



EDITORA
ANTROPUS

CONSERVAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DE RAÇAS AMEAÇADAS



MARIA NORMA RIBEIRO,
NEILA LIDIANY RIBEIRO,
ROBERTO GERMANO COSTA
(ORG.)

CONSERVAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DE RAÇAS AMEAÇADAS

Maria Norma Ribeiro
Neila Lidiany Ribeiro
Roberto Germano Costa
(org.)



Conselho Editorial

Cleverton Lopes de Oliveira
Déborah Gomes Oliveira
Fábio Alves Gomes
Juliana Nascimento de Almeida
Matheus Gleydson do Nascimento Sales
Matusalém Alves Oliveira
Raphael Bispo Milhomens
Ana Vitória Imperiano da Silva

Conselho Científico

Fábio Alves Gomes (UFCG)
Juliana Nascimento de Almeida (FUST)
Matheus Gleydson do Nascimento Sales (UEPB)
Matusalém Alves Oliveira (UEPB)
Washington Luiz Martins da Silva (UFPE)
Ana Vitória Imperiano da Silva (UEPB)

Expediente

Diretora geral	Déborah Gomes Oliveira
Editor-chefe	Matheus Gleydson do N. Sales
Revisora geral	Ilonita Patricia Sena de Souza
Capa	Lucinara de Souza Xavier

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

C755 Conservação e uso sustentável de raças ameaçadas [recurso eletrônico] / organizadores. Maria Norma Ribeiro, Neila Lidiany Ribeiro, Roberto Germano Costa – 1. ed. – Campina Grande : Editora Antropus, 2026.
211 p ; 2 MB ; il. color.

Bibliografia.
ISBN: 978-65-01-90723-9 (e-book)

1. Agrobiodiversidade. 2. Diversidade genética animal. 3. Conservação genética. 4. Raças localmente adaptadas. I. Título

21. ed. CDD 636.08

Elaborado por Estela F. P. Santos, Bibliotecária - CRB 15/841

Todos os direitos da obra
Editora Antropus
www.antropuseducacional.com.br
Copyright da obra © EDITORA ANTROPUS, 2026.
Arte da capa - Lucinara de Souza Xavier

SUMÁRIO

Dedicatória.....	07
Apresentação.....	08
Capítulo I: Recursos genéticos animais do Brasil: a riqueza ameaçada <i>Maria Norma Ribeiro</i>	09
Capítulo II: Troncos originários das raças nativas do Brasil <i>Laura Leandro da Rocha; Henrique Silva Servio; Maria Norma Ribeiro</i>	18
Capítulo III: Caracterização demográfica, fenotípica e genética de raças locais <i>Laura Leandro da Rocha; Janaina Kelli Gomes Arandas; Maria Norma Ribeiro</i>	33

Capítulo IV: Métodos de conservação de raças ameaçadas	
<i>Maria Nomes Ribeiro; Déborah Galvão Peixôto</i>	
<i>Guedes de Araújo; Janaina Kelli Gomes Arandas..</i>	54

Capítulo V: Fatores que alteram o equilíbrio genético e estrutura das populações	
<i>Maria Norma Ribeiro; Janaina Kelli Gomes Arandas;</i>	
<i>Paulo Otávio Sulva Cavalcante.....</i>	71

Capítulo VI: Etnozootecnica e etnozoologia: abordagens integradas para a conservação de animais domésticos	
<i>Maria Norma Ribeiro; Janaina Kelli Gomes Arandas.</i>	83

Capítulo VII: Melhoramento genético participativo (MGP) como estratégia de conservação <i>On Farm</i> da diversidade genética de raças locais	
<i>Maria Norma Ribeiro; Janaina Kelli Gomes Arandas;</i>	
<i>Neila Lidiany Ribeiro.....</i>	99

Capítulo VIII: Valorização e uso sustentável de raças locais	
<i>Maria Norma Ribeiro; Janaina Kelli Gomes Arandas.</i>	124

Capítulo IX: Raças produtoras de alimentos e serviços no Brasil	
<i>Neila Lidiany Ribeiro; Maria Norma Ribeiro;</i>	
<i>Déborah Galvão Peixôto Guedes de Araújo.....</i>	136

Capítulo X: O papel das políticas e instituições na conservação de recursos genéticos animais	
<i>Olimpia Lima Filha; Neila Lidiany Ribeiro;</i>	
<i>Maria Norma Ribeiro.....</i>	158

Capítulo XI: Raças criolas nativas brasileiras e a
soberania alimentar

Maria Norma Ribeiro; Neila Lidiany Ribeiro..... 192

DEDICATÓRIA

Ao Professor Edgard Cavalcanti Pimenta Filho, Grande defensor e guardião incansável das raças nativas brasileiras, cuja vida foi tecida com o fio da ciência, da ética e do amor pelo semi-árido e seus recursos genéticos. Mestre por vocação, semeou conhecimento com generosidade em cada aula, na pesquisa e nas orientações. Formou não apenas mestres e doutores, mas verdadeiros herdeiros de seu legado — espalhados por todo o Nordeste, levando adiante a missão de preservar, estudar e valorizar o patrimônio genético da região. Que estas páginas reflitam, ainda que modestamente, a força do seu exemplo, a clareza da sua visão e a grandiosidade do seu coração.

Com eterna admiração e respeito.

APRESENTAÇÃO

O livro *Conservação e Uso Sustentável de Raças Ameaçadas* é resultado de uma trajetória acadêmica dedicada ao estudo e ensino da conservação de raças de animais domésticos. Sua origem está diretamente ligada à disciplina *Conservação de Raças de Animais Domésticos*, ministrada há mais de dez anos nos cursos de Graduação e Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Na pós-graduação, são mais de 25 anos de atuação docente abordando esse tema, enquanto na graduação a disciplina foi criada em 2010 e vem sendo ofertada regularmente desde então.

A escassez de literatura especializada em língua portuguesa sobre conservação de raças domésticas tem sido um desafio constante para os estudantes. Diante dessa realidade, surgiu a necessidade de reunir textos que servissem de suporte para cada segmento da disciplina. Esses materiais, organizados e atualizados ao longo dos anos, constituem a base para a estruturação da obra.

Organizado em 11 capítulos, o livro percorre desde os conceitos básicos até as abordagens mais avançadas, como a genômica aplicada à conservação de raças. Cada capítulo foi pensado para oferecer ao leitor uma compreensão progressiva e integrada dos principais fundamentos, medidas e estratégias voltadas à preservação, conservação e melhoramento de raças ameaçadas, destacando sua importância para a sustentabilidade da produção animal.

Mais do que um recurso didático, a presente obra é um esforço coletivo para fortalecer o conhecimento sobre a biodiversidade animal e formar profissionais conscientes da relevância da conservação genética no contexto agropecuário brasileiro. Espera-se que, ao final da leitura, o estudante esteja apto a compreender e aplicar os princípios essenciais da conservação de raças, contribuindo para práticas mais éticas, sustentáveis e comprometidas com o futuro da agropecuária.

RECURSOS GENÉTICOS ANIMAIS DO BRASIL: A RIQUEZA AMEAÇADA

Maria Norma Ribeiro¹

1. Introdução

Imagine uma vasta biblioteca em que cada livro representa uma forma de vida desenvolvida ao longo de milênios de agricultura e pecuária. Assim é a agrobiodiversidade. Ela abrange não apenas as distintas espécies que cultivamos e criamos, como bovinos, caprinos, aves e suínos, mas também a vasta diversidade presente em cada uma delas. A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) define a agrobiodiversidade como a variedade e a diversificação de animais, plantas e microrganismos utilizados direta ou indiretamente para a alimentação e a agricultura (FAO, 2025). É um conceito que engloba toda a diversidade biológica relevante, desde o nível genético até o nível dos ecossistemas (Figura 1), sendo resultado de um processo dinâmico moldado tanto pela seleção natural quanto pela seleção artificial realizada por agricultores e criadores ao longo da história (Pinho *et al.*, 2024).

Figura 1: Níveis de complexidade da biodiversidade.



Fonte: Elaborado pelas autoras com base em dados da literatura.

¹ Doutora em Conservação de Raças Ameaçadas e Melhoramento Genético Animal, Coordenadora do Grupo Brasil da Rede REZGEN-IBA, Membro da Rede Nordeste de Conservação de Raças

A agrobiodiversidade representa um patrimônio construído coletivamente pela humanidade ao longo de milênios, constituindo a base dos sistemas alimentares mundiais (Souza *et al.*, 2025). Segundo o Decreto nº 12.097 de 2024, que institui a Política Nacional de Conservação e Uso Sustentável dos Recursos Genéticos no Brasil, a conservação desses recursos é fundamental para a manutenção da segurança alimentar e nutricional, bem como para a adaptação às mudanças climáticas (Brasil, 2024).

Essa diversidade é um pilar da segurança alimentar global. É a partir dela que obtemos alimentos, fibras, combustíveis e outros produtos essenciais. E mais do que isso, é o sustento de serviços ecossistêmicos vitais, como a polinização, o controle de pragas e a saúde do solo, a base de sistemas de produção de alimentos resilientes e sustentáveis (Padovan *et al.*, 2024). Sobre o tema, vários estudos recentes demonstram que a agrobiodiversidade é essencial para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas, oferecendo opções genéticas que podem conferir maior resistência a estresses ambientais (Duarte *et al.*, 2024).

2. Raças Localmente Adaptadas

As raças localmente adaptadas, também chamadas de “crioulas” ou “nativas”, frequentemente exibem características distintivas: resistência a doenças, tolerância a condições climáticas extremas, eficiência alimentar e valor cultural. São populações de animais que evoluíram em um ambiente específico ao longo de muitas gerações, desenvolvendo características que as tornam perfeitamente ajustadas às condições locais. Elas são verdadeiros tesouros genéticos (AS-PTA, 2024).

Um exemplo notável no Brasil é a raça bovina Curraleiro Pé-Duro, formada a partir de animais trazidos pelos colonizadores portugueses e forjada pela seleção natural no semiárido nordestino (Brasil, 2024). Embora produzam menos carne em relação às raças comerciais em confinamento, sua capacidade de sobreviver, reproduzir e produzir em condições adversas é um traço genético de valor inestimável (Barbosa, 2012).

3. Importância da Variabilidade Genética

No coração da agrobiodiversidade está a variabilidade genética, que corresponde ao conjunto total de genes e alelos (versões de um mesmo gene) presentes em uma população ou espécie. Pode ser entendida como a caixa de ferramentas da evolução e do melhoramento animal. Quanto maior for a variabilidade, mais ferramentas estarão disponíveis para enfrentar desafios futuros (Barłowska *et al.*, 2025). A variabilidade genética representa a matéria-prima fundamental para todos os processos evolutivos e de melhoramento, sendo essencial para a sobrevivência das raças em ambientes em constante mudança (Boettcher *et al.*, 2023).

Estudos recentes em genômica aplicada à produção de animais sugerem que a diversidade genética é essencial não só para a adaptação natural, mas também para o desenvolvimento de características produtivas específicas por meio de programas de aprimoramento preciso (Broto Notícias, 2025). Essa diversidade genética é crucial por várias razões:

- **Adaptação e Resiliência:** a variabilidade genética permite que populações de animais se adaptem a mudanças ambientais, como novas doenças, climas mais extremos ou diferentes tipos de alimentação. Sem diversidade suficiente, uma população corre maior risco de não sobreviver a mudanças drásticas no ambiente, pois pode não possuir as características genéticas necessárias para a adaptação (ITShow, 2024).

- **Melhoramento Contínuo:** é a matéria-prima para programas de melhoramento genético. Características como maior produção de leite, resistência a parasitas ou melhor qualidade da carne só podem ser selecionadas se existirem genes que as influenciem. A genômica moderna permite identificar e selecionar esses genes com maior precisão, revolucionando os programas de melhoramento animal (ITShow, 2024).

- **Segurança Alimentar:** a diversidade garante opções para desenvolver novas raças ou melhorar as existentes, assegurando a produção de alimentos para uma população global crescente e com necessidades nutricionais em constante mudança.

4. Os Riscos da Erosão Genética

Apesar da sua importância, a nossa riqueza genética, representada pela diversidade de raças, está sob séria ameaça. A erosão genética é a perda irreversível de diversidade genética, incluindo a extinção de genes, alelos e, em última instância, de raças inteiras. Esse fenômeno é um dos maiores desafios para a sustentabilidade da pecuária global (O Eco, 2025). Segundo a FAO (2024), cerca de 26% das raças de animais de produção do mundo estão em risco de extinção, e a situação é ainda mais crítica dependendo da região e espécie.

É uma ameaça silenciosa e devastadora para a segurança alimentar mundial. Estudos recentes indicam que, nas últimas décadas, o ritmo da perda de diversidade genética em animais de produção tem se acelerado, principalmente devido à intensificação dos sistemas produtivos e à preferência por um número limitado de raças altamente especializadas (Alves, 2025). As principais causas da erosão genética incluem:

Globalização e Padronização: a pecuária moderna tende a favorecer um número muito pequeno de raças altamente produtivas e especializadas, como a raça bovina holandesa para produção de leite ou a raça bovina Angus para produção de carne. Essas raças são disseminadas globalmente, muitas vezes substituindo centenas de raças tradicionais (Oliveto, 2025). Este processo de homogeneização genética, embora possa trazer ganhos produtivos imediatos, reduz drasticamente a base genética disponível para enfrentar desafios futuros (Menegassi, 2025).

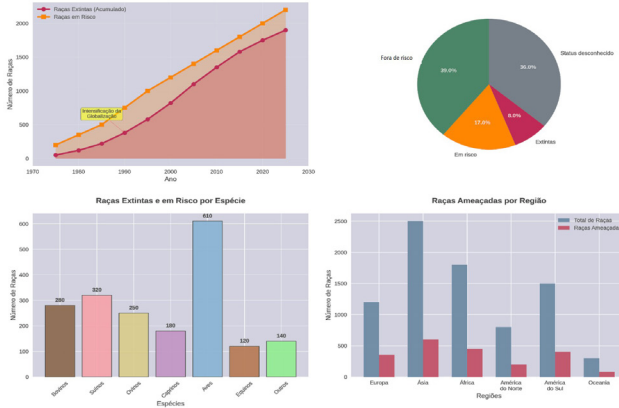
Mudanças nas Práticas Agrícolas: a intensificação da produção e a busca por uniformidade levaram ao abandono de raças que, embora menos produtivas em sistemas industriais, possuem características únicas de adaptação e resistência (Ferreira *et al.*, 2024). A transição para sistemas de produção mais intensivos frequentemente favorece raças que respondem bem a ambientes controlados, em detrimento daquelas adaptadas a condições ambientais específicas (Mota; Paulsen, 2024).

Falta de Reconhecimento e Documentação: muitas raças locais não são devidamente valorizadas ou sequer documentadas, o que as torna vulneráveis ao desaparecimento silencioso. A falta de

dados sobre o tamanho e a estrutura de suas populações dificulta os esforços de conservação (Tiogo, 2024). Nesse sentido, programas recentes de caracterização e conservação, como os desenvolvidos pela Embrapa em parceria com as universidades, têm buscado reverter essa tendência através da documentação sistemática de raças localmente adaptadas (Embrapa, 2024).

Pois, a perda de cada raça significa não ter mais uma combinação única de genes, um “livro” que não poderá ser reescrito e que, possivelmente, continha soluções potenciais para problemas que talvez ainda nem conheçamos. Como nos alertam pesquisadores contemporâneos, cada extinção de uma raça representa a perda irreversível de milhões de anos de evolução e seleção (Bruford *et al.*, 2015). A Figura 2, por exemplo, demonstra essa situação e evidencia a urgência da situação: um quarto de todas as raças está extinto ou em risco. Mais alarmante ainda é que o status da maioria das raças (58%) é desconhecido, o que indica que elas podem estar desaparecendo sem que tenhamos conhecimento.

Figura 2: Status de Risco das Raças de Pecuária no Mundo.



Fonte: Adaptado pelas autoras de dados da FAO (2025).

5. Considerações Finais

A agrobiodiversidade e a variabilidade genética animal são fundamentais para a segurança alimentar global, a adaptação e o melhoramento contínuo dos rebanhos. No entanto, essa riqueza está sob séria ameaça devido à erosão genética, impulsionada pela globalização e pela padronização das práticas agrícolas. As raças localmente adaptadas são tesouros genéticos, dotadas de resistência a doenças, tolerância a condições climáticas extremas e eficiência alimentar. Sendo assim, a conservação não é apenas um ato de preservação, mas um investimento estratégico na sustentabilidade futura da produção de alimentos.

6. Referências bibliográficas

Alves, R. (2025). **Edição genética pode evitar extinção de milhares de espécies**. Metropoles. Brasília. 22 jul 2025. Disponível em: <https://www.metropoles.com/ciencia/edicao-genetica-evita-extincao>.

AS-PTA. (2024, 19 de setembro). **Conhecer para cuidar: raças de milho e o trabalho histórico e coletivo de melhoramento e adaptação local**. AS-PTA. <https://aspta.org.br/2024/09/19/conhecer-para-cuidar-racas-de-milho-e-o-trabalho-historico-e-coletivo-de-melhoramento-e-adaptacao-local/>.

Barbosa, V. V. (2012). **Conservação da raça Curraleiro Pé-duro no nordeste brasileiro**: Características de produção e perfil do criador [Trabalho de conclusão de curso]. Universidade Estadual da Paraíba.

Barłowska, J., Sawicka-Zugaj, W., Bagnicka, E., & Żak, G. (2025). Significance of local livestock genetic resources in the context of global food security—A review. **Annals of Animal Science**, 25(1), 89-112. <https://search.proquest.com/openview/f80fd2c82cdbc996913869417f1c8909/1>

Boettcher, P., Baumung, R., Leroy, G.; Besbes, B. (2023). **The role of animal genetic resources in the sustainable livestock**

transformation. Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics, 25, 1-8. <https://www.aaabg.org/aaabghome/AAABG25papers/1Boettcher25001.pdf>.

Brasil. (2024). Decreto nº 12.097, de 3 de julho de 2024. Institui a Política Nacional de Conservação e Uso Sustentável dos Recursos Genéticos para a Alimentação e a Agricultura. **Diário Oficial da União**.

Broto Notícias. (2025). **Melhoramento genético de precisão: como a tecnologia está criando o gado do futuro.** Broto Notícias. São Paulo. 14 mai. 2025. Disponível em: <https://noticias.broto.com.br/pecuaria/melhoramento-genetico-de-precisao/>.

Bruford, M. W., Ginja, C., Hoffmann, I., Ajmone-Marsan, P., Alexandri, P., Amills, M.; Toro, M. A. (2015). Prospects and challenges for the conservation of farm animal genomic resources, 2015-2025. **Frontiers in Genetics**, 6, 314. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fgene.2015.00314/full>.

Duarte, G. T., Roza, C. G. R. L., Moreira, R. A., Monteiro, M. M., Overbeck, G. E.; Prado, R. B. (2024). **Apresentação do relatório.** In Relatório Temático sobre Agricultura, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (pp. 7–24). Campinas: Ed. dos Autores. Retrieved from <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/293699>.

Embrapa. (2024, 19 de dezembro). **Termo de referência - Venda de animais excedentes de pesquisa do rebanho.** Embrapa Caprinos e Ovinos. <https://www.embrapa.br/documents/1355090/0/TR+Venda+de+Animais+dez24/>.

FAO. (2025). **The third report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture.** FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. FAO. <https://www.researchgate.net/publication/391334833>.

FAO Brasil. (2024, 20 de dezembro). **Projeto de combate à desertificação transforma comunidades no Semiárido**. FAO Brasil. <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/1730955/>.

Ferreira, F. N., Tupiassu, L., & Gros-Désormeaux, J.-R. (2024). Reinterpretando a conservação do saber local no marco legal da biodiversidade. **Revista da Faculdade de Direito UFPR**, 48(2), 123–145. <https://hal.science/hal-04869212/>.

ITShow. (2024, 13 de novembro). **Tecnologia e genética: Futuro sustentável da pecuária**. ITShow. <https://itshow.com.br/tecnologia-e-genetica-futuro-da-pecuaria/>.

Menegassi, E. (2025). A resposta está nos genes: projeto faz da genética aliada da conservação. **O Eco. Seção: Reportagens**. Rio de Janeiro. 18 jun. 2025. Disponível em: <https://oeco.org.br/reportagens/a-resposta-esta-nos-genes-projeto-faz-da-genetica-aliada-da-conservacao/>. Acesso em: 22 nov. 2025.

Mota, C. R.; Paulsen, S. (2024). Capítulo 05: Recursos biológicos e biodiversidade. In: Baumann, R. (org.). **Indicadores Quantitativos da OCDE e o Brasil: meio ambiente**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), v.5., 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.38116/9786556350752cap5>.

Oliveto, P. (2025). **Estudo propõe edição genética para salvar espécies**. Correio Braziliense. Brasília. 22 de julho de 2025. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/ciencia-e-saude/2025/07/7206645-estudo-propoe-edicao-genetica-para-salvar-especies.html>. Acesso em: 23 nov. 2025.

O Eco. (2025, 18 de junho). **A resposta está nos genes: projeto faz da genética aliada da conservação**. O Eco. <https://oeco.org.br/reportagens/a-resposta-esta-nos-genes-projeto-faz-da-genetica-aliada-da-conservacao/>.

Padovan, M. P., Feiden, A., Silva, J. R., Oliveira, L. M., Santos, R. F., & Almeida, T. C. (2024). Carta do Agroecol 2024: Propostas para

o fortalecimento da agroecologia e do desenvolvimento sustentável diante da emergência climática. **Cadernos de Agroecologia**, 19(2), 1-15. <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/10139>.

Pinho, M.J.A., Irving, M.A., & Oliveira, E. (2024). Agrobiodiversidade: políticas públicas para a salvaguarda de Sistemas Agrícolas Tradicionais e desafios no caso brasileiro. **Revista Nera**, 27(1), 45-72. <https://www.scielo.br/j/nera/a/ZpCGNrNNGqRLJTxK4BdcxPK/>.

Souza, F. V. D., Ferreira, M., & Souza, E. H. (2025). Panorama Histórico e Científico das oito Edições do Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos. **Revista RG News**, v.11, n.1, p.63-77. Disponível em: https://recursosgeneticos.org/Recursos/Arquivos/7._DV_Souza_et_al_11_1_2025_63.pdf.

Tiogo, F. (2024). **Rebanho Crioulo Lageano é assegurado em bancos genéticos**. Portal SouAgro. Seção: Pecuária. Paraná. 26 ago. 2024. Disponível em: <https://souagro.net/noticia/2024/08/tamanho-efetivo-do-rebanho-crioulo-lageano-e-assegurado-em-bancos-geneticos/>. Acesso em: 22 nov. 2025.

TRONCOS ORIGINÁRIOS DAS RAÇAS NATIVAS DO BRASIL

Lauro Leandro da Rocha¹

Henrique Silva Servio²

Maria Norma Ribeiro³

“A domesticação de plantas e animais representa o marco mais importante nos últimos 13.000 anos da história humana.” **Jared Diamond (2002).**

1. Introdução

As primeiras civilizações surgiram a partir do processo de domesticação de plantas e animais. Marco fundamental que transformou radicalmente o modo de vida da humanidade. Pois, por meio deste processo, elas conseguiram estabelecer sistemas alimentares estáveis que sustentam as sociedades atuais. Ao longo dos milênios, plantas e animais foram gradualmente modificados para produzir carne, leite, couro e outros produtos em benefício humano, processo que Diamond (1999) considera como o evento mais transformador da história recente da humanidade.

Alves (2016) e Alves *et al.* (2017) destacam que o processo de domesticação modificou completamente os hábitos de vida da humanidade, assim como as características morfofisiológicas das raças domésticas existentes atualmente. Pois envolve processos complexos que transcendem o simples aprisionamento, incluindo mudanças comportamentais, fisiológicas e genéticas que resultaram na diversidade de raças que conhecemos hoje. Os estudos recentes de Barłowska et al. (2025) reforçam a importância dos recursos genéticos pecuários locais para a segurança alimentar global, destacando seu papel fundamental na sustentabilidade dos sistemas produtivos.

