



Seleção de touros para reprodução a campo: novas perspectivas

Bull selection for natural breeding: new perspectives

Eliane Vianna Costa e Silva^{1,4}, Luíz Carlos Cesar Costa Filho^{2,3}, Cynthia Cantagessi de Souza^{2,3}, Caroline Carvalho de Oliveira^{2,3}, Vanessa Lopes Dias Queiroz^{2,3}, Carmem Estefânia Serra Neto Zúccari¹

¹Grupo de Estudos em Reprodução Animal no Mato Grosso do Sul, GERA-MS/CNPq, FAMEZ/UFMS, Campo Grande, MS, Brasil.

²Laboratório de Reprodução Animal /FAMEZ/UFMS, Campo Grande, MS, Brasil.

³Programa de Pós- Graduação em Ciência Animal, FAMEZ/UFMS

⁴Correspondência: eliane.silva@ufms.br

Resumo

O sistema reprodutivo adotado na pecuária bovina privilegia a distribuição do patrimônio genético do touro, mas por outro lado, aumenta o impacto individual do macho sobre a produtividade e a fertilidade do rebanho: exacerbando potenciais individuais sejam eles positivos ou negativos. É preciso entender a diferença de abordagem de seleção do potencial reprodutivo de um macho entre os Programas melhoramento genético (PMG) e a clínica veterinária. Os PMGs procuram identificar nos indivíduos o potencial de agregar a sua progênie características reprodutivas tais como: precocidade sexual, habilidade materna, facilidade de parto entre outras. O exame clínico veterinário avalia o potencial de fertilidade do indivíduo e procura eliminar da reprodução não só animais com patrimônio genético indesejável para tal, mas também aqueles que se apresentam clinicamente inférteis ou subférteis. Nesta revisão pretende-se discutir alguns aspectos mais atuais da seleção de reprodutores para uso em monta natural do ponto de vista andrológico e do ponto de vista do melhoramento genético que resultam em maior potencial fértil do reprodutor ou que garantam maior vida útil dos touros no rebanho.

Palavras-chave: adaptação, exame andrológico, fertilidade, genoma, puberdade.

Abstract

The reproductive system adopted in cattle favors the distribution of the genetic heritage of the bull, but then increases the individual's impact on male fertility and productivity of the herd: individual potential exacerbating either positive or negative. We need to understand the reproductive potential of the selection difference in approach of a male between the Genetic Improvement Programs (PMG) and the veterinary clinic. The PMGs seek to identify individuals in the potential to add their progeny reproductive characteristics such as sexual precocity, maternal ability, calving ease and others. The veterinary clinical examination evaluates the individual's fertility potential, and seeks to eliminate the reproduction not only animals with undesirable genetic resources for breeding as those present clinically infertile or subfertile. In this review we intend to discuss some modern aspects of selection of bulls for use in natural breeding soundness of view and the genetic improvement view that resulted in more fertile reproductive potential or to ensure longer life of the bulls in the herd.

Keywords: adaptability, breeding soundness evaluation, fertility, genomic, puberty.

Introdução

Do ponto de vista de estratégias para melhorar a eficiência na produção de touros com potencial para agregar ganho genético em um rebanho, Brumatti et al. (2013) demonstraram que o impacto da utilização de touros em monta natural é baixo, ainda que se utilize acasalamentos de touros selecionados com fêmeas com genótipo superior, o aproveitamento da progênie como potenciais reprodutores é muito reduzido embora a um custo menor do que quando se agrega quaisquer biotécnicas reprodutivas. A lucratividade prevista de um sistema de produção de tourinhos que utilize monta natural é de cerca de 51%, caso se adote Inseminação artificial, 43%, Transferência de embriões, 37%. Esta margem de lucro maior em sistema de produção em monta natural diminui o risco da atividade, deixando o produtor mais acomodado, o que provavelmente é a causa da grande dificuldade de introdução de biotécnicas da reprodução, o que pode ser confirmado pelo fato de que a maioria esmagadora de propriedades ainda adotam a monta natural como estratégia de manejo reprodutivo até os dias de hoje.

O sistema reprodutivo adotado na pecuária bovina privilegia a distribuição do patrimônio genético do touro, mas por outro lado aumenta o impacto individual do macho sobre a produtividade e a fertilidade do rebanho: exacerbando potenciais individuais sejam eles positivos ou negativos. Existem várias formas de reexergar o impacto potencial de um touro sobre o rebanho. Sob o ponto de vista do melhoramento genético o reprodutor pode agregar ganhos genéticos em quesitos importantes para a eficiência produtiva e reprodutiva:



ganho de peso, qualidade de carne, facilidade para parto, idade a puberdade, etc. Normalmente, adota-se um critério de seleção que seja fácil de medir, tenha alta repetibilidade e, obviamente, que seja herdável. No entanto, existe outra perspectiva quando se trata de seleção de um reprodutor que se relaciona com o seu potencial biológico reprodutivo, para o qual muitas vezes utilizamos critérios também utilizados para o melhoramento genético, mas adotando interpretações diferentes: a seleção para o potencial fértil fundamentada no exame andrológico.

É preciso entender a diferença de abordagem de seleção do potencial reprodutivo de um macho entre os Programas de Melhoramento Genético (PMG) e a clínica veterinária. Os PMG procuram identificar nos indivíduos o potencial de agregar a sua progênie características reprodutivas tais como precocidade sexual, habilidade materna, facilidade de parto entre outras. O exame clínico veterinário avalia o potencial de fertilidade do indivíduo e procura eliminar da reprodução não só animais com patrimônio genético indesejável para tal como aqueles que se apresentem clinicamente inférteis ou subférteis.

São inúmeras as variáveis que influenciam a fertilidade de um touro, o que torna extremamente complexo definir qualitativamente um reprodutor quanto a este aspecto. No entanto, existem vários parâmetros biológicos já consolidados e alguns mais recentes que trazem indicativos do potencial de fertilidade do macho. Inicialmente um animal tem que desenvolver-se, alcançar a puberdade para apresentar pelo menos um potencial mensurável clinicamente quanto à fertilidade. Depois de alcançada a maturidade sexual, o objeto do diagnóstico clínico será o de averiguar o quanto se encontra preservada a saúde morfoanatômica e fisiológica de um touro potencialmente fértil, avaliado preferencialmente antes de desafiá-lo a campo, ou seja, na pré-estação reprodutiva.

