A VARIABILIDADE GENÔMICA DO GADO LEITEIRO DO VALE DO PARAÍBA

Kailany Vivian Abreu Paixão, Allan Reis Troni.

Universidade do Vale do Paraíba, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, kailanyvap14@gmail.com, allantroni@univap.com.br.

Resumo

A genética determina o potencial produtivo dos bovinos leiteiros, cuja expressão depende da interação entre genótipo, ambiente e manejo. Em sistemas menos tecnificados, seleções e cruzamentos sem orientação geram rebanhos heterogêneos, dificultam o melhoramento e reduzem a rentabilidade. Este estudo analisou o perfil genômico de bovinos leiteiros, considerando mérito genômico e composição racial como apoio à seleção, ao planejamento reprodutivo e ao direcionamento de descartes. Foram avaliadas fêmeas de 17 propriedades do Vale do Paraíba, mediante coleta de material genético e análises genômicas. Dos 779 animais genotipados, a maioria apresentou algum grau de mestiçagem. Os resultados evidenciam o potencial da genômica para orientar decisões de melhoramento conforme a variabilidade genética e o sistema produtivo.

Palavras-chave: Genômica. Melhoramento Genético. Bovinocultura Leiteira. Vale do Paraíba.

Área do Conhecimento: Extensão universitária, Medicina Veterinária.

Introdução

No Brasil, a formação dos rebanhos leiteiros foi marcada pela utilização de animais de origem taurina e zebuína, com o objetivo de associar características produtivas à adaptação e à rusticidade dos animais de origem indiana. A adoção de cruzamentos entre raças europeias e zebuínas contribuiu para a formação de populações mestiças adaptadas às condições brasileiras. Estimativas históricas indicam que vacas mestiças entre a raça Holandesa e raças zebuínas foram responsáveis por 70% a 80% da produção nacional de leite (Carvalho Filho et al., 2002). Essa estratégia de cruzamento possibilitou combinar elevada capacidade produtiva com maior adaptação às condições tropicais, constituindo uma importante base genética para a pecuária leiteira brasileira.

O Vale do Paraíba apresenta relevância histórica e produtiva para a bovinocultura leiteira paulista, sendo reconhecido como uma importante bacia leiteira e apresentando condições ambientais que tornam a adaptação dos animais um fator relevante para a eficiência dos sistemas de produção (Lima et al., 2006). A região também possui importância histórica na formação do gado Girolando, cuja origem está associada a cruzamentos entre animais Gir e Holandês realizados no Vale do Paraíba a partir da década de 1940 (Associação Brasileira dos Criadores de Girolando, 2026). A consolidação desses cruzamentos evidenciou o potencial da combinação entre a rusticidade e a capacidade de adaptação dos animais zebuínos e a elevada aptidão leiteira dos animais Holandeses. Entretanto, a utilização continuada de diferentes combinações raciais, associada às particularidades dos sistemas de produção e aos variados critérios de seleção empregados pelos produtores, contribuiu para a formação de rebanhos com elevada heterogeneidade genética, tornando a caracterização da composição racial e do potencial genético dos animais uma etapa relevante para o direcionamento de programas de melhoramento.

Nesse contexto, a seleção genômica representa uma importante ferramenta para o melhoramento de bovinos leiteiros, uma vez que possibilita incorporar informações moleculares à avaliação genética dos animais. A genotipagem baseada em polimorfismos de nucleotídeo único (SNPs) permite identificar milhares de marcadores distribuídos pelo genoma, os quais podem ser utilizados para estimar relações genéticas e aumentar a acurácia da avaliação do mérito genético. A incorporação dessas informações aos programas de melhoramento possibilitou ampliar a precisão das decisões de seleção, reduzir o intervalo entre gerações e acelerar o ganho genético para características de interesse econômico. Além das características produtivas, as avaliações genômicas podem contribuir para a

seleção de características relacionadas à fertilidade, longevidade, saúde e composição do leite, ampliando a possibilidade de direcionamento dos objetivos de seleção de acordo com as características específicas de cada sistema de produção (Martinez et al., 2009).

Apesar dos avanços proporcionados pela seleção genômica, sua aplicação em populações mestiças e multirraciais apresenta desafios relacionados à representatividade das populações de referência utilizadas nas avaliações. Modelos desenvolvidos predominantemente a partir de populações de uma única raça podem apresentar limitações quando aplicados a animais geneticamente distantes da população de referência, uma vez que diferenças na frequência alélica e na origem dos segmentos cromossômicos podem influenciar a capacidade de predição dos valores genéticos. Em populações compostas por animais taurinos e zebuínos, essa questão torna-se particularmente relevante, considerando a diversidade genética e os diferentes graus de mestiçagem presentes nos rebanhos brasileiros. Dessa forma, a caracterização da variabilidade genômica dos rebanhos pode contribuir não apenas para a identificação do potencial genético individual, mas também para a compreensão da estrutura genética das populações e para o estabelecimento de estratégias de seleção mais compatíveis com as condições ambientais e produtivas nas quais os animais estão inseridos (Cole; Silva, 2016; Hammami; Rekik; Gengler, 2009).