1 Professora do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Av. D. Manoel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos, CEP: 51.171-900. Recife, PE. Brasil.

2 Professor EBTZ-Zootecnia do Instituto Federal de Rondônia - Campus Cacoal. Km 228, Lote 2A, BR-364 - Zona Rural, RO, 76960-970.

3 Professora Titular aposentada do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Av. D. Manoel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos, CEP: 51.171-900. Recife, PE. Brasil.

As primeiras espécies de animais domésticos chegaram em solo brasileiro através dos navios colonizadores e, mediante o processo de transumância, se dispersaram e povoaram as diferentes regiões do país. Múltiplas teorias explicam sobre a introdução desses animais em território brasileiro, com diferentes relatos quanto ao tronco de origem das espécies e raças domésticas que formam os Recursos Genéticos Animais do Brasil. Sobre o assunto, Telles *et al.* (2024) informam que o rebanho bovino brasileiro atingiu 227 milhões de cabeças em 2022, evidenciando a magnitude e importância econômica destes recursos genéticos.

Diamond (1999) enfatiza que o interesse sobre a origem dos animais domésticos possui implicações importantes para a compreensão da diversidade biológica e seus processos evolutivos. Trut (1999) explica que a identificação do estoque progenitor e a comparação com a forma domesticada permitem analisar os impactos genéticos, fisiológicos, morfológicos e comportamentais da domesticação, constituindo um tema de grande relevância científica com implicações práticas em campos como agricultura e biologia evolutiva.

O Brasil é destaque pela maior diversidade biológica da América do Sul (DAD-IS, 2011), sendo a raça a unidade básica dos estudos zootécnicos (Ribeiro e Arandas, 2015). Por isso, a variabilidade genética intrarracial tem sido o principal foco dos estudos de diversidade genética em animais de produção. A grande diversidade encontrada no país é resultado do período das Grandes Navegações, quando portugueses, espanhóis, holandeses e franceses, através de suas diferentes rotas de introdução das espécies de interesse zootécnico, estabeleceram as bases para o desenvolvimento rural atual.

As raças de interesse zootécnico introduzidas no Brasil, principalmente aquelas localmente adaptadas das diferentes espécies, passaram por longos períodos de isolamento geográfico, seleção natural e artificial, além de mudanças morfológicas e fisiológicas. Nesse processo, adquiriram características adaptativas que permitem a sobrevivência em ambientes com limitações de quantidade e qualidade de alimentos, constituindo um patrimônio genético de valor inestimável para a sustentabilidade da pecuária nacional. Nesse sentido, pesquisas recentes demonstram que essas características

adaptativas são fundamentais para enfrentar os desafios das mudanças climáticas (Casey, 2023; Kuziv *et al.*, 2025).

2. Origem, Domesticação e Formação das Raças Domésticas

Compreender a origem dos animais domésticos é fundamental para entender a evolução histórica e os contrastes observados ao longo de extensos períodos temporais. É um estudo que se volta para épocas pré-históricas e o estabelecimento das civilizações humanas. Pesquisas recentes de cunho genômico têm revolucionado nossa compreensão dos processos de domesticação, fornecendo insights sobre a diversidade genética e os mecanismos adaptativos (Peng *et al.*, 2024).

Durante o período Cenozóico, compreendido entre 50 e 75 milhões de anos atrás, conhecido como “Idade dos mamíferos”, os primeiros mamíferos evoluíram a partir de um grupo de répteis denominado Cotilossauros, através do grupo pré-mamífero Cinodonte. A denominação recebida é devido aos seus dentes semelhantes aos dos cães, embora ainda não constituíssem a forma predominante da vida animal, sendo as formas répteis mais importantes naquele período. Com o passar dos anos, os mamíferos primitivos foram substituídos pelos tipos modernos, diversificando-se nas múltiplas ordens e famílias conhecidas atualmente.

Durante a “Era do Gelo” no período Pleistoceno, ocorreram glaciações periódicas que resultaram na extinção de muitos mamíferos de grande porte, incluindo o mamute, mastodonte, rinoceronte lanado e tigre dente-de-sabre. Neste período crucial, o homem desenvolveu o uso de ferramentas e do fogo, iniciando simultaneamente o processo de domesticação animal. As comunidades humanas dispersaram-se em pequenos grupos que se tornaram semi-sedentários, utilizando moradias estacionais. Algumas teorias sugerem que, em suas atividades de caça e coleta, os grupos humanos observaram que sementes de frutas consumidas germinavam em condições adequadas, dando origem a novas plantas. Esta descoberta marca o início do período Neolítico.

No período Neolítico, denominado “Idade da pedra polida” e datado de aproximadamente 25.000 anos atrás, o homem já praticava

agricultura rudimentar e habitava em cabanas ou casas de madeira. O termo neolítico, cunhado pelo naturalista britânico John Lubbock em 1865, deriva do grego *neo* (novo) e *lithos* (pedra), referindo-se à capacidade humana de polir a pedra, contrastando com o talhe da mesma, característico do período Paleolítico. A nova tecnologia interagiu com uma série de características que causaram mudanças radicais na cultura humana, com destaque para um fenômeno que muitos especialistas consideram uma “Revolução Neolítica”: a domesticação sistemática de plantas e animais.

3. Centros de Domesticação e Diversidade Genética

A domesticação teve origem, principalmente, no que convencionamos chamar de “Velho Mundo”, exceto no caso de alguns animais, como lhama, alpaca, cabaia e peru, originários das Américas. No Velho Mundo, a domesticação ocorreu sobretudo no oeste ou centro da Ásia, embora também existam evidências no Egito e Europa. Sobre o tema, as análises genômicas contemporâneas têm confirmado e refinado nossa compreensão destes centros de domesticação, revelando padrões complexos de migração e hibridação (Tian *et al.*, 2023).

A conservação da diversidade genética animal é uma preocupação global, especialmente considerando que estes recursos são muito importantes para o meio ambiente e a segurança alimentar. Mathew e Mathew (2023) enfatizam que a conservação de raças locais e nativas representa um investimento para o futuro, sendo essencial para manter a resiliência dos sistemas produtivos.

4. Análise por Espécie

4.1. Suínos

Os suínos surgiram há mais de 40 milhões de anos e foram domesticados a partir do porco selvagem europeu (*Sus scrofa*), nas proximidades do Mar Báltico durante o período neolítico. Outra espécie identificada foi *S. vittatus*, oriunda do centro-leste do continente asiático, distribuindo-se desde o oeste da Índia até a parte

central da China, sendo domesticada por volta de 3.000 a.C. Um terceiro centro de domesticação no período neolítico localizou-se no sul ou sudeste dos Alpes, com as raças selvagens mediterrâneas. Isso sugere que *S. scrofa* evoluiu gradativamente para *S. vittatus* através de uma série gradual, mas contínua, de raças locais.

Os povos nômades não conseguiam transportar suínos em suas migrações e desprezavam frequentemente os agricultores sedentários dos vales que criavam porcos. Por essa razão, os suínos não migraram para distâncias muito grandes, resultando em maior diversificação de raças locais nesta espécie em comparação às outras, com variações significativas entre diferentes localidades. Assim, a prática da domesticação suína espalhou-se de uma tribo para outra, ao invés de ser uma propagação generalizada de poucas raças domesticadas. Os suínos que chegaram ao continente americano descendem majoritariamente do porco europeu, porém com contribuição considerável das raças mediterrâneas e evidências de influência genética do porco chinês.

4.2. Bovinos

A principal questão que cerca o estudo da origem dos bovinos é decidir se descendem de uma única espécie selvagem (origem monofilética) ou de várias espécies (origem polifilética). Conforme Melo *et al.* (2017), a teoria monofilética baseia-se em um único ancestral, o Auroque ou uru (*Bos t. primigenius*). Antes de sua extinção em 1627, o auroque distribuía-se por toda a Europa, norte da África e sul da Ásia. Ele é aceito como ancestral silvestre dos taurinos e zebuínos, cuja domesticação iniciou há mais de 10 mil anos, constituindo, do ponto de vista econômico, a mais importante espécie domesticada.

A teoria polifilética defende a evolução da espécie a partir de várias formas primitivas que diferiam em estatura, peso, local de domesticação, dimorfismo sexual e pelas marcantes diferenças nos chifres (tamanho, morfologia e direção). Essas formas primitivas incluem: *Bos t. primigenius*; *Bos t. brachycherus* (de chifres curtos); *Bos t. frontosus* (considerado resultado do cruzamento entre *B. t. primigenius* e *B. t. brachycherus*); *Bos t. aqueratus* (forma sem chifres); *Bos t. brachycephalus* (de chifres curtos); *Bos t. orthoceros*

e *Bos t. hamiticus*. Para os defensores da teoria, a domesticação teria ocorrido simultaneamente em vários locais, a partir de formas locais.

Existe grande divergência entre estudiosos quanto à datação das primeiras domesticações de *Bos primigenius*. A maioria dos trabalhos baseados em achados arqueológicos sugere que ocorreu em dois centros diferentes, há cerca de cinco a dez mil anos (Felius, 1985; Santiago, 1986; Loftus, 1999). Entretanto, os trabalhos de Loftus et al. (1994), fundamentados em análise de DNA mitocondrial, apontam que essas domesticações teriam iniciado há pelo menos 200 mil anos.

Os dois centros primários de domesticação conhecidos são: primeiro, o Oriente Próximo (região que engloba os atuais Iraque, Líbano, Palestina e Síria), onde teriam sido domesticados os primeiros *Bos primigenius primigenius*, originando *Bos taurus taurus* (taurino europeu), conforme estudos de Loftus et al. (1999) utilizando análises de DNA mitocondrial; segundo, a região correspondente ao sudoeste do Paquistão e Afeganistão e sudeste do Irã, onde teriam sido domesticados os primeiros *Bos primigenius namadicus*, originando *Bos taurus indicus* (zebuíno indiano), baseado em análises arqueológicas de Meadow (1993), embora esta afirmação seja considerada incerta devido à ausência de ossos de zebuínos selvagens (Felius, 1985).

As primeiras raças bovinas que chegaram em solo brasileiro foram de origem europeia, em meados de 1530, introduzidas na Capitania de São Vicente (São Paulo) em 1534, enviadas de Portugal por Dona Ana Pimentel, esposa e procuradora de Martim Afonso de Sousa. Em 1535, Duarte Coelho introduziu bovinos em Pernambuco, sendo posteriormente seguido por outros donatários (Adas, 1983).

4.3. Equinos

O extinto cavalo selvagem (*Equus ferus*) originou-se na América, com os vestígios mais antigos datando de 200.000 anos. A espécie atravessou o Estreito de Bering para se estabelecer no leste asiático há 160.000 anos (Warmuth et al., 2012). As evidências arqueológicas mais antigas de cavalos domesticados têm 5.500 anos e localizam-se no norte do Cazaquistão. Segundo Warmuth et al. (2012), o processo ocorreu na região das estepes entre o noroeste do Cazaquistão e a Ucrânia, onde a população fundadora de cavalos

domésticos estabeleceu-se na parte oeste das estepes euroasiáticas, área onde já foram descobertas evidências arqueológicas desta domesticação.

As primeiras evidências textuais e artísticas inequívocas para a domesticação de cavalos referem-se ao final do terceiro milênio a.C. As evidências de cavalos em túmulos, acompanhadas de artefatos associados à equitação ou tração, são ainda mais recentes, datando do início do segundo milênio a.C. Posteriormente, a expansão do cavalo doméstico por toda a Europa foi relativamente rápida. Em meados do segundo milênio, os cavalos eram utilizados para tração de carros em locais distantes, como Grécia, Egito, Mesopotâmia, Anatólia, as próprias estepes euroasiáticas e na China até o século XIV a.C. (Levine, 2000).

4.4. Caprinos

A domesticação da cabra, baseada em evidências arqueológicas, aconteceu há cerca de 10.000 anos (Nomura *et al.*, 2013), sendo o segundo animal domesticado pelo homem, após o cão, e o primeiro a fornecer leite (Silva; Diniz; Rosado, 2015). O ancestral do caprino moderno é o ‘bezoar’ ou ‘pasan’ (*Capra aegagrus*), nativo das encostas sul das montanhas de Zagros e Taurus. Várias evidências indicam que os descendentes das cabras se dispersaram globalmente, desempenhando papel importante no avanço da tecnologia agrícola neolítica nos locais onde foram introduzidos (Hirst, 2011).

Atualmente, existem oito espécies de caprinos distribuídas mundialmente: *Capra aegagrus* (Bezoar ou Pasan), *Capra hircus* (caprino doméstico), *Capra ibex* (ibex comum), *Capra walia* (ibex walia), *Capra caucasica* (ibex do Cáucaso Ocidental), *Capra cylindricornis* (ibex do Cáucaso Oriental), *Capra pirenayca* (ibex espanhol) e *Capra falconeri* (‘markhor’).

O ibex comum (*Capra ibex*) subdivide-se em duas subespécies: o ibex alpino (*C. ibex ibex*) e o ibex nubiano (*C. ibex nubiana*). O ibex ‘walia’ (*Capra walia*) encontra-se nas montanhas do norte da Etiópia, porém está severamente ameaçado pela caça predatória. O ibex do Cáucaso ocidental (*Capra caucasica*) e o ibex do Cáucaso oriental (*Capra cylindrocornis*), também conhecido como ‘kuban’, habitam

nas montanhas do Cáucaso. O íbex espanhol (*Capra pyrenaica*) distribuía-se por todas as montanhas da península Ibérica e quase foi extinto no início do século XX. O ‘markhor’ (*Capra falconeri*) habita nas montanhas do sul do Uzbequistão, Tadjiquistão, Afeganistão, Paquistão central e norte da Índia. A palavra ‘markhor’ em farsi significa ‘comedor de serpente’.

Os colonizadores espanhóis e portugueses trouxeram para a América diferentes populações de caprinos, sendo as populações atualmente denominadas raças crioulas ou localmente adaptadas derivadas das cabras ibéricas originais introduzidas durante o período colonial. Entretanto, o processo de deriva genética, bem como a seleção artificial e natural e a possível introdução de cabras de outras origens, podem ter causado diferenciação progressiva das populações ancestrais (Ribeiro *et al.*, 2012).

4.5. Ovinos

Os ovinos foram provavelmente domesticados em pelo menos três momentos diferentes no Crescente Fértil (Irã ocidental, Turquia e toda a Síria e Iraque), aproximadamente 10.000 anos atrás, simultaneamente aos caprinos, envolvendo pelo menos três subespécies diferentes do *Ovis gmelini*. Estes foram os primeiros animais “de carne” domesticados (Hirst, 2017).

A domesticação desses animais representou um marco importante na história da humanidade. Evidências genéticas (Chessa *et al.*, 2009) indicam que os ovinos se diferenciaram em seus traços “retrótipos” e morfológicos, dispersando-se por toda a Eurásia e África através de episódios migratórios separados. Os relatos das primeiras migrações incluem o Mouflon, bem como raças previamente reconhecidas como “primitivas” baseadas em sua morfologia, como Orkney, Soay e a ovelha nórdica de cauda curta, atualmente confinadas na periferia do noroeste da Europa. Um episódio migratório posterior, envolvendo ovelhas com características de produção melhoradas, moldou a grande maioria das raças atuais (Chessa *et al.*, 2009).

4.6. Galinhas

A história das galinhas (*Gallus domesticus*) ainda representa um complexo quebra-cabeça científico. Segundo Yi *et al.* (2006), historicamente existem duas hipóteses sobre a domesticação da galinha: uma teoria defende origem monofilética e outra sustenta múltiplas origens de várias subespécies *Gallus*.

Descobertas arqueológicas no Vale do Indo e na província de Hebei, na China, combinadas com estudos de DNA mitocondrial, indicaram que o pássaro Junglefowl vermelho (*Gallus gallus*) constitui o antepassado primário da galinha doméstica, provavelmente domesticada há 5.400 a.C. (Yi *et al.*, 2006; Miao *et al.*, 2013). Além disso, evidências moleculares de hibridação entre espécies do gênero *Gallus* levaram à possibilidade de que outras espécies de Junglefowl também contribuíram como progenitores da galinha doméstica (Nishibori *et al.*, 2005), tornando mais complexa a explicação da origem real da galinha doméstica. À medida que os estudos moleculares e arqueológicos, associados à morfologia, evoluem, um cenário mais claro vai sendo construído.

4.7. Abelhas

Descobertas arqueológicas evidenciam a associação de abelhas melíferas com comunidades de agricultores do período neolítico, nas quais produtos de abelhas eram explorados continuamente, possivelmente de maneira extensiva em algumas regiões, desde pelo menos 7.000 a.C., preenchia várias funções tecnológicas e culturais (Roffet-Salque *et al.*, 2015). Esta associação milenar demonstra a sua importância não apenas para a produção de mel e cera, mas também para a polinização de cultivos agrícolas, ao estabelecer uma relação simbiótica fundamental para o desenvolvimento da agricultura.

5. Panorama da Formação dos Recursos Genéticos Brasileiros

5.1. Processo de Introdução e Dispersão

Foi através do processo de transumância dos colonizadores que chegaram os primeiros animais domésticos no “Novo Mundo”. Existem múltiplas teorias sobre a introdução desses animais em território brasileiro, com diferentes relatos quanto ao tronco de origem dos animais domésticos nacionais. Os primeiros a chegarem em solo brasileiro datam do início do século XVI, através das capitânias portuguesas. Uma teoria indica que, possivelmente, caprinos, ovinos, galináceos e equinos foram introduzidos juntamente com os rebanhos bovinos em 1534, quando a esposa de Martim Afonso de Sousa, Dona Ana Pimentel, autorizou a introdução deles na Capitania de São Vicente (Pires, 1990), formando assim, os primeiros rebanhos de animais domésticos brasileiros.

Os animais originaram-se de Portugal, passando pela Ilha de Cabo Verde (Dantas Silva, 1995), uma vez que as embarcações procedentes da Europa eram também abastecidas nesta ilha. Outras rotas foram igualmente importantes para a introdução de animais na América (Capote *et al.*, 2004), sobretudo para a formação das raças locais ou nativas do Brasil.

5.2. Adaptação e Formação das Raças Locais

As raças introduzidas no Brasil passaram por processos adaptativos únicos, desenvolvendo características específicas em resposta às condições ambientais tropicais e subtropicais. O isolamento geográfico, combinado com a seleção natural e artificial exercida pelos criadores, resultou na formação de raças localmente adaptadas com características distintivas de resistência ao estresse térmico, eficiência no uso de recursos alimentares limitados e resistência a doenças e parasitas.

Entre os caprinos nativos brasileiros, destacam-se as raças Moxotó, Canindé, Repartida e Azul, todas caracterizadas por excelente adaptação ao semiárido nordestino. Nos ovinos, as raças Morada Nova,

Santa Inês e Somalis Brasileira exemplificam a capacidade adaptativa desenvolvida ao longo de séculos de seleção em condições tropicais. Estas raças representam patrimônio genético de valor inestimável para a sustentabilidade da ovinocaprinocultura nacional, especialmente em sistemas extensivos e tradicionais de criação.

6. Considerações Finais

A domesticação animal representa um marco fundamental na história da humanidade, constituindo o processo que possibilitou o surgimento e desenvolvimento das primeiras civilizações. Este fenômeno transformador não apenas modificou radicalmente os hábitos de vida humanos, mas também resultou em profundas alterações nas características morfofisiológicas e comportamentais das espécies animais envolvidas.

As primeiras espécies de animais domésticos chegaram ao Brasil durante o período colonial e dispersaram-se por todas as regiões do país através do processo de transumância. Atualmente, esses animais são elementos fundamentais da produção animal brasileira, servindo como fonte de alimentos, diversificação produtiva, geração de renda e auxílio na realização de tarefas cotidianas.

A formação dos recursos genéticos animais brasileiros representa um processo único de adaptação e seleção que resultou em raças localmente adaptadas de valor inestimável. Estas raças, desenvolvidas ao longo de séculos através da interação entre seleção natural e artificial, apresentam características adaptativas essenciais para a sustentabilidade da pecuária nacional, especialmente no contexto das mudanças climáticas atuais.

7. Referências bibliográficas

Adas, M. **Panorama geográfico do Brasil**. 1ª ed. São Paulo: Moderna, 1983.

Alves, R. R. N. (2016). Relationships between fauna and people and the role of ethnozoology in animal conservation. **Ethnobiology and Conservation**, 1(2), 1-69.

Alves, R. R. N., Gonçalves, M. B. R., & Vieira, W. L. S. (2017). Caça, uso e conservação de vertebrados no semiárido brasileiro. **Tropical Conservation Science**, 5(3), 394-416.

Barłowska, J., Sawicka-Zugaj, W., & Król, J. (2025). Significance of Local Livestock Genetic Resources in the Context of Global Food Security—A Review. **Annals of Animal Science**, 25(1), 45-62.

Capote, J., Delgado, J. V., Fresno, M., Camacho, M. E., & Molina, A. (2004). Morphological variability in the Canary goat population. **Small Ruminant Research**, 54(3), 167-177.

Casey, N. H. (2023). Livestock adaptation to climate. **Animal Frontiers**, 13(5), 3-12.

Chessa, B., Pereira, F., Arnaud, F., Amorim, A., Goyache, F., Mainland, I.; Bradley, D. G. (2009). Revealing the history of sheep domestication using retrovirus integrations. **Science**, 324(5926), 532-536.

DAD-IS. (2011). **Domestic Animal Diversity Information System**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://www.fao.org/dad-is/>.

Dantas Silva, L. (1995). **A domesticação**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco.

Diamond, J. (1999). **Guns, germs and steel: The fates of human societies**. New York: Norton.

Diamond, J. (2002). **Evolution, consequences and future of plant and animal domestication**. **Nature**, 418(6898), 700-707.

Felius, M. (1985). **Genus Bos: Cattle breeds of the world**. Rahway: MSD AGVET.

Hirst, K. K. (2011). **Goat domestication: The history of goats as livestock**. About.com Guide to Archaeology.

Hirst, K. K. (2017). **Sheep domestication: The history of sheep as livestock**. ThoughtCo.

Kuziv, M., Kuziv, N., Fedorovych, Y.; Fedorovych, V. (2025). **Cattle Breeding under Climate Change**. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, 18(67), 45-58.

Levine, M. A. (2000). **The origins of horse husbandry on the Eurasian steppe**. In: M. Levine, C. Renfrew; K. Boyle (Eds.), Late prehistoric exploitation of the Eurasian steppe (pp. 5-58). Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research.

Loftus, R. T. (1999). **A microsatellite survey of cattle from a centre of origin: the Near East**. Molecular Ecology, 8(12), 2015-2022.

Loftus, R. T., MacHugh, D. E., Bradley, D. G., Sharp, P. M.; Cunningham, P. (1994). **Evidence for two independent domestications of cattle**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 91(7), 2757-2761.

Mathew, E., & Mathew, L. (2023). **Conservation of landraces and indigenous breeds: An investment for the future**. In: Conservation and sustainable utilization of genetic resources (pp. 285-312). Springer.

Meadow, R. H. (1993). **Animal domestication in the Middle East: A view from the eastern margin**. In: A. R. Meadow & H. P. Uerpmann (Eds.), Harappa excavations 1986-1990: A multidisciplinary approach to third millennium urbanism (pp. 295-320). Madison: Prehistory Press.

Melo, P. A., & Silva, J. C. S. (2017). A evolução dos ruminantes. **Diversitas Journal**, 2(2), 191-202.

Miao, Y. W., Peng, M. S., Wu, G. S., Ouyang, Y. N., Yang, Z. Y., Yu, N., Zhang, Y. P. (2013). **Chicken domestication: an updated perspective based on mitochondrial genomes**. *Heredity*, 110(3), 277-282.

Nishibori, M.; Shimogiri, T., Hayashi, T.; Yasue, H. (2005). Molecular evidence for hybridization of species in the genus *Gallus* except for *Gallus varius*. **Animal Genetics**, 36(5), 367-375.

Nomura, K., Ishiguro, N., Kimura, J., Saito, M., Tada, M., Horii, T., Endo, H. (2013). Domestic goats (*Capra hircus*) of the Tokara Islands, Japan: An isolated population with unique mitochondrial DNA haplotypes. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 26(11), 1535-1543.

