M.; MORAES, J. C. F. **Importância da condição corporal na eficiência reprodutiva do rebanho de cria**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2002. 30 p. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 43).

JORGE, W. Chromosome study of some breeds of cattle. **Caryologia**, v. 27, n. 3, p. 325-329, 1974.

KIRKPATRICK, W. Genetics and biology of reproduction in cattle. In: FRIES, R.; RUVINSKY, A. (ed.). **The genetics of cattle**. Wallingford: CABI, 1999. p. 401-402.

KENNEDY, S.; SPITZER, J.; HOPKINS, F.; HIGDON, H.; BRIDGES, W. Breeding soundness evaluations of 3648 yearling beef bulls using the 1993 Society for Theriogenology guidelines. **Theriogenology**, v. 58, n. 5, p. 947-961, Sept. 2002.

KENNY, D. A.; BYRNE, C. J. Review: the effect of nutrition on timing of pubertal onset and subsequent fertility in the bull. **Animal**, v. 12, p. 36-44, June 2018. Supplement 1.

KIEFER, N. M.; CARTWRIGHT, T. C. Sex chromosome polymorphism in domestic cattle. **Journal of Heredity**, v. 59, n. 1, p. 35-37, 1968.

LANDAETA-HERNÁNDEZ, A. J.; GIL-ARAUJO, M. A.; UNGERFELD, R.; OWEN RAE, D.; URDANETA-MOYER, A.; PARRA-NÚÑEZ, A.; CHENOWETH, P. J. Effect of season and genotype on values for bull semen variables under tropical conditions. **Animal Reproduction Science**, v. 221, 106592, Oct. 2020.

LEAL, J. J. B. **Avaliação da raça Braford no Brasil**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2009. 16 p. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 96).

LEAL, J. J. B.; PEREIRA, G.; SALOMONI, E. **Uso de genótipos zebuínos em vacas da raça Hereford/Polled Hereford**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 1988. 3 p. (Embrapa Pecuária Sul. Pesquisa em andamento, 18).

LEAL, J. J. B. Raças, características e exigências ecológicas. In: MORAES, J. C. F.; ALVES, S. R. S. (ed.). **Sistemas de criação para terminação de bovinos de corte na região Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2003. p. 15-16. (Embrapa Pecuária Sul. Sistemas de produção, 1).

MADURO, M. R.; LAMB, D. J. Understanding the new genetics of male infertility. **Journal of Urology**, v. 168, n. 5, p. 2197-2205, Nov. 2002.

MENEGASSI, S. R. O.; BARCELLOS, J. O. J.; PERIPOLLI, V.; DIAS, E. A.; COSTA, J. B. G.; MORAES VIEIRA, M.; MOOJEN, F. G. Reproductive success or failure in four breed groups of beef bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 7, p. 240-247, 2015.

MORAES, J. C. F. **Avaliação do sistema genital, principais alterações e predição da fertilidade de touros**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2006. 27 p. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 56).

MORAES, J. C. F. Caracterização da inseminação artificial em vacas de corte no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v. 18, n. 3-4, p. 142-152, 1994.

