

AVALIAÇÃO GENÔMICA NA SELEÇÃO DE REPRODUTORES NA BOVINOCULTURA – REVISÃO DE LITERATURA

Tais Fasanella, Gustavo Fernandes Grillo.

Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, taisfasanella@gmail.com, gustavo.grillo@univap.br

Resumo

A crescente demanda por eficiência produtiva e sustentabilidade na pecuária bovina, o presente estudo trata da avaliação genômica na seleção de reprodutores na bovinocultura, a fim de analisar o impacto dessa tecnologia no melhoramento genético. Para tanto, foi necessário investigar o impacto da genômica na identificação precoce de reprodutores superiores, discutir as implicações econômicas dessa tecnologia para os pecuaristas e revisar os avanços metodológicos no campo do melhoramento genético bovino. Realizou-se, então, uma pesquisa baseada em revisão de literatura, utilizando artigos e relatórios técnicos publicados entre 2014 e 2024, bem como publicações anteriores para comparação de técnicas tradicionais de seleção. Diante disso, verificou-se que a avaliação genômica proporciona maior precisão na seleção de reprodutores, redução significativa do tempo de introdução de touros e vacas nas centrais de inseminação artificial e economia de recursos financeiros e físicos, resultando em rebanhos geneticamente superiores. Foi possível concluir que essa tecnologia é uma ferramenta essencial para aumentar a competitividade e sustentabilidade da pecuária bovina no Brasil.

Palavras-chave: Avaliação genômica. Melhoramento genético. Pecuária bovina. Reprodutores.

Área do Conhecimento: Ciências da Saúde – Medicina Veterinária

Introdução

A pecuária brasileira destaca-se como uma das mais relevantes no cenário global, apresentando um rebanho estimado em aproximadamente 234.352.649 animais (IBGE, 2022) e uma produção anual em torno de 10 milhões de toneladas de carne (CONAB, 2024). Em contraste, os Estados Unidos, com um rebanho de 89,3 milhões de animais, alcançam uma produção média de 12 milhões de toneladas de carne por ano (USDA, 2023). Esses dados indicam que, apesar de sua importância, o Brasil ainda possui um considerável potencial para aprimorar sua eficiência produtiva na pecuária..

A bovinocultura no Brasil destaca-se como uma das principais atividades do agronegócio, sendo fundamental para a economia nacional. Segundo dados da EMBRAPA (2020), a introdução de técnicas avançadas de melhoramento genético tem possibilitado que os pecuaristas atinjam um nível elevado de produção e qualidade. A utilização de tecnologias genômicas, como a extração e análise de DNA, permite identificar reprodutores com maior potencial para transmitir características economicamente relevantes, como ganho de peso e resistência a doenças (Embrapa, 2020).

Diversas inovações tecnológicas podem ser implementadas para aumentar a eficiência das propriedades rurais. Entre elas, destacam-se a inseminação artificial, a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), a Transferência de Embrião (TE), a Produção in Vitro (PIV) e a avaliação genômica (Grillo, 2015). Essa abordagem contemporânea se contrasta com métodos tradicionais que se baseiam em características fenotípicas e registros limitados de parentesco (Lima et al., 2014),

O objetivo geral desta pesquisa é analisar como a avaliação genômica contribui para a seleção de reprodutores bovinos. De forma mais específica, busca-se: i) investigar o impacto da genômica na identificação precoce de reprodutores superiores; ii) discutir as implicações econômicas dessa tecnologia para os pecuaristas; e iii) revisar os avanços metodológicos no campo do melhoramento genético bovino, com base em estudos recentes (Scheffers e Weigel, 2012; Haile-Mariam et al., 2015).

Metodologia

O presente estudo foi conduzido por meio de uma revisão de literatura, com foco na análise de publicações científicas sobre os temas de teste genômico, melhoramento genético, seleção genômica e bovinocultura de corte e leite. A seleção de materiais incluiu artigos científicos, livros e relatórios técnicos publicados no período de 2014 a 2024, com o intuito de contemplar as inovações e avanços recentes sobre o tema. No entanto, também foram considerados trabalhos mais antigos, como os publicados a partir de 1981, a fim de permitir uma análise comparativa entre as técnicas tradicionais e as mais recentes de seleção genética.