Peng, W., Zhang, Y., Gao, L., Shi, W., Liu, Z., Guo, X.; Li, Y. (2024). **Selection signatures and landscape genomics analysis to reveal climate adaptation of goat breeds**. *BMC Genomics*, 25(1), 334.

Pires, A. V. (1990). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ.

Ribeiro, M. N.; Arandas, J. K. G. (2015). Bases para o melhoramento genético participativo de caprinos em sistemas de criação de baixo insumo. **Ciência Veterinária dos Trópicos**, 18(2), 62-79.

Ribeiro, M. N., Ribeiro, N. L., Bozzi, R., & Fahmy, M. H. (2012). Physiological and biochemical blood variables of goats subjected to heat stress: A review. **Journal of Applied Animal Research**, 40(1), 4-11.

Roffet-Salque, M., Regert, M., Evershed, R. P., Outram, A. K., Cramp, L. J., Decavallas, O., ... & Craig, O. E. (2015). Widespread exploitation of the honeybee by early Neolithic farmers. **Nature**, 527(7577), 226-230.

Santiago, A. A. (1986). **O zebu na Índia, no Brasil e no mundo**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola.

Silva, F. L. R., Diniz, F. M., & Rosado, A. F. (2015). **Caprinos: origem, domesticação e introdução no Brasil**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos.

Telles, T. S., Bichel, A., Zanin, E., Pellini, T., & Pontes, L. S. (2024). **Livestock changes in Brazil and sustainable intensification challenges**. *Agronomy*, 14(10), 2429.

Tian, R., Nanaie, H. A., Wang, X., Dalai, B., & Li, Y. (2023). **Genomic adaptation to extreme climate conditions in beef cattle as a consequence of cross-breeding program**. *BMC Genomics*, 24(1), 235.

Trut, L. N. (1999). Early canid domestication: The farm-fox experiment. *American Scientist*, 87(2), 160-169.

Warmuth, V., Eriksson, A., Bower, M. A., Barker, G., Barrett, E., Hanks, B. K., ... & Manica, A. (2012). Reconstructing the origin and spread of horse domestication in the Eurasian steppe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(21), 8202-8206.

Yi, G., Yuan, J., Bi, H., Yan, W., Yang, N., & Qu, L. (2006). Molecular phylogeny of *Gallus* species and closely related species based on complete mitochondrial DNA sequences. *Animal Genetics*, 37(5), 460-466.

CARACTERIZAÇÃO DEMOGRÁFICA, FENOTÍPICA E GENÉTICA DE RAÇAS LOCAIS

Laura Leandro da Rocha¹
Janaina Kelli Gomes Arandas²
Maria Norma Ribeiro³

1. Introdução

A caracterização demográfica, fenotípica e molecular representa a primeira etapa de um programa de conservação de uma raça (FAO, 2003). Esta caracterização multidimensional fornece as bases científicas necessárias para compreender a estrutura, diversidade e valor adaptativo das populações animais locais.

A estrutura populacional de uma raça pode ser definida como o conjunto de suas características demográficas e genéticas, resultante da ação e interações de um conjunto de processos evolutivos e ecológicos (Jaeger, 2004). Os estudos populacionais, por sua vez, têm a finalidade de compreender e explicar os processos que moldaram a distribuição atual das espécies e a estrutura genética encontrada, particularmente importante para espécies adaptadas a ambientes específicos como o semiárido brasileiro.

A conservação de raças refere-se a medidas tomadas para garantir a sobrevivência de uma população de animais (FAO, 1992). Segundo a FAO (2007), a gestão da diversidade genética de uma raça deve incluir a sua preservação e aplicação futura, de modo sustentável. Assim, a caracterização demográfica se torna um aspecto essencial no delineamento de uma correta estratégia de uso, conservação e do sucesso nos programas de melhoramento.

A junção de princípios da genética com os de ecologia populacional oferece fundamentos consistentes para analisar e

1 Professora do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Av. D. Manoel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos, CEP: 51.171- 900. Recife, PE. Brasil

2 Professora do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Av. D. Manoel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos, CEP: 51.171- 900. Recife, PE. Brasil

3 Professora Aposentada do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Av. D. Manoel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos, CEP: 51.171-900. Recife, PE. Brasil

interpretar a dinâmica e evolução populacional. Pois, a conservação da biodiversidade depende de estudos integrados que utilizem indicadores precisos relacionados à composição, estrutura e aspectos funcionais das espécies de animais domésticos.

2. Caracterização demográfica

Figura 1: Ilustra a sequência de etapas da caracterização em todos os seus níveis.



Fonte: Elaborado pelos autores

A caracterização demográfica consiste na distribuição geográfica e ecológica das populações, bem como nas estimativas de tamanhos populacionais, representando um dos componentes essenciais do processo de caracterização de raças. É uma análise que fornece informações fundamentais para a compreensão da dinâmica populacional e estabelecimento de estratégias de conservação eficazes.

2.1 Fundamentos da caracterização demográfica

Devido à falta de conhecimento sobre distribuição geográfica, muitas populações de animais nas regiões em desenvolvimento são comumente conhecidas como “não descritas” ou “tradicionais”. Nesse sentido, as informações demográficas servem de base para a compreensão da dinâmica populacional, que depende de diversos fatores, como censo, variabilidade genética, estrutura populacional, fluxo de genes, afunilamentos populacionais ao longo do tempo, entre outros (Li *et al.*, 2009).

Para a realização da caracterização demográfica, múltiplos parâmetros são envolvidos: dimensão dos efetivos; intervalo de gerações; grau de preenchimento das genealogias; número de

gerações conhecidas; consanguinidade individual; grau de parentesco; aumento da consanguinidade por ano e por geração; tamanho efetivo da população; contribuições genéticas de fundadores e ascendentes; número efetivo de fundadores e ascendentes (Falconer; Mackay, 1996; Vicente *et al.*, 2012).

2.2 Metodologias de coleta de dados demográficos

2.2.1 Planejamento amostral

O planejamento amostral adequado é fundamental para obter dados demográficos representativos e confiáveis. Sendo assim, deve-se considerar:

- **Cálculo do tamanho amostral mínimo:** baseado na variabilidade esperada da população e no nível de precisão desejado;
- **Estratificação geográfica:** considerando as diferentes regiões de ocorrência da raça;
- **Estratificação por sistema produtivo:** diferenciando sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos;
- **Amostragem temporal:** considerando variações sazonais e anuais.

2.2.2 Tecnologias digitais aplicadas

O mapeamento demográfico das raças de animais tem sido aprimorado com o uso de tecnologias modernas:

- **Sistemas de Informação Geográfica (SIG):** para mapeamento preciso da distribuição das populações.
- **GPS de alta precisão:** para georreferenciamento de rebanhos e criadores;
- **Drones e sensores remotos:** para contagem de animais em áreas extensas;
- **Aplicativos móveis:** coletar dados em campo de forma padronizada;
- **Sensores IoT:** o monitoramento contínuo de parâmetros populacionais.

2.3 Análise de tendências populacionais

2.3.1 Séries temporais

A análise de séries temporais permite identificar tendências de crescimento, declínio ou estabilidade populacional. Métodos estatísticos avançados incluem:

- **Modelos ARIMA:** para previsão de tendências futuras;
- **Análise de regressão:** identificar fatores determinantes das mudanças;
- **Modelos de sobrevivência:** estimar probabilidades de extinção.

3. Caracterização do sistema de produção

A caracterização do sistema de produção e do ambiente em que uma raça é mantida constitui um componente essencial da caracterização de RGAn. É uma análise particularmente relevante nas regiões em desenvolvimento, onde os animais são mantidos sob diferentes sistemas de produção e para múltiplas funções. Por isso, a compreensão dos sistemas produtivos é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de conservação sustentáveis e programas de melhoramento adaptados às realidades locais.

3.1 Fundamentos da caracterização de sistemas produtivos

No processo de caracterização de uma população e seu sistema de produção, visando o emprego sustentável dos recursos pecuários, a ênfase deve ser dada aos criadores ou pastores e ao conhecimento local relacionado com a gestão dos recursos genéticos. O valor do recurso genético em termos de benefícios tangíveis (econômicos) e intangíveis (culturais, sociais e ambientais) que oferece para a comunidade, bem como as preferências e opiniões dos criadores, precisam ser considerados (FAO, 1997).

A descrição do ambiente de produção é altamente valiosa para a compreensão da aptidão adaptativa de um recurso genético animal, em especial, em regiões onde o ambiente de produção ocorre em áreas

marginais, em que características adaptativas são méritos importantes das raças locais.

3.2 Metodologias participativas de levantamento

3.2.1 Abordagens qualitativas

Entrevistas semi-estruturadas: permitem flexibilidade na coleta de informações, com adaptação ao contexto local e ao conhecimento do entrevistado. Devem abordar: história da criação na região, práticas tradicionais de manejo, critérios de seleção utilizados pelos criadores, conhecimentos sobre características adaptativas, percepções sobre mudanças ambientais e produtivas.

Grupos focais: facilitam a discussão coletiva e o compartilhamento de experiências entre criadores, permitindo a identificação de consensos e divergências sobre práticas produtivas.

Observação participante: permite a compreensão aprofundada das práticas cotidianas de manejo e das interações entre animais, ambiente e criadores.

3.2.2 Instrumentos de coleta padronizados

Questionários estruturados: Devem incluir variáveis quantitativas e qualitativas sobre:

- Características do sistema produtivo:

- Tamanho do rebanho (número de animais por categoria);
- Tipo de sistema de exploração (extensivo, semi-extensivo, intensivo);
- Área disponível e capacidade de suporte;
- Infraestrutura disponível (instalações, equipamentos).

- Manejo nutricional:

- Fontes de alimentação (pastagens nativas, cultivadas, suplementação);
- Estratégias de alimentação por estação;
- Uso de subprodutos agroindustriais;
- Práticas de conservação de forragens.

- Manejo reprodutivo:

- Estação de monta/cobertura;
- Critérios de seleção de reprodutores;
- Práticas de cruzamento;
- Controle genealógico.

- Manejo sanitário:

- Calendário de vacinação;
- Controle de parasitos;
- Principais enfermidades;
- Uso de medicamentos tradicionais.

3.3 Análise de sustentabilidade dos sistemas**3.3.1 Dimensões da sustentabilidade****- Sustentabilidade econômica:**

- Análise de custos e receitas;
- Rentabilidade por animal/hectare;
- Diversificação de produtos e serviços;
- Acesso a mercados e canais de comercialização.

- Sustentabilidade social:

- Geração de emprego e renda;
- Manutenção de tradições culturais;
- Organização social dos criadores;
- Transmissão de conhecimentos tradicionais.

- Sustentabilidade ambiental:

- Impacto sobre recursos naturais (solo, água, vegetação);
- Práticas de conservação ambiental;
- Adaptação às mudanças climáticas;
- Contribuição para a biodiversidade.

3.3.2 Indicadores de sustentabilidade

Desenvolvimento de indicadores quantitativos e qualitativos para avaliar a sustentabilidade:

- **Indicadores econômicos:** margem bruta, relação benefício/custo, diversificação de receitas;
- **Indicadores sociais:** índice de permanência no campo, participação em organizações, satisfação do criador;
- **Indicadores ambientais:** capacidade de suporte, índice de degradação, diversidade de espécies vegetais.

3.4 Impacto das mudanças climáticas

3.4.1 Vulnerabilidade dos sistemas tradicionais

Os sistemas de produção tradicionais, especialmente no semiárido brasileiro, enfrentam crescentes desafios relacionados às mudanças climáticas:

- **Variabilidade pluviométrica:** alterações nos padrões de chuva afetam a disponibilidade de forragem;
- **Eventos climáticos extremos:** secas prolongadas e enchentes impactam a produtividade;
- **Degradação ambiental:** desertificação e perda de biodiversidade reduzem a capacidade produtiva.

3.4.2 Estratégias de adaptação

Identificação e documentação de estratégias adaptativas desenvolvidas pelos criadores:

- **Diversificação produtiva:** integração de diferentes espécies animais e cultivos;
- **Manejo adaptativo:** ajuste das práticas conforme as condições climáticas;
- **Conservação de recursos:** armazenamento de água e forragem;
- **Uso de raças adaptadas:** valorização de características de resistência e rusticidade.

3.5 Valoração econômica de serviços ecossistêmicos

3.5.1 Identificação de serviços

Os sistemas tradicionais de criação proporcionam diversos serviços ecossistêmicos:

- **Serviços de provisão:** alimentos, fibras, energia, recursos genéticos;
- **Serviços de regulação:** controle de erosão, ciclagem de nutrientes, polinização;
- **Serviços culturais:** patrimônio cultural, turismo rural, educação ambiental;
- **Serviços de suporte:** manutenção da biodiversidade, formação do solo.

3.5.2 Métodos de valoração

Aplicação de métodos econômicos para quantificar o valor dos serviços:

- **Método do custo de reposição:** valor dos serviços baseado no custo de substituí-los;
- **Método de valoração contingente:** disposição a pagar por serviços ambientais;
- **Método de preços hedônicos:** valor implícito em preços de mercado;
- **Método de custos evitados:** benefícios econômicos de evitar danos ambientais.

O conhecimento prévio dos sistemas de produção locais torna-se uma estratégia eficaz no diagnóstico de problemas existentes e na adoção de programas de desenvolvimento sustentáveis, constituindo uma das principais etapas para a implementação de programas de melhoramento genético baseados nas demandas e necessidades da comunidade alvo.

4. Caracterização fenotípica

A caracterização fenotípica pode ser definida como uma particularidade individual em destaque que, em maior ou menor grau de variação, pode determinar o tipo racial ou étnico ao qual um indivíduo pertence. É definida pelos caracteres étnicos representados pelas semelhanças morfológicas e funcionais, constituindo uma ferramenta clássica na conservação e caracterização racial de diferentes raças.

4.1 Fundamentos da caracterização fenotípica

A caracterização fenotípica é realizada com base em variáveis quantitativas e qualitativas, amplamente aplicadas pela facilidade de observação e por representarem excelentes descritores raciais. Mesmo com os avanços da genética molecular, continua sendo fundamental e permite gerar informações que contribuem para avaliar a unicidade das raças, notadamente os caracteres étnicos (FAO, 2012).

4.2 Protocolos de padronização e controle de qualidade

4.2.1 Padronização de procedimentos

Condições ambientais padronizadas:

-Horário de coleta: preferencialmente pela manhã (7h às 10h);

-Condições climáticas: evitar dias de chuva ou vento excessivo;

-Local de contenção: área plana, com boa iluminação natural;

-Contenção animal: minimizar estresse, permitir posicionamento natural.

Treinamento de avaliadores:

- Capacitação teórica sobre anatomia e pontos de referência;

- Treinamento prático com supervisão de especialista;

- Calibração entre avaliadores para reduzir variação;

- Certificação de competência técnica.

Padronização de equipamentos:

- Calibração regular de instrumentos de medição;

- Uso de equipamentos certificados e aferidos;

- Manutenção preventiva de bengalas hipométricas e fitas métricas;

- Registro das condições dos equipamentos.

4.2.2 Controle de qualidade

Múltiplas medições:

Três medições por característica para reduzir erro;

Cálculo da média e desvio padrão;
Identificação e exclusão de valores discrepantes;
Repetição de medições quando coeficiente de variação > 5%.

Validação inter-avaliador:

- Avaliação simultânea por dois avaliadores independentes;
- Cálculo de coeficiente de correlação intraclasse;
- Meta: correlação > 0,90 para medidas morfométricas;
- Retreinamento quando correlação < 0,85.

4.3 Caracterização morfológica avançada

A caracterização morfológica consiste na avaliação de parâmetros morfológicos representados por variáveis de herança qualitativa, relacionadas à forma física, cor e aparência dos animais. Alguns caracteres estão relacionados com atributos adaptativos, como cor da pelagem e pele, tamanho das orelhas e chifres, relevantes para a dissipação do excesso de calor.

4.3.1 Variáveis morfológicas padronizadas

Características da pelagem:

- Cor: classificação segundo padrões internacionais;
- Padrão: uniforme, malhado, pintado, listrado;
- Textura: lisa, ondulada, crespa;
- Comprimento: curto (<2cm), médio (2-5cm), longo (>5cm);
- Densidade: avaliação visual e tátil.

Características da cabeça:

- Perfil cefálico: retilíneo, côncavo, convexo;
- Formato das orelhas: pequenas, médias, grandes, pendentes;
- Presença de chifres: ausentes, rudimentares, desenvolvidos;
- Formato dos chifres: retos, curvos, espiralados.

Características corporais:

- Conformação geral: compacta, mediolínea, longilínea;
- Inserção da cauda: alta, média, baixa;
- Presença de barbeta: ausente, pequena, média, grande;
- Aprumos: corretos, defeituosos (especificar tipo).

4.3.2 Análise estatística de características qualitativas

- Análise de frequências;
- Distribuição de frequências por característica;
- Teste qui-quadrado para independência;
- Análise de correspondência múltipla;
- Construção de dendrogramas baseados em distâncias.

4.4 Caracterização morfométrica computadorizada

Na caracterização morfométrica, as variáveis mensuradas são de herança quantitativa, relacionadas ao tamanho e dimensão do corpo dos animais, sendo mais diretamente correlacionadas com características de produção. Estas variáveis têm expressão “contínua” devido à quantidade de genes que controlam sua expressão.

4.4.1 Tecnologias de medição avançada

Análise de imagens digitais:

- Fotografia padronizada com escala de referência;
- Software de análise morfométrica (ImageJ, TpsDig);
- Medições automatizadas de distâncias e ângulos;
- Redução de erro humano e aumento de precisão.

Escaneamento 3D:

- Captura tridimensional da conformação corporal;
- Cálculo automático de volumes e superfícies;
- Análise de simetria corporal;
- Comparação entre indivíduos e populações.

Sensores de movimento:

- Análise da marcha e movimentação;
- Avaliação de aprumos dinâmicos;
- Detecção de problemas locomotores;
- Correlação com características produtivas.

4.4.2 Variáveis morfométricas expandidas

Além das medidas tradicionais (altura de cernelha, perímetro torácico, comprimento do corpo), incluir:

Medidas da cabeça:

- Comprimento da cabeça (occipital ao lábio inferior);
- Largura da cabeça (entre arcos zigomáticos);
- Comprimento do focinho (linha dos olhos ao nariz);
- Perímetro da cabeça (região frontal).

Medidas do tronco:

- Altura do anterior (cernelha ao solo);
- Altura do posterior (garupa ao solo);
- Profundidade do peito (cernelha ao esterno);
- Largura do peito (entre as articulações dos ombros).

Medidas dos membros:

- Comprimento do antebraço;
- Perímetro da canela anterior e posterior;
- Comprimento da garupa;
- Largura da garupa.

4.5 Uso de inteligência artificial para classificação fenotípica**4.5.1 Reconhecimento automático de padrões****Redes neurais convolucionais:**

- Treinamento com banco de imagens padronizadas;
- Classificação automática de características morfológicas;
- Identificação de padrões de pelagem;
- Detecção de defeitos conformacionais.

Machine learning para predição:

- Algoritmos de classificação supervisionada;
- Predição de características produtivas baseada no fenótipo;
- Seleção automática de características relevantes;
- Validação cruzada para avaliação de acurácia.

4.5.2 Aplicações práticas**Identificação individual:**

- Reconhecimento facial bovino/caprino/ovino;

- Criação de “impressões digitais” fenotípicas;
- Rastreabilidade individual sem marcação física;
- Integração com sistemas de manejo.

4.6 Análise multivariada avançada

4.6.1 Técnicas estatísticas

Análise de componentes principais (PCA):

- Redução da dimensionalidade dos dados;
- Identificação de características mais discriminantes;
- Visualização de relações entre variáveis;
- Eliminação de redundâncias.

Análise discriminante:

- Classificação de indivíduos em grupos raciais;
- Identificação de características diagnósticas;
- Validação de classificações morfológicas;
- Construção de funções discriminantes.

Análise de agrupamentos:

- Identificação de subgrupos dentro de populações;
- Análise de similaridade fenotípica;
- Construção de dendrogramas;
- Validação de classificações taxonômicas.

4.6.2 Modelagem de equações estruturais

Relações causais:

- Identificação de variáveis latentes;
- Análise de efeitos diretos e indiretos;
- Validação de modelos teóricos.

Embora as características morfométricas e morfológicas sejam influenciadas pelo ambiente, elas têm sido úteis em estudos de caracterização e diversidade genética. Por apresentarem a vantagem de serem de baixo custo e grande praticidade, são prioritárias em

países em desenvolvimento onde há carência de recursos para análises moleculares mais sofisticadas.

5. Caracterização genética

A caracterização genética visa avaliar a diversidade genética dentro e entre populações animais, determinando as relações genéticas entre essas populações. Desde o início da década de 1990, os dados moleculares tornaram-se cada vez mais relevantes para a caracterização da diversidade genética, com a FAO propondo um programa global para caracterização de RGAn através do Guia para Medida da Diversidade de Animais Domésticos (MoDAD) (FAO, 1997).

5.1 Objetivos da caracterização genética molecular

Os resultados da caracterização genética são utilizados para:

- 1.Determinar parâmetros de diversidade intra e interracialis;
- 2.Identificar localizações geográficas de populações e cruzamentos entre diferentes origens genéticas;
- 3.Fornece informações sobre relações evolutivas e esclarecer centros de origem e migração;
- 4.Implementar atividades de mapeamento de genes e identificação de portadores;
- 5.Identificar parentesco e relações genéticas dentro de populações;
- 6.Estimar o tamanho efetivo da população em populações com informações limitadas de pedigree.

5.2 Marcadores moleculares tradicionais

5.2.1 Microsatélites

Os microsatélites são sequências curtas repetidas in tandem (1-6 pb) com características desejáveis para estudos de genética de populações. São altamente polimórficos, seletivamente neutros e disponíveis para a maioria das espécies domésticas. A FAO/ISAG

propôs painéis de 30 marcadores microsatélites para nove espécies importantes, especialmente bovinos, ovinos e caprinos (FAO, 2011).

5.2.2 DNA mitocondrial (mtDNA)

O mtDNA é uma molécula circular de ~16 kb, transmitida maternamente, com alta taxa de substituições. É utilizado para identificação de ancestrais selvagens, localização de centros de domesticação, análise de dispersão e fluxo gênico. As regiões mais usadas são a região controle (D-loop) e o gene citocromo B (Groeneveld *et al.*, 2010).

5.2.3 Cromossomo Y

A variação no cromossomo Y é uma ferramenta poderosa para detectar fluxo gênico por introgressão paterna, sendo cada vez mais utilizada em espécies domésticas para estudos de estrutura populacional.

5.3 Tecnologias genômicas modernas

5.3.1 Polimorfismos de nucleotídeo único (SNPs)

Os SNPs são marcadores bialélicos distribuídos pelo genoma, encontrados em éxons, íntrons e regiões regulatórias. Suas principais vantagens incluem identificação por técnicas de alto desempenho, menor custo e tempo para genotipagem (Wiedmann *et al.*, 2008). Com o surgimento das plataformas de sequenciamento de nova geração, milhões de SNPs estão sendo descobertos em várias espécies agropecuárias.

Plataformas comerciais disponíveis:

- Bovinos: Illumina BovineSNP50, BovineHD (777K);
- Ovinos: Illumina OvineSNP50, OvineHD (600K);
- Caprinos: Illumina GoatSNP50 (~50.000 SNPs);
- Suínos: Illumina PorcineSNP60, PorcineHD (650K).

5.3.2 Sequenciamento de genoma completo (WGS)

O WGS representa a tecnologia mais avançada para caracterização genética, fornecendo informação completa sobre variação genômica:

Plataformas de sequenciamento:

- Illumina:** alta precisão, reads curtos, custo moderado;
- PacBio:** reads longos, ideal para regiões repetitivas;
- Oxford Nanopore:** sequenciamento em tempo real, portabilidade.

Aplicações em caracterização:

- Descoberta de variantes estruturais (CNVs, inversões);
- Análise de regiões altamente polimórficas;
- Construção de genomas de referência específicos por raça;
- Identificação de genes sob seleção.