- MORAES, J. C. F. Examen de la salud reproductiva y alteraciones de la fertilidad de los toros. In: GALINA, C.; VALENCIA, J. (comp.). **Reproducción de animales domesticos**. 3. ed. Mexico: Limusa, 2008. p. 205-218.
- MORAES, J. C. F.; HORN, M. M.; ROSADO JUNIOR, A. G. Exame andrológico em touros: qualidade dos indicadores da aptidão reprodutiva em distintos grupos raciais. **Ciência Rural**, v. 28, n. 4, p. 647-652, dez. 1998.
- MORAES, J. C. F.; JAUME, C. M. **A condição corporal como indicativo da atividade ovariana de vacas de corte criadas sobre condições extensivas nas primeiras semanas pós-parto**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. 32 p. (Embrapa Pecuária Sul. Boletim de pesquisa, 20).
- MORAES, J. C. F.; MATTEVI, M. S.; POLI, J. L. E. H. Avaliação clínica da genitália externa de touros jovens e sua relação com o cariótipo. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v. 2, p. 25-28, 1978.
- MORAES, J. C. F.; MATTEVI, M. S.; SALZANO, F. M.; POLI, J. L. E. H.; ERDTMANN, B. A cytogenetic survey of five breeds of cattle from Brazil. **Journal of Heredity**, v. 71, n. 2, p. 146-148, Mar./Apr. 1980.
- MORAES, J. C. F.; MATTEVI, M. S.; SILVA, J. F. Fertility effects of chromosome rearrangement (insertion 16) in Charolais cattle from Brazil. **Theriogenology**, v. 27, n. 4, p. 665-678, Apr. 1987.
- MORAES, J. C. F.; PITTA-PINHEIRO, J. E.; POLI, J. L. E. H.; VAZ, A. K.; RISCH, A. L. C. Constituição cromossômica em bovinos com fenótipo normal e portadores de malformações diversas. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v. 9, n. 2, p. 75-86, 1985.
- MORAES, J. C. F. **A predição da fertilidade de touros**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. 3 p. (Embrapa Pecuária Sul. Comunicado técnico, 29).
- NAGASE, H.; NIWA, T. Deep freezing bull semen in concentrated pellet form. I. Factors affecting survival of spermatozoa. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ANIMAL REPRODUCTION AND ARTIFICIAL INSEMINATION, 5., 1964, Trento. **Proceedings...** Trento: [s. n.], 1964. p. 410-415.
- OLIVEIRA, N. R. M.; SALOMONI, E.; LEAL, J. J. B.; MORAES, J. C. F.; DEL DUCA, L. O. A. Genetic and environmental effects on growth of 3/8 Nelore x 5/8 Aberdeen Angus beef cattle derived from different crossbreeding schemes. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 6, n. 2, p. 173-188, 1998.
- OSÓRIO, J. A. A.; MORAES, J. C. F. Identificação de critérios para avaliação "in vitro" da qualidade do sêmen "in natura" e congelado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 11., 1995, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 1995. p. 316.
- PINHEIRO, L. E. L.; MIES FILHO, A.; MORAES, J. C. F.; VAN HOOIGSTRATEN, M. I. M. J. Avaliação andrológica de touros com polimorfismo cromossômico. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v. 3, n. 1, p. 23-26, 1979.
- PINHEIRO, L. E. L.; MORAES, J. C. F.; MATTEVI, M. S.; ERDTMANN, B.; SALZANO, F. M.; MIES FILHO, A. Two types of Y chromosome in a Brazilian cattle breed. **Caryologia**, v. 33, n. 1, p. 25-32, 1980.

PIRES, R. M. L.; DUARTE, K. M. R.; SOUZA, M. V. L.; SILVA, M. H. A. Translocação robertsoniana 1/29 em matrizes bovinas da raça Senepol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 18., 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: CBRA, 2009. p. 494.

PIRES, R. M.; ALVAREZ, R. H.; MÉO, S. C.; MARTINEZ, A. C. Anomalias cromossômicas em touros doadores de sêmen. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. p. 1-4.

RAO, R.; BANE, A.; GUSTAFSSON, B. K. Changes in the morphology of spermatozoa during their passage through the genital-tract in dairy bulls with normal and impaired spermatogenesis. **Theriogenology**, v. 14, n. 1, p. 1-12, July 1980.

SAACKE, R. G. Sperm morphology: its relevance to compensable and un-compensable traits in semen. **Theriogenology**, v. 70, n. 3, p. 473-478, Aug. 2008.

SALVADOR, D. F.; ANDRADE, V. J.; VALE FILHO, V. R.; DIAS, J. C.; NOGUEIRA, L. A. G. Associação entre o perfil andrológico e a congelação de sêmen de touros da raça Nelore aos dois anos de idade, pré-selecionados pela classificação andrológica por pontos (CAP). **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 3, p. 587-593, jun. 2008.

SILVA, J. F.; MORAES, J. C. F.; SCHUCH, L. H. Agenesia de peça intermediária do espermatozóide: um defeito de espermiogênese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 12, p. 247-250, 1977.

SILVA, J. F.; MORAES, J. C. F.; SCHUCH, L. H. Relacionamento entre espermiograma e fertilidade do sêmen congelado de um touro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 2., 1976, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: CBRA, 1976. p. 275.

SILVA, J. F.; PEREIRA, D. A. S.; OLIVEIRA, J. F. C.; MARTINS, S. C. R.; FERREIRA, J. M. M.; MORAES, J. C. F. Avaliação da fertilidade potencial de touros de diferentes raças com base no exame andrológico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 4., 1981, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: CBRA, 1981. p. 128.

SILVA, J. F.; MORAES, J. C. F.; SCHUCH, L. H.; MARTINS, S. C. R. Baixa resistência das células germinativas em touros com recorrência familiar. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 2, n. 4, p. 155-160, abr. 1982.

THE MERCK VETERINARY MANUAL. Kenilworth: Merck Sharp & Dohme, 2016. 3325 p.

VALE FILHO, V. R.; PEREIRA, J. R. A.; PINTO, P. A.; SOARES, L. C. O. V. Aspectos do libido e comportamento sexual de touros *Bos taurus* e *Bos indicus* no Brasil. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v. 4, n. 4, p. 10-17, 1980.

Embrapa

Pecuária Sul