A busca por referências foi realizada em bases de dados reconhecidas, como Scielo, Google Scholar, PubMed e periódicos especializados na área de produção animal e genética bovina. Foram selecionados artigos publicados em português e inglês, garantindo a inclusão de estudos nacionais e internacionais. Os critérios de inclusão consideraram apenas publicações que apresentassem rigor científico comprovado, excluindo artigos sem revisão por pares ou com pouca fundamentação teórica.

Além disso, foram priorizados estudos que abordassem diretamente a aplicação da seleção genômica na bovinocultura, tanto em sistemas de produção de corte quanto de leite. A revisão também contemplou relatórios de órgãos reconhecidos, como a *Embrapa* e o *USDA*, que fornecem dados relevantes para o entendimento do impacto da avaliação genômica no melhoramento das raças bovinas no Brasil e no exterior.

Resultados

O levantamento bibliográfico resultou em 14000 artigos, que abordavam o assunto genômica de alguma forma em seu conteúdo, dentre eles, foram selecionados aqueles que continham de forma mais específica os tópicos de interesse deste trabalho, entre eles artigos em português, inglês, 3 livros, que abordam o tema de melhoramento genético e avaliação genômica. Foi também utilizado como critério, priorizar trabalhos que traziam informações mais relevantes e atualizadas. Conforme apresentado em tabela 1.

Tabela 1- Autores dos trabalhos utilizados no estudo apresentado e principais temas

| Trabalhos | Autores |
|--|--|
| Métodos tradicionais de seleção | COSTA et al, 1987 |
| Vantagens da avaliação genômica | SCHEFERS / WEIGEL, 2012 |
| Avaliação genômica na identificação de genes indesejáveis. | WILMA et al, 2020 |
| Avaliação genômica de célula embrionária. | WILMA et al, 2020 |
| Compartilhamento de banco de dados e acurácia. | HAILE-MARIAM et al, 2015 / WIGGANS et al, 2015 |
| Aumento de testes genômicos | WIGGANS et al, 2015 / DOORMAAL et al, 2017 |
| Redução da idade de touros em centrais | WIGGANS et al, 2017 |
| Acurácia de DEP | FERREIRA et al, 2010 |

Fonte: o autor.

Discussão

A avaliação genômica vem desempenhando um papel fundamental no avanço da seleção de reprodutores na bovinocultura. Este método, que integra o uso de informações genéticas e fenotípicas, tem revolucionado a pecuária ao permitir uma maior precisão na seleção de animais com características desejáveis. O desenvolvimento de novas tecnologias, como a identificação de marcadores genéticos específicos, tem potencializado o progresso genético na pecuária bovina, impactando diretamente a eficiência produtiva do setor (Costa et al., 1981; Rosa et al., 2013).

Para a realização da avaliação genômica, é imprescindível a obtenção de uma amostra de DNA do animal, que pode ser obtida por meio da coleta de pelos, fragmentos de cartilagem, amostras de sangue ou até mesmo DNA embrionário. Dentre essas opções, a coleta de células do bulbo capilar é frequentemente a técnica mais utilizada em campo, dada sua praticidade e a logística envolvida nas propriedades. O procedimento consiste em retirar de 15 a 25 pelos da vassoura da cauda do bovino, garantindo que o bulbo capilar esteja incluído na amostra. Posteriormente, a amostra deve ser armazenada conforme o protocolo da empresa responsável pela análise do DNA, que será realizada por meio da técnica de PCR e comparação com dados de marcadores genéticos (EMBRAPA, 2006).

