

## **Revisão de estudos sobre marcadores microssatélite em rebanhos bovinos no Brasil: identificação de áreas de demanda para novas pesquisas**

Marcos Mendes de Castro Magalhães - Bolsista DT13 do edital CNPq/MAPA/SDA N° 064/2008

Centro de Genética Molecular, Laboratório de Biotecnologia e Marcadores Moleculares, Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Minas Gerais, Cx. Postal 486, CEP 31.270-901, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Web site:* www.cgm.icb.ufmg.br

### Breve introdução sobre a questão das raças bovinas no Brasil

A espécie bovina (*Bos taurus*) é dividida em duas sub-espécies, *Bos taurus taurus* (provinda da Europa) e *Bos taurus indicus* (provinda da Índia). Raças da sub-espécie *Bos taurus taurus* são chamadas taurinas, enquanto que raças da sub-espécie *Bos taurus indicus* são chamadas zebuínas. Uma forma fácil de diferenciar o gado zebuíno do taurino é procurar pela presença do cupim no dorso do animal; apenas os zebuínos (provindos da Índia) têm essa característica anatômica.

No Brasil, as raças bovinas são divididas em exóticas e crioulas (ou naturalizadas). As raças exóticas são as que foram importadas para o Brasil nos últimos cem anos, as raças crioulas foram originadas a partir dos rebanhos trazidos pelos colonizadores há aproximadamente 500 anos.

#### *Perda de patrimônio genético:*

As raças crioulas são resultado de séculos de seleção natural e artificial, que garantiram a elas características adaptativas importantes como resistência à doenças locais. As raças exóticas comerciais, apesar de mais produtivas, não têm muitas dessas adaptações importantes.

Desde o início do século passado as raças zebuínas vem substituindo as raças crioulas taurinas. Isso ocorre porque as raças zebuínas apresentam “características de rusticidade” que garantem a elas melhor adaptação e maior produção no clima quente. Hoje, 80% do rebanho nacional é constituído pela raça zebuína Nelore.

Com isso, muitas raças crioulas estão em processo de extinção e boa parte desse patrimônio genético está sendo perdido. Por isso, atualmente há uma grande preocupação em se preservar essa diversidade genética (seja através de criopreservação ou através da manutenção de rebanhos inteiros) para que ela seja utilizada em programas de melhoramento genético no futuro.

#### *Teste de paternidade:*

A falta da utilização de formas eficientes de controle de paternidade por parte dos produtores brasileiros gera perda significativa de ganho genético em projetos de melhoramento animal. Isso foi comprovado em alguns estudos nacionais [refs. 9, 11, 12]. Estimativas de erro na definição de paternidade variam entre 27,5% [ref. 12] e 36% [ref. 11] para estudos realizados em rebanhos brasileiros.

Síntese dos estudos de população  
de bovinos utilizando marcadores  
microsatélite

Neste contexto, é importante desenvolver formas eficientes de genotipagem animal

seja para testes de paternidade seja para manutenção da diversidade genética do rebanho nacional. Alguns dados dos estudos de frequência alélica envolvendo microsatélites de bovinos no Brasil (até 2009) são mostrados na tabela abaixo:

**Legenda:** **PIC** = conteúdo de informação polimórfica, **PIC2** = conteúdo de informação polimórfica quando os dois pais são genotipados, **He** = heterozigosidade esperada, **Ho** = Heterozigosidade observada, **AR** = n<sup>o</sup> médio de alelos por locus, **#HWE** = number of Hardy-Weinberg equilibrium deviated loci at  $p < 0.001$ , **APSA** = proporção média de alelos compartilhados entre animais da raça, **PE1** = poder de exclusão com apenas um parental conhecido), **PE2** = poder de exclusão com dois parentais conhecidos), **PE3** = probabilidade de exclusão dos dois progenitores, **PEC** = probabilidade de exclusão média, **PI** = probabilidade de identidade, **D** = diversidade gênica, **PD** = poder de discriminação.

<b>Raça ou sub-espécie</b>	<b>Estudos de Frequência Alélica de loci microsatélite (total de loci estudados/n<sup>o</sup> de loci recomendados pela ISAG/amostragem)</b>	<b>Parâmetros calculados úteis ao teste de paternidade</b>
Nelore (zebuíno)	22 loci / 8 loci da ISAG/ n=94 [ref. 1] 9 loci / 0 loci da ISAG/ n=18 [ref. 4] 11 loci / 11 loci da ISAG / n=50 [ref.9] 10 loci/ 10 loci da ISAG / n=200 [ref. 13] 3 loci/ 0 loci da ISAG / n=180 [ref. 14]	Ho/He/AR [ref.1] Ho/He [ref.4] Ho/He/PD/PIC/PE1/PE2 [ref.9] Ho/He/D/PIC/PE [ref. 13] Ho/D/PIC/PE [ref. 14]
Guzerat (zebuíno)	22 loci / 8 loci da ISAG/ n=100 [ref. 1] 9 loci / 0 loci da ISAG/ n=18 [ref. 4]	Ho/He/AR [ref.1] Ho/He [ref.4]
Gir (zebuíno)	22 loci / 8 loci da ISAG/ n=98 [ref. 1] 9 loci / 0 loci da ISAG/ n=18 [ref. 4] 5 loci / 1 loci da ISAG/ n=46 [ref. 10] 5 loci/ 0 da ISAG/ n = 64 [ref. 11] 9 loci/ 7 da ISAG/ n= 40 trios [ref. 12]	Ho/He/AR [ref.1] Ho/He [ref.4] He/PIC1/PIC2/PE1/PE2/PE3 [ref. 10] PE (por trio, não para a raça) [ref. 11] Ho/D/PIC/PE [ref. 12]
Jersey (taurino)	22 loci / 8 loci da ISAG/ n=54 [ref. 1]	Ho/He/AR [ref.1]