Diante desse contexto, o objetivo geral deste trabalho foi caracterizar a variabilidade genômica de bovinos leiteiros provenientes de propriedades rurais do Vale do Paraíba participantes do Projeto Empreenda On Rural, relacionando os resultados genômicos às características produtivas, reprodutivas e sanitárias e às condições dos sistemas de produção acompanhados.

Metodologia

Das 844 amostras inicialmente coletadas, 779 apresentaram material genético viável e foram efetivamente genotipadas. A amostra foi composta por fêmeas bovinas em diferentes fases de desenvolvimento, desde bezerras recém-nascidas até matrizes em lactação, distribuídas em 17 propriedades rurais localizadas nos municípios de São José dos Campos, Monteiro Lobato e Pindamonhangaba, integrantes da região do Vale do Paraíba, em São Paulo. A amostragem esteve vinculada às ações do Projeto Empreenda On Rural, sendo realizada em parceria com a empresa Neogen e mediante autorização por Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, assinado por todos os produtores participantes.

Para a avaliação genômica, a empresa Neogen realizou a coleta de folículos capilares da cauda dos animais. O manejo de contenção variou de acordo com a infraestrutura disponível nas propriedades, utilizando-se troncos de contenção, seringas ou peias de corda na própria sala de ordenha. Com o animal devidamente contido e a cauda firmada, selecionou-se uma porção da vassoura da cauda com menor índice de sujidade. Em seguida, realizou-se a extração dos pelos por arranque manual rápido, a fim de garantir a integridade dos bulbos capilares, matriz necessária para a extração do DNA. Os pelos coletados tiveram suas extremidades excedentes aparadas com tesoura e foram acondicionados em envelopes específicos, devidamente identificados com nome do animal, data de nascimento, propriedade de origem, sexo, raça presumida e data de amostragem.

As amostras foram encaminhadas ao laboratório da empresa Neogen para processamento e genotipagem por meio de marcadores moleculares do tipo *single nucleotide polymorphisms* (SNPs). Posteriormente, foram submetidas aos testes BreedSeek e Igenity Basic, com o objetivo de caracterizar a composição racial dos animais e estimar indicadores genômicos relacionados ao potencial produtivo, reprodutivo e sanitário. Os laudos contendo a composição racial e o potencial genético foram disponibilizados pela empresa, e os dados foram tabulados e organizados no software Microsoft Excel® para análises descritivas e comparativas. A interpretação do panorama genético dos rebanhos foi fundamentada em revisão bibliográfica realizada nas bases de dados Google Acadêmico e SciELO.

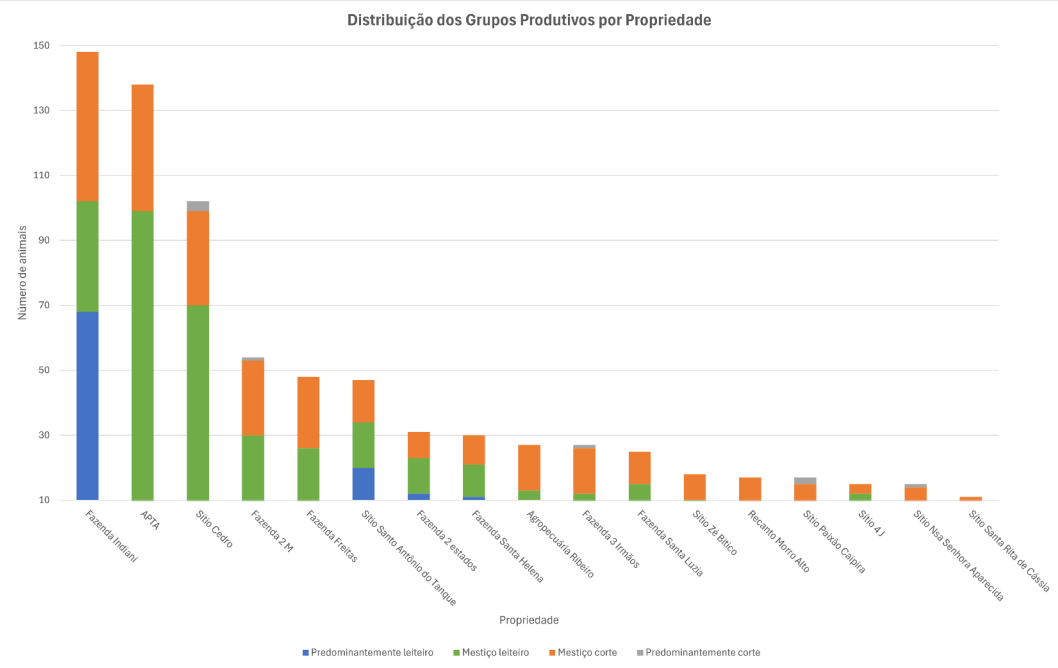
A interpretação dos resultados obtidos pelo teste *Igenity Basic* foi baseada em uma escala de pontuação atribuída aos animais de acordo com a população de referência do teste. Nessa escala, a pontuação 10 representa o valor máximo, 5 corresponde à média e 1 indica o valor mínimo. A predisposição genética do animal para apresentar determinada característica é interpretada a partir dessa pontuação. Para o critério específico de contagem de células somáticas (CCS), entretanto, o teste utiliza uma escala inversa: quanto maior a pontuação, maior é o potencial genético do animal para apresentar CCS elevada, o que representa um marcador desfavorável para a produção leiteira.