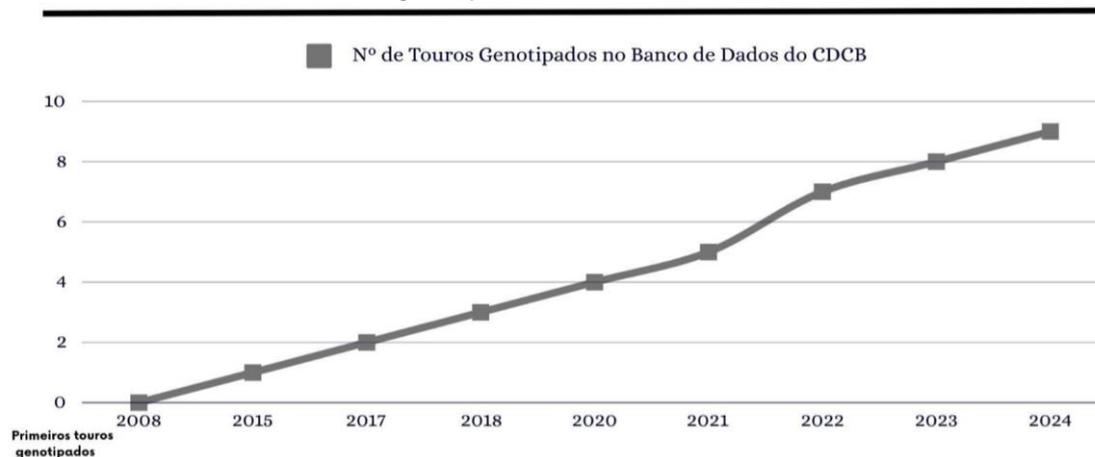
O melhoramento genético de reprodutores, tanto de fêmeas quanto de machos, é fundamental para garantir a eficiência e sustentabilidade da cadeia produtiva. Nesse contexto, diversas ferramentas de seleção têm evoluído constantemente, agilizando as decisões relacionadas ao avanço genético. Na década de 1980, a seleção de machos e fêmeas era predominantemente baseada em critérios visuais e subjetivos, como órgãos genitais, saúde, vitalidade, idade, raça, temperamento, vigor, conformação, peso, ascendência e descendência. O teste de progênie, que requer um período prolongado para a obtenção de resultados, frequentemente apresentava um atraso significativo na interpretação dos dados, considerando o longo intervalo entre gerações (Costa et al., 1987). Essa situação ressalta a necessidade de metodologias mais eficientes que possam acelerar o processo de seleção e melhoramento genético.

A avaliação genômica representa um avanço significativo no melhoramento genético, permitindo a análise do perfil genético de animais imediatamente após o nascimento e até mesmo em embriões obtidos por fertilização in vitro (FIV) (Lima et al., 2014). Este método reduz substancialmente o tempo de espera para a seleção de reprodutores, diminuindo de aproximadamente seis anos para um ano e nove meses na comparação entre touros provados e touros jovens genotipados (Scheffers e Weigel, 2012). Com a disponibilização de dados genéticos, é possível prever as características que um animal pode transmitir, encurtando, assim, o período de espera associado aos testes tradicionais de progênie.

Além disso, uma estratégia eficaz para aumentar a acurácia dos resultados é a troca de informações sobre testes genéticos entre criadores que trabalham com raças semelhantes. Isso promove uma maior precisão na seleção dos reprodutores (Haile-Mariam et al., 2015; Wiggans et al., 2015). A acurácia, que pode variar de 0,0 a 1,0, indica a confiabilidade dos dados: quanto mais próximo de 1, maior a probabilidade de os resultados se aproximarem das diferenças esperadas na progênie (DEP's) dos animais (Ferreira et al., 2010). Dessa forma, a colaboração entre criadores e o uso de tecnologias avançadas constituem elementos fundamentais para a evolução da pecuária moderna.

O Gráfico 1 demonstra o aumento expressivo no número de touros genotipados entre 2008 e 2024 no banco de dados do *Council on Dairy Cattle Breeding* (CDCB). Esse crescimento destaca a importância da avaliação genômica na bovinocultura moderna, refletindo o avanço de técnicas que, além de reduzir custos, aprimoram geneticamente o rebanho, contribuindo para a sustentabilidade e rentabilidade do setor.

Gráfico 1 - Número de touros genotipados entre 2008 e 2024 no banco de dados do CDCB.