5.3.3 Análise genômica integrada

A genômica moderna permite análises integradas combinando diferentes tipos de dados:

Multi-ômicas:

- Genômica + Transcriptômica: Identificação de genes expressos diferencialmente;
- Genômica + Epigenômica: Análise de metilação e modificações histônicas;
- Genômica + Metabolômica: Correlação genótipo-metabolismo.

Bioinformática aplicada:

- Pipelines automatizados de análise;
- Controle de qualidade rigoroso;
- Análise de estrutura populacional;
- Detecção de seleção natural;
- Inferência demográfica histórica.

5.4 Inteligência artificial e machine learning

5.4.1 Aplicações em genômica

Seleção genômica:

- Algoritmos de machine learning para predição de valores genéticos;
- Redes neurais profundas para características complexas;
- Otimização de painéis de marcadores;
- Predição de cruzamentos superiores.

Análise de big data:

- Processamento de dados genômicos massivos;
- Identificação de padrões complexos;
- Integração de dados fenotípicos e genômicos;
- Descoberta de associações genótipo-fenótipo.

5.4.2 Ferramentas computacionais

Software especializado:

- PLINK: análise de dados de SNPs;
- ADMIXTURE: análise de estrutura populacional;
- BEAST: análise filogenética bayesiana;
- GATK: descoberta de variantes genômicas.

5.5 Aspectos práticos da implementação

5.5.1 Coleta e processamento de amostras

Protocolos de coleta:

- Sangue: 5-10ml em tubos com EDTA;
- Pelo: arrancado com raiz, armazenado seco;
- Saliva: coletada com swabs estéreis;
- Sêmen: para análises específicas do cromossomo Y.

Armazenamento e transporte:

- Refrigeração adequada (4°C para sangue);
- Identificação inequívoca das amostras;

- Cadeia de custódia documentada;
- Backup de amostras para segurança.

5.5.2 Controle de qualidade

Qualidade do DNA:

- Concentração mínima: 20 ng/ μ L;
- Pureza: Razão 260/280 entre 1,8-2,0;
- Integridade: verificação por eletroforese;
- Ausência de contaminação.

Qualidade dos dados:

- Taxa de genotipagem > 95%;
- Equilíbrio de Hardy-Weinberg;
- Ausência de alelos nulos;
- Consistência de parentesco.

5.6 Interpretação e aplicação dos resultados

5.6.1 Parâmetros de diversidade genética

Diversidade intrapopulacional:

- Heterozigosidade observada (H_o) e esperada (H_e);
- Número de alelos por locus;
- Riqueza alélica;
- Coeficiente de endogamia (FIS).

Diferenciação populacional:

- F_{ST} entre populações;
- Distâncias genéticas;
- Análise de componentes principais;
- Estrutura populacional (ADMIXTURE).

5.6.2 Aplicações em conservação

Priorização para conservação:

- Identificação de populações geneticamente únicas;
- Detecção de gargalos populacionais;

- Monitoramento de diversidade ao longo do tempo;
- Planejamento de cruzamentos para conservação.

O processo de caracterização genética molecular compreende desde a coleta de material biológico até a análise estatística e elaboração de relatórios, permitindo a construção de um banco de dados de informação genética molecular para uso futuro em programas de conservação e melhoramento.

6. Considerações finais

A caracterização de recursos genéticos de animais representa um processo multidisciplinar e integrado que combina abordagens demográficas, fenotípicas e genéticas para compreender a diversidade, estrutura e valor adaptativo das populações animais locais. O presente capítulo apresentou metodologias atualizadas e tecnologias emergentes que ampliam as possibilidades de caracterização precisa e eficiente.

A integração de tecnologias digitais, análise genômica avançada e inteligência artificial oferece oportunidades sem precedentes para a caracterização de raças locais. No entanto, é fundamental manter o equilíbrio entre inovação tecnológica e aplicabilidade prática, especialmente em países em desenvolvimento, já que os recursos financeiros e técnicos podem ser limitados.

Assim, a caracterização eficaz deve considerar os aspectos técnicos e as dimensões socioculturais e econômicas dos sistemas produtivos. O conhecimento tradicional dos criadores, as práticas de manejo locais e a sustentabilidade dos sistemas de produção são elementos essenciais para o sucesso de programas de conservação e melhoramento.

O futuro da caracterização de recursos genéticos animais aponta para abordagens cada vez mais integradas, combinando dados genômicos de alta resolução com informações fenotípicas detalhadas e análises ambientais. É um processo que permitirá identificar com maior precisão características adaptativas, genes de interesse e estratégias de conservação mais eficazes.

Por isso, a colaboração internacional e o compartilhamento de dados padronizados são fundamentais para maximizar o impacto das atividades de caracterização. Iniciativas como o SMARTER-database

demonstram o potencial de plataformas colaborativas para integrar dados de diferentes origens e facilitar análises comparativas em escala global.

Por fim, a caracterização de recursos genéticos animais deve ser vista como um investimento estratégico para a segurança alimentar, adaptação às mudanças climáticas e conservação da biodiversidade. As metodologias e tecnologias apresentadas neste capítulo fornecem as ferramentas necessárias para enfrentar esses desafios de forma científica e sustentável.

7. Referências bibliográficas

FAO. (1992). **The management of global animal genetic resources.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

FAO. (1997). **Guidelines for the development of national management of farm animal genetic resources plans.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

FAO. (2003). **Guidelines for development of national farm animal genetic resources management plans.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

FAO. (2007). **The state of the world's animal genetic resources for food and agriculture.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

FAO. (2011). **Molecular genetic characterization of animal genetic resources.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

FAO. (2012). Phenotypic characterization of animal genetic resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Falconer, D.S., & Mackay, T.F.C. (1996). **Introduction to quantitative genetics** (4th ed.). Longman, Harlow.

Groeneveld, L.F., Lenstra, J.A., Eding, H., Toro, M.A., Scherf, B., Pilling, D., ... & Weigend, S. (2010). **Genetic diversity in farm animals – a review**. *Animal Genetics*, 41(s1), 6-31.

Jaeger, J.A.G. (2004). Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology*, 15, 115-130.

Li, M.H., Strandén, I., Tiirikka, T., Sevón-Aimonen, M.L., & Kantanen, J. (2009). **A comparison of approaches to estimate the inbreeding coefficient and pairwise relatedness using genomic and pedigree data in a sheep population**. *PLoS One*, 6(11), e26256.

Vicente, A.A., Carolino, M.I., Sousa, M.C.O., Ginja, C., Silva, F.S., Martinez, A.M., ... & Gama, L.T. (2012). Genetic diversity in native and commercial breeds of pigs in Portugal assessed by microsatellites. *Journal of Animal Science*, 86, 2496-2507.

Wiedmann, R.T.; Nonneman, D. J.; Rohrer, G. A. Genome-wide copy number variations using SNP genotyping in a mixed breed swine population. *PLoS One*, v. 10, n. 7, p. e0133529, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133529>.

MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DE RAÇAS AMEAÇADAS

Maria Norma Ribeiro¹
Déborah Galvão Peixôto Guedes de Araújo²
Janaina Kelli Gomes Arandas³

1. Introdução

A conservação dos recursos genéticos animais locais reflete uma necessidade estratégica para o desenvolvimento de modelos pecuários resilientes e sustentáveis. As raças crioulas, por exemplo, possuem características que as tornam especialmente adequadas para sistemas de produção de baixo impacto ambiental, agricultura familiar e regiões com limitações climáticas ou de recursos. Sua rusticidade permite a produção em áreas marginais, contribuindo para a inclusão social e o desenvolvimento regional. Além disso, muitas dessas raças produzem alimentos com características organolépticas diferenciadas, abrindo oportunidades para mercados de nicho e produtos com valor agregado.

A partir deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo propor estratégias integradas para conservação e uso sustentável de raças ameaçadas. A abordagem adotada combina a revisão da literatura científica internacional com dados específicos do contexto brasileiro, oferecendo uma perspectiva tanto teórica quanto prática para a tomada de decisões em programas de conservação. O trabalho está estruturado de forma a fornecer subsídios técnicos para pesquisadores, formuladores de políticas públicas, associações de criadores e demais atores envolvidos na conservação dos recursos genéticos animais no país.

2. Estratégias de Conservação: Abordagens e Aplicações

A conservação efetiva dos recursos genéticos animais requer uma abordagem integrada que combine diferentes estratégias

1 Professora titular aposentada da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE (maria.nrribeiro@ufrpe.br). Doutora em Conservação de Raças Ameaçadas e Melhoramento Genético Animal, Coordenadora do Grupo Brasil da Rede REZGEN-IBA, Membro da Rede Nordeste de Conservação de Raças

2 Professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

3 Professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

complementares, cada uma com suas vantagens específicas e adequação aos contextos particulares. Sobre o tema, a literatura internacional reconhece três abordagens principais: conservação *in situ* (no local de origem, com os criadores), conservação *ex situ* (fora do local de origem, em bancos de germoplasma e coleções vivas), e estratégias de valorização pelo uso que criam incentivos econômicos para a manutenção das raças (Ruane, 2000). A implementação bem-sucedida de programas de conservação depende da combinação adequada dessas estratégias, considerando as características específicas de cada raça, os recursos disponíveis e o contexto socioeconômico local.

2.1. Conservação *in situ* (no local de origem, com os criadores)

A preservação *in situ* é vista como a tática mais natural e sustentável para preservar os recursos genéticos de animais, uma vez que possibilita que as populações permaneçam se desenvolvendo e se ajustando às circunstâncias ambientais locais. Esta abordagem mantém os animais em seus ambientes originais ou similares, preservando o material genético e os conhecimentos tradicionais associados ao seu manejo e as interações ecológicas que contribuíram para sua adaptação (Hoffmann, 2010).

As vantagens são múltiplas e significativas. Primeiramente, permite a continuidade do processo evolutivo, mantendo a pressão seletiva natural que contribuiu para o desenvolvimento das características adaptativas das raças locais. Os animais continuam expostos aos mesmos desafios ambientais que moldaram sua evolução, permitindo que novos alelos adaptativos possam surgir e se fixar na população. Além disso, preserva o conhecimento tradicional dos criadores, que traduz séculos de experiência acumulada sobre o manejo, seleção e utilização dessas raças.

A conservação *in situ* também oferece vantagens econômicas importantes. Os animais mantidos neste sistema continuam produzindo, gerando renda para os criadores e contribuindo para a economia local. É uma característica que a torna economicamente sustentável, reduzindo a dependência de recursos públicos para sua manutenção. Adicionalmente, a manutenção das raças em seus

ambientes originais preserva os sistemas produtivos tradicionais e contribui para a manutenção da diversidade cultural e paisagística.

No entanto, a sua implementação requer ações estratégicas coordenadas em diferentes níveis. A criação e fortalecimento de associações de criadores é fundamental para organizar os esforços de conservação, estabelecer padrões de qualidade, manter registros genealógicos e promover a raça. Essas associações servem como ponto focal para a articulação entre criadores, pesquisadores e formuladores de políticas, facilitando a implementação de programas de melhoramento e conservação.

O estabelecimento de núcleos de conservação em fazendas públicas e privadas constitui outra ação estratégica essencial. Pois, eles mantêm rebanhos representativos da diversidade genética da raça, servindo como reservatórios genéticos e centros de multiplicação. Os núcleos públicos, geralmente localizados em estações experimentais de instituições de pesquisa, têm a vantagem da estabilidade institucional e do compromisso de longo prazo com a conservação. Os núcleos privados, mantidos por criadores comprometidos, oferecem maior flexibilidade de manejo e podem servir como vitrines da raça para outros produtores.

O desenvolvimento de programas de melhoramento genético visando à conservação da diversidade é um desafio técnico complexo. Pois deve equilibrar o progresso genético e a manutenção da diversidade. Eles utilizam estratégias de acasalamento dirigido para minimizar a endogamia, maximizar a diversidade genética e manter as características adaptativas da raça. Os programas de melhoramento genético participativo, por exemplo, operam como uma estratégia eficiente, uma vez que visam o equilíbrio das contribuições genéticas, a alternância de reprodutores entre os rebanhos e a utilização de índices de seleção que contemplam características adaptativas, as quais são essenciais para o êxito desses programas.

A integração das raças locais em sistemas de produção sustentáveis oferece uma oportunidade única de conciliar conservação com produção. Sistemas agroecológicos, orgânicos e de baixo impacto ambiental valorizam características, como rusticidade, eficiência no uso de recursos e resistência a doenças, que são pontos fortes das raças locais. A inserção dessas raças em tais sistemas contribui para sua conservação e demonstra seu valor prático e econômico.

2.2. Conservação *ex situ* (fora do local de origem)

A conservação *ex situ* complementa a forma *in situ*, oferecendo uma “apólice de seguro” contra perdas catastróficas que podem afetar as populações vivas. A estratégia envolve a manutenção de material genético fora do ambiente natural da raça, seja na forma de gametas criopreservados, embriões, tecidos ou animais vivos mantidos em condições controladas (Hiemstra *et al.*, 2010).

Os bancos de germoplasma constituem o componente mais importante desse tipo de conservação. Essas estruturas especializadas preservam coleções de sêmen, embriões e óvulos em nitrogênio líquido a -196°C, assegurando a sobrevivência do material genético por décadas ou até séculos. O Banco Brasileiro de Germoplasma Animal, mantido pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, é um exemplo de instalação de classe mundial que conserva material genético de diversas raças crioulas brasileiras.

A criopreservação de sêmen é a técnica mais amplamente utilizada devido à sua relativa simplicidade e custo-efetividade. Um único ejaculado de um touro pode ser processado em centenas de doses de sêmen, cada uma capaz de gerar um descendente. Esta técnica permite conservar a contribuição genética de machos importantes mesmo após sua morte, além de facilitar o intercâmbio genético entre populações distantes geograficamente. Para raças em situação crítica, a coleta e criopreservação de sêmen de todos os machos reprodutores disponíveis é uma prioridade absoluta.

A criopreservação de embriões oferece vantagens adicionais por conservar a contribuição genética tanto do macho quanto da fêmea. Embriões criopreservados podem ser transferidos para fêmeas receptoras de outras raças, permitindo a recuperação de populações mesmo quando não há fêmeas da raça original disponíveis. Esta técnica é particularmente valiosa para raças em situação crítica, uma vez que cada animal representa uma fração significativa da diversidade genética total.

Os bancos de DNA e tecidos representam uma fronteira emergente na conservação *ex situ*. Amostras de sangue, pele ou outros tecidos podem ser conservadas a longo prazo e usadas para análises genéticas, caracterização molecular e, potencialmente, para técnicas de reprodução assistida avançadas. Com o desenvolvimento das

tecnologias de edição genética e clonagem, eles podem se tornar ainda mais valiosos no futuro.

A manutenção de rebanhos vivos em estações experimentais significa uma forma híbrida de conservação *ex situ*. Esses rebanhos são mantidos fora de seus ambientes originais, mas permanecem como populações vivas que podem ser utilizadas para pesquisa, demonstração e multiplicação. A Embrapa mantém rebanhos de várias raças crioulas em suas estações experimentais, servindo como reservatórios genéticos e centros de pesquisa.

A gestão eficaz de programas de conservação *ex situ* requer protocolos rigorosos de coleta, processamento, armazenamento e documentação. Cada amostra deve ser adequadamente identificada, caracterizada geneticamente e acompanhada de informações detalhadas sobre sua origem, genealogia e características fenotípicas. Por isso, os sistemas de informação integrados são essenciais para gerenciar essas coleções e facilitar seu uso em programas de conservação e pesquisa.

2.3. Estratégias Complementares e de Valorização (Conservação on farm)

A conservação pelo uso (on farm) baseia-se no princípio de que a melhor forma de conservar uma raça é torná-la economicamente viável e culturalmente valorizada. Uma abordagem que parte do princípio de que a conservação sustentável a longo prazo depende da criação de incentivos econômicos e sociais que motivem os criadores a manterem essas raças (Gandini; Villa, 2003).

A caracterização e marketing de produtos com valor agregado representam uma das estratégias mais promissoras para a conservação pelo uso. Por isso, produtos como carnes gourmet, queijos artesanais, peles nobres e lã especial podem alcançar preços premium no mercado, desde que adequadamente caracterizados, padronizados e promovidos. No entanto, o desenvolvimento desses mercados requer investimentos em pesquisa para caracterizar as propriedades únicas dos produtos, desenvolvimento de padrões de qualidade, certificação de origem e estratégias de marketing diferenciado.

A carne de raças crioulas frequentemente apresenta características organolépticas diferenciadas, como maior marmoreio,

sabor mais intenso e textura específica, que podem ser valorizadas por consumidores exigentes. Queijos produzidos com leite de raças locais podem ter características únicas de sabor, aroma e textura, especialmente quando produzidos com técnicas tradicionais. A lã de ovelhas crioulas pode ter propriedades específicas de finura, resistência e cor que a tornam adequada para produtos artesanais de alto valor.

O desenvolvimento de indicações geográficas e denominações de origem controlada oferece uma ferramenta poderosa para a valorização de produtos de raças crioulas. Esses instrumentos legais protegem a origem e as características específicas dos produtos, impedindo a concorrência desleal e garantindo que os benefícios econômicos retornem aos produtores originais. O “Queijo Canastra” e a “Cachaça de Alambique” são exemplos brasileiros bem-sucedidos de produtos com indicação geográfica que poderiam servir de modelo para produtos de raças crioulas.

A inserção em políticas públicas de compras governamentais pode criar mercados estáveis para produtos de raças crioulas. Programas como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) poderiam incluir critérios que favoreçam produtos oriundos de raças locais, criando demanda garantida e incentivando sua produção. Políticas de pagamento por serviços ambientais também podem reconhecer o papel das raças crioulas na conservação da biodiversidade e na manutenção de paisagens tradicionais.

O turismo rural e o agroturismo oferecem oportunidades adicionais de valorização das raças crioulas. Propriedades que mantêm essas raças podem desenvolver atividades turísticas que incluam a observação dos animais, degustação de produtos típicos, participação em atividades tradicionais de manejo e hospedagem rural. Essa diversificação de atividades pode gerar renda adicional para os criadores e aumentar a visibilidade das raças.

Os programas de educação e divulgação científica são fundamentais para criar consciência sobre a importância das raças crioulas e gerar apoio público para sua conservação, atingindo diferentes públicos, desde estudantes de escolas rurais até consumidores urbanos, passando por técnicos, veterinários e formuladores de políticas. Materiais educativos, exposições, feiras agropecuárias, documentários

e mídias sociais podem ser instrumentos para disseminar informações sobre o valor e a importância dessas raças.

A pesquisa científica contínua é essencial para demonstrar o valor das raças crioulas e desenvolver tecnologias que melhorem sua competitividade. Estudos sobre adaptação climática, resistência a doenças, qualidade de produtos, eficiência reprodutiva e características genômicas podem fornecer evidências científicas do valor dessas raças. Essa pesquisa deve ser conduzida em parceria com criadores, integrando conhecimento científico e tradicional.

3. Estudo de Caso: Raça Caprina Moxotó

A raça Moxotó tem suas origens na colonização portuguesa do Nordeste brasileiro, desenvolvendo-se a partir de animais trazidos pelos colonizadores no século XVI. Ao longo de mais de quatro séculos, esses animais foram submetidos à intensa seleção natural nas condições semiáridas do vale do Moxotó e regiões adjacentes, desenvolvendo características únicas de adaptação ao clima quente e seco, à vegetação de caatinga e aos sistemas de manejo extensivos tradicionais (Ribeiro *et al.*, 2004).

É uma raça que se distingue historicamente por ser a primeira raça caprina local oficialmente reconhecida pelo Ministério da Agricultura brasileiro, atestando sua importância e distintividade genética. Este reconhecimento oficial, obtido na década de 1980, representou um marco importante para a conservação de recursos genéticos caprinos no país e serviu de modelo para o reconhecimento de outras raças locais.

Do ponto de vista morfológico, a raça Moxotó apresenta características distintivas que refletem sua adaptação ao ambiente semiárido. Os animais são de porte médio, com peso adulto variando entre 35-45 kg para fêmeas e 45-60 kg para machos. A pelagem característica é branca ou clara, com ventre escuro, faixa dorsal escura, extremidades dos membros escuras e duas faixas longitudinais distintivas no rosto. Os chifres são pretos, dirigindo-se para trás, para cima e para os lados, com pontas ligeiramente curvadas. O corpo é longo, profundo e bem conformado, com musculatura bem desenvolvida, peito amplo, linha dorso-lombar retilínea e larga, e costelas bem arqueadas (Rocha *et al.*, 2007).

As suas características produtivas refletem sua adaptação aos sistemas extensivos do semiárido. A taxa de parição é de aproximadamente 60%, com prolificidade média de 1,63 cabritos por parto, resultando em uma produtividade de cerca de 98 cabritos por 100 fêmeas por ano. Embora os índices possam parecer modestos quando comparados a raças exóticas em sistemas intensivos, eles representam excelente desempenho considerando as condições ambientais desafiadoras e o baixo nível de insumos dos sistemas tradicionais.

A adaptação fisiológica ao clima semiárido é notável. Estudos demonstraram que esses animais apresentam mecanismos eficientes de termorregulação, incluindo alta taxa de sudoração, vasodilatação periférica eficiente e comportamentos adaptativos que minimizam o estresse térmico. A eficiência no uso da água é outra característica importante, com os animais capazes de manter a produtividade mesmo com disponibilidade limitada de água de qualidade (Santos *et al.*, 2005).

3.2. Avaliação do Grau de Ameaça da raça

A aplicação das metodologias de avaliação de risco para a raça Moxotó tem revelado situação preocupante que exemplifica os desafios enfrentados pelas raças crioulas brasileiras. Utilizando os critérios da FAO (2007), a raça enquadra-se na categoria “Ameaçada”, com tendência para “Crítica” em algumas regiões.

Análise Demográfica segundo Critérios da FAO

O levantamento populacional mais recente, conduzido por Ribeiro *et al.* (2004), estimou a existência de aproximadamente 800-1.200 fêmeas reprodutoras da raça Moxotó, distribuídas principalmente nos estados de Pernambuco, Bahia e Ceará. O número de machos reprodutores é estimado em 15-25 animais, concentrados em núcleos de conservação e em propriedades de criadores tradicionais. Esses números colocam a raça na categoria “Ameaçada” segundo os critérios da FAO (2007), muito próxima da categoria “Crítica”.

A tendência populacional observada nas últimas duas décadas é decrescente, com redução estimada de 30-40% no efetivo total. A redução é atribuída, sobretudo, aos cruzamentos indiscriminados com raças exóticas, especialmente Anglo-Nubiana e Boer, raças consideradas mais produtivas pelos criadores. Além disso, a fragmentação geográfica da população agrava a situação, com pequenos núcleos isolados que apresentam pouco ou nenhum intercâmbio genético (Oliveira, 2006).

Análise Genética

O cálculo do tamanho efetivo da população (N_e) para a raça Moxotó, utilizando a fórmula $N_e = 4N_mN_f/(N_m + N_f)$, resulta em valores extremamente baixos. Considerando 20 machos e 1.000 fêmeas reprodutores, obtém-se $N_e = 78$, bem abaixo do mínimo recomendado de 500 para manutenção do potencial evolutivo a longo prazo. Indicando alto risco de perda de diversidade genética por deriva genética e aumento da endogamia.

Estudos com marcadores microssatélites conduzidos por Araújo et al. (2006) revelaram heterozigosidade observada (H_o) de 0,695 e heterozigosidade esperada (H_e) de 0,695, indicando população em equilíbrio de Hardy-Weinberg, mas com diversidade genética moderada. O coeficiente de endogamia (FIS) próximo de zero sugere que, apesar do tamanho populacional reduzido, ainda não há sinais severos de endogamia, possivelmente devido ao manejo tradicional que evita acasalamentos consanguíneos.

A análise de estrutura populacional revelou diferenciação genética significativa entre rebanhos de diferentes regiões, com F_{ST} variando de 0,05 a 0,12, indicando fluxo gênico limitado entre populações. Esta fragmentação genética reduz o tamanho efetivo global da população e aumenta o risco de perda de alelos por deriva genética em populações locais (Oliveira, 2006).