Resultados

Na ferramenta BreedSeek, os resultados apresentaram a composição racial dos animais, incluindo a raça predominante ou primária e seu respectivo percentual, a raça secundária e seu percentual, além do percentual de outras raças presentes em menor representatividade. A utilização conjunta das ferramentas *Igenity Basic* e BreedSeek foi particularmente relevante diante da elevada heterogeneidade fenotípica observada nos rebanhos, permitindo complementar a avaliação visual dos animais com informações de origem genômica. Os resultados possibilitaram a identificação de características de interesse para o direcionamento da seleção, do planejamento reprodutivo e das estratégias de descarte.

Na avaliação da composição racial realizada pelo BreedSeek, foram identificados 50 perfis raciais, incluindo tipos de cruzamentos, raças puras e raças sintéticas. Esses perfis envolveram diferentes composições relacionadas ao grupo racial Girolando, além de animais classificados como Holandês, Jersey e outras combinações raciais. Devido à elevada variabilidade desses perfis, os animais foram agrupados em quatro categorias com base na aptidão produtiva das raças identificadas: mestiço leiteiro, predominantemente leiteiro, mestiço de corte e predominantemente de corte. Entre todos os animais avaliados, 95,06% apresentaram algum grau de mestiçagem, evidenciando elevada heterogeneidade na população estudada. A distribuição dos perfis raciais e dos cruzamentos identificados nas 17 propriedades é apresentada na Figura 1.

Figura 1: Distribuição dos perfis raciais e dos cruzamentos identificados nas 17 propriedades participantes do Projeto Empreenda On Rural.



Fonte: Dados do Projeto Empreenda On Rural (2026).

Para o teste BreedSeek, apenas 769 amostras puderam ser devidamente processadas. Na análise, 145 animais foram classificados como provenientes de cruzamentos entre Gir e Holandês, apresentando composição genética com predominância Gir e proporção de Holandês inferior a 50%. Outros 111 animais apresentaram perfil correspondente a ½ Holandês × ½ Gir, característico da composição racial de base do Girolando. Observou-se ainda que 30 dos perfis identificados apresentavam, em sua composição, pelo menos uma raça de aptidão para produção de carne, enquanto cinco perfis eram constituídos exclusivamente por raças de corte. Em contraste, apenas 14

perfis foram constituídos exclusivamente por raças de aptidão leiteira, considerando Gir, Jersey e Holandês.

Figura 2 – Frequência de distribuição dos principais perfis raciais identificados.

Perfil	Quantidade de animais	Frequência (%)
Abaixo de ½	145	18,86%
1/2 girolando	111	14,43%
Jersolando	92	11,96%
Brahman com Holandês	72	9,36%
5/8 Girolando	37	4,81%
Holandês com Nelore	34	4,42%
Holandês	28	3,64%
3/4 girolando	27	3,51%
Gir com Nelore	21	2,73%
Gir com Jersey	20	2,60%
Outros	**182**	**23,67%**
Total	**769**	**100,00%**

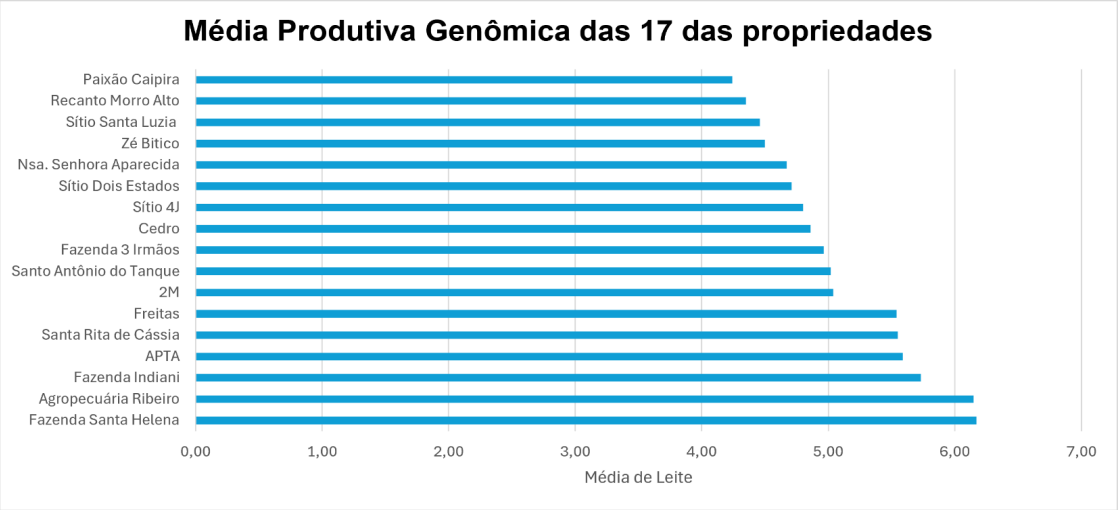
Fonte: Dados do Projeto Empreenda On Rural (2026).