Holstein (taurino)	22 loci / 8 loci da ISAG/ n=100 [ref. 1] 9 loci / 0 loci da ISAG/ n=18 [ref. 4]	Ho/He/AR [ref.1] Ho/He [ref.4]
Aberdeen Angus (taurino)	4 loci / 0 loci da ISAG/ n=18 [ref. 52]	Ho/D/PIC [ref. 8]
Pantaneiro (crioula)	22 loci / 8 loci da ISAG/ n=96 [ref. 1]	Ho/He/AR [ref.1]
Mocho Nacional (crioula)	22 loci / 8 loci da ISAG/ n=97 [ref. 1]	Ho/He/AR [ref.1]
Curraleiro (crioula)	22 loci / 8 loci da ISAG/ n=99 [ref. 1]	Ho/He/AR [ref.1]
Crioula Lageano (crioula)	22 loci / 8 loci da ISAG/ n=100 [ref. 1]	Ho/He/AR [ref.1]
Caracu (crioula)	22 loci / 8 loci da ISAG/ n=77 [ref. 1]	Ho/He/AR [ref.1]
Pé-duro do Piauí (crioula)	10 loci / 7 loci da ISAG/ n=180 [ref. 15]	He/Ho/D/PIC [ref. 16]
Brangus Ibagé (5/8 Aberdeen Angus e 3/8 Nelore)	4 loci / 1 loci da ISAG/ n=100 [ref. 6]	Ho/PIC [ref. 6]
Raça crioula do Sul do Brasil (não especificada)	14 loci / 3 loci da ISAG/ n=73 [ref. 3]	Ho/He/PIC/PI [ref.3]
<i>Bos taurus indicus</i> (raças zebuínas)	22 loci / 8 loci da ISAG/ n=292 [ref. 2]	Ho/He/PIC/PE1/PE2 [ref.2]
<i>Bos taurus taurus</i> (raças taurinas)	22 loci / 8 loci da ISAG/ n=623 [ref. 2]	Ho/He/PIC/PE1/PE2 [ref.2]

OBS: As referências numeradas estão no fim deste relatório

### Demandas identificadas

A partir da análise dos estudos indicados na tabela acima as seguintes demandas foram identificadas:

- Apesar de haver estudos populacionais de muitas raças, em nenhum dos estudos todos os 12 loci recomendados pela ISAG para testes de paternidade foram amostrados. É importante que todos os loci sejam amostrados para se ter uma

noção real do valor da PEC (Probabilidade de Exclusão Combinada) do painel da ISAG para os rebanhos brasileiros. Isso é especialmente importante para as raças zebuínas, uma vez que o painel da ISAG foi feito baseado em estudos de população de raças taurinas na Europa. Porém, há possibilidade das frequências alélicas dos rebanhos taurinos no Brasil serem diferentes das frequências dos rebanhos na Europa, devido ao efeito fundador. Por

isso, estudos populacionais de raças taurinas no Brasil também podem ser úteis.

- Alguns artigos já mostraram que alguns loci recomendados pela ISAG, que são muito informativos para raças taurinas, são muito pouco informativos para raças zebuínas (maioria no Brasil). Por isso, há demanda pela identificação de loci informativos para raças zebuínas no Brasil.

- O custo elevado dos exames de paternidade por microsatélite é um dos motivos de sua pouca utilização por parte dos produtores. Há demanda pela produção de exames mais baratos sem perda de confiabilidade nos laudos.

- Para todas as raças crioulas citadas na tabela acima há apenas um estudo de

caracterização genética. Mais estudos populacionais para estas raças a fim de gerar dados que facilitem a determinação de estratégias eficientes de preservação seriam úteis.

- A EMBRAPA possui um programa desde a década de 80 (projeto Conservação e Uso de Recursos Genéticos – Banco Brasileiro de Germoplasma Animal – BBGA). Porém, espaço e recursos são limitados e por isso a escolha das espécimes a serem criopreservadas deve seguir um critério pré-definido. Até o presente momento encontramos apenas um estudo brasileiro com o objetivo de desenvolver este critério [2]. Este é um assunto estratégico para a agropecuária brasileira e a atenção de mais grupos de pesquisa deveria se voltar para esta questão.