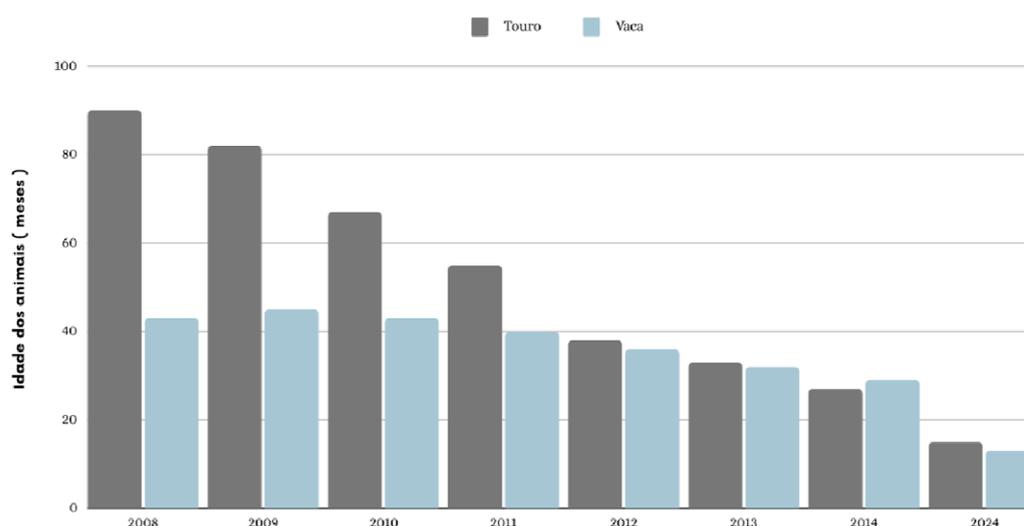
Fonte : Adaptada de Council on Dairy Cattle Breeding, 2024

A avaliação genômica proporciona uma economia significativa de tempo e de recursos físicos e financeiros, contribuindo para a eficiência crescente da produção pecuária. Um exemplo claro dessa economia de tempo é a seleção de animais para produção de leite A2A2, uma característica cada vez mais valorizada pelo mercado. Tradicionalmente, seria necessário esperar o nascimento do animal, o período de prenhez e o início da lactação para, finalmente, realizar testes no leite produzido. No entanto, com a aplicação da avaliação genômica, é possível identificar precocemente se a vaca produzirá leite A2A2 (Embrapa, 2020), seja logo após o nascimento ou até mesmo quando o animal ainda se encontra na fase embrionária. Dessa forma, a decisão de manter ou descartar o animal no plantel é antecipada em anos, otimizando os processos de manejo e melhoramento genético.

Esse mesmo princípio se aplica à seleção de outras características zootécnicas, como o peso ao nascimento, marmoreio, musculosidade, ganho de peso, cor da pelagem e ausência de chifres (Rosa et al., 2013). Além disso, a avaliação genômica é eficaz na identificação precoce de animais portadores de características indesejáveis, como defeitos de aprumos, nanismo e a presença de genes letais (Lima et al., 2020). Esses avanços permitem aos criadores selecionar de forma mais precisa os animais que irão compor o rebanho, evitando a propagação de genes indesejáveis e contribuindo para a melhoria contínua da qualidade genética.

Antes da introdução da avaliação genômica, os touros utilizados nas centrais de inseminação artificial começavam suas atividades reprodutivas em idades relativamente avançadas, cerca de 80 meses para os touros e 45 meses para as vacas. Com o advento da análise genômica de DNA e a identificação de genes específicos, esse período foi drasticamente reduzido, passando, em alguns casos, para cerca de 24 meses, tanto para machos quanto para fêmeas (Wiggans et al., 2017). Atualmente, algumas centrais já contratam animais ainda na fase de garrotes, muito antes de atingirem a idade adulta. Essa mudança é evidenciada no Gráfico 2, que mostra a redução da idade média de introdução de touros e vacas em empresas de genética ao longo dos anos.

Gráfico 2 - Idade média da introdução de touros e vacas em empresas de genética.



Fonte: Adaptado de Wiggans GR et al, 2017

Conclusão

A avaliação genômica se consolidou como uma ferramenta essencial para a bovinocultura, permitindo maior precisão na seleção de reprodutores, com economia de tempo e recursos. Ela possibilita a identificação precoce de características desejáveis, como a produção de leite A2A2, e a eliminação de genes indesejáveis, resultando em rebanhos mais eficientes e homogêneos. A tecnologia também reduziu significativamente o tempo de introdução de touros e vacas nas centrais de inseminação artificial, acelerando o progresso genético e aumentando a competitividade da produção pecuária no Brasil.