Posteriormente, foi realizada a comparação entre as propriedades participantes quanto aos indicadores avaliados pelo *Igenity Basic*. As características analisadas foram agrupadas nos eixos de produção, reprodução e sanidade, contemplando produção de leite, contagem de células somáticas (CCS), taxa de prenhez das filhas (DPR), vida produtiva, produção de proteína e gordura e características relacionadas à composição do leite, incluindo kappa-caseína, beta-caseína e beta-lactoglobulina. Também foram avaliadas condições genéticas hereditárias, incluindo BLAD (*Bovine leukocyte adhesion deficiency*) e DUMPS (*Deficiency of uridine monophosphate synthase*).

A produção de leite constituiu uma das principais características de interesse dos produtores participantes do projeto. Dessa forma, foi realizada a comparação entre as médias dos escores genômicos de produção de leite das 17 propriedades, com o objetivo de caracterizar o potencial genético médio dos animais de cada rebanho. A média geral observada para esse indicador foi de 5,08. Entre as propriedades avaliadas, a Fazenda Santa Helena apresentou a maior média, com escore de 6,17, enquanto o Sítio Paixão Caipira apresentou a menor média, com escore de 4,24. A diferença entre as propriedades esteve associada às diferentes composições dos rebanhos, sendo observada maior presença de animais geneticamente direcionados à aptidão leiteira na propriedade com maior média e maior diversidade de cruzamentos, incluindo animais com composição de raças de corte, na propriedade com menor média.

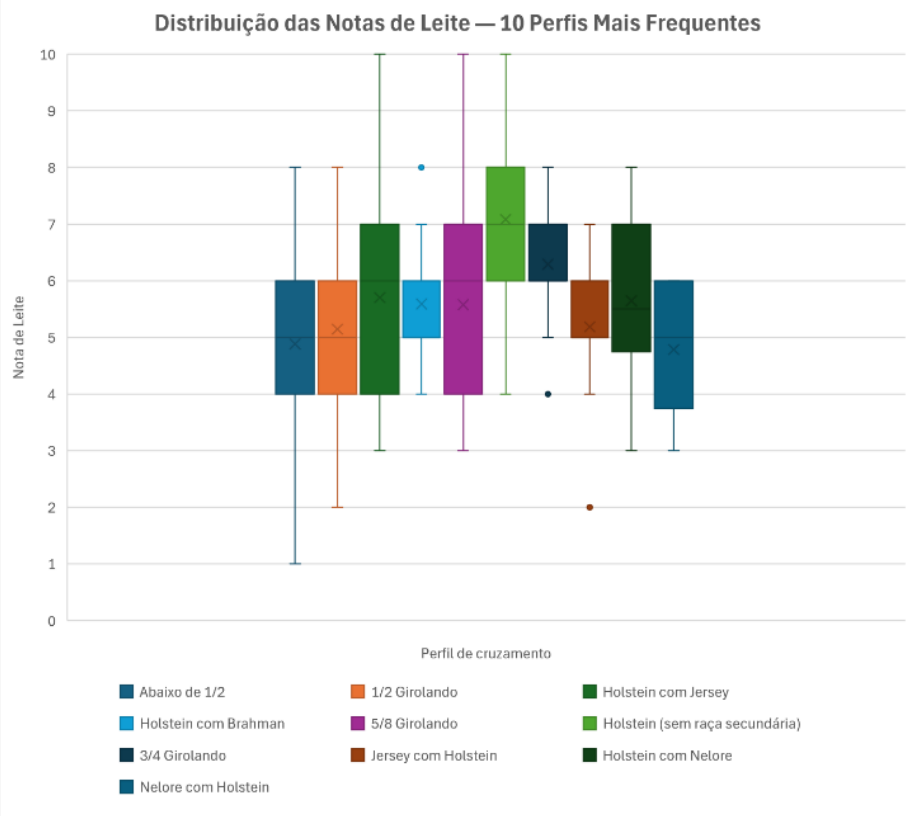
Os resultados demonstram que a composição racial dos rebanhos apresenta relação importante com o direcionamento do potencial produtivo. Entretanto, o escore genômico não representa, isoladamente, a produção efetiva obtida pelo animal, pois essa produção também depende das condições ambientais, nutricionais, sanitárias e de manejo às quais o animal é submetido. Dessa forma, os resultados genômicos devem ser utilizados como ferramenta complementar às informações fenotípicas e zootécnicas disponíveis na propriedade.

Figura 3 – Média do escore genômico para produção de leite nas 17 propriedades avaliadas.



Fonte: Dados do Projeto Empreenda On Rural (2026).

Figura 4 – Comparação entre perfil genético e escore genômico para produção de leite.