Nesta revisão pretende-se discutir alguns aspectos mais atuais da seleção de reprodutores para uso em monta natural do ponto de vista andrológico e do ponto de vista do MG que resultam em maior potencial fértil do reprodutor ou que garantam maior vida útil dos touros no rebanho.

Seleção para precocidade sexual

Para os machos, o principal critério reprodutivo utilizado em PMG tem sido o perímetro escrotal (PE). Biologicamente a puberdade pode ser definida no macho quando o ejaculado alcança 50 milhões de espermatozoides totais e 10% de motilidade (Wolf et al., 1965). Todavia, embora a correlação do PE com a alteração dos parâmetros seminais seja alta, isto não retrata a realidade do parênquima testicular não garantindo, desta forma, que um animal com bom PE em idade precoce terá boa qualidade seminal no período de maturidade sexual. De acordo com Silva et al. (2002), touros da raça Nelore dentro da mesma idade e tamanho testicular, apresentaram motilidade espermática diferente. Esta variação mostrou que os testículos com tamanhos iguais podem produzir sêmen tanto de baixa, como alta motilidade. Portanto, esta produção de sêmen deve-se à funcionalidade testicular do animal, e não somente ao tamanho do PE.

Loaiza-Echeverri et al. (2013) observaram que o desenvolvimento do PE em touros Guzerá foi caracterizado por uma fase de crescimento acelerado entre 10,6 e 14,5, meses seguido por um declínio na taxa de crescimento e afirmaram que estes resultados obtidos foram significativamente influenciados por efeitos ambientais. A idade à puberdade coincide com este momento e pode variar com a raça e o manejo alimentar a que os animais são submetidos.

Em busca da identificação de rebanhos bovinos sexualmente precoces, a técnica da ultrassonografia testicular vem sendo utilizada assegurando uma avaliação dos touros antes de atingirem a puberdade (Aravindakshan et al., 2000). De acordo com os relatos de Cartee et al. (1986, 1989) em touros, o ultrassom permite um método não invasivo para determinar as medidas dos testículos de forma direta, podendo ser usada para prever o volume testicular e a produção espermática.

A determinação da ecotextura testicular permite identificar a capacidade espermatogênica dos testículos (Gabor et al., 1998). A ecotextura avaliada pela ultrassonografia foi altamente correlacionada com a área de túbulos seminíferos, indicando que a imagem testicular do ultrassom foi considerada uma forma potencial para avaliação da função dos testículos em touros.

Outro método promissor é a dosagem do hormônio anti-mülleriano (AMH) que poderá atuar como um marcador para uma possível detecção da puberdade precoce em tourinhos. Em seres humanos, o AMH já é utilizado como marcador de puberdade precoce e tardia (Rey et al., 1993; Okay, 2003).

O AMH é uma glicoproteína homodimérica, produzida a partir do momento que ocorre a diferenciação dos túbulos seminíferos no testículo fetal à maturação puberal em seres humanos (Josso et al., 1993). Ele é secretado pelas células de Sertoli presentes nos testículos, as quais são de suma importância para a ocorrência da diferenciação celular, formação dos testículos e espermatogênese. Elas estão entre as primeiras células a se diferenciar nas gônadas fetais do macho e promove a secreção do AMH responsável pela regressão do ducto de Müller (Behringer et al., 1994; Mishina et al., 1996; Rey et al., 2003).

De acordo com relatos de Kao et al. (2012), a expressão do AMH foi detectada em células de Sertoli, verificada por meio de imunohistoquímica em suínos com dois meses de idade e desapareceu completamente a partir dos seis meses de idade.



Este hormônio continua sendo produzido até a puberdade, após essa fase seus níveis decrescem vagarosamente e podem chegar a valores residuais (Okay, 2003). Segundo Almeida et al. (2012), a expressão reduzida de AMH pelas células de Sertoli observada na imunohistoquímica está intimamente relacionada com o aparecimento da espermatogênese nos túbulos seminíferos, pois o AMH apresentou-se correlacionado negativamente tanto com o diâmetro tubular ($r = -0,76$; $P < 0,001$) quanto com os estádios de desenvolvimento dos túbulos ($r = -0,81$; $P < 0,001$). A imunomarcagem, de acordo estes autores, não foi observada em células germinativas em qualquer fase, somente em células de Sertoli.

É sabido que durante a puberdade a expressão do AMH é negativamente regulada por hormônios androgênicos, por exemplo, a testosterona e diminui drasticamente nos túbulos seminíferos (Okay, 2003). Os relatos de Almeida et al. (2012) e Boukari et al. (2009) corroboram com este achado, no qual observaram uma redução na expressão através da imunomarcagem para AMH e seu receptor AMHR2 concomitantemente com um aumento da expressão de receptores de andrógenos pelas células de Sertoli.

A maturação de células de Sertoli pode ser caracterizada por um número de marcadores, incluindo o AMH durante a puberdade. Segundo Rey et al. (1993), a sua dosagem é uma forma útil na detecção de precocidade puberal (baixos níveis de AMH) e puberdade tardia (níveis elevados de AMH) em humanos. As observações feitas em humanos permitem levantar a hipótese de que esse poderia ser um método inovador que permitiria a identificação da puberdade precoce também na espécie bovina auxiliando na seleção de indivíduos mais precoces em PMG, podendo ser um marcador promissor, mas pelas suas características observadas nas fêmeas na senescência ovariana, também ser um parâmetro sanguíneo interessante para avaliar o comprometimento ovariano na disponibilização do *pool* folicular em idades mais avançadas.

O Grupo de Pesquisa em Reprodução de bovinos do estado de Mato Grosso do Sul (GERA-MS) tem uma linha de pesquisa voltada para o desenvolvimento de técnicas para a seleção da precocidade sexual em bovinos da raça Nelore e neste sentido vem desenvolvendo pesquisas para averiguar a hipótese da relação do AMH com a identificação de animais precoces na raça. Nesta linha, a dissertação de Mestrado de Queiroz (2014) registrou diferenças significativas nas dosagens do AMH desde a desmama entre bezerros Nelore que foram considerados superprecoces (atingiram a puberdade antes dos 13 meses de idade) em relação a animais mais tardios, que atingiram a puberdade após os 16 meses.