Referências

COSTA, Dorcimar M M.S, Antônio P, M JR M.S, Paulo M, F, M.S, Vicente O, F, M.S. **Criação de Bovinos 4ª Edição** (Minas Gerais, Dorcimar, 1981) 137-139.

CONAB; **Produção recorde de carne bovina garante exportações e aumento na oferta do produto no mercado interno** . Publicado em: 25 de Julho de 2024. Disponível < <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5637-producao-recorde-de-carne-bovina-garante-exportacao-es-e-aumento-na-oferta-do-produto-no-mercado-interno> > Acesso em: 5 de Agosto de 2024.

EMBRAPA. Circular nº 87 ISSN 0103-9334 de 2006. **Protocolos para extração de DNA genômico de amostras de pêlo de bovinos** . Porto Velho -RO . p 2. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24672/1/ct87-protocolos-extracaoDNA.pdf> . Acesso em: 10 de Agosto 2024

EMBRAPA, **Programa de Melhoramento Genético da Raça Girolando**. Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. 2020. Disponível em < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>> Acesso em 16 de Agosto de 2024

FERREIRA,F, ARY; PEREIRA,M,C,P ; PEIXOTO,M,G,C,D. **Manual da Bovinocultura de Leite** ,(Brasília: LK Editora) 2010 Pag 77.

GRILLO, Gustavo Fernandes; GUIMARÃES, Ana Luisa Lima; DO COUTO, Samuel Rodrigues Bonamichi; FIGUEIREDO, Marcelo Abidu; PALHANO, Helcimar Barbosa. Comparison of pregnancy rate between heifers, primiparous and multiparous Nellore submitted to artificial insemination fixed time. **Brazilian Journal of Veterinary Medicine**, [S.l.], v. 37, n. 3, p. 193–197, 2015. Disponível em: <https://bjvm.org.br/BJVM/article/view/391>. Acesso em: 29 aug. 2024.

HAILE-MARIAM, M.; PRYCE, J.E; SCHROOTEN, C.; HAYES, B.J. **Including overseas performance information in genomic evaluations of Australian dairy cattle**. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 98, p. 1-17, 2015. Acesso em: Junho de 2024

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA,; **Rebanho de Bovinos (Bois e Vacas) no Brasil**. Publicado em: 15 de Fevereiro de 2022. Disponível < <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bovinos/br>> Acesso em: 10 de Agosto de 2024.

LIMA, J. M. P.; SANTOS, F. A.; PIMENTEL, M. M. L.; BEZERRA, M. B. **Progresso metodológico e sua influência na produção in vitro de embriões bovinos no Brasil**. Belo Horizonte, v.38, n.3, p.135-140, jul./set. 2014. Acesso em: 10 de Agosto 2024

LIMA, F, P; LIMA, M,P. **Nelore e outros Zebuínos, avaliação visual, criação e manejo.** Ed Funep, Jaboticabal - Sp, 2020 Pg 318

ROSA, A. do N.; MARTINS. E. N.; MENEZES, G. R. de O.; SILVA, L. O. C. da (ed.), **Melhoramento genético aplicado em gado de corte** . Brasília, DF: Embrapa; Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2013.

SCHEFERS, J. M.; WEIGEL, K. A. **Genomic selection in dairy cattle: Integration of DNA testing into breeding programs.** Animal Frontiers, v. 2, n. 1 , p. 4–9, 2012. Acesso em: 09 de Agosto 2024

U.S DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Cattle and beef, sector at a glance** Publicado em: 30 de Agosto de 2023. Disponível < <https://www.ers.usda.gov/topics/animal-products/cattle-beef/sector-at-a-glance/#beefexports>> Acesso em: 27 de Agosto de 2024.

WIGGANS, G. R.; SONSTEGARD, T. S.; VANRADEN, P. M.; et al. **Genomic evaluations in the United States and Canada: A collaboration.** 2015. ICAR Tech. Ser. Anais. .. p.347–353, 2009. Acesso em: 25 de Julho