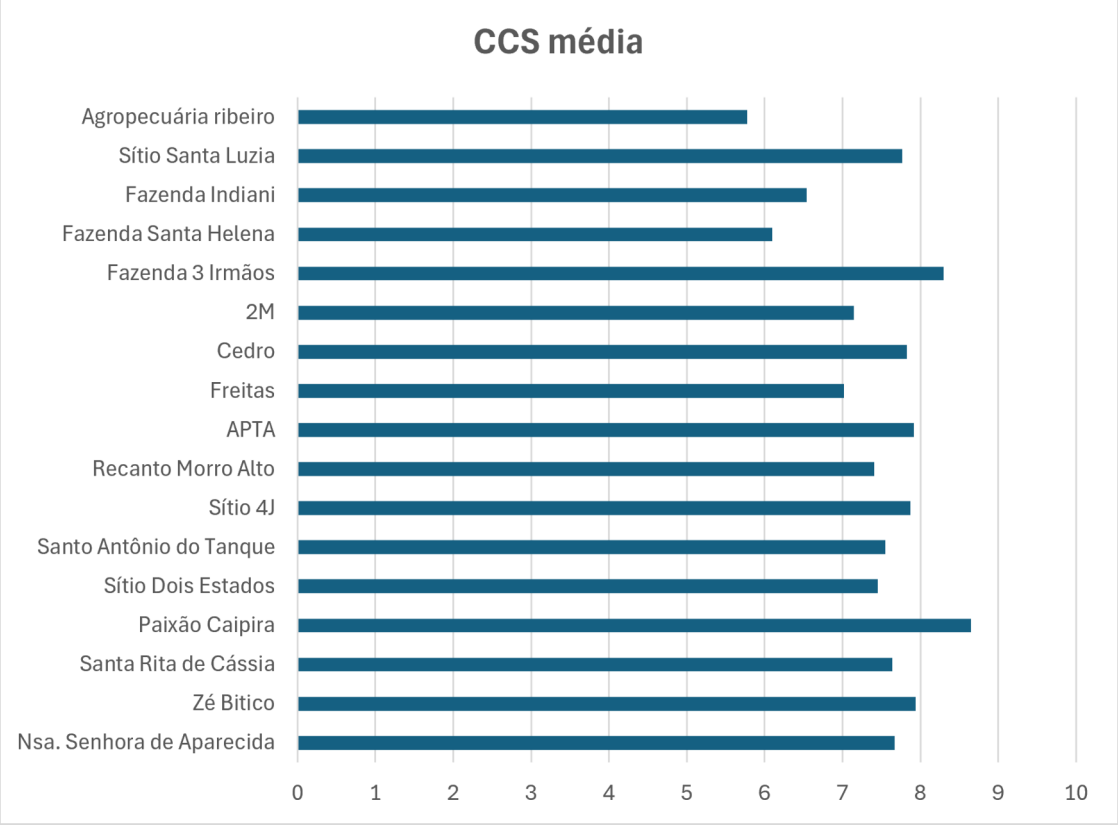
Fonte: Dados do Projeto Empreenda On Rural (2026).

A contagem de células somáticas apresentou comportamento de destaque nas propriedades estudadas. Considerando o escore genômico médio de cada propriedade, duas propriedades

apresentaram valores superiores a 8, doze apresentaram valores entre 7,0 e 7,9, duas apresentaram valores entre 6,10 e 6,50 e uma propriedade apresentou média de 5,78. Dessa forma, todas as propriedades apresentaram valores superiores à média de referência para o indicador, embora com diferentes intensidades.

A CCS constitui um importante indicador associado à saúde da glândula mamária e à ocorrência de processos inflamatórios, sendo frequentemente utilizada como parâmetro indireto para monitoramento de mastite. No entanto, no contexto deste estudo, os escores genômicos de CCS devem ser interpretados como indicadores de predisposição genética, e não como medidas diretas da CCS observada no leite. Além dos estudos nacionais que relacionam CCS e mastite subclínica (Machado et al., 2000; Zafalon et al., 2002), o National Mastitis Council (2022) destaca que a seleção genômica pode contribuir para melhorar a resistência à mastite, desde que associada a práticas adequadas de manejo sanitário e controle ambiental. Assim, os escores elevados observados nas propriedades avaliadas indicam a necessidade de integrar informação genômica, monitoramento zootécnico e medidas preventivas de saúde mamária.

Figura 5 – Panorama da CCS genômica média nas propriedades participantes.