Para a seleção à puberdade alguns genes têm sido identificados como prováveis candidatos a marcadores genéticos. Fortes et al. (2012) associaram regiões genômicas no BTA2, BTA14 e no cromossoma X com características de puberdade em touros Brahman. O cromossomo 2 foi associado com níveis sanguíneos de INHA (subunidade alfa da inibina aos 4 meses de idade). No Cromossoma 14, os SNPs PLAG1 (gene pleomórfico adenoma 1) e IGF1 aos 6 meses e PE aos 12 meses de idade, enquanto que no cromossoma X registrou-se associações com PE aos 12 meses e porcentagem de espermatozoides normais aos 24 meses. Em touros de raças Compostas Tropicais, Fortes et al. (2013) confirmaram os mesmos achados. Já Fernández et al. (2014) utilizando touros Angus identificaram no Gene BTA20 a região 26.20-28.35 MB, em que nela e na região vizinha localizaram outros potenciais genes candidatos: ISL1, PELO, FST e SPZ1 que podem estar envolvidos com a espermatogênese.

Seleção do potencial fértil de animais adultos

A opção por touros avaliados por PMG é sempre uma garantia de confiabilidade no patrimônio genético do animal quanto às características de produção, dando uma perspectiva ao produtor do que o animal pode agregar de ganho a sua progênie. Mas, é importante que o produtor saiba que avaliação sistematizada quanto a ganho de peso, características associadas à qualidade de carcaça e precocidade sexual, não conferem ao animal saúde reprodutiva ou fertilidade. Para aferir a condição reprodutiva do indivíduo é necessário que se faça anualmente o exame andrológico e avaliação sanitária para identificar as principais doenças infecciosas reprodutivas que acometem machos bovinos.

Em rebanhos sem rotina de exame andrológico, há registros de diagnóstico de cerca de 30% dos reprodutores como estéreis ou subférteis (Garcia, 1971; Vale Filho et al., 1979; Fonseca, 1989), após sucessivos exames anuais a porcentagem de descarte por problemas clínicos pode cair a cerca de 20% do rebanho de touros. Se houver possibilidade de maior pressão de seleção, o veterinário pode estabelecer critérios por ranking de pontuação do potencial reprodutivo, considerando pesos para os itens de PE, aspectos físicos e morfológicos do sêmen.

O custo de exames de touros, a princípio, assusta os produtores, principalmente aqueles que têm um rebanho maior. No entanto, as perspectivas advindas de um bom processo de seleção reprodutiva são inúmeras e apresentam uma relação custo-benefício positiva.

O exame andrológico deve ser composto de avaliação clínica do animal quanto aos aspectos de locomotor, saúde bucal, exame específico do aparelho reprodutor e análise da qualidade seminal. É importante observar que a mensuração do PE em idades mais precoces tem enorme importância para o melhoramento genético das raças, no que diz respeito à precocidade sexual, no entanto, nem todo animal com alto PE tem a garantia da fertilidade.



Apesar disso é possível estabelecer valores de referência para o PE para cada raça. O Colégio Brasileiro de Reprodução Animal atualizou esses valores de referência em sua última edição (CBRA, 2013). Os valores apresentados permitem que o técnico oriente um processo seletivo em diferentes níveis de pressão de seleção considerando a média do rebanho nacional. Numa adaptação do PE de acordo com a faixa etária mostrada no Manual de avaliação do CBRA (2013) podemos sugerir, por exemplo, para a raça Nelore uma variação na pressão de seleção sobre um rebanho, como na Tab. 1. O PE deve ser avaliado em função da idade e do peso do animal, pois sofre influência de ambos (Fordyce et al., 2014). Caso o manejo na propriedade apresente variáveis ambientais ou um manejo muito diferenciado, uma estratégia que o andrologista pode adotar é estabelecer parâmetros do próprio rebanho, estabelecendo a média do PE por faixa etária e definindo a pressão de seleção de acordo com seus interesses de ganho genético e disponibilidade de touros para a próxima estação de monta.

Tabela 1. Perímetro escrotal (cm) de machos Nelore em diferentes faixas etárias e critérios de descarte para alta (▲▲), média (▲) e baixa (▼) pressão de seleção para a característica.

Idade (meses)	Perímetro Escrotal (cm)	Descarte (▲▲ pressão)	Descarte (▲ pressão)	Descarte (▼ pressão)
9 (8,6 ± 0,7)	18,0 ± 1,7	18,0	16,3	15,4
10 (10,6 ± 0,5)	20,0 ± 2,2	20,0	17,8	15,6
12 (12,4 ± 0,5)	22,5 ± 2,8	22,5	19,7	16,9
18 (18,2 ± 0,2)	28,5 ± 3,3	28,5	25,2	21,9
24 (23,3 ± 0,6)	33,0 ± 2,8	33,0	30,2	27,4
36 (35,8 ± 0,6)	33,1 ± 2,5	33,1	30,6	28,1
48 (48,0 ± 0,5)	34,7 ± 2,4	34,7	32,3	29,9
60 (59,9 ± 0,3)	35,1 ± 2,6	35,1	32,5	29,9
>60 (90,5 ± 21,4)	37,2 ± 2,4	37,2	34,8	32,4

Fonte: adaptado de CBRA, 2013.

A avaliação da morfologia espermática permite ao andrologista veterinário fechar o diagnóstico diferencial entre diversas alterações clínicas reprodutivas e definir, principalmente, o destino a ser dado ao touro, baseado na possibilidade de reversão do quadro de subfertilidade, na possibilidade da alteração ser herdável e/ou indesejável para o rebanho. A morfologia espermática é essencial e tem enorme valor interpretativo no diagnóstico final do animal, não devendo ser deixada de lado na seleção de reprodutores (Freneau et al., 2000, Holroyd et al., 2002).