Matriz de Priorização para a conservação da raça

Aplicando a matriz de priorização desenvolvida no item 3.4, a raça Moxotó obtém pontuação elevada em todas as dimensões:

- **Risco de Extinção (peso 0,4):** pontuação 4/5 - População pequena, tendência decrescente, fragmentação geográfica;

- **Distintividade Genética (peso 0,3):** pontuação 5/5 - Primeira raça local reconhecida, características morfológicas únicas, adaptação específica ao semiárido;

- **Valor Socioeconômico/Cultural (peso 0,3):** pontuação 4/5 - Importância histórica, adaptação local, potencial para sistemas sustentáveis;

Prioridade Final: $0,4 \times 4 + 0,3 \times 5 + 0,3 \times 4 = 4,3/5$.

A pontuação observada coloca a raça Moxotó entre as prioridades máximas para conservação, justificando investimentos significativos em programas de conservação *in situ* e *ex situ*.

3.3. Estratégias de Conservação em Andamento e Propostas

A preservação da raça Moxotó tem ocorrido mediante uma estratégia integrada que combina estratégias *in situ*, *ex situ* e de valorização pelo uso, liderada principalmente pela Embrapa Caprinos e Ovinos, em colaboração com criadores locais e instituições de pesquisa.

Conservação *in situ*

O programa de conservação *in situ* da raça Moxotó baseia-se em uma rede de núcleos de conservação distribuídos geograficamente para maximizar a representatividade da diversidade genética. O núcleo principal é mantido na Embrapa Caprinos e Ovinos, em Sobral, Ceará, onde um rebanho de aproximadamente 80 animais é mantido para pesquisa, conservação e multiplicação. Tendo o rebanho como referência para a raça e como fonte de reprodutores para outros núcleos.

Núcleos secundários são mantidos por criadores particulares em Pernambuco, Bahia e Ceará, totalizando aproximadamente 200-300 animais distribuídos em 8-10 propriedades. Eles são apoiados tecnicamente pela Embrapa e recebem assistência para manejo reprodutivo, sanitário e nutricional. O programa inclui a rotação periódica de reprodutores entre núcleos para minimizar a endogamia e maximizar o intercâmbio genético.

A Associação Brasileira de Criadores de Caprinos (ABCC) mantém o registro genealógico da raça, documentando a genealogia dos animais e facilitando o planejamento de acasalamentos. O registro genealógico é fundamental para o controle da endogamia e para a manutenção da identidade genética da raça.

Conservação *ex situ*

O Banco Brasileiro de Germoplasma Animal mantém uma coleção representativa de material genético da raça Moxotó, incluindo sêmen de 25 machos diferentes, embriões de 15 fêmeas e amostras de DNA de 150 animais. A coleção representa aproximadamente 80% da diversidade genética estimada da raça e serve como seguro contra perdas catastróficas.

A coleta de sêmen é realizada anualmente nos núcleos de conservação, priorizando machos jovens e geneticamente diversos. Cada ejaculado é processado em 200-300 doses, armazenadas em nitrogênio líquido a -196°C . A viabilidade do sêmen é testada periodicamente, com taxas de motilidade pós-descongelamento superiores a 40% sendo consideradas adequadas.

A produção e criopreservação de embriões é realizada por meio de programas de superovulação e transferência de embriões (MOET), permitindo a multiplicação acelerada de fêmeas geneticamente superiores. Esta técnica é particularmente valiosa para a raça Moxotó devido ao pequeno número de fêmeas disponíveis.

Estratégias de Valorização da raça

O desenvolvimento de mercados para produtos da raça Moxotó tem focado na carne e na pele. A carne possui características

organolépticas diferenciadas, com menor teor de gordura, sabor mais suave e textura mais macia que a de raças exóticas criadas em condições similares. Estudos de caracterização da qualidade da carne demonstraram potencial para mercados gourmet e para consumidores preocupados com a origem e sustentabilidade dos produtos.

A pele de caprinos Moxotó é tradicionalmente valorizada para a produção de couros de alta qualidade, utilizados na fabricação de produtos artesanais e industriais. O desenvolvimento de padrões de qualidade e certificação de origem poderia agregar valor significativo ao produto.

Os programas de turismo rural em propriedades que mantêm a raça Moxotó têm indicado potencial para geração de renda complementar. Visitantes urbanos demonstram interesse em conhecer raças tradicionais e participar de atividades relacionadas ao manejo tradicional de caprinos.

3.4. Resultados Esperados e Desafios

Os programas de conservação da raça Moxotó implementados nas últimas duas décadas têm obtido resultados positivos. O principal sucesso tem sido a estabilização da população, interrompendo a tendência de declínio observada nas décadas de 1980 e 1990. O número de animais registrados tem se mantido estável em torno de 800-1.000 cabeças, distribuídas em núcleos geograficamente representativos.

A caracterização genética da raça tem avançado significativamente, com estudos utilizando marcadores moleculares fornecendo informações detalhadas sobre a estrutura populacional, diversidade genética e relações filogenéticas. Esses dados têm orientado estratégias de acasalamento e intercâmbio genético entre núcleos, contribuindo para a manutenção da diversidade.

O desenvolvimento de protocolos de reprodução assistida específicos para a raça melhorou a eficiência dos programas de conservação ex situ. Taxas de concepção com inseminação artificial superiores a 60% e taxas de prenhez com transferência de embriões acima de 45% têm sido obtidas, valores considerados satisfatórios para caprinos.

No entanto, muitos desafios persistem. O principal é a limitada base econômica para a manutenção da raça. A ausência de mercados diferenciados que valorizem adequadamente os produtos torna sua criação economicamente menos atrativa que a de raças exóticas. O problema é agravado pela falta de organização da cadeia produtiva e pela ausência de políticas públicas específicas de apoio.

A fragmentação geográfica da população continua sendo um problema técnico importante. O intercâmbio genético entre núcleos é limitado por dificuldades logísticas e custos de transporte, especialmente para pequenos criadores. O desenvolvimento de protocolos de inseminação artificial com sêmen congelado poderia mitigar o problema, mas requer investimentos em capacitação técnica e infraestrutura.

A pressão contínua para cruzamento com raças exóticas representa uma ameaça constante à integridade genética da raça. Muitos criadores são atraídos pela promessa de maior produtividade a curto prazo, não considerando adequadamente as vantagens adaptativas da raça pura. Isso gera um ciclo de desvalorização da raça (Figura 1). Por isso, programas de educação e demonstração são necessários para conscientizar os criadores sobre o valor da raça pura.

O envelhecimento dos criadores tradicionais e a migração rural-urbana dos jovens ameaçam a continuidade dos conhecimentos tradicionais associados ao manejo da raça. Programas de transferência de conhecimento e capacitação de novos criadores são essenciais para garantir a sustentabilidade a longo prazo dos programas de conservação.

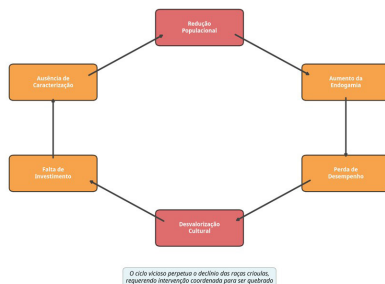
Apesar dos desafios mencionados, as perspectivas para a conservação são moderadamente otimistas. O crescente interesse por sistemas de produção sustentáveis, produtos orgânicos e turismo rural cria oportunidades para a valorização da raça. O desenvolvimento de indicações geográficas para produtos da região do vale do Moxotó poderia criar mercados diferenciados que justifiquem economicamente a manutenção da raça pura.

A integração da raça Moxotó em programas de pagamento por serviços ambientais, reconhecendo seu papel na conservação da biodiversidade e na manutenção de paisagens tradicionais da caatinga, poderia fornecer incentivos econômicos adicionais para sua conservação. Além de políticas públicas que reconheçam e remunerem

os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas raças locais, fundamentais para a sustentabilidade dos programas de conservação.

O exemplo da raça Moxotó ilustra tanto os desafios quanto as oportunidades enfrentadas pelas raças crioulas brasileiras. Sua conservação bem-sucedida requer uma abordagem integrada que combine ciência, tradição, economia e política pública, servindo como modelo para a conservação de outras raças em situação similar.

Figura 1: Ciclo de Desvalorização das Raças Crioulas.



Fonte: Elaborado pelas autoras com base em Ribeiro e Arandas (2015) e observações do estudo de caso.

4. Considerações finais

A análise abrangente apresentada no presente trabalho evidencia que os recursos genéticos animais locais do Brasil enfrentam uma situação crítica que demanda ação imediata e coordenada. Assim, a erosão genética observada nas últimas décadas representa perda de biodiversidade e ameaça à segurança alimentar, à adaptação às mudanças climáticas e à sustentabilidade dos sistemas produtivos nacionais.

A conservação das raças requer abordagem integrada que combine estratégias *in situ*, *ex situ* e de valorização pelo uso. Para

conseguir tal feito, é necessário ter coordenação institucional, recursos adequados e visão de longo prazo. Além de considerar as especificidades regionais e as características de cada raça. Raças com populações maiores e distribuição mais ampla podem beneficiar-se mais de estratégias de valorização pelo uso, enquanto raças em situação crítica podem necessitar de intervenção imediata mediante de conservação *ex situ* e programas intensivos e multiplicação.

As perspectivas futuras para a conservação dos recursos genéticos animais locais no Brasil são influenciadas por tendências globais que podem criar oportunidades ou ameaças adicionais. As mudanças climáticas, embora representem desafios significativos para a agricultura global, podem aumentar o valor das raças locais devido às suas características adaptativas. A crescente demanda por produtos sustentáveis e com menor impacto ambiental pode criar mercados favoráveis para produtos de raças crioulas.

O desenvolvimento de tecnologias genômicas avançadas, como a edição genética e a seleção genômica, oferece oportunidades sem precedentes para acelerar o melhoramento de raças locais sem comprometer sua diversidade genética. Essas tecnologias podem permitir a introgressão controlada de características desejáveis de outras raças, mantendo a identidade genética das raças locais.

A genômica da adaptação climática em raças locais representa uma linha de pesquisa de importância estratégica. A identificação de genes e variantes genéticas associadas à tolerância ao calor, eficiência no uso da água e resistência a doenças pode orientar programas de seleção e fornecer ferramentas para a adaptação às mudanças climáticas.

O desenvolvimento de índices de seleção multi-característica que incluam características adaptativas, produtivas e de qualidade é fundamental para programas de melhoramento de raças locais. Esses índices devem equilibrar o progresso genético com a manutenção da diversidade e das características adaptativas.

A economia da conservação de recursos genéticos animais é uma área de pesquisa emergente que pode fornecer ferramentas para a valoração econômica desses recursos e para o desenvolvimento de instrumentos de política pública. Estudos sobre disposição a pagar por produtos de raças locais e sobre o valor econômico dos serviços

ecossistêmicos fornecidos por essas raças são particularmente importantes.

A sociologia rural aplicada à conservação de recursos genéticos pode fornecer insights valiosos sobre os fatores sociais e culturais que influenciam as decisões dos criadores. Estudos sobre percepção, atitudes e comportamentos dos criadores em relação às raças locais podem orientar estratégias de extensão e comunicação.

5. Referências bibliográficas

Araújo, A. M., Guimarães, S. E. F., Machado, T. M. M., Lopes, P. S., Pereira, C. S., Silva, F. L. R., ... & Rodrigues, M. T. (2006). **Genetic diversity between herds of Alpine and Saanen dairy goats and the naturalized Brazilian Moxotó breed.**

FAO. (2007). **The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture.** Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/a1250e/a1250e00.htm>.

Gandini, G., & Villa, E. (2003). Analysis of the cultural value of local livestock breeds: a methodology based on the case of the Reggiana cattle breed. **Livestock Production Science**, 82(1), 1-11. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00003-2](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00003-2).

Hiemstra, S. J., de Haas, Y., Mäki-Tanila, A., & Gandini, G. (2010). **Local cattle breeds in Europe: development of policies and strategies for self-sustaining breeds.** Wageningen Academic Publishers. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-697-7>.

Hoffmann, I. (2010). Climate change and the characterization, breeding and conservation of animal genetic resources. **Animal Genetics**, 41(s1), 32-46. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2010.02043.x>.

Oliveira, A. N. (2006). **Desempenho e características da carcaça de caprinos mestiços Anglo-Nubiano, Boer e caprinos sem padrão racial definido em pastagem e em confinamento** (Tese de doutorado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

Ribeiro, M. N., Oliveira, J. C. V., Rocha, L. L., Alves, A. G. C., Carvalho, F. F. R., & Sereno, J. R. B. Caracterización, evaluación y conservación de caprinos Moxotó en el Estado de Pernambuco, Brasil. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.12, n.4 (Supl. 1), p.54-58, 2004.

Ribeiro, M. N., & Arandas, J. K. G. Bases para o melhoramento genético participativo de caprinos em sistemas de criação de baixo insumo. **Ciência Veterinária dos Trópicos**, v. 18, n. 2, p. 72-81, 2015. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/bvs-vet/resource/pt/biblio-1480709>. Acesso: 07 dez 2025.

Rocha, L. L., Benício, R. C., Oliveira, J. C. V., Silva, F. L. R., & Ribeiro, M. N. (2007). Avaliação morfoestrutural de caprinos da raça Moxotó. **Archivos de Zootecnia**, 56(214), 483-488. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/495/49509920.pdf>.

Ruane, J. (2000). A framework for prioritizing domestic animal breeds for conservation purposes at the national level: a Norwegian case study. **Conservation Biology**, 14(5), 1385-1393. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99276.x>

Santos, F. C. B., Souza, B. B., Alfaro, C. E. P., Cézar, M. F., & Pimenta Filho, E. C., Acosta, A. A. A., & Santos, J. R. S. (2005). Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, 29(1), 142-149. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000100018>.

FATORES QUE ALTERAM O EQUILÍBRIO GENÉTICO E ESTRUTURA DAS POPULAÇÕES

Maria Norma Ribeiro¹

Janaina Kelli Gomes Arandas²

Paulo Otávio Sulva Cavalcante³

1. Introdução

O teorema de Hardy-Weinberg estabelece um padrão teórico para o comportamento dos genes ao longo das gerações. Na prática, permite definir se determinada população se encontra ou não em equilíbrio genético, chamando atenção para a presença de possíveis fatores evolutivos, que podem provocar alteração na estrutura das populações, podendo colocá-las em risco. De acordo com o teorema, na ausência de fatores evolutivos, as frequências gênicas se mantêm constantes em uma população. No entanto, o teorema de Hardy-Weinberg é importante porque permite determinar quanto e como o equilíbrio de uma população está sendo afetado pelos fatores evolutivos (Amabis; Martho, 1999), pois as populações naturais estão sob constantes mudanças.

As condições de equilíbrio de uma determinada população podem ser avaliadas pelo cálculo das frequências gênicas, da predição dos valores esperados para as frequências genotípicas e, por meio de testes estatísticos adequados (i.e., teste qui-quadrado) para aceitação ou rejeição da hipótese de equilíbrio. Se a população se encontra em equilíbrio de Hardy-Weinberg, significa que ela não está sujeita à pressão de seleção, migração, mutação ou deriva genética (Falconer, 1987).

Nos estudos de diversidade genética com vistas à conservação de raças, essas informações são importantes porque permitem saber o quanto da genética original de uma determinada raça se mantém, bem como a forma como essa diversidade genética está distribuída. Isso

1 Professora titular aposentada da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE (maria.nrribeiro@ufrpe.br). Doutora em Conservação de Raças Ameaçadas e Melhoramento Genético Animal, Coordenadora do Grupo Brasil da Rede REZGEN-IBA, Membro da Rede Nordeste de Conservação de Raças.

2 Professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

3 Egresso do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE.

permite avaliar como uma raça evolui e seu padrão de evolução ao longo das gerações.

Segundo Beiguelman (1995), a comprovação da validade do teorema de Hardy-Weinberg, para numerosos caracteres mendelianos que não apresentam relação de dominância e recessividade, permite admitir que caracteres com este tipo de relação também devem obedecer a essa lei quando observados em grandes populações que vivem em um ambiente relativamente estável, não sujeitas a migrações intensas e com baixas taxas de acasalamentos consanguíneos. A extrapolação tem um valor prático importante, pois, caso se conheça a frequência de indivíduos com um fenótipo recessivo em uma população, é possível estimar as frequências gênicas e, por conseguinte, na mesma população, a frequência dos indivíduos com fenótipo dominante que são heterozigotos (Beiguelman, 1995).

2. Fatores que alteram a estrutura das populações

A estrutura populacional consiste na distribuição espacial não totalmente casual de alelos e genótipos. Normalmente, as populações possuem distribuição desigual e mal definida, mas diferentes padrões são observados em cada espécie.

A definição de cada estrutura das populações ocorre a partir das frequências alélicas dos genes que estão sendo avaliados. As frequências alélicas na maioria das populações naturais são afetadas por mutações, migração e seleção natural. São processos que podem provocar alterações direcionais na frequência alélica no decorrer do tempo. Flutuações aleatórias nas frequências alélicas também podem acontecer devido ao acaso, porque as populações nem sempre são grandes e seus tamanhos raramente são constantes (Hartl, 2008).

Assim, os processos que afetam a estrutura das populações podem ser classificados em processos sistemáticos, aqueles cujas alterações na frequência gênica podem ser conhecidas, tanto em termos de magnitude quanto em direção (seleção, migração e mutação), e em processos dispersivos, viável apenas compreender a intensidade da alteração das frequências, mas não a orientação da variação (como na deriva genética e nos efeitos de amostragem).

Mutação

A mutação pode ser definida como uma alteração do genótipo que ocorre de forma repentina e aleatória (Beiguelman, 1995). Segundo Futuyma (2002), consiste em mudança na sequência de pares de base de um gene. Entretanto, às vezes o termo mutação também é usado de maneira mais ampla, incluindo mudanças no número e estrutura de cromossomos. Hartl (2008) usa o termo para explicar todas as mudanças genéticas, incluindo substituições de nucleotídeos, inserções e deleções, mudanças na localização genômica de elementos de transposição e rearranjos cromossômicos.

Para Gama (2002), existem dois casos que devem ser considerados na mutação: no primeiro, quando converte um dos alelos em outro alelo já existente e, no segundo caso, um dos alelos é convertido num novo alelo, anteriormente existente. No primeiro caso, a alteração resultante nas frequências gênicas é pouco relevante. A população tende para o equilíbrio quando também uma taxa de mutação por geração converte os alelos nos dois sentidos (mutação reversível), por exemplo, $A \rightarrow a$ e $a \rightarrow A$. O equilíbrio é atingido quando $p = v/u + v$ e $q = u/u + v$ (p e q são as frequências gênicas e u e v são as taxas de mutação). No segundo caso, é criada uma nova variabilidade genética e, ainda que a taxa de mutação seja baixa, a frequência do “novo” alelo poderá ser depois aproveitada por seleção. Numa população fechada, a mutação é a única fonte de variação genética que posteriormente pode servir para seleção.

Por outro lado, a mutação é um fenômeno raro e as taxas de mutação observadas em laboratório, considerando todas as demais condições naturais, são geralmente da magnitude de uma mutação de cada gene em 100.000 a 1.000.000 de gerações (Lush, 1964). O mesmo autor afirmou que a taxa de mutação não é a mesma para todos os genes e pode ser aumentada por ambientes extremos, tais como exposição aos raios X, luz ultravioleta e altas temperaturas.

Assim, o criador ou melhorista deve aplicar seus esforços de modo a evitar que novos genes indesejáveis, recentemente mutados, se tornem abundantes nas raças de interesse. Ainda assim, a mutação é importante para a evolução, por fornecer matéria-prima a ser usada pela seleção, pela endogamia e por outros métodos de reprodução, permitindo mudança dos tipos de organismos existentes. Além de

também eliminar certos estoques de genes atualmente indesejáveis, para futuras demandas provocadas por alteração das condições de meio (Lush, 1964).

Migração

O termo migração refere-se ao movimento de indivíduos entre subpopulações (Hartl, 2008). Johansson e Rendel (1972) comentaram que o deslocamento de indivíduos de uma população para fora (emigração) determina mudanças na composição genética nas circunstâncias e o grupo em deslocamento difere da população em geral e que na imigração ocorre introdução de material genético, sendo informação importante para a conservação de raças. Em outras palavras, a taxa de mudança da frequência gênica em uma população sujeita à imigração depende da taxa de imigração e da diferença na frequência gênica entre indivíduos imigrantes e nativos (Falconer, 1987).

O melhoramento mediante sistemas de cruzamentos se beneficia da alteração das frequências gênicas resultante do processo de migração (Gama, 2002). Portanto, é possível acontecer profundas mudanças na frequência gênica através da contínua seleção de animais descendentes daqueles introduzidos (Johansson e Rendel, 1972).

A migração ou fluxo gênico é uma força que afeta diretamente a diferenciação entre populações e essa diferenciação depende da taxa de migração ou fluxo gênico praticada (Futuyma, 2002), a qual se baseia em diferentes modelos de acordo com a forma como se dá a troca de genes entre populações:

a) Modelo “continente-ilha”, segundo esse modelo a migração ou troca de genes entre populações acontece com base em movimento unidirecional de indivíduos de uma população grande, “continental”, para uma menor e isolada;

b) Modelo de “ilha”, cada população doa e recebe migrantes de todas as outras a uma taxa m e todas as populações são do mesmo tamanho. No qual a migração ocorre ao acaso entre grupos de indivíduos de pequenas populações;

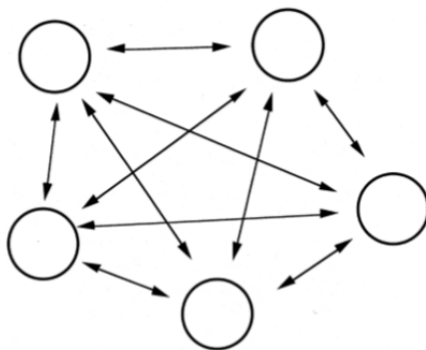
c) Modelo de “alpondras” (stepping-stone), cada população recebe migrante somente de populações vizinhas e,

d) Modelo do “isolamento pela distância”, no qual o fluxo gênico acontece localmente entre os vizinhos, em uma população de distribuição contínua.

Independentemente do modelo de fluxo gênico, ele irá contribuir para homogeneizar a composição genética das populações de modo que, se o único fator operante for o fluxo gênico, todas as populações deverão convergir para a mesma frequência alélica, geralmente uma média das frequências iniciais (Futuyma, 2002).

A magnitude de fluxo gênico entre populações é, na maioria das vezes, medida indiretamente pela taxa de migração (F_{ST}) e/ou pelo número efetivo de migrantes, sendo um parâmetro de difícil interpretação. Além disso, a validade dessa estimativa depende de pressuposições difíceis de serem atendidas na prática, principalmente quando são obtidas a partir de marcadores moleculares microssatélites que são muito variáveis (Allendorf e Luikart, 2007). As estatísticas F de Wright foram baseadas no modelo de ilha, já descrito anteriormente e ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Modelo de ilha, no qual cada população doa e recebe migrantes de todas as outras a uma taxa m e todas as populações são do mesmo tamanho.



Com base nesse modelo pode-se estimar a taxa de fluxo gênico (Nm) das populações como sendo:

$F_{st} = 1 / (4Nem + 1)$, onde: N_e = tamanho efetivo; m = taxa de migração entre subpopulações $m=1/(N)$; Nem = número de indivíduos adultos sexualmente maduros que são migrantes.

$Nem = (1/F_{st} - 1) / 4$; $F_{st} = 0,009$

$Nem = (1/F_{st} - 1) / 4$; $Nem = (1/0,009 - 1) / 4 = 27,5$. Então, temos 27,5 indivíduos migrantes entre as duas populações por geração.

O $F_{st} = 1/(4Nem+1)$ e $m=1/(N)$, com um indivíduo migrante por geração, $Nem=1$, $F_{st}=0,20$, nos leva a perceber que mesmo um pequeno fluxo gênico mantém as populações similares em relação à frequência de alelos. Esse método é muito usado, porém, tem sido bastante criticado, pois as premissas de que cada população doa e recebe migrantes de todas as outras a uma taxa m e todas as populações são do mesmo tamanho são improváveis. Além disso, o modelo pressupõe que existe seleção e a taxa de mutação-deriva se equilibra, o que é improvável em populações de animais domésticos (Pearse; Crandall, 2004; Whitlock; McCauley, 1999).