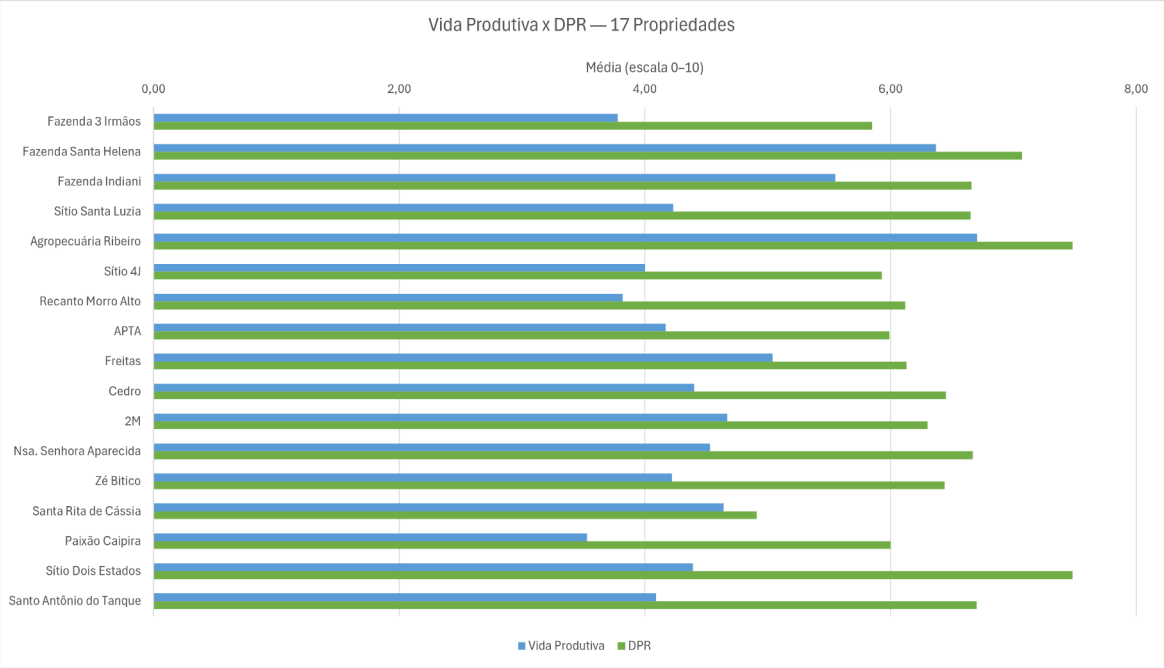
Fonte: Dados do Projeto Empreenda On Rural (2026).

Os indicadores de vida produtiva e DPR devem ser interpretados como componentes importantes da eficiência econômica e reprodutiva dos rebanhos leiteiros. A vida produtiva está relacionada à permanência das fêmeas no rebanho e à diluição dos custos de criação e reposição, enquanto o DPR expressa a capacidade genética associada à fertilidade das filhas. Cole et al. (2022) demonstram a existência de parâmetros genéticos para vida produtiva e taxa de prenhez das filhas em diferentes

grupos raciais, reforçando a aplicabilidade desses indicadores em programas de seleção. Além disso, Madureira et al. (2022) observaram associação entre maiores valores de GDPR e melhores resultados reprodutivos em vacas Holandesas. Esses achados sustentam a utilização conjunta desses indicadores como ferramentas auxiliares para selecionar animais com maior potencial de permanência, fertilidade e eficiência no sistema leiteiro.

Nesse contexto, a utilização de informações genômicas permite incorporar características reprodutivas e de longevidade aos objetivos de seleção antes que o desempenho reprodutivo completo dos animais ou de suas descendentes esteja disponível. A aplicação dessa estratégia pode contribuir para aumentar a velocidade do melhoramento genético, desde que os indicadores sejam interpretados de acordo com a população de referência e as condições específicas do sistema de produção. Estudos recentes demonstram que a seleção genômica também pode aumentar a capacidade de identificar animais com maior mérito genético para características associadas à longevidade, saúde e permanência no rebanho.

Figura 6 – Panorama dos indicadores genômicos DPR e vida produtiva nas 17 propriedades.



Fonte: Dados do Projeto Empreenda On Rural (2026).

Discussão

A elevada diversidade observada nos rebanhos avaliados é particularmente relevante para a interpretação dos resultados genômicos em populações mestiças e multirraciais. Além dos desafios já apontados por Cole e Silva (2016), estudos recentes reforçam que populações altamente cruzadas apresentam maior complexidade na estrutura genômica, o que pode dificultar a transferência direta de modelos de predição desenvolvidos em populações de referência mais homogêneas. Nesse sentido, Guerrero et al. (2024) demonstram que populações bovinas altamente mestiças em ambientes tropicais apresentam ampla diversidade genômica, enquanto Ogunbawo et al. (2024) destacam a necessidade de adaptar estratégias de seleção genômica para animais com composição Bos taurus indicus. Assim, a elevada variabilidade racial observada no presente estudo deve ser compreendida não apenas como característica dos rebanhos avaliados, mas também como fator metodológico que influencia a interpretação dos escores genômicos.

A predominância de animais mestiços também pode ser interpretada à luz das estratégias históricas de formação de rebanhos leiteiros adaptados às condições tropicais. A literatura destaca que o desenvolvimento de bovinos leiteiros tropicalmente adaptados depende da combinação entre aptidão produtiva e características de rusticidade, resistência ao estresse térmico e adaptação ao ambiente produtivo (Marchioretto et al., 2023). Essa perspectiva ajuda a explicar a presença expressiva de cruzamentos envolvendo raças leiteiras e zebuínas nos rebanhos avaliados, indicando que a heterogeneidade observada pode refletir tanto a busca por produtividade quanto a necessidade de adaptação às condições locais.