O que se pretende é que o veterinário ao final do exame andrológico completo possa oferecer ao produtor um laudo individual de seus animais. CBRA (2013) sugere um prognóstico de fertilidade quanto à aptidão reprodutiva do reprodutor em que se classifica o animal quanto ao prognóstico de utilização do animal para reprodução em Aptos, Questionáveis e Inaptos numa adaptação do sugerido por Fonseca et al. (1992):

- **Aptos** - aqueles que não apresentarem restrições de qualquer natureza;
- **Aptos com restrições** - aqueles que apresentarem, em alguns dos parâmetros avaliados, características indesejáveis, mas reversíveis ou tidas como de alta variabilidade (ex.: um defeito individual acima do percentual máximo indicado como limite por Fonseca et al., 1992). Nestes casos, exames posteriores são indispensáveis para permitirem a conclusão definitiva do laudo. Até a conclusão final, estes animais poderiam ser utilizados, porém com um número menor de vacas.
- **Inaptos temporários** - aqueles que apresentarem quadros comuns a problemas genéticos e adquiridos que necessitem de outros exames para o diagnóstico diferencial. Se a alteração for adquirida, conforme comprovado pelos sucessivos espermiogramas, o reprodutor deverá ser liberado para o serviço após a total recuperação. Entretanto, se herdável, deverá ser eliminado, mesmo que apresente um bom potencial de fertilidade.
- **Inaptos definitivos** - os que apresentarem quadros conclusivos de patologias irreversíveis, herdáveis ou não (hipoplasia gonadal, degeneração testicular grave, alterações de aprumos, etc.). Entre estes são incluídos todos os que não alcançaram circunferência escrotal mínima para sua faixa etária.

Seleção por testes comportamentais

A metodologia utilizada nos testes, de forma geral, não respeita o padrão comportamental dos zebrúinos,



pois pouco se conhecia do comportamento deles até então. A metodologia utilizada, privilegia na sua pontuação, comportamentos tidos como relevantes para que os touros alcancem altas taxas de gestação em estudos realizados com touros *Bos taurus* (Blockey, 1976; Chenoweth, 1981).

No Brasil, o Teste de Capacidade de Serviço (TCS) ainda vem sendo utilizado em touros europeus no Sul do país. Para os zebuínos algumas tentativas de adaptar o teste de libido foram realizadas por Vale Filho et al. (1994) e Pineda et al. (1997). Testando a proposta de Vale Filho et al. (1994), Salvador et al. (2003) observaram variação efetiva da fertilidade de touros com classificação andrológica semelhante. Os animais de alta fertilidade, classificados por uma metodologia que já incluía peculiaridades do comportamento sexual de zebu alcançaram taxas de gestação superiores aos de baixa libido, 42,1% e 25,0% respectivamente. No entanto, este teste não foi utilizado em novas avaliações que garantam repetibilidade de resultados, mas pode ser um novo caminho de adequação, abrindo uma perspectiva de utilização de testes comportamentais na seleção de touros.

Como os resultados de campo ainda têm apresentado controvérsias, os testes comportamentais não têm sido utilizados como critério de seleção de reprodutores. Mais estudos são necessários para adequar os critérios de pontuação às diferenças comportamentais entre bovinos europeus e zebuínos à metodologia dos testes e considerar os efeitos da hierarquia social sobre o desempenho dos animais a campo. Em sistema de monta natural, o touro Nelore serve uma fêmea poucas vezes durante todo o seu período estral e durante os testes, uma fêmea recebe o mesmo número de montas em um período bem inferior (Costa e Silva, 2002). Além disto, Costa e Silva et al (2010) observaram variações importantes quanto ao comportamento e tempo destinados a atividade sexual no campo em decorrência da ordem de dominância ocupada pelo touro. Estas diferenças têm ocasionado questionamentos quanto a sua utilização como parâmetro de seleção de touros.

Em decorrência da inconsistência de resultados de fertilidade a campo e a classificação obtida nos testes comportamentais de libido e capacidade de serviço, Petherick (2005) afirma que estes testes certamente podem indicar se um touro é capaz ou não de acasalar-se. Contudo, eles não conseguem prever a fertilidade individual dos touros num rebanho gerando a necessidade de desenvolver testes padronizados que permitam validar comparações da libido entre touros.

Temperamento e reatividade

O temperamento é definido como o conjunto de comportamentos dos animais em relação ao homem, geralmente atribuído ao medo (Fordyce et al., 1982). Paranhos da Costa et al. (2002) têm adotado uma definição diferenciada para temperamento no seu sentido mais amplo, ou seja, o conjunto de traços psicofisiológicos estáveis de um dado indivíduo, determinando suas reações emocionais, que seria um conceito mais amplo do que as medidas notadamente registradas na literatura. Diferentes parâmetros têm sido utilizados para avaliar temperamento: medindo a tendência do animal ser agressivo, ágil, atento, curioso, dócil, esperto, medroso, reativo, teimoso, tímido, etc, registrando um ou outro componente do temperamento.

A seleção dos animais tem justificativas óbvias, pelo seu impacto na rotina de manejo numa propriedade. O aumento da reatividade acarreta maiores custos em função de aumentar a demanda de funcionários e o tempo despendido com o manejo dos animais; diminuir a segurança de trabalho, diminuir a vida útil da estrutura de curral, diminuir o rendimento de carcaça e a qualidade de carne devido à contusões e estresse no manejo pré-abate (Paranhos da Costa et al., 2000). Evidências de que a seleção do temperamento apresenta correlações genéticas favoráveis com a conformação, precocidade de acabamento e musculosidade reforçam interesse de selecionar estas características (Maffei, 2007, Sant'Anna et al., 2015), desenvolvimento do perímetro escrotal (2009) e com fertilidade de vacas em programas de IATF (Rueda, 2009 e 2012, Cooke et al., 2009).

Já há indicações de que é possível modificar a intensidade dessas reações pela seleção, uma vez que vários autores encontraram valores moderados de herdabilidade em diferentes raças, variando entre: 0,17 e 0,58, dependendo do tipo de score utilizado e da raça (Burrow et al., 1988; Morris et al., 1994; Maffei, 2007). No Brasil, Piovezan et al. (2013) encontraram, em um rebanho Nelore, herdabilidade de 0,34 para um score composto, baseado nas atividades dos animais durante a pesagem, e 0,35 para velocidade de fuga.

Valente et al. (2014) buscaram verificar a associação genética entre características de temperamento e precocidade sexual em Nelore, mas as correlações foram baixas demonstrando que a seleção para precocidade sexual não altera o temperamento da população e sugerindo que estas características devem ser selecionadas simultaneamente na população.

Seleção para adaptação

A adaptabilidade de uma raça certamente é um fator limitante no sistema de produção de bovinos, principalmente nas raças que apresentam maior potencial produtivo. A busca por características que permitam a seleção de indivíduos mais adaptados e que apresentem herdabilidade que permita sua adoção em PMG é um viés da pesquisa atual.