### Referência Bibliográfica

- 1) Egito, A. A., Paiva, S. R., Albuquerque, M. S. M., Mariante, A. S. Almeida, L. D., Castro S. R. e Grattapaglia, D. (2007) Microsatellite based genetic diversity and relationships among ten Creole and commercial cattle breeds raised in Brazil. *BioMed Central Genetics* 8: 83.
- 2) Egito, A. A. (2007) Diversidade Genética, Ancestralidade individual e Miscigenação nas raças bovinas no Brasil com base em microsatélites e haplótipos de DNA mitocondrial: Subsídios para a conservação. Tese de Doutorado. Departamento de Biologia Celular da Universidade de Brasília.
- 3) Steigleder, C.S.; Almeida, E.A.; Weimer, T.A. (2004) Genetic diversity of a Brazilian Creole cattle based on fourteen microsatellite loci. *Arch. Zootec.* 53: 3-11.
- 4) Machado, M. A.; Schuster, I.; Martinez, M. L.; Campos, A. L. (2003) Genetic diversity of four cattle breeds using microsatellite markers. *Rev. Bras. Zootec.* 32: 93-98.
- 5) Kemenes, P.A.; Regitano, L.C.A.; Rosa, A.J.M.; Packer, I.U.; Razook, A.G.; Figueiredo, L.A.; Silva, N.A.; Etcheagaray, M.A.L.; Coutinho, L.L. (1999) k-casein, b-lactoglobulin and growth hormone allele frequencies and genetic distances in Nelore, Gyr, Guzerá, Caracu, Charolais, Canchim and Santa Gertrudis Cattle. *Genetics and Molecular Biology* 22, 4: 539-541
- 6) Almeida, S.E.M.; Machado, M.S.N.; Steigleder, C.S.; Gama, C.L.; Hutz, M.H.; Henkes, L.E.; Moraes, J.C.F.; Weimer, T.A. (2000). *Genetic diversity in Brazilian bovine herd based on four microsatellite loci. Genet. Mol. Biol.* 23: 345-350.
- 7) Serrano, G.M.S.; Egito, A.A.; McManus, C.; Mariante, A.S.; (2004) Genetic diversity and population structure of Brazilian native bovine breeds. *Pesqui. Agropec. Bras.* 29: 543-549.
- 8) Vasconcellos, L.P.M.K., D.T. Talhari, A.P. Pereira, L.L. Coutinho and L.C.A. Regitano, 2003. Genetic characterization of Aberdeen Angus cattle using molecular markers. *Genet. Mol. Biol.*, 26: 133-137.

- 9) Carneiro, T.C.; Gonçalves, E.C.; Schneider, M.P.C.; Silva, A. (2007) . Diversidade genética e eficiência de DNA microssatélites para o controle genealógico da raça Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 59, p. 1257-1262.
- 10) S.G. Rodrigues, D.A.A. Oliveira, C.S. Teixeira, P.F. Oliveira, E.G.A. Coelho, C. Alves, A.P.S. Velloso, J.C.C. Pereira (2002) Microssatélites BM2113, ILSTS005, ILSTS008, ETH131 e RM88 em testes de verificação de parentesco para bovinos da raça Gir. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* v.54,3
- 11) Baron, E.E., Martinez, M.L., Verneque, R.S., Coutinho, L.L.,(2002). Parentage testing and effect of misidentification on the estimation of breeding value in Gir cattle. *Genet. Mol. Biol.* 25 (4) .
- 12) Curi RA, Lopes CR, 2002, Evaluation of nine microsatellite loci and misidentification paternity frequency in a population of Gyr breed bovines. *Braz J Vet Res Anim Sci*, 39: 129-35.
- 13) Cervini, M.; Henrique-Silva, F.; Gortari, N.; Matheucci, E. Genetic variability of 10 microsatellite markers in the characterization of brazilian Nelore cattle (*Bos indicus*). *Genet. and Molec. Biol.* 29:486-490. 2006.
- 14) Tambasco DD, Alencar MM, Coutinho LL, Tambasco AJ, Tambasco MD and Regitano LCA (2000) Caracterização molecular de animais da raça Nelore utilizando microssatélites e genes candidatos. *Rev Bras Zootec* 29:1044-1049.
- 15) Oliveira, A.P.F. (2008) Caracterização genética de uma população do gado crioulo Pé-duro do Piauí, através de marcadores microssatélites. Tese Doutorado. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo.

### Anexo

#### **Lista de Universidades/Instituições que possuem artigos publicados na área de microssatélites bovinos**

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF, Brasil.

Embrapa Gado de Leite , Juiz de Fora, MG, Brasil.

Embrapa- CPPSE, São Carlos, SP, Brasil.

Universidade de Brasília UnB, Brasília, DF, Brasil.

Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Universidade Luterana do Brasil

Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

Agroceres PIC, Rio Claro, SP, Brasil.

FMRP-USP, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

ESALQ-USP

Instituto de Zootecnia de Sertãozinho, Sertãozinho, SP, Brasil.

UFSCar, São Carlos – SP

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

EMPRAPA/CPPSUL, Bagé, RS, Brasil. UFPA, Belém-PA

Escola de Veterinária da UFMG - Laboratório de Genética

UNESP, Botucatu – SP

Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, Brasil