Seleção

Em Melhoramento Genético Animal, o termo seleção refere-se às taxas reprodutivas diferentes entre indivíduos de diferentes genótipos, de uma dada população. Assim, alguns genótipos contribuem proporcionalmente com um maior número de descendentes para a geração seguinte, resultando em alterações nas frequências gênicas e genotípicas.

No entanto, a seleção natural proposta por Darwin implica na sobrevivência dos portadores de genótipos melhor adaptados, ou seja, daqueles mais aptos na luta pela sobrevivência (Pereira, 2012; Silva e Santos, 2015). Os indivíduos mais aptos não são necessariamente os mais fortes, resistentes ou agressivos, senão aqueles que produzem maior número de descendentes viáveis e férteis. Como diferem em viabilidade e fertilidade, contribuem com números diferentes de descendentes para a geração seguinte.

A contribuição proporcional de descendentes para a próxima geração é chamada de “*fitness*” do indivíduo ou, às vezes, de valor adaptativo ou valor seletivo (Falconer, 1987). Convém lembrar que a seleção artificial pode gerar perda do valor adaptativo (*fitness*) do

indivíduo e, para evitar, é necessário compatibilizar o ambiente de criação com a potencialidade genética de cada indivíduo. Na genética de populações, o conceito de aptidão (*fitness*) é geralmente aplicado a genótipos ao invés de indivíduos.

Em animais de interesse zootécnico, a seleção contribui para que indivíduos que possuem características importantes economicamente tenham maior chance de se reproduzirem e deixarem descendentes em relação aos outros indivíduos na mesma população. Então, aqueles possuidores de certos genótipos são mantidos e conservados para fins reprodutivos mais frequentemente do que os outros (Lasley, 1963).

Esse efeito afeta diretamente a frequência gênica e, consequentemente, a estrutura genética das populações. Assim sendo, o efeito primário da seleção é aumentar a frequência de genes favoráveis e, assim, reduzir a frequência dos genes de efeitos indesejáveis. Além disso, as mudanças que se verificam na frequência dos genes são permanentes, mesmo que cesse a seleção, a menos que se inicie uma seleção eficaz em sentido contrário.

Lush (1964) afirmou que as mudanças promovidas pela seleção na composição genética de uma população raramente podem ser observadas ou medidas diretamente, pelo fato de que não se conhecem os genes presentes, suas frequências, as frequências das diversas combinações, nem mesmo o valor da mudança operada pela seleção nessas frequências. Porém, segundo Gama (2002), é possível calcular o tamanho da mudança se a intensidade da seleção for conhecida, definindo como “*s*” o coeficiente ou índice de seleção, ou seja, a redução proporcional na contribuição de um dado genótipo quando comparado com outro. A *fitness* desse genótipo pode ser definida como $1-s$. Isto quer dizer que, se, por exemplo, $s = 0,2$ para o genótipo *aa*, relativamente aos genótipos *AA* e *Aa*, contribui com apenas 80% dos descendentes potenciais para a geração seguinte.

De acordo com Johansson e Rendel (1972), a seleção para um gene dominante é mais eficaz quando a frequência do gene na população original é baixa. Quando a frequência excede 0,3, as mudanças por geração são progressivamente menores, já que o número de homozigotos recessivos que podem ser eliminados chega a ser proporcionalmente menor. Reciprocamente, o valor da variação devida à seleção para um gene recessivo resulta mais elevado em uma

frequência de 0,7, enquanto a seleção para genes sem dominância é muito mais eficaz diante das frequências intermediárias.

A seleção contra um gene recessivo é um processo lento, sobretudo porque os heterozigotos ocultam esses genes. Se há dominância completa, torna-se impossível identificar fenotipicamente os indivíduos homozigotos dominantes dos heterozigotos. A seleção contra um gene dominante é um processo muito simples, de modo que a velocidade de eliminação de uma característica dominante é proporcional à perda da adaptabilidade dos heterozigotos (Pereira, 2012).

Deriva Genética

O termo “deriva genética” está relacionado à perda ou fixação de alelos de uma população de forma não previsível nem controlável pelo homem, como é a seleção, migração e mutação, por isso, é dito um processo dispersivo. De acordo com Beiguelman (1995), nos rebanhos pequenos, o isolamento tem efeito evolutivo porque tais grupamentos não conseguem manter um equilíbrio estável da distribuição genotípica, com base na lei de Hardy-Weinberg, mesmo supondo panmixia, na ausência de migração, mutação e seleção. Nessas pequenas subpopulações, a variação aleatória das frequências gênicas ao longo das gerações pode provocar eliminação ou, ao contrário, a fixação casual de um gene, independente de seu coeficiente seletivo. Tal fenômeno, denominado *genetic drift* em inglês por Wright (1931), foi chamado em português, durante algum tempo, de oscilação genética e depois, renomeado mais apropriadamente de deriva genética (Beiguelman, 1995).

Para Gama (2002), a expressão “deriva genética” significa que a frequência gênica numa geração não é exatamente igual à da geração anterior, devido ao processo de amostragem, resultante da dimensão finita da população. Lasley (1963) exemplificou esta flutuação genética por meio de um grande rebanho de bovinos, no qual alguns animais possuem chifres. Ao selecionar um touro e quatro vacas aleatoriamente, esses podem ou não possuir chifres. Por isso, o novo rebanho desenvolvido a partir dos progenitores poderia ser muito diferente da população original na frequência dos genes para

chifres ou para o estado mocho. Certos genes podem se fixar ou serem perdidos mesmo em grandes populações. No entanto, em pequenas populações, esse efeito é sempre maior.

Princípio do Fundador

Um indivíduo é dito fundador quando está presente na população desde o momento da sua fundação. Assim, os primeiros animais que contribuíram na formação de uma determinada população são ditos fundadores (Lush, 1964). O número efetivo de fundadores foi definido por Lacy (1989) como o número de animais que contribuíram para a formação do rebanho e, conseqüentemente, da sua constituição genética original, sendo responsáveis pela genética do rebanho a partir daquele momento.

Do ponto de vista prático, reconhece-se um animal fundador quando está presente no rebanho, mas sem genealogia conhecida, e constitui a base genética da população à qual pertence. Assim sendo, considera-se que todos os fundadores de uma população não possuem parentesco entre si, o que sugere que existe grande divergência genética entre eles e grande diversidade na população. Isto permite concluir que a variabilidade genética de uma população está diretamente relacionada com o número de animais fundadores (Lush, 1964).

Em geral, as populações naturais não apresentam estabilidade, sendo frequentes as variações em seu tamanho na natureza. Em populações pequenas, é comum acontecer reduções no tamanho, provocando afunilamento na estrutura populacional. Cada processo de afunilamento afeta a estrutura genética da população e a esse fenômeno se dá o nome de “gargalo genético” do inglês bottleneck. O que ocorre quando um pequeno grupo de emigrantes sai de uma população estabelecida e funda uma nova população.

A deriva genética que acompanha tal evento é conhecida como efeito fundador (Hartl, 2008). Outra forma de explicar é tomar como exemplo rebanhos pequenos. Pois, nos rebanhos pequenos e isolados, existe a possibilidade de um único indivíduo, altamente fecundo, ou com descendentes muito fecundos, deixar mais genes na população originária de tais isolados que outros menos fecundos, ainda que

esses genes confirmam baixo valor adaptativo aos seus portadores. Esse fenômeno é conhecido por efeito fundador (Beiguelman, 1995).

De acordo com Futuyma (2002), uma população fundada por um par de indivíduos diploides pode ter, no máximo, quatro alelos por loco, embora possa existir um número muito maior de alelos na população de origem. Entretanto, ainda que o número de alelos seja reduzido, o grau de heterozigosidade e, portanto, a variância genética, é quase tão alta quanto o da população de origem desses colonizadores. Isto porque os alelos raros pouco contribuem para o nível de heterozigosidade da população que deu origem e que provavelmente estarão ausentes na população nova. Porém, se a população permanecer pequena, a heterozigosidade diminuirá rapidamente por deriva genética, lentamente haverá recomposição por mutação ou deriva, a menos que a seleção natural aumente a frequência dos alelos raros. Se, entretanto, a população crescer rapidamente, não haverá grande redução na variação genética.

3. Considerações finais

Tendo em vista que as populações sempre estarão sob a ação de fatores evolutivos como: migração, seleção (natural e artificial) ou mutação, elas jamais encontrarão o equilíbrio de Hardy-Weinberg, porém, por meio dessa teoria, é possível perceber quando e como os fatores evolutivos estão atuando na diversidade genética de uma população. Dessa forma, a estrutura das populações estará sempre em constante modificação, seja por mutações, seleção natural ou artificial, migrações, deriva genética, variação no número efetivo, princípio fundador e, principalmente, pelo conjunto de todos os fatores. Mesmo aquelas que se encontram isoladas sofrerão a ação da seleção natural com possível redução do número efetivo, além de eventuais mutações por meio dos acasalamentos.

4. Referências bibliográficas

Allendorf, F.W., & Luikart, G. (2007). **Conservation and the Genetics of Populations**. Massachusetts: Blackwell, 642 p.

Amabis, J.M., & Martho, G.R. (1999). **Biologia das populações: genética, evolução e ecologia**. Viçosa: Moderna, 511 p.

Beiguelman, B. (1995). **Dinâmica dos Genes**: nas Famílias e nas Populações. 2 ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 472 p.

Falconer, D.S. (1987). **Introdução a genética quantitativa**. Viçosa: UFV Imprensa Universitária, 279 p.

Futuyma, D.J. (2002). **Biologia Evolutiva**. 2 ed. Ribeirão Preto: Funpec-rp, 631 p.

Gama, L.T. (2002). **Melhoramento genético animal**. Lisboa: Escolar Editora, 306 p.

Hartl, D.L. (2008). **Princípios de genética de população**. 3 ed. Ribeirão Preto: Funpec, 217 p.

Johansson, I., & Rendel, J. (1972). **Genética y mejora animal**. Zaragoza: Acribia, 618 p.

Lacy, R.C. 1989. Analysis of founder representation in pedigrees: founder equivalents and founder genome equivalents. **Zoo. Biol.** n. 8, p. 111–123.

Lasley, J.F. (1963). **Genética do Melhoramento Animal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 618 p.

Lush, J.L. (1964). **Melhoramento genético dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Centro de Publicações Técnicas da Aliança, 570 p.

Pearse, D.E. & Crandall, K.A. (2004). **Conservation Genetics**. 5, 585-602. <https://doi.org/10.1007/s10592-003-1863-4>.

Pereira, J.C.C. (2012). **Melhoramento Genético Aplicado a Produção Animal**, 64 Edição. Editora FEP-MVZ. Belo Horizonte, MG. 758p.

Silva, M. T., & Santos, C.M.D. (2015). Uma análise histórica sobre a seleção natural: de Darwin-Wallace à Síntese Estendida da Evolução. Amazônia | **Revista de Educação em Ciências e Matemática** | 11 (22), 46-61.

Whitlock M.C., & Mccauley D.E. (1999). **Indirect measures of gene flow and migration:** $F(ST) \neq 1/(4Nm + 1)$. Heredity (Edinb). 82(2), 117-125

Wright, S. (1931). **Evolution in Mendelian populations.** Genetics, 16(2), 97-159.

ETNOZOOTECNIA E ETNOZOOLOGIA: ABORDAGENS INTEGRADAS PARA A CONSERVAÇÃO DE ANIMAIS DOMÉSTICOS

Maria Norma Ribeiro¹
Janaina Kelli Gomes Arandas²

1. Introdução

As relações entre seres humanos e animais constituem uma das dimensões mais fundamentais da experiência humana, manifestando-se mediante múltiplas formas de interação que moldaram tanto a evolução cultural das sociedades quanto a diversidade genética das espécies animais (Diamond, 2002). É uma complexa rede de interações que forma o núcleo central de duas disciplinas científicas complementares: a Etnozootecnia e a Etnozootecnia. Embora distintas em seus focos específicos, elas compartilham uma perspectiva comum que reconhece a importância do conhecimento tradicional e das práticas culturais na compreensão e conservação da diversidade animal.

A Etnozootecnia, definida como a ciência que estuda as relações entre seres humanos e animais em diferentes culturas, oferece uma perspectiva ampla que abrange todas as formas de interação humano-animal, incluindo tanto espécies domésticas quanto selvagens (Alves e Souto, 2015). Ela investiga conhecimentos, usos, crenças e práticas relacionadas à fauna, examinando as conexões antigas entre animais e humanos observadas em culturas ao redor do mundo. Historicamente, as publicações etnozootécnicas emergiram de estudos realizados em áreas acadêmicas, como zoologia, ecologia humana, sociologia e antropologia, refletindo o seu caráter interdisciplinar (Costa-Neto *et al.*, 2009).

Por sua vez, a Etnozootecnia foca especificamente nos animais domésticos, integrando as ciências zootécnicas com abordagens

1 Professora aposentada do Departamento de Zootecnia na UFRPE, Av. D. Manoel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos, CEP: 51.171-900. Recife, PE. Brasil (e-mail:maria.nribeiro@ufrpe.br)

2 Professora do Departamento de Zootecnia/UFRPE, Av. D. Manoel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos, CEP: 51.171-900. Recife, PE. Brasil (profajanainaarandas86@ufrpe.br)

antropológicas e ecológicas. É responsável pela investigação das crenças, práticas e conhecimentos das populações humanas, especialmente as populações rurais, sobre os animais de produção (Alves *et al.*, 2018). É um estudo que não se limita ao sentido convencionalmente relacionado à etnologia zootécnica, que se restringe à caracterização de raças animais de interesse econômico, mas opera em um contexto mais abrangente, estabelecendo interfaces com a etnologia humana e a antropologia cultural (Alves *et al.*, 2018).

A convergência entre as duas disciplinas torna-se evidente quando consideramos que ambas tratam da importância fundamental do conhecimento tradicional na compreensão das relações humano-animal. O Brasil, com sua rica fauna e diversidade cultural, apresenta um cenário excepcional para examinar estas relações. Múltiplas espécies animais são utilizadas para uma diversidade extremamente ampla de propósitos por sociedades ameríndias, bem como pelos descendentes dos colonos europeus originais e escravos africanos (Costa-Neto *et al.*, 2009). A diversidade oferece oportunidades únicas para estudos integrados que combinem perspectivas etnozootécnicas e etnozoológicas.

O conceito de “diversidade biocultural” surge como um marco teórico fundamental para a integração, sendo definido como a “diversidade da vida em todas as suas manifestações - biológicas, culturais e linguísticas, que estão inter-relacionadas dentro de um sistema adaptativo sócio-ecológico complexo” (Maffi, 2005). Ele baseia-se na observação científica de que existe um forte vínculo entre diversidade biológica e cultural (Harmon, 2002; Pretty *et al.*, 2009), estabelecendo uma nova perspectiva para compreender a conservação de recursos genéticos animais que vai além das abordagens puramente técnicas ou biológicas.

A importância da abordagem integrada tornou-se ainda mais evidente no contexto das mudanças climáticas globais e da crescente erosão biocultural. Estudos recentes demonstram que a diversidade genética atua como um “seguro de vida” para as espécies, ampliando sua capacidade de adaptação às mudanças ambientais (Reed; Frankham, 2003). No Brasil, as previsões climáticas apontam para um crescimento de 4°C a 6°C na temperatura média até 2100, um desafio inédito para os sistemas produtivos convencionais (IPCC, 2021).

Diante do cenário mencionado, as raças locais assumem papel estratégico, por conter em seu genótipo alelos adaptativos que conferem maior resistência a alterações ambientais comparativamente às raças melhoradas (McManus *et al.*, 2014). Simultaneamente, observa-se um processo de “erosão biocultural” que consiste na perda simultânea de diversidade biológica e cultural (Silva *et al.*, 2025). Este fenômeno é bastante preocupante no contexto brasileiro, pois estudos etnozoológicos recentes no semiárido da Paraíba demonstraram uma forte conexão entre a perda de material genético animal e a extinção do conhecimento tradicional das comunidades locais sobre suas raças nativas (Silva *et al.*, 2025). Os resultados indicaram uma redução significativa na diversidade de raças caprinas, com o índice de Shannon diminuindo de 1,3 para 0,87, enquanto para ovinos a redução foi menor, de 0,7 para 0,66.

Por isso, a integração entre Etnozootecnia e Etnozoologia oferece ferramentas metodológicas inovadoras para abordar os desafios contemporâneos. Enquanto a Etnozoologia fornece o contexto cultural mais amplo para compreender as relações humano-animal, a Etnozootecnia oferece abordagens específicas para a conservação e melhoramento de animais domésticos. Esta complementaridade é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de conservação que sejam simultaneamente efetivas do ponto de vista técnico e culturalmente apropriadas.

As metodologias etnozoológicas, incluindo entrevistas semi-estruturadas, observação participante, técnicas de mapeamento cultural e análises quantitativas de uso animal, podem enriquecer os estudos etnozootécnicos (Albuquerque *et al.*, 2014). Por outro lado, as abordagens etnozootécnicas, como o melhoramento genético participativo, tecnologias de criopreservação e estratégias de adaptação às mudanças climáticas, podem contribuir para a aplicação prática dos conhecimentos etnozoológicos em programas de conservação.

O conhecimento tradicional sobre animais, documentado via abordagens etnozoológicas, revela sistemas sofisticados de classificação animal, práticas de medicina veterinária tradicional, interpretações culturais do comportamento animal e estratégias de manejo sustentável desenvolvidas ao longo de séculos (Berkes, 2012). É o tipo de conhecimento que complementa o conhecimento científico formal e frequentemente oferece percepções únicas sobre

características e comportamentos animais que podem ser fundamentais para programas de conservação e melhoramento.

Diferentes povos ao redor do mundo desenvolveram visões distintas da natureza ao longo da história humana, muitas delas enraizadas em sistemas de crenças tradicionais que orientam a compreensão e interpretação do ambiente biofísico. Os sistemas de gestão ambiental constituem parte integrante da identidade cultural e da integridade social de muitas populações locais, representando um patrimônio cultural acumulado ao longo de milênios por observações diretas e práticas transmitidas predominantemente por via oral entre gerações (Drew; Henne, 2006; Gadgil *et al.*, 1993).

A biologia da conservação contemporânea reconhece uma série de conhecimentos que explicam a relação de reforço mútuo entre diversidade cultural e diversidade biológica, indicando que os modos de vida das populações locais colaboraram significativamente para a diversidade genética de espécies vegetais e animais, incluindo raças de animais domésticos (Brush, 2004). Por outro lado, a biodiversidade animal contribui para a produção da diversidade cultural, de modo que, para diferentes comunidades locais, cada grupo de animais pode corresponder a uma variedade linguística, diferentes categorias de conhecimento, práticas e sentidos religiosos distintos.

Sendo assim, a integração entre Etnozootecnia e Etnozoologia emerge como uma abordagem fundamental para compreender, documentar e preservar tanto a diversidade genética animal quanto o conhecimento tradicional associado. Por oferecer ferramentas metodológicas inovadoras para abordar os desafios contemporâneos da conservação, promovendo abordagens participativas, tecnologias modernas de conservação e estratégias adaptativas às mudanças climáticas.

O presente capítulo explora estas dimensões, apresentando uma síntese atualizada dos conhecimentos e práticas que emergem da convergência entre as duas disciplinas, com particular ênfase na realidade brasileira e nas perspectivas futuras para a conservação de recursos genéticos animais.

2. Etnozoologia e Etnozootecnia: Fundamentos Teóricos e Complementaridade Disciplinar

2.1 Etnozoologia: Conceitos e Abordagens Metodológicas

A Etnozoologia constitui uma disciplina científica que examina as relações multifacetadas entre seres humanos e animais em diferentes contextos culturais, investigando como diferentes sociedades percebem, classificam, utilizam e atribuem significados à fauna (Alves, 2012). É uma ciência que emergiu da necessidade de compreender as complexas interações entre cultura humana e diversidade animal, por reconhecer que são relações fundamentais para a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável.

O escopo da disciplina é amplo, abrangendo desde o uso de animais para fins medicinais, alimentares e rituais, até as classificações taxonômicas tradicionais, crenças sobre comportamento animal e práticas de conservação desenvolvidas por comunidades locais. Uma amplitude que reflete sua natureza interdisciplinar, que integra conhecimentos de zoologia, antropologia, ecologia, sociologia e outras áreas do conhecimento científico (Marques, 2001).

No contexto brasileiro, a Etnozoologia tem experimentado crescimento significativo nos últimos anos, embora ainda necessite de melhorias qualitativas em termos de procedimentos metodológicos, precisão taxonômica e uso de técnicas quantitativas (Costa-Neto *et al.*, 2009). A rica fauna e diversidade cultural encontradas no Brasil, com muitas espécies diferentes de animais utilizadas para uma diversidade extremamente ampla de propósitos por sociedades ameríndias, bem como pelos descendentes dos colonos europeus originais e escravos africanos, apresentam um excelente cenário para examinar as relações que existem entre humanos e outros animais.

As metodologias etnozoológicas contemporâneas empregam uma combinação de abordagens qualitativas e quantitativas para documentar e analisar o conhecimento tradicional sobre animais. Entre as técnicas qualitativas mais usadas destacam-se as entrevistas semi-estruturadas, que permitem explorar em profundidade o conhecimento e as práticas das comunidades; a observação participante, que possibilita a compreensão contextual das interações humano-animal;

e as técnicas de mapeamento cultural, que documentam a distribuição espacial do conhecimento tradicional (Phillips; Gentry, 1993).

As abordagens quantitativas incluem análises estatísticas, aplicação de índices de diversidade cultural, análise de correspondência múltipla e modelagem de conhecimento tradicional. São técnicas que permitem a identificação de fatores que influenciam o conhecimento tradicional e a comparação entre diferentes comunidades ou períodos temporais (Begossi *et al.*, 2002).

2.2 Etnozootecnia: Especificidades e Aplicações

A Etnozootecnia, por sua vez, representa uma especialização dentro do campo mais amplo da Etnozoologia, focando especificamente nos animais domésticos de interesse econômico e nas práticas culturais associadas à sua criação e manejo. É uma disciplina que integra as ciências zootécnicas com abordagens antropológicas e ecológicas, sendo definida como a ciência responsável pela investigação das crenças, práticas e conhecimentos das populações humanas, especificamente as populações rurais, sobre os animais de produção (Alves *et al.*, 2018).

Por isso, ela deve ser compreendida no sentido mais amplo, estabelecendo interfaces com a etnologia humana e a antropologia cultural, investigando as relações complexas entre técnicas de criação de animais domésticos e os sistemas culturais que as sustentam (Alves *et al.*, 2018). O prefixo “etno”, quando associado ao nome de disciplinas acadêmicas pré-existentes, indica tentativas de articulação do conhecimento local com o conhecimento acadêmico ou formal naquele campo (Agrawal, 1995; Ellen; Harris, 2000). Sendo assim, o chamado “saber local” não é considerado um simples contraponto do saber “científico”, mas sim um sistema de conhecimento que inclui dimensões culturais e técnicas específicas de cada sociedade, interligado às habilidades sociais e políticas dos povos.

Como disciplina científica formal, surgiu em meados do século XX, impulsionada pela necessidade de integrar as ciências sociais, as ciências naturais e as técnicas de criação aplicadas aos animais domésticos (Köhler-Rollefson, 2000). A integração interdisciplinar representou uma resposta às limitações das abordagens puramente

técnicas ou puramente sociais para compreender os complexos sistemas de produção animal desenvolvidos por comunidades tradicionais.

2.3 Complementaridade e Integração Disciplinar

A complementaridade entre Etnozoologia e Etnozootecnia torna-se evidente quando consideramos que ambas compartilham objetivos fundamentais relacionados à compreensão e valorização do conhecimento tradicional sobre animais. Enquanto a Etnozoologia oferece uma perspectiva ampla sobre todas as formas de interação humano-animal, a Etnozootecnia fornece ferramentas específicas para integrar o conhecimento local e o conhecimento científico sobre os animais de produção.