O estresse por calor afeta, evidentemente, mais touros *Bos taurus* e em menor magnitude os *Bos*



indicus. Durante a evolução das espécies, o gado zebu fixou genes que lhes proporcionam maior termotolerância ao estresse gerado pelo calor tanto fisiologicamente quanto celularmente (Hansen, 2004). Identificar os genes associados à termotolerância é essencial em programas de seleção de bovinos criados sob clima tropical.

Quando se compara as características anatômicas testiculares de gado zebuino (Nelore), cruzados (5/8 ou 5/16 Charolês x Zebu) e gado taurino (Angus), observa-se que o zebu possui maior resistência a altas temperaturas ambientais, uma vez que estudos mostram que a relação entre o comprimento da artéria e o volume testicular é maior para Nelore, intermediário para cruzado e menor para Angus, o que possibilita maior eficiência na termorregulação testicular. Esta característica no Nelore aumenta a superfície de troca de calor entre a artéria e veia testicular, além de ter menor área de parênquima para resfriar, beneficiando a termorregulação do órgão. Por conseguinte, a qualidade do sêmen reduz-se mais severamente em touros cruzados e taurinos do que em zebuínos, quando expostos a altas temperaturas ambientais (Brito et al., 2004). Além disso, os zebuínos apresentam perda de calor por evapotranspiração mais eficiente, por possuírem maior quantidade, maior tamanho e mais eficientes glândulas sudoríparas em relação aos taurinos que possuem em menor quantidade, formato das glândulas enoveladas e algumas queratinizadas, o que reduz a eficácia da sudorese (Kastelic et al., 1997).

Em touros, o principal prejuízo reprodutivo advindo da exposição testicular a altas temperaturas é o efeito deletério na espermatogênese, que se reflete na queda da qualidade seminal e pode chegar, inclusive, a infertilidade (Gabaldi e Wolf, 2002; Córdova-Izquierdo et al., 2014). Sob condições tropicais, Nichi et al. (2006) compararam touros Simental e Nelore em diferentes estações do ano. Durante o verão, os Simental apresentaram porcentagem mais alta de defeitos maiores, quando comparados com touros Nelore, esta diferença ainda estendeu-se no inverno embora em menor magnitude. Estes autores observaram, no sêmen de touros Nelore, maior resistência à peroxidação lipídica causada pelo calor, resultando em menor produção de ROS e menor aumento nos defeitos espermáticos.

No Pantanal, o impacto das condições ambientais adversas foi estudado por Rosa et al. (2006) que avaliaram características adaptativas de crescimento e de reprodução em função de duas idades de transferência do planalto central para o Pantanal sul-mato-grossense (12 e 24 meses) e de dois tipos de recria (em pasto cultivado e em campo nativo) comparativamente com o ambiente original (Planalto Central). Observaram efeito significativo de genótipo e idade (efeito linear), sobre altura na cernelha e sobre o perímetro escrotal. Os touros da linhagem Golias foram os que apresentaram piora da condição corporal e de qualidade de sêmen mais significativas, após a utilização em monta natural, em campo nativo. De um modo geral, quanto a qualidade de sêmen, peso e condição corporal, a linhagem Karvadi foi a que apresentou os melhores resultados. A transferência dos animais mais tardia para o Pantanal, aos 24 meses de idade, foi benéfica para a adaptação em relação àquelas realizadas aos doze meses. Obviamente que a questão ambiental envolvida aqui ultrapassa o estresse por calor e estende-se para as limitações nutricionais da região.

A busca por soluções passa por estratégias de melhoria do conforto térmico ou pela identificação de características passíveis de seleção, sejam elas fenotípicas ou por marcadores. Chiquitelli Neto et al. (2015) num trabalho realizado com tourinhos Brangus com idade média de 14 meses, mantidos em semiconfinamento, estudou o efeito da disponibilidade de sombra sobre a qualidade seminal, encontrando uma redução da motilidade espermática dos tourinhos mantidos sem sombreamento. Já em Nelore também no interior de São Paulo, Tarragó (2013) não observou efeito sobre a qualidade de sêmen de touros Nelore na faixa etária de 26 ± 2 meses.

No que tange a adaptabilidade têm se buscado meios de avaliar indivíduos quanto às suas características intrínsecas que lhe confiram melhor conforto térmico como identificar meios de fixar esta característica na população por meio de seleção. Do ponto de vista do indivíduo, a homeotermia é reflexo das reações termorreguladoras que são indicadas pelas temperaturas retal e de superfície, por meio do acionamento de mecanismos de termólise evaporativa (frequência respiratória e taxa de sudação; Façanha et al., 2013). A estas análises devem ser associadas análises de níveis sanguíneos de hormônios associados ao estado de homeostase: tireoidianos e cortisol, bem como dos parâmetros bioquímicos sanguíneos na faixa de normalidade para a faixa etária e raça do indivíduo. Tantas aferições demonstram o quanto a adaptação dos animais a condições térmicas do ambiente é multifatorial e complexa dificultando a adoção de métodos simples que possam ser aplicados em procedimentos de seleção.

Observa-se variância genética na característica de tolerância ao calor dentro de raça e entre raças (Aguilar et al., 2009; McManus et al., 2009), o que permite seleção. No entanto é preciso definir variáveis que meçam a característica de forma confiável e que sejam ágeis de execução para que se possa massificar sua utilização em PMGs.

O teste de tolerância ao calor preconizado por Titto et al. (1998), é uma opção para bovinos. Esse teste resulta em um índice de tolerância ao calor individual, que varia de 0 a 10 e representa a capacidade do animal em restabelecer sua temperatura corporal normal após a exposição prolongada à radiação solar, sendo valores mais altos associados a maior habilidade no controle térmico (Titto et al., 2011). No entanto, o teste proposto é uma medida demorada para obtenção o que inviabiliza sua massificação ou adoção por PMG.

A termografia de infravermelho, obtida através do uso de uma câmera termográfica infravermelha, é uma técnica não invasiva e eficiente para realizar o mapeamento térmico da superfície dos animais. Seu



funcionamento baseia-se na detecção da radiação térmica emitida pelos corpos e é bastante confiável (Holst, 2000; Knizkova, 2007). Menegassi et al. (2014) encontraram correlações significativas entre a temperatura testicular obtida por termografia testicular e entre os aspectos físicos e morfológicos do sêmen de touros Braford, mostrando uma nova perspectiva de avaliação da adaptação ao calor.