A utilização da genotipagem nos rebanhos avaliados evidencia o potencial da seleção genômica como ferramenta de apoio ao melhoramento de bovinos leiteiros. Weigel (2017) e Wiggans et al. (2017) destacam que a seleção genômica permitiu aumentar a acurácia das avaliações genéticas, reduzir o intervalo entre gerações e acelerar o ganho genético em rebanhos leiteiros. No Brasil, Martinez et al. (2009) já apontavam a necessidade de incorporar novas tecnologias ao melhoramento genético de bovinos de leite, especialmente para características produtivas, reprodutivas e funcionais. Dessa forma, os resultados deste estudo reforçam que a genotipagem pode contribuir para decisões mais direcionadas de seleção, planejamento reprodutivo e descarte, desde que interpretada dentro do contexto racial e ambiental dos rebanhos avaliados.

A importância da seleção para fertilidade também está relacionada às mudanças históricas nos objetivos de melhoramento de bovinos leiteiros. Lucy (2019) destaca que a fertilidade é uma característica complexa, resultante de diferentes eventos fisiológicos e reprodutivos, e que sua seleção deve considerar a interação entre os componentes da reprodução e os diferentes sistemas de manejo empregados nas propriedades. Assim, indicadores como DPR e vida produtiva devem ser interpretados de forma integrada aos demais critérios de seleção, especialmente em rebanhos nos quais a eficiência reprodutiva influencia diretamente a reposição de fêmeas e a permanência dos animais no sistema produtivo.

A diferença observada entre os escores médios de produção das propriedades deve ser interpretada considerando a interação entre genótipo e ambiente. Embora os escores genômicos indiquem predisposição genética para maior produção, a expressão desse potencial depende das condições nutricionais, sanitárias, climáticas e de manejo presentes em cada propriedade. Hammami, Rekik e Gengler (2009) ressaltam que a interação genótipo-ambiente pode alterar o desempenho de bovinos leiteiros em diferentes sistemas de produção, enquanto Sartori et al. (2022) demonstram que a resposta à seleção pode variar conforme o ambiente em que os animais estão inseridos. Dessa forma, os resultados deste estudo reforçam que a genotipagem deve ser utilizada como ferramenta complementar, integrando informações genéticas, fenotípicas e ambientais.

Conclusão

Os resultados obtidos permitiram caracterizar a variabilidade genômica de bovinos leiteiros provenientes de propriedades rurais do Vale do Paraíba, evidenciando elevada heterogeneidade genética e ampla diversidade de perfis raciais entre os animais avaliados. A predominância de indivíduos mestiços demonstra a importância histórica e produtiva dos cruzamentos entre raças taurinas e zebuínas na região, ao mesmo tempo em que reforça a necessidade de ferramentas capazes de orientar decisões de seleção em rebanhos geneticamente diversos.

A análise dos indicadores genômicos relacionados à produção de leite, contagem de células somáticas, vida produtiva e taxa de prenhez das filhas demonstrou que a genotipagem pode contribuir para a identificação de características de interesse econômico, reprodutivo e sanitário. Entretanto, os escores genômicos devem ser interpretados como indicadores de predisposição genética, e não como medidas diretas de desempenho, uma vez que sua expressão depende das condições ambientais, nutricionais, sanitárias e de manejo presentes em cada propriedade.

Dessa forma, conclui-se que a caracterização genômica constitui uma ferramenta relevante para apoiar o melhoramento genético de rebanhos leiteiros mestiços, contribuindo para decisões mais direcionadas de seleção, planejamento reprodutivo e descarte. Essas decisões podem favorecer a rentabilidade e a permanência de pequenos produtores na atividade. Contudo, sua utilização deve ser integrada às informações fenotípicas e zootécnicas de cada sistema produtivo, especialmente em populações multirraciais, nas quais a composição genética pode influenciar a interpretação dos

resultados obtidos. Nesse sentido, torna-se necessária a atuação de profissionais capacitados para analisar os dados genômicos de forma integrada ao contexto produtivo de cada propriedade.

Referências

CARVALHO FILHO, Orlando Monteiro de *et al.* **Gado de leite: raças**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2002. Sistema de Produção, 6. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteSemiArido/racas.html. Acesso em: 12 ago. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE GIROLANDO. **Sobre a raça**. Uberaba: Girolando, 2026. Disponível em: https://www.girolando.com.br/girolando/sobre-a-raca. Acesso em: 12 ago. 2026.

WEIGEL, K. A. Genomic selection of dairy cattle: a review of methods, strategies, and impact. **Journal of Animal Breeding and Genomics**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2017.

WIGGANS, G. R.; COLE, J. B.; HUBBARD, S. M.; SONSTEGARD, T. S. Genomic selection in dairy cattle: the USDA experience. **Annual Review of Animal Biosciences**, v. 5, p. 309-327, 2017.