Esta integração é essencial no contexto da conservação de recursos genéticos animais, pois o conhecimento etnozoológico sobre comportamento animal, classificações tradicionais e práticas de manejo pode informar estratégias etnozootécnicas de conservação e melhoramento. Por exemplo, o conhecimento etnozootécnico sobre padrões comportamentais de animais pode contribuir para o desenvolvimento de critérios de seleção mais adequados em programas de melhoramento genético participativo.

A domesticação de animais representa um dos marcos mais importantes na história humana. Os animais domésticos sempre foram uma parte essencial da sociedade porque fornecem vários recursos para atender às necessidades humanas, resultando na seleção e manutenção de espécies consideradas úteis (Zeder *et al.*, 2006). Assim, tanto a Etnozoologia quanto a Etnozootecnia têm sido úteis para compreender as relações entre humanos e outras espécies animais (domésticas ou selvagens) ao longo da história.

2.4 Conhecimento Tradicional como Base Comum

O conhecimento tradicional sobre animais constitui a base comum que fundamenta tanto a Etnozoologia quanto a Etnozootecnia. Um sistema complexo e dinâmico de saberes que indivíduos de uma

determinada comunidade desenvolveram ao longo do tempo sobre atividades específicas relacionadas aos animais, constituindo um patrimônio intelectual coletivo de valor inestimável para a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável (Berkes, 2012).

Sendo assim, apresenta características distintivas que o diferenciam do conhecimento científico formal, embora ambos sejam complementares e igualmente válidos em seus respectivos contextos de aplicação. Uma característica fundamental é sua natureza adaptativa e evolutiva. Diferentemente de sistemas de conhecimento estáticos, o saber tradicional sobre animais se desenvolve e se modifica continuamente ao longo do tempo, pois as comunidades aprendem constantemente, adaptando-se às mudanças ambientais, sociais e econômicas (Huntington, 2000).

A capacidade adaptativa é essencial na atualidade, devido às mudanças climáticas aceleradas, o conhecimento tradicional pode oferecer soluções inovadoras para desafios contemporâneos. Muitas comunidades locais dependeram durante séculos ou mesmo milênios de seu ambiente direto como forma de subsistência e autonomia, desenvolvendo maneiras sofisticadas de gerenciar e usar seus recursos animais que garantem sua conservação para as gerações futuras.

2.5 Sistemas de Classificação e Taxonomias Tradicionais

Um aspecto fundamental da integração entre Etnozoologia e Etnozootecnia refere-se aos sistemas de classificação animal desenvolvidos por comunidades tradicionais, conhecidos como taxonomias populares ou etnoclassificações, que representam formas organizadas de conhecimento que refletem a compreensão cultural sobre a diversidade animal (Berlin, 1992).

As taxonomias tradicionais frequentemente diferem das classificações científicas formais, baseando-se em critérios que incluem características morfológicas e também comportamentais, ecológicas, utilitárias e simbólicas. Na criação animal. As classificações podem incluir categorias baseadas em características produtivas, adaptabilidade, resistência a doenças, qualidades reprodutivas e significados culturais específicos.

Muitos estudos etnozootécnicos demonstram que as classificações tradicionais de animais domésticos reconhecem variações genéticas e fenotípicas que podem não ser evidentes para observadores externos ou que podem não estar adequadamente documentadas na literatura científica formal (Hoffmann, 2010). Um conhecimento imprescindível para programas de conservação de recursos genéticos, por poder revelar a existência de raças ou linhagens locais que não foram previamente documentadas pela ciência formal.

2.6 Práticas de Manejo e Medicina Veterinária Tradicional

A conexão entre conhecimento acadêmico e local é importante no estudo das práticas tradicionais de manejo animal e medicina veterinária. As comunidades tradicionais desenvolveram sistemas elaborados de cuidado animal que incluem práticas preventivas e curativas baseadas no uso de plantas medicinais, técnicas de manejo específicas e conhecimentos sobre comportamento animal (Mathias, 2004).

Os sistemas de medicina veterinária tradicional representam uma fonte valiosa de informações para o desenvolvimento de abordagens mais sustentáveis e culturalmente apropriadas para o cuidado animal. O conhecimento etnofarmacológico sobre plantas medicinais utilizadas no tratamento de animais pode contribuir para o desenvolvimento de novos tratamentos e estratégias de prevenção de doenças, especialmente em contextos de acesso a medicamentos veterinários convencionais limitado.

As práticas tradicionais de manejo animal também incluem estratégias sofisticadas de alimentação, reprodução e seleção desenvolvidas ao longo de gerações. Elas demonstram uma compreensão profunda das necessidades específicas dos animais e das condições ambientais locais, resultando em sistemas de produção que são simultaneamente produtivos e sustentáveis.

2.7 Significados Culturais e Simbolismo Animal

A dimensão cultural e simbólica dos animais representa outro aspecto importante da integração entre Etnozoologia e Etnozootecnia.

Os animais domésticos frequentemente assumem significados que transcendem sua utilidade econômica, tornando-se elementos centrais da identidade cultural, práticas religiosas e sistemas de valores das comunidades (Serpell, 1996).

São significados culturais que influenciam diretamente as práticas de criação animal, os critérios de seleção e as estratégias de conservação adotadas pelas comunidades. Animais que possuem representação cultural especial podem ser mantidos mesmo quando sua produtividade econômica é limitada, contribuindo para a conservação de diversidade genética que poderia ser perdida em sistemas puramente econômicos.

Assim, compreender os significados culturais é fundamental para o desenvolvimento de programas de conservação que sejam aceitos e sustentados pelas comunidades locais. Programas que ignoram ou desvalorizam os aspectos culturais da criação animal frequentemente enfrentam resistência das comunidades e podem resultar na perda de diversidade genética e cultural.

2.8 Metodologias Integradas de Pesquisa

A integração entre Etnozoologia e Etnozootecnia requer o desenvolvimento de metodologias de pesquisa que combinem abordagens qualitativas e quantitativas, técnicas participativas e análises científicas convencionais. Para capturar tanto os aspectos técnicos quanto os culturais da criação animal, fornecendo uma compreensão holística dos sistemas tradicionais de produção.

Entre as metodologias mais promissoras para a integração, destacam-se as abordagens de pesquisa participativa, que envolvem as comunidades como parceiras ativas no processo de pesquisa. Elas reconhecem que as comunidades locais possuem conhecimentos especializados fundamentais para a compreensão dos sistemas de criação animal, e que a pesquisa deve ser colaborativa para ser efetiva.

As técnicas de mapeamento participativo, por exemplo, podem ser usadas para documentar a distribuição espacial de diferentes raças ou linhagens animais, identificar áreas de maior diversidade genética e compreender os fatores que influenciam a manutenção desta diversidade. Similarmente, as oficinas comunitárias podem facilitar

o diálogo entre pesquisadores e comunidades, permitindo a validação comunitária dos resultados de pesquisa e o desenvolvimento conjunto de estratégias de conservação.

3. Conhecimento Etnozootécnico: Perspectivas Brasileiras e Aplicações Práticas

3.1 Caracterização do Conhecimento Etnozootécnico

O conhecimento etnozootécnico sobre animais domésticos representa uma dimensão especializada do saber tradicional que integra aspectos biológicos, ecológicos, culturais e econômicos da criação animal. O tipo de conhecimento que transcende a simples aplicação de técnicas de manejo, constituindo um sistema holístico que reflete séculos de observação, experimentação e adaptação às condições ambientais e socioculturais específicas (Ribeiro; Arandas, 2015).

No contexto brasileiro, assume características particulares que refletem a diversidade de ambientes, culturas e sistemas produtivos presentes no país. O semiárido nordestino, em particular, constitui um laboratório natural para o estudo do conhecimento etnozootécnico sobre animais domésticos, onde comunidades desenvolveram sistemas sofisticados de criação adaptados às condições climáticas adversas e à variabilidade de recursos (Silva *et al.*, 2012).

Ele pode ser estruturado em diversos componentes interconectados, cada um contribuindo para a efetividade global dos sistemas tradicionais de criação. Estes componentes incluem classificações etnozootécnicas, conhecimentos sobre comportamento animal, práticas de medicina veterinária tradicional, estratégias de manejo adaptativo e sistemas de valores culturais associados aos animais.

3.2 Classificações Etnozootécnicas de Animais Domésticos

As classificações etnozootécnicas de animais domésticos desenvolvidas por comunidades tradicionais brasileiras representam

sistemas sofisticados de organização do conhecimento que frequentemente reconhecem variações genéticas e fenotípicas não documentadas pela ciência formal. Elas baseiam-se em critérios múltiplos que incluem características morfológicas, comportamentais, produtivas e adaptativas, refletindo uma compreensão profunda da diversidade animal (Santos *et al.*, 2011).

Estudos etnozootécnicos realizados no semiárido paraibano revelaram que criadores tradicionais de caprinos e ovinos possuem sistemas de classificação complexos capazes de reconhecer múltiplas categorias das espécies domésticas (Silva *et al.*, 2025). Baseadas em características físicas visíveis, como cor da pelagem, tamanho e conformação corporal, e também em características funcionais como resistência à seca, capacidade de produção de leite, qualidade da carne e comportamento reprodutivo.

Para caprinos, por exemplo, criadores tradicionais do semiárido brasileiro reconhecem categorias como “cabra de leite”, “cabra de carne”, “cabra de pele”, “cabra resistente” e “cabra bonita”, cada uma associada a características específicas e usos preferenciais. Elas não correspondem necessariamente às raças formalmente reconhecidas pela Zootecnia formal, mas refletem uma compreensão prática e funcional da diversidade genética disponível.

Na espécie ovina, as classificações tradicionais incluem categorias como “ovelha de lã”, “ovelha de pele”, “ovelha de carne”, “ovelha parida” (prolífica) e “ovelha forte” (resistente), cada uma com características distintivas valorizadas pelos criadores para diferentes propósitos, demonstrando que o conhecimento tradicional reconhece e valoriza a diversidade genética de forma mais ampla do que frequentemente ocorre em sistemas de produção modernos.

3.3 Conhecimento Comportamental e Etológico

O conhecimento etnozootécnico sobre comportamento animal representa uma das dimensões mais sofisticadas do saber tradicional, baseado em observações detalhadas e contínuas das interações entre animais e seu ambiente. Criadores tradicionais desenvolveram uma compreensão profunda dos padrões comportamentais de seus animais,

incluindo comportamentos reprodutivos, alimentares, sociais e de resposta ao estresse (Moura, 2007).

Este conhecimento comportamental é evidente nas práticas de manejo reprodutivo. Os criadores tradicionais utilizam indicadores comportamentais sutis para determinar o momento ideal para acasalamento, identificar fêmeas em estro, reconhecer sinais de gestação e prever problemas no parto. São habilidades desenvolvidas por anos de experiência prática, frequentemente superam em precisão os métodos convencionais de detecção de estro dos sistemas de produção modernos.

O conhecimento sobre comportamento alimentar também é notavelmente sofisticado, incluindo a compreensão de preferências alimentares específicas, capacidade de seleção de plantas nutritivas, estratégias de pastejo em diferentes estações e respostas comportamentais à escassez de alimento. Criadores tradicionais do semiárido brasileiro, por exemplo, desenvolveram saberes detalhados sobre como caprinos e ovinos selecionam plantas durante períodos de seca, identificando espécies vegetais procuradas pelos animais, e indicam boa qualidade nutricional.

3.4 Medicina Veterinária Tradicional e Etnofarmacologia

A medicina veterinária tradicional constitui um componente fundamental do conhecimento etnozootécnico sobre animais domésticos, representando sistemas integrados de prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças baseados no uso de recursos naturais locais e práticas terapêuticas desenvolvidas ao longo de gerações (Vieira *et al.*, 2008).

No contexto brasileiro, especialmente no semiárido nordestino, comunidades tradicionais desenvolveram um arsenal terapêutico extenso baseado no uso de plantas medicinais nativas para o tratamento de diversas enfermidades que afetam caprinos e ovinos. O conhecimento etnofarmacológico inclui a identificação de plantas com propriedades medicinais e métodos específicos de preparação, dosagem, vias de administração e combinações terapêuticas.

Estudos etnobotânicos documentam o uso de dezenas de espécies vegetais nativas do semiárido brasileiro para o tratamento de

problemas de saúde animal, incluindo plantas com propriedades anti-helmínticas, anti-inflamatórias, cicatrizantes, digestivas e reprodutivas (Monteiro *et al.*, 2011). Entre as espécies mais frequentemente usadas destacam-se o mastruz (*Dysphania ambrosioides*) para problemas digestivos e parasitários, a aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) para ferimentos e inflamações, e o pinhão-bravo (*Jatropha mollissima*) para problemas reprodutivos.

O saber sobre medicina veterinária tradicional também inclui práticas não farmacológicas, como técnicas de massagem, aplicação de calor ou frio, imobilização de membros fraturados e procedimentos cirúrgicos simples. Todas elas são práticas que demonstram uma compreensão sofisticada da anatomia e fisiologia animal, desenvolvida por séculos de experiência prática.

3.5 Estratégias de Manejo Adaptativo

O conhecimento etnotécnico sobre estratégias de manejo adaptativo representa uma das contribuições mais valiosas das comunidades tradicionais para a sustentabilidade dos sistemas de produção animal. Estas estratégias incluem práticas de manejo que permitem aos animais e aos sistemas produtivos adaptarem-se às variações ambientais, especialmente às flutuações climáticas características do semiárido brasileiro (Araújo *et al.*, 2010).

Entre as estratégias mais importantes destacam-se os sistemas de pastejo rotativo baseados no conhecimento detalhado da fenologia de plantas nativas, técnicas de conservação de forragem durante períodos favoráveis, estratégias de suplementação alimentar com uso de recursos locais e práticas de manejo hídrico que maximizam a eficiência no uso da água disponível.

O manejo reprodutivo adaptativo constitui outro aspecto fundamental, incluindo práticas, como o controle da estação de monta para sincronizar nascimentos com períodos de maior disponibilidade de recursos, seleção de reprodutores baseada em características de adaptação local e estratégias de desmame que consideram as condições ambientais e nutricionais.

3.6 Sistemas de Valores e Significados Culturais

Os sistemas de valores e significados culturais associados aos animais domésticos representam uma dimensão fundamental do conhecimento etnozootécnico que influencia diretamente as práticas de criação e conservação. Neles estão inclusas crenças sobre as relações entre humanos e animais, valores atribuídos a diferentes características animais e significados simbólicos que transcendem a utilidade econômica dos animais (Ingold, 1994).

No contexto do semiárido brasileiro, caprinos e ovinos assumem significados culturais que vão muito além de sua função como fonte de alimento e renda. Pois, são frequentemente associados à identidade cultural das comunidades rurais, representando símbolos de resistência, adaptação e conexão com a terra. Uma dimensão simbólica que influencia as práticas de seleção animal, em que características, como beleza, elegância e conformação, podem ser valorizadas independentemente de sua contribuição para a produtividade econômica.

Os valores culturais também se manifestam via práticas rituais e cerimoniais que envolvem animais domésticos, incluindo festivais tradicionais, celebrações religiosas e marcos do calendário agrícola. São práticas que reforçam os vínculos entre as comunidades e seus animais, contribuindo para a manutenção de raças locais que possuem significado cultural especial.

4. Abordagens Integradas para Conservação: Metodologias e Estratégias Inovadoras

4.1 Melhoramento Genético Participativo

O melhoramento genético participativo representa uma das aplicações mais promissoras da integração entre Etnozootecnia e Etnozootecnia, oferecendo uma abordagem que combina objetivos científicos de melhoramento com necessidades e preferências das comunidades locais (Sölkner *et al.*, 2008). A metodologia reconhece que os criadores tradicionais possuem conhecimentos especializados

sobre suas raças e que sua participação ativa é fundamental para o sucesso de programas de melhoramento.

Sua base está ancorada no princípio de que as comunidades locais devem ser parceiras ativas no processo de definição de objetivos de melhoramento, seleção de características prioritárias e implementação de estratégias de seleção. Abordagem que contrasta com métodos convencionais de melhoramento que frequentemente impõem critérios externos às comunidades, ignorando suas necessidades específicas e conhecimentos tradicionais.

No entanto, a implementação de programas de melhoramento genético participativo requer o desenvolvimento de metodologias que facilitem o diálogo entre conhecimento científico e tradicional, que incluam oficinas comunitárias para definição de objetivos de melhoramento, treinamentos em técnicas de seleção, estabelecimento de sistemas de registro adaptados às condições locais e desenvolvimento de critérios de avaliação que incorporem tanto características produtivas quanto adaptativas.

4.2 Tecnologias de Conservação e Criopreservação

A integração de tecnologias modernas de conservação com conhecimento etnozootécnico oferece oportunidades únicas para a preservação de recursos genéticos animais. As tecnologias de criopreservação, incluindo congelamento de sêmen, óvulos e embriões, podem ser aplicadas para criar “bancos genéticos” que preservem material genético de raças locais ameaçadas de extinção (Hiemstra et al., 2010).

No entanto, são tecnologias que devem ser orientadas pelo conhecimento tradicional sobre características valiosas das raças locais, priorizando a conservação de material genético de animais que possuem características adaptativas ou culturalmente importantes identificadas pelas comunidades. É o tipo de abordagem que pode assegurar que os programas de conservação sejam relevantes para as necessidades das comunidades e que preservem características que podem não ser valorizadas por critérios puramente técnicos.

O desenvolvimento de protocolos de criopreservação adaptados às condições locais representa outro aspecto importante

desta integração. Eles devem considerar limitações de infraestrutura, recursos financeiros e capacitação técnica presentes em muitas comunidades rurais, desenvolvendo soluções que sejam tecnicamente efetivas e praticamente viáveis.

4.3 Sistemas de Informação e Documentação

O desenvolvimento de sistemas de informação integrados que combinem dados sobre diversidade genética animal com conhecimento tradicional associado significa uma ferramenta fundamental para a conservação biocultural (Gandini; Villa, 2003). Sistemas que podem armazenar, organizar e disponibilizar informações sobre características genéticas, fenotípicas, produtivas e culturais das raças locais.

A documentação do conhecimento tradicional requer metodologias específicas que respeitem os direitos intelectuais das comunidades e assegurem que as informações sejam mobilizadas de forma ética e benéfica para as comunidades. Incluindo informações técnicas sobre manejo animal e aspectos culturais, históricos e simbólicos associados às raças locais.

O uso de tecnologias digitais, como bases de dados online, aplicativos móveis e plataformas de compartilhamento de conhecimento, pode facilitar a documentação e disseminação do conhecimento etnozootécnico. Mas, devem ser desenvolvidas com a participação das comunidades na definição de conteúdo, formatos e mecanismos de acesso.

4.4 Estratégias de Adaptação às Mudanças Climáticas

A integração entre conhecimento etnozootécnico e estratégias científicas de adaptação às mudanças climáticas oferece oportunidades para desenvolver abordagens mais efetivas e culturalmente apropriadas para enfrentar os desafios climáticos (Thornton *et al.*, 2009). O conhecimento tradicional sobre características adaptativas de raças locais pode informar estratégias de seleção para resiliência climática, enquanto tecnologias modernas podem contribuir para a caracterização molecular de todas as características.

As estratégias de adaptação devem considerar tanto aspectos biológicos quanto socioculturais da criação animal, reconhecendo que a resiliência dos sistemas produtivos depende de características genéticas dos animais e também da capacidade das comunidades de adaptarem suas práticas de manejo às mudanças ambientais.

O desenvolvimento de sistemas de alerta precoce baseados em conhecimento tradicional sobre indicadores climáticos pode contribuir para a preparação das comunidades para eventos climáticos extremos. Tais sistemas devem combinar observações tradicionais sobre padrões climáticos com dados meteorológicos modernos, fornecendo informações mais precisas e culturalmente relevantes.

5. Desafios Contemporâneos e Perspectivas Futuras

5.1 Erosão Biocultural: Desafios Urgentes

A erosão biocultural representa um dos desafios mais urgentes na conservação de recursos genéticos animais. Este processo, caracterizado pela perda simultânea de diversidade biológica e cultural, é documentado em diversas regiões do Brasil, com impactos particularmente severos no semiárido nordestino (Arandas *et al.*, 2017). A velocidade da erosão tem se acelerado nas últimas décadas devido a múltiplos fatores interconectados, que incluem mudanças climáticas, transformações socioeconômicas, urbanização e modernização dos sistemas produtivos.

Sobre o assunto, estudos etnozootécnicos recentes demonstram que a perda de conhecimento tradicional sobre animais domésticos está diretamente correlacionada com a redução da diversidade genética animal. No semiárido paraibano, por exemplo, a diminuição do índice de diversidade de Shannon para raças caprinas de 1,3 para 0,87 foi acompanhada pela perda de conhecimentos tradicionais sobre manejo, seleção e características específicas das raças (Arandas *et al.*, 2017).

5.2 Mudanças Climáticas e Adaptação

As mudanças climáticas são um desafio sem precedentes para a conservação de recursos genéticos animais, exigindo abordagens

inovadoras que integrem conhecimento etnozootécnico com estratégias científicas de adaptação (Hoffmann, 2013). Projeções climáticas para o Brasil indicam aumentos significativos de temperatura que podem chegar a 4-6°C até 2100, acompanhados por alterações nos padrões de precipitação e aumento na frequência de eventos climáticos extremos (IPCC, 2021).

5.3 Tecnologias Digitais e Documentação do Conhecimento

O desenvolvimento de tecnologias digitais oferece oportunidades sem precedentes para a documentação, preservação e disseminação do conhecimento etnozootécnico sobre animais domésticos (Drucker *et al.*, 2013). As plataformas digitais, por exemplo, podem facilitar a criação de bases de dados integradas que combinem informações sobre diversidade genética animal com conhecimento tradicional associado.

5.4 Perspectivas para a Próxima Década

A próxima década será crítica para determinar se será possível reverter as tendências atuais de erosão biocultural e estabelecer bases sólidas para a conservação a longo prazo da diversidade genética animal e do conhecimento tradicional associado (Köhler-Rollefson, 2018).

6. Considerações Finais

O conceito de erosão biocultural, evidenciado por estudos recentes no semiárido brasileiro, demonstra a urgência de abordar simultaneamente a perda de diversidade genética animal e a extinção do conhecimento tradicional associado. Tal constatação reforça a necessidade de programas integrados que preservem material genético e também valorizem e mantenham vivos os sistemas de conhecimento que sustentaram a diversidade genética ao longo de séculos.

A rica diversidade de raças nativas brasileiras representa um patrimônio genético e cultural de valor inestimável. As raças

são produtos diretos de processos coevolutivos entre comunidades tradicionais e seus ambientes, incorporando tanto adaptações genéticas específicas quanto conhecimentos culturais sofisticados sobre seu manejo e conservação.

A aplicação de metodologias participativas emerge como uma estratégia fundamental para a implementação efetiva de abordagens integradas de conservação. Estas metodologias reconhecem as comunidades tradicionais como parceiras ativas no processo de conservação, valorizando seus conhecimentos especializados e garantindo que as estratégias desenvolvidas sejam culturalmente apropriadas e sustentáveis a longo prazo.

Sendo assim, o melhoramento genético participativo exemplifica o potencial da integração, demonstrando como objetivos científicos de melhoramento podem ser harmonizados com necessidades e preferências das comunidades locais. Esta abordagem contribui para a conservação de recursos genéticos, fortalece as capacidades das comunidades e promove a valorização do conhecimento tradicional.

As tecnologias modernas de conservação, incluindo criopreservação e caracterização molecular, oferecem ferramentas poderosas para complementar as estratégias tradicionais de conservação. No entanto, a sua aplicação deve ser orientada pelo conhecimento tradicional e deve respeitar os valores e necessidades das comunidades locais.

Os desafios impostos pelas mudanças climáticas tornam ainda mais urgente a necessidade de abordagens integradas de conservação. Por isso, o conhecimento tradicional sobre características adaptativas de raças locais pode contribuir significativamente para o desenvolvimento de estratégias de adaptação que sejam simultaneamente efetivas e culturalmente apropriadas.