Uma alternativa tem sido a avaliação da capa externa constituída do pelame, em que animais mais adaptados devem apresentar pelame claro com pelos curtos, grossos, medulados e bem assentados, sobre uma epiderme altamente pigmentada (Façanha et al., 2013). A análise de espessura de capa e densidade numérica do pelame já tem sido adotada como critério de seleção em alguns PMG que trabalham com raças europeias no Brasil. Como estas características tem sido relacionadas com genes que conferem termotolerância ao calor (Olson et al., 2003) a genômica é a opção mais atual para seleção de indivíduos adaptados. O *slick hair coat* é uma característica dominante tipicamente associada presente no cromossoma BTA20, identificada em raças adaptadas aos trópicos (Olson et al., 2003; Mariasegaram et al., 2007; Landaeta-Hernandez et al., 2011; Huson et al., 2014).

Considerações finais

A seleção de reprodutores a campo deve contemplar o exame andrológico completo, e, em caso de suspeita de limitações na capacidade de cobertura, o animal deve ser submetido a teste de comportamento sexual. Do ponto de vista de seleção, o touro pode ser submetido a avaliações do temperamento e, para seleção da adaptabilidade, os critérios mais práticos são a termografia ou a avaliação de capa externa e pelame. Para a seleção para precocidade sexual o AMH é uma perspectiva promissora como marcador biológico. Já existem possibilidades de seleção genômica no que tange a precocidade sexual e tolerância ao calor que podem ser adotados em PMG, embora muitos dos genes candidatos ainda tenham sua associação com estas características em estudo.

Referências

- Aguilar I, Misztal I, Tsuruta S.** Genetic components of heat stress for dairy cattle with multiple lactations. *J Dairy Sci*, v.92, p.5702-5711, 2009.
- Almeida J, Conley AJ, Mathewson L, Ball BA.** Expression of anti-Müllerian hormone, cyclin-dependent kinase inhibitor (CDKN1B), androgen receptor, and connexin 43 in equine testes during puberty. *Theriogenology*, v.77, p.847-857, 2012.
- Aravindakshan JP, Honaramooz A, Bartlewski PM, Beard AP, Pierson RA, Rawliis NC.** Pattern of gonadotropin secretion and ultrasonographic evaluation of developmental changes in the testis of early and late maturing bull calves. *Theriogenology*, v.54, p.339-354, 2000.
- Behringer RR, Finegold MJ, Cate RL.** Müllerian-inhibiting substance function during mammalian sexual development. *Cell*, v.79, p.415-425, 1994.
- Blockey MAB.** Serving capacity: a measure of serving efficiency of bulls during pasture mating. *Theriogenology*, v.6, p.393-401, 1976.
- Boukari K Meduri G, Brailly-Tabard S, Guibourdenche J, Ciampi ML, Massin N, Martinerie L, Picard JY, Rey R, Lombès M, Young J.** Lack of androgen receptor expression in Sertoli cells accounts for the absence of anti-Müllerian hormone repression during early human testis development. *J Clin Endocrinol Metab*, v.94, p.1818-1825, 2009.
- Brito LFC, Silva AEDF, Barbosa RT, Kastelic JP.** 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, p.511-528, 2004.
- Brumatti RC, Ferraz JBS, Eler JP.** Influência das técnicas reprodutivas e de acasalamento em programas de seleção de gado de corte e seu impacto no custo e na produção de tourinhos. *Livest Res Rural Dev*, v.25, art.125, 2013. Disponível em: <http://www.lrrd.org/lrrd25/7/brum25125.htm>.
- Burrow HM, Seifert GW, Corbet NJ.** A new technique for measuring temperament in cattle. *Proc Aust Soc Anim Prod*, v.17, p.154-157, 1988.
- Cartee RE, Gray BW, Powe TA, Hudson RS, Whitesides J.** Preliminary implications of B-mode ultrasonography of the testicles of beef bulls with normal breeding soundness examinations. *Theriogenology*, v.31, p.1149-1158, 1989.
- Cartee RE, Powe TA, Gray BW, Hudson RS, Kuhlers DL.** Ultrasonographic evaluation of normal boar testicles. *Am J Vet Res*, v.47, p.2543-2548, 1986.
- Chenoweth PJ.** Libido and mating behavior in bulls, boars and rams: a review. *Theriogenology*, v.16, p.155-177, 1981.
- Chiquitelli Neto M, Titto CG, Titto EAL, Costa e Silva EV, Puoli Filho JN, Leme TMC, Henrique FL, Pereira AMF.** Effect of artificial shading on performance and reproductive parameters of semi-confined young Brangus bulls. *Braz J Vet Res Anim Sci*, v.52, n.1, 2015. No prelo.



- Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA).** Manual para exame andrológico e avaliação do sêmen animal. 3.ed. Belo Horizonte: CBRA, 2013. 104p.
- Cooke RF, Bohnert DW, Meneghetti M, Losi TC, Vasconcelos JLM.** Effects of temperament on pregnancy rates to fixed-timed AI in *Bos indicus* beef cows. *Livest Sci*, v.142, p.108-113, 2011.
- Córdova-Izquierdo A, Villa-Mancera A, Olivares PJ.** Environmental stress effect on animal reproduction. *Open J Anim Sci*, v.4, p.79-84, 2014.
- Costa e Silva EV.** Comportamento sexual de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) em monta a campo e em testes de libido. 2002. 137f.Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2002,
- Costa e Silva EV, Sereno JRB, Vasconcelos JT, Zúccari CESN, Paranhos-da-Costa MJR.** Comportamento sócio-sexual e de manutenção de touros nelore durante a estação de monta. *Arch Zootec*, v.59, p.321-332. 2010.
- Façanha DAE, Chaves DF, Moraes JHG, Vasconcelos AM, Costa WP, Guilhermino MM.** Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. *Rev Bras Saúde Prod Anim*, v.14, p.91-103, 2013.
- Fernández ME, Lirón JP, Prando A, Rogberg-Umñoz A, Peral-García P, Baldo A, Giovambattista G.** Evidence of association of a BTA20 region peaked in ISL1 with puberty in Angus bulls. *Livest Sci*, v.167, p.9-18, 2014.
- Fonseca VO.** Puberdade, adolescência e maturidade sexual: aspectos histopatológicos e comportamentais. In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 8, 1989, Belo Horizonte. Anais ... Belo Horizonte: CBRA, 1989. p.7-93.
- Fonseca VO, Crudeli GA, Costa e Silva EV.** Aptidão reprodutiva de touros da raça Nelore. Efeito das diferentes estações do ano sobre as características seminais circunferência escrotal e fertilidade. *Arq Bras Med Vet Zootec*, v.44, p.7-15, 1992.
- Fordyce G, Goddard ME, Seifert GW.** The measurement of temperament in cattle and the effect of experience and genotype. *Anim. Prod. Aust.* V.14, p. 329-332, 1982.
- Fordyce G, McGowan MR, Lisle A, Muller T, Allen J, Duff C, Holroyd RG, Corbet NJ, Burns BM.** Scrotal circumference of Australian beef bulls. *Theriogenology*, v.81, 805-812, 2014.
- Fortes MRS, Reverter A, Hawken RJ, Bolormaa S, Lehnert SA.** Candidate genes associated with testicular development, sperm quality, and hormone levels of inhibin, luteinizing hormone, and insulin-like growth factor 1 in Brahman bulls. *Biol Reprod*, v.87, p.1-8, 2012.
- Fortes MRS, Reverter A, Kelly M, McCulloch R, Lehnert SA.** Genome-wide association study for inhibin, luteinizing hormone, insulin-like growth factor 1, testicular size and semen traits in bovine species. *Andrology*, v.1, p.644-650, 2013.
- Freneau GE, Puoli JR, Borja ALR.** Índice de capacidade andrológica por pontos (ICAP) em touros Nelore: estudo de estação de acasalamento em Mato Grosso do Sul. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: SBZ, 2000. v.5, p.177-181.
- Gabaldi SH, Wolf AA.** importância da termorregulação testicular na qualidade do sêmen em touros. *Ciênc Agrár*, v.2, p.66-70, 2002.
- Gabor G, Sasser RG, Kastelic JP, Mézes M, Falkay G, Bozó S, Csík JV, Bárány I, Hidas A, Szász F Jr, Boros G.** Computer analysis of video and ultrasonographic images for evaluation of bull testes. *Theriogenology*, v.50, p.223-228, 1998.
- Garcia OS.** Características físicas e morfológicas do sêmen de touros normais e de touros com distúrbios reprodutivos, de raças européias e indianas, criados no Estado de Minas gerais. 1971. 61f. Dissertação (Mestrado) - UFMG, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG, 1971.
- Hansen PJ.** Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. *Anim Reprod Sci*, v.82/83, p.349-360, 2004.
- Holroyd RG, Doogan VJ, De Faveri JD, Fordyce G, McGowan MR, Bertram JD, Vankan DM, Fitzpatrick LA, Jayawardhana GA, Miller RG.** Bull selection and use in northern Australia 4: calf output and predictors of fertility of bulls in multiplesire herds. *Anim Reprod Sci*, v.71, p.67-79, 2002.
- Holst GC.** Common sense approach to thermal imaging. Washington, DC: SPIE Optical Engineering JCD Pub., 2000.
- Huson HJ, Kim E, Godfrey RW, Olson TA, McClure MC, Chase CC, Rizzi R, O'Brien AM, Van Tassel CP, Garcia JF, Sonstegard TS.** Genome-Wide association study and ancestral origins of the slick-hair coat in tropically adapted cattle. *Front Genet*, v.5, art.101, p.1-12, 2014.
- Josso N, Cate RL, Picard JY, Vigier B, Di Clemente N, Wilson C, Imbeaud S, Pepinsky RB, Guerrier D, Boussin L, Legeai L, Carré-Eusébe D.** Anti-Müllerian hormone: the Jost factor. *Recent Prog Horm Res*, v.48, p.1-59, 1993.
- Kao E, Villalon R, Ribeiro S, Berger T.** Role for endogenous estrogen in prepubertal Setoli cell maturation. *Anim Reprod Sci*, v.135, p.206-112, 2012.
- Kastelic JP, Cook RB, Coulter GH.** Contribution of the scrotum, testes, and testicular artery to scrotal/testicular thermoregulation in bulls at two ambient temperatures. *Anim Reprod Sci*, v.45, p.255-261,



1997.