COLE, J. B.; SILVA, M. V. G. B. Genomic selection in multi-breed dairy cattle populations. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 4, p. 195-202, 2016.

HAMMAMI, H.; REKIK, B.; GENGLER, N. Genotype by environment interaction in dairy cattle. **Biotechnology, Agronomy and Society and Environment**, v. 13, n. 1, p. 155-164, 2009.

LIMA, K. A. O. *et al.* Avaliação bioclimatológica da bacia leiteira do Vale do Paraíba-SP utilizando o ITU. **Veterinária Notícias**, v. 12, n. 2, 2006.

EMBRAPA. **Perspectivas de seleção para a resistência à mastite em bovinos leiteiros**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2016. Documentos / Embrapa Gado de Leite, 203. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1065202/1/Cnpgl2016PanLeite83Perspectivas.pdf. Acesso em: 18 ago. 2026.

MACHADO, S. G. *et al.* Efeitos genéticos e de ambiente sobre a produção de leite e a contagem de células somáticas em rebanhos holandeses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2235-2241, nov./dez. 2000. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstreams/84d1a7c7-b7a0-486f-af7a-9ff6ca40e2d3/download. Acesso em: 18 ago. 2026.

ZAFALON, L. F. *et al.* Melhoramento genético visando à resistência à mastite em bovinos leiteiros. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 51, n. 195, p. 343-356, 2002. Disponível em: https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/599. Acesso em: 18 ago. 2026.

NATIONAL MASTITIS COUNCIL. **Using genomic selection to improve mastitis resistance**. New Prague: NMC, 2022. Disponível em: https://www.nmconline.org/wp-content/uploads/2022/05/Using-Genomic-Selection-to-Improve-Mastitis-Resistance-002.pdf. Acesso em: 18 ago. 2026.

MADUREIRA, A. M. L. *et al.* Association between genomic daughter pregnancy rates and reproductive parameters in Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 105, n. 6, p. 5236-5244, 2022. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203022200234X. Acesso em: 18 ago. 2026.

BRITT, J. H. *et al.* Symposium review: selection for fertility in the modern dairy cow: current status and future direction for genetic improvement. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 4, p. 3745-3758, 2019.

Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030219300876. Acesso em: 18 ago. 2026.

COLE, J. B. *et al.* Genetic parameters for productive life and daughter pregnancy rate across breed groups. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 12., 2022, Rotterdam. **Proceedings...** Rotterdam: WCGALP, 2022. p. 1-4. Disponível em: https://www.iastatedigitalpress.com/wcgalp/article/id/24280/. Acesso em: 18 ago. 2026.

PEÑAGARICANO, F. Genomic selection in dairy cattle: impact and contribution to the improvement of bovine fertility. **Clinical Theriogenology**, v. 16, n. 1, p. 10399, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.58292/ct.v16.10399. Acesso em: 18 ago. 2026.

GUERRERO, L. F. N.; ROGBERG-MUÑOZ, A.; RODRÍGUEZ, N. *et al.* Genomic diversity study of highly crossbred cattle population in a low and middle tropical environment. **Tropical Animal Health and Production**, v. 56, artigo 258, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11250-024-04011-0. Acesso em: 20 ago. 2026.

MARCHIORETTO, P. V.; RABEL, R. A. C.; ALLEN, C. A.; OLE-NESELLE, M. M. B.; WHEELER, M. B. Development of genetically improved tropical-adapted dairy cattle. **Animal Frontiers**, v. 13, n. 5, p. 7-15, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1093/af/vfad050. Acesso em: 20 ago. 2026.

OGUNBAWO, A. R.; MULIM, H. A.; CAMPOS, G. S.; SCHINCKEL, A. P.; OLIVEIRA, H. R. Tailoring genomic selection for *Bos taurus indicus*: a comprehensive review of SNP arrays and reference genomes. **Genes**, v. 15, n. 12, 1495, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/genes15121495. Acesso em: 20 ago. 2026.

SARTORI, C.; TIEZZI, F.; GUZZO, N.; MANCIN, E.; TULIOZI, B.; MANTOVANI, R. Genotype by environment interaction and selection response for milk yield traits and conformation in a local cattle breed using a reaction norm approach. **Animals**, v. 12, n. 7, 839, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ani12070839. Acesso em: 20 ago. 2026.

VELAYUDHAN, S. M.; YIN, T.; ALAM, S.; BRÜGEMANN, K.; SEJIAN, V.; BHATTA, R.; SCHLECHT, E.; KÖNIG, S. Unraveling the genomic association for milk production traits and signatures of selection of cattle in a harsh tropical environment. **Biology**, v. 12, n. 12, 1483, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/biology12121483. Acesso em: 20 ago. 2026.

MARTINEZ, M. L.; VERNEQUE, R. S.; PEIXOTO, M. G. C. D.; SILVA, M. V. G. B. Rumos do melhoramento genético de bovinos de leite no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, supl. especial, p. 68-77, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300008. Acesso em: 22 ago. 2026.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio das equipes da empresa Neogen, Agopolo vale e Empreenda on Rural.