- Knizkova I.** Applications of infrared thermography in animal production. *J Fac Agric*, v.22, p.329-336, 2007.
- Landaeta-Hernandez A, Zambrano-Nava S, Hernández-Fonseca JP, Godoy R, Calles M, Iragorri JL, Añez L, Polanco M, Montero-Urdaneta M, Olson T.** Variability of hair coat and skin traits as related to adaptation in Criollo Limonero cattle. *Trop Anim Health Prod*, v.43, p.657-663, 2011.
- Loaiza-Echeverri AM, Bergmann JAG, Toral FL, Bosorio JO, Carmo AS, Mendonça LF, Moustacas VS, Henry M.** Use of nonlinear models for describing scrotal circumference growth in Guzerat bulls raised under grazing conditions. *Theriogenology*, v.79, p.751-759, 2013.
- Maffei WE.** Estimativas de parâmetros genéticos do temperamento de animais da raça nelore quantificado por meio da reatividade do animal em ambiente de contenção móvel e suas associações com o desenvolvimento ponderal e perímetro escrotal. 2007. 110f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2007.
- Mariasegaram M, Chase Jr CC, Chaparro JX, Olson TA, Breneman RA, Niedz RP.** The slick hair coat locus maps to chromosome 20 in Senepol-derived cattle. *Anim Genet*, v.38, p.54-59, 2007.
- McManus C, Prescott E, Paludo GR, Bianchini E, Louvandini H, Mariante AS.** Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. *Livest Sci*, v.120, p.256-264, 2009.
- Menegassi SRO, Barcellos JOJ, Dias EA, Koetz Jr C, Pereira GR, Peripolli V, McManus C, Canozzi MEA, Lopes FG.** Scrotal infrared digital thermography as a predictor of seasonal effects on sperm traits in Braford bulls. *Int J Biometeorol*, v.59, p.357-364, 2014.
- Mishina Y, Rey R, Finegold MJ, Matzuk MM, Josso N, Cate RL, Behringer RR.** Genetic analysis of the Müllerian-inhibiting substance signal transduction pathway in mammalian sexual differentiation. *Genes Dev*, v.10, p.2577-2587, 1996.
- Morris CA, Cullen NG, Kilgour R, Bremner KJ.** Some genetic factors affecting temperament in *Bos taurus* cattle. *N Z J Agric Res*, v.37, p.167-175, 1994.
- Nichi M, Bols PEJ, Zuge RM, Barnabe VH, Goovaerts IGF, Cortada CNM.** Seasonal variation in semen quality in *Bos indicus* and *Bos taurus* bulls raised under tropical conditions. *Theriogenology*, v.66, p.822-828, 2006.
- Okay TS.** Hormônio anti-mülleriano: importância na prática pediátrica. *Rev Assoc Med Bras*, v.49, p.1-23, 2003.
- Olson TA, Lucena C, Chase CC, Hammond AC.** Evidence of a major gene influencing hair length and heat tolerance in *Bos Taurus* cattle. *J Anim Sci*, v.81, p.80-90, 2003.
- Paranhos da Costa MJR.** Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. In: Encontro Anual de Etologia, 18, 2000, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBEt, 2000. p.26-42.
- Paranhos da Costa MJR, Costa e Silva EV, Chiquitelli Neto M, Rosa MS.** Contribuição dos estudos do comportamento de bovinos para implementação de programas de qualidade de carne. In: Encontro Anual de Etologia, 20, 2002. Natal. Anais... Natal: SBEt, 2002. p.71-89.
- Petherick JC.** A review of some factors affecting the expression of libido in beef cattle, and individual bull and herd fertility. *Appl Anim Behav Sci*, v.90, p.185-20, 2005
- Pineda N, Lemos PF, Fonseca VO.** Comparação entre dois testes de avaliação do comportamento sexual (libido) de touros Nelore (*Bos taurus indicus*). *Rev Bras Reprod Anim*, v.21, p.29-34, 1997.
- Piovezan U, Cyrillo JNSG, Paranhos da Costa MJR.** Breed and selection line differences in the temperament of beef cattle. *Acta Sci Anim Sci*, v.35, p.207-212, 2013
- Queiroz VLD.** Hormônio anti-mülleriano sérico como preditor da puberdade de touros jovens. 2014. 62f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, FAMEZ, Campo Grande, MS, 2014.
- Rey RA, Lordereau-Richard L, Carel JC, Barbet P, Cate RL, Roger M, Chaussain JL, Josso N.** Anti-Müllerian hormone and testosterone serum levels are inversely related during normal and precocious pubertal development. *J Clin Endocrinol Metab*, v.77, p.1220-1226, 1993.
- Rey RA, Lukas-Croisier C, Lasala C, Bedecarrás P.** AMH/MIS: what we know already about the gene, the protein and its regulation. *Mol Cell Endocrinol*, v.211, p.21-31, 2003.
- Rosa AN, Abreu UGP, Sereno JRB, Almeida IL, Scheck JAP, Comastri Filho JA.** Núcleos de seleção e estratégias para a introdução e produção de touros Nelore no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2006. 44p. (Caderno Técnico, 69).
- Rueda PM.** Alterações comportamentais e hematológicas em fêmeas bovinas submetidas a inseminação artificial em tempo fixo. 2009. 53f. Dissertação (Ciência Animal) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS, Campo Grande, MS, 2009.
- Rueda PM.** Qualidade de manejo e temperamento de bovinos: efeitos na eficiência reprodutiva de fêmeas submetidas a um protocolo de inseminação artificial em tempo fixo. 2012. 87f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, 2012.
- Salvador DF, Andrade VJ, Vale Filho VR, Silva AS, Costa e Silva EV.** Avaliação da libido de touros Nelore adultos em curral e suas associações com características andrológicas e desempenho reprodutivo a campo. *Arq*



Bras Med Vet Zootec, v.55, p.588-593, 2003.

Sant'Anna AC, Baldi F, Valente TS, Albuquerque LG, Menezes LM, Boligon AA, Paranhos da Costa MJR. Genetic associations between temperament and performance traits in Nelore beef cattle. *J Anim Breed Genet*, v.132, p.42-50, 2015.

Silva AEDE, Unanian MM, Cordeiro CMT, Freitas AR. Relação da circunferência escrotal e parâmetros da qualidade de sêmen em touros da raça Nelore, PO. *Rev Bras Zootec*, v.31, p.1157-1165, 2002.

Tarragó OFB. Efeito da disponibilidade de sombra na pastagem sobre as características reprodutivas de touros da raça Nelore. 2013. 91f Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Reprodução Animal, Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo, SP, 2013.

Titto CG, Titto EAL, Titto RM, Mourão GB. Heat tolerance and the effects of shade on the behavior of Simmental bulls on pasture. *Anim Sci J*, v.82, p.591-600, 2011.

Titto EAL, Velloso L, Zanetti MA, Cresta A, Toledo LRA, Martins JH. Teste de tolerância ao calor em novilhos Nelore e Marchigiana. *Rev Port Zootec*, v.5, p.67-70, 1998.

Vale Filho VR, Bergmann JAG, Andrade VJ, Mendonça RMA, Reis SR, Ferreira MBD. Classificação andrológica por pontos (CAP), versus libido, na eficiência na fecundação de touros Nelore de 2 e 3 anos de idade, usados em estação de monta bem definida. In: Encontro de Pesquisa da Escola de Veterinária da UFMG, 14, 1994, Belo Horizonte. *Anais... Belo Horizonte: UFMG/EV*, 1994. v.1, p.88. Resumo.

Vale Filho VR, Pinto PA, Fonseca J, Soares LCOV. Patologia do sêmen, diagnóstico andrológico e classificação de *Bos taurus* e *Bos indicus* quanto a fertilidade, para uso como reprodutores, em condições de Brasil. De um estudo de 1088 touros. São Paulo: Dow Química, 1979. 54p.

Valente TS, Sant'Anna AC, Baldi F, Albuquerque LG, Paranhos da Costa MJR. Genetic association between temperament and sexual precocity indicator traits in Nelore cattle. *J Appl Genet*, 2014. Doi: 10.1007/s13353-014-0259-0.

Wolf FR, Almquist JO, Hale EB. Pubertal behaviour and pubertal characteristics of beef bulls on a high nutrition allowance. *J Anim Sci*, v.224, p.761-765, 1965.