A documentação e preservação do conhecimento etnozootécnico representam uma prioridade fundamental para assegurar que o patrimônio cultural seja transmitido para gerações futuras. Assim, a documentação deve ser participativa e ética, com respeito aos direitos intelectuais das comunidades e assegurar que os benefícios sejam compartilhados equitativamente.

O desenvolvimento de políticas públicas que reconheçam e apoiem a conservação biocultural é essencial para criar um ambiente favorável à implementação de abordagens integradas. Elas

devem promover a valorização do conhecimento tradicional, apoiar iniciativas comunitárias de conservação e facilitar a colaboração entre diferentes atores.

A educação e capacitação representam elementos fundamentais para assegurar a continuidade das abordagens integradas de conservação. Programas educacionais que combinem conhecimento científico e tradicional podem contribuir para a formação de uma nova geração de profissionais e lideranças comunitárias capazes de implementar estratégias inovadoras de conservação.

A colaboração internacional oferece oportunidades importantes para fortalecer as capacidades nacionais e regionais em conservação biocultural. O intercâmbio de experiências, metodologias e tecnologias pode contribuir para o desenvolvimento de abordagens mais efetivas e para a criação de redes de colaboração que transcendam fronteiras nacionais.

Em conclusão, a integração entre Etnozootecnia e Etnozoologia oferece uma perspectiva promissora para abordar os desafios contemporâneos da conservação de recursos genéticos animais. Pois, reconhece que a conservação efetiva da diversidade genética animal não pode ser dissociada da preservação dos sistemas culturais que a sustentam, promovendo estratégias que sejam simultaneamente cientificamente rigorosas e culturalmente apropriadas.

No entanto, o sucesso da abordagem integrada dependerá da capacidade de desenvolver parcerias efetivas entre comunidades tradicionais, pesquisadores, formuladores de políticas e outros atores relevantes. Que devem ser baseadas em princípios de respeito mútuo, reciprocidade e benefício compartilhado, assegurando que todos os participantes se beneficiem da colaboração.

A próxima década será crucial para determinar se será possível implementar em escala adequada as abordagens integradas de conservação biocultural. O sucesso dependerá do desenvolvimento de metodologias e tecnologias inovadoras, da vontade política e do compromisso social necessários para apoiar as iniciativas.

A conservação da diversidade genética animal e do conhecimento tradicional associado representa uma responsabilidade científica e ética, uma oportunidade para promover o desenvolvimento sustentável e a justiça social. As abordagens integradas oferecidas pela convergência entre Etnozootecnia e Etnozoologia podem contribuir

significativamente para alcançar mais objetivos, promovendo um futuro mais sustentável e equitativo para as comunidades rurais e para a sociedade em sua totalidade.

7. Referências bibliográficas

Agrawal, A. (1995). **Dismantling the divide between indigenous and scientific knowledge**. *Development and Change*, 26(3), 413-439.

Alves, Â. G. C., Ribeiro, M. N., Arandas, J. K. G., & Alves, R. R. N. (2018). **Animal Domestication and Ethnozootechny**. In: *Ethnozoology: Animals in Our Lives* (pp. 151-165). Academic Press.

Albuquerque, U. P., Lucena, R. F. P., Monteiro, J. M., Florentino, A. T. N., & Almeida, C. F. C. B. R. (2014). Evaluating two quantitative ethnobiological techniques. **Ethnobiology and Conservation**, 3(4), 1-15.

Alves, R. R. N. (2012). Relationships between fauna and people and the role of ethnozoology in animal conservation. **Ethnobiology and Conservation**, 1(2), 1-69.

Alves, R. R. N., & Souto, W. M. S. (2015). Ethnozoology: A brief introduction. **Ethnobiology and Conservation**, 4(1), 1-13.

Araújo, A. M., Silva, A. M. A., Azevedo, D. M. M. R., Ribeiro, M. N., & Voltolini, T. V. (2010). Estratégias de manejo de caprinos e ovinos no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 11(2), 415-430.

Arandas, M. A., Silva, J. R., Lima, F. C. (2017). Biodiversidade do semiárido nordestino. **Revista Interdisciplinar de Formação**, 4(1), 119-124.

Begossi, A., Hanazaki, N., & Tamashiro, J. Y. (2002). Medicinal plants in the Atlantic Forest (Brazil): Knowledge, use, and conservation. **Human Ecology**, 30(3), 281-299.

Berlin, B. (1992). **Ethnobiological classification**: Principles of categorization of plants and animals in traditional societies. Princeton University Press.

Berkes, F. (2012). **Sacred ecology**. Routledge.

Brush, S. B. (2004). **Farmers' bounty**: Locating crop diversity in the contemporary world. Yale University Press.

Costa-Neto, E. M., Santos-Fita, D., & Vargas-Clavijo, M. (2009). **Manual de etnozoológia**: Una guía teórico-práctica para investigar la interconexión del ser humano con los animales. Tundra Ediciones.

Diamond, J. (2002). Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. **Nature**, 418(6898), 700-707.

Drew, J. A., & Henne, A. P. (2006). Conservation biology and traditional ecological knowledge: Integrating academic disciplines for better conservation practice. **Ecology and Society**, 11(2), 34.

Drucker, A. G., Gomez, V., & Anderson, S. (2013). The economic valuation of farm animal genetic resources: A survey of available methods. **Ecological Economics**, 36(1), 1-18.

Ellen, R., & Harris, H. (2000). **Introduction**. In R. Ellen, P. Parkes, & A. Bicker (Eds.), *Indigenous environmental knowledge and its transformations* (pp. 1-33). Harwood Academic Publishers.

Gadgil, M., Berkes, F., & Folke, C. (1993). **Traditional ecological knowledge, biodiversity, resilience and sustainability**. In C. A. Perrings, K. G. Mäler, C. Folke, C. S. Holling, & B. O. Jansson (Eds.), *Biodiversity conservation* (pp. 281-299). Kluwer Academic Publishers.

Gandini, G., & Villa, E. (2003). Analysis of the cultural value of local livestock breeds: A methodology based on stakeholders. **Genetic Resources and Crop Evolution**, 50(1), 1-10.

Harmon, D. (2002). **In light of our differences:** How diversity in nature and culture makes us human. Smithsonian Institution Press.

Hiemstra, S. J., de Haas, Y., Mäki-Tanila, A., & Gandini, G. (2010). **Local cattle breeds in Europe:** Development of policies and strategies for self-sustaining breeds. Wageningen Academic Publishers.

Hoffmann, I. (2010). Climate change and the characterization, breeding and conservation of animal genetic resources. **Animal Genetics**, 41(1), 32-46.

Hoffmann, I. (2013). **Adaptation to climate change—exploring the potential of locally adapted breeds.** *Animal*, 7(2), 346-362.

Huntington, H. P. (2000). Using traditional ecological knowledge in science: Methods and applications. **Ecological Applications**, 10(5), 1270-1274.

Ingold, T. (1994). **What is an animal?** Routledge.

IPCC. (2021). **Climate Change 2021:** The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

Köhler-Rollefson, I. (2000). **Management of animal genetic diversity at community level.** Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).

Köhler-Rollefson, I. (2018). **Farm animal genetic resources:** Safeguarding domestic animal diversity. Practical Action Publishing.

Maffi, L. (2005). Linguistic, cultural, and biological diversity. **Annual Review of Anthropology**, 34, 599-617.

Marques, J. G. W. (2001). **Pescando pescadores:** Ciência e etnociência em uma perspectiva ecológica. NUPAUB/USP.

Mathias, E. (2004). Ethnoveterinary medicine: Harnessing its potential. **Veterinary Record**, 155(14), 439-441.

McManus, C., Hermuche, P., Paiva, S. R., Moraes, J. C. F., de Melo, C. B., & Mendes, C. Q. (2014). Geographical distribution of sheep breeds in Brazil and their relationship with climatic and environmental factors as risk classification for conservation. **Brazilian Journal of Science and Technology**, 1(1), 3.

Monteiro, J. M., Albuquerque, U. P., Lins-Neto, E. M. F., Araújo, E. L., & Amorim, E. L. C. (2011). Use patterns and knowledge of medicinal species among two rural communities in Brazil's semi-arid northeastern region. **Journal of Ethnopharmacology**, 138(2), 238-252.

Moura, A. A. A. N. (2007). Estratégias de seleção para características reprodutivas em caprinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, 31(1), 35-40.

Phillips, O., & Gentry, A. H. (1993). The useful plants of Tambopata, Peru: I. Statistical hypotheses tests with a new quantitative technique. **Economic Botany**, 47(1), 15-32.

Pretty, J., Adams, B., Berkes, F., Ferreira de Athayde, S., Dudley, N., Hunn, E., ... & Vintinner, E. (2009). The intersections of biological diversity and cultural diversity: Towards integration. **Conservation and Society**, 7(2), 100-112.

Reed, D. H., & Frankham, R. (2003). **Correlation between fitness and genetic diversity**. *Conservation Biology*, 17(1), 230-237.

Ribeiro, M. N.; Arandas, J. K. G. Bases para o melhoramento genético participativo de caprinos em sistemas de criação de baixo insumo. **Ciência Veterinária dos Trópicos**, 18(2), 72-81, 2015. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/bvs-vet/resource/pt/biblio-1480709>. Acesso: 07 dez 2025.

Santos, N. P. S., Sarmento, J. L. R., Pimenta Filho, E. C., Ribeiro, M. N., & Martins Filho, R. (2011). Caracterização fenotípica de caprinos nativos do estado da Paraíba. **Archivos de Zootecnia**, 60(231), 357-366.

Serpell, J. (1996). **In the company of animals: A study of human-animal relationships**. Cambridge University Press.

Silva, A. M. A., Azevedo, D. M. M. R., Alves, A. A., Nascimento, H. T. S., & Pompeu, R. C. F. F. (2012). **Sistemas de produção de caprinos e ovinos no semiárido nordestino**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos.

Sölkner, J., Nakimbugwe, H., & Valle Zarate, A. (2008). **Analysis of determinants for success and failure of village breeding programmes**. In Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (Vol. 25, pp. 273-280).

Thornton, P. K., van de Steeg, J., Notenbaert, A., & Herrero, M. (2009). The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. **Agricultural Systems**, 101(3), 113-127.

Vieira, L. S., Cavalcante, A. C. R., & Ximenes, L. J. F. (2008). **Medicina veterinária tradicional: Plantas medicinais no controle de parasitos de caprinos e ovinos**. Embrapa Caprinos e Ovinos.

Zeder, M. A., Emshwiller, E., Smith, B. D., & Bradley, D. G. (2006). **Documenting domestication: The intersection of genetics and archaeology**. Trends in Genetics, 22(3), 139-155.

MELHORAMENTO GENÉTICO PARTICIPATIVO (MGP) COMO ESTRATÉGIA DE CONSERVAÇÃO ON FARM DA DIVERSIDADE GENÉTICA DE RAÇAS LOCAIS

Maria Normal Ribeiro¹

Janaina Kelli Gomes Arandas²

Neila Lidiany Ribeiro³

1. Introdução

A conservação da diversidade genética animal representa um componente fundamental para a sustentabilidade dos sistemas produtivos, particularmente em contextos de mudanças climáticas e pressões socioeconômicas crescentes (FAO, 2023). Assim, os programas de Melhoramento Genético Participativo (MGP) emergem como uma metodologia que articula a conservação *on farm* com o desenvolvimento de capacidades locais, integrando critérios técnicos e conhecimentos tradicionais na gestão dos recursos genéticos animais (Mueller *et al.*, 2015).

A abordagem participativa distingue-se dos métodos convencionais de melhoramento por incorporar ativamente os criadores no processo decisório, valorizando suas percepções sobre características adaptativas e produtivas dos animais (Ceccarelli, 2015). Tal metodologia reconhece que a conservação efetiva da diversidade genética requer a manutenção de variabilidade genética, a preservação dos sistemas de conhecimento e práticas de manejo que sustentam essa diversidade ao longo do tempo (Berkes, 2008). A análise de programas implementados em diferentes contextos geográficos demonstra que a participação ativa dos stakeholders é fundamental para o sucesso dessas iniciativas, conforme evidenciado por Camara *et al.* (2019)

1 Professora titular aposentada da UFRPE (maria.nribeiro@ufrpe.br). Doutora em Conservação de Raças Ameaçadas e Melhoramento Genético Animal, Coordenadora do Grupo Brasil da Rede REZGEN-IBA, Membro da Rede Nordeste de Conservação de Raças - RGANordeste

2 Professora do Departamento de Zootecnia/UFRPE, Membro da Rede Nordeste de Conservação de Raças - RGANordeste

3 Professora do Departamento de Zootecnia/ UFPB. Coordenadora do Grupo de Estudos em Conservação e Melhoramento Genético Animal – GECMA, Membro da Rede Nordeste de Conservação de Raças - RGANordeste

em estudo abrangente sobre envolvimento de partes interessadas em programas de melhoramento bovino em países em desenvolvimento.

2. Fundamentação teórica do MGP como estratégia de conservação *on farm*

2.1 Conceitos e Definições

A conservação *on farm* refere-se à manutenção e desenvolvimento contínuo da diversidade genética nos sistemas produtivos, na qual os recursos genéticos evoluíram ou são atualmente utilizados (FAO, 2024). Uma abordagem que contrasta com a conservação *ex situ*, que envolve a preservação de material genético fora de seu ambiente natural de desenvolvimento.

O Melhoramento Genético Participativo caracteriza-se pela integração sistemática de criadores, técnicos e pesquisadores no desenvolvimento de programas de seleção que atendam simultaneamente aos objetivos de conservação genética e melhoria produtiva (Mueller *et al.*, 2015). Ele fundamenta-se em três pilares principais: (1) participação ativa dos criadores na definição de objetivos e critérios de seleção; (2) valorização do conhecimento tradicional sobre características adaptativas; e (3) aplicação de ferramentas genéticas e estatísticas apropriadas ao contexto local. A experiência acumulada em diferentes regiões demonstra que programas baseados na comunidade são mais frequentes com criadores de pequenos ruminantes, particularmente aqueles que mantêm raças locais, do que com bovinos, suínos ou aves, já que os produtores podem ter acesso mais fácil a programas alternativos (Mueller *et al.*, 2015).

2.2 Mecanismos de Conservação

Os programas de MGP operam via múltiplos mecanismos que favorecem a conservação da diversidade genética. O primeiro mecanismo está relacionado à manutenção de populações reprodutivas efetivas, evitando a redução drástica do tamanho populacional que caracteriza muitos programas convencionais de melhoramento (Mrode *et al.*, 2024). A participação dos criadores na seleção de reprodutores

promove a utilização de critérios múltiplos que incluem características adaptativas frequentemente negligenciadas em programas comerciais. O segundo mecanismo relaciona-se à preservação da variabilidade fenotípica por meio da valorização de características localmente importantes. Os criadores tradicionais frequentemente mantêm animais com fenótipos diversos, reconhecendo o valor adaptativo dessa variação em ambientes heterogêneos e sujeitos a flutuações climáticas (Perezgrovas, 2001).

O terceiro mecanismo envolve a manutenção dos processos evolutivos naturais que moldam a adaptação local. Ao preservar os sistemas tradicionais de manejo e as pressões de seleção naturais, o MGP permite que as populações continuem respondendo às mudanças ambientais por meio de processos microevolutivos (Yilmaz *et al.*, 2023). A análise de oito programas de melhoramento baseados na comunidade em países da América Latina, África e Ásia revelou a alta dependência desses programas de suporte organizacional, técnico e financeiro, destacando a importância de abordagens bottom-up e do envolvimento de instituições locais nas fases de planejamento e implementação (Mueller *et al.*, 2015).

2.3 Importância da conservação *on farm* para segurança e soberania alimentar

2.3.1 Segurança Alimentar e Recursos Genéticos

A segurança alimentar, definida como o acesso físico e econômico a alimentos suficientes, seguros e nutritivos, depende fundamentalmente da disponibilidade de recursos genéticos adaptados às condições locais de produção (FAO, 2020). Nesse sentido, as raças locais contribuem para a segurança alimentar por múltiplas vias: (1) adaptação a ambientes marginais onde raças comerciais apresentam baixo desempenho; (2) resistência a doenças endêmicas que reduzem a necessidade de insumos externos; (3) eficiência na utilização de recursos alimentares locais; e (4) produção de alimentos com características nutricionais e organolépticas específicas (Rischkowsky *et al.*, 2023).

A diversidade genética das raças locais constitui um reservatório de alelos adaptativos que podem ser mobilizados para responder a desafios emergentes, incluindo novas doenças, mudanças climáticas e alterações nos sistemas de produção (Zhang *et al.*, 2025). A erosão genética resultante da substituição de raças locais por genótipos comerciais reduz essa capacidade adaptativa, comprometendo a sustentabilidade a longo prazo dos sistemas alimentares.

2.3.2 Soberania Alimentar e Autonomia Produtiva

A soberania alimentar transcende o conceito de segurança alimentar ao incorporar dimensões de autonomia, controle democrático sobre os sistemas alimentares e valorização de práticas sustentáveis (Windfuhr; Jonsén, 2005). Sendo assim, a conservação de raças locais através do MGP contribui para a soberania alimentar ao: (1) reduzir a dependência de insumos externos e tecnologias proprietárias; (2) fortalecer os sistemas locais de conhecimento sobre manejo animal; (3) promover a diversificação produtiva e a resiliência econômica; e (4) preservar a identidade cultural associada às práticas tradicionais de criação (HLPE, 2014).

Os programas de MGP empoderam as comunidades rurais ao reconhecer e valorizar seus conhecimentos sobre seleção e manejo animal, contrastando com abordagens top-down que impõem tecnologias externas sem considerar as especificidades locais. É uma autonomia técnica que constitui um componente essencial da soberania alimentar, permitindo que as comunidades mantenham controle sobre seus recursos produtivos e estratégias de desenvolvimento.

A experiência em Bangladesh demonstra que, embora os programas de melhoramento baseados na comunidade apresentem resultados promissores relacionados ao desempenho produtivo dos rebanhos e à melhoria dos meios de subsistência dos produtores, sua implementação enfrenta desafios significativos devido, principalmente, ao compromisso de financiamento de curto prazo de agências doadoras nacionais e internacionais, falta de compromisso governamental e rápida urbanização (Bhuiyan *et al.*, 2017).

3. Benefícios do MGP para comunidades de criadores

3.1 Desenvolvimento de Capacidades Técnicas

A implementação de programas de MGP promove o desenvolvimento de capacidades técnicas nas comunidades rurais através da transferência de conhecimentos sobre genética, estatística e manejo reprodutivo (Mwangi *et al.*, 2024). Os criadores participantes adquirem competências para: (1) avaliar o desempenho produtivo e reprodutivo de seus animais; (2) aplicar critérios objetivos de seleção; (3) manter registros genealógicos e produtivos; e (4) utilizar ferramentas básicas de análise genética.

No entanto, o processo de capacitação técnica não substitui o conhecimento tradicional, mas o complementa com ferramentas científicas que aumentam a eficiência dos processos seletivos (Ceccarelli *et al.*, 2023). A integração de saberes tradicionais e científicos resulta em sistemas de melhoramento mais robustos e adaptados às condições locais.

3.2 Fortalecimento da Organização Social

Os programas de MGP frequentemente catalisam processos de organização social nas comunidades rurais, promovendo a formação de associações de criadores, cooperativas e redes de intercâmbio de material genético (Sibomana *et al.*, 2021). São organizações que facilitam: (1) o acesso a mercados diferenciados; (2) a negociação coletiva de preços e condições de comercialização; (3) o intercâmbio de experiências e conhecimentos entre criadores; e (4) a representação política dos interesses da comunidade.

O fortalecimento organizacional resultante dos programas de MGP contribui para a sustentabilidade social dos sistemas produtivos, criando estruturas institucionais que podem ser mobilizadas para outros objetivos de desenvolvimento comunitário (Bhuiyan *et al.*, 2017). A análise institucional e econômica de programas implementados em áreas pastorais e agropastorais demonstra que o investimento em projetos dessa natureza gera resultados positivos para grupos de produtores. No entanto, desafios como acesso limitado a serviços veterinários, altos custos de manutenção e falha das raças exóticas

em se adaptar a temperaturas extremas e condições de seca podem comprometer o sucesso e a continuidade dos projetos (Lwiza *et al.*, 2024).

3.3 Geração de Renda e Diversificação Econômica

A participação em programas de MGP pode resultar em incrementos de renda via múltiplos mecanismos: (1) melhoria do desempenho produtivo dos rebanhos; (2) acesso a mercados de nicho que valorizam produtos de raças locais; (3) desenvolvimento de atividades complementares como turismo rural e processamento artesanal; e (4) redução de custos de produção através da menor dependência de insumos externos (Bhuiyan *et al.*, 2017).

A diversificação econômica promovida pelo MGP reduz a vulnerabilidade das famílias rurais a choques externos, contribuindo para a estabilidade e sustentabilidade dos sistemas de vida rurais. Nesse sentido, a experiência em Uganda evidencia a importância da mobilização coletiva de recursos, governança efetiva dos grupos e envolvimento dos produtores na seleção de raças para abordar os desafios enfrentados pelos programas de melhoramento baseados na comunidade (Lwiza *et al.*, 2024).

3.4 Conhecimento local e estratégias de melhoramento genético participativo

3.4.1 Sistemas Tradicionais de Classificação

Os criadores tradicionais desenvolveram sistemas sofisticados de classificação animal que reconhecem e valorizam a diversidade fenotípica e funcional de seus rebanhos (Berkes, 2008). Eles frequentemente identificam tipos ou linhagens animais com características específicas, incluindo: (1) adaptação a diferentes ambientes ou estações; (2) aptidões produtivas particulares; (3) resistência a doenças específicas; e (4) características comportamentais desejáveis.

A documentação e valorização dos sistemas de classificação tradicionais constituem um componente essencial dos programas de MGP, por identificarem e conservarem variantes genéticas que poderiam ser negligenciadas por critérios puramente técnicos (Perezgrovas, 2001).

3.4.2 Práticas de Seleção Tradicional e critérios de seleção para raças locais

As práticas tradicionais de seleção animal incorporam critérios múltiplos que refletem a experiência acumulada sobre o desempenho animal em condições específicas, incluindo: (1) características morfológicas associadas à adaptação climática; (2) indicadores comportamentais de rusticidade e capacidade maternal; (3) sinais fenotípicos de resistência a doenças; e (4) atributos relacionados à qualidade dos produtos.

A integração dos critérios tradicionais com métodos quantitativos de avaliação genética resulta em programas de seleção mais eficazes e sustentáveis, que mantêm a diversidade genética enquanto promovem o progresso genético em características economicamente importantes (Mwangi *et al.*, 2024).

A pesquisa com especialistas internacionais em melhoramento revela que, embora haja consenso sobre a necessidade de envolver múltiplos stakeholders, persiste divergência sobre os papéis atribuídos e sua importância relativa, sugerindo três grupos principais de atores: pesquisa (suporte científico), estado/ONGs/instituições de financiamento (financiamento e capacitação), e produtores/organizações (gestão do programa e conservação de raças) (Camara *et al.*, 2019).

3.4.3 Redes de Intercâmbio Genético

As comunidades tradicionais mantêm redes informais de intercâmbio de material genético que facilitam o fluxo gênico entre populações e previnem a endogamia (Sibomana *et al.*, 2021). As redes baseiam-se em: (1) relações de parentesco e reciprocidade entre

criadores; (2) eventos sociais e religiosos que facilitam o encontro entre comunidades; (3) feiras e mercados regionais de comercialização de animais; e (4) sistemas tradicionais de avaliação da qualidade genética dos reprodutores.

Os programas de MGP podem fortalecer e formalizar estas redes, criando sistemas mais eficientes de intercâmbio genético que mantenham a diversidade enquanto reduzem os riscos de endogamia e deriva genética (Gourdine *et al.*, 2025).

4. Raças locais e adaptação às mudanças climáticas

4.1 Características Adaptativas

As raças locais desenvolveram, ao longo de gerações, características adaptativas que lhes conferem vantagens comparativas em ambientes específicos (Hoffmann, 2023), sendo elas: (1) tolerância a temperaturas extremas mediante mecanismos fisiológicos e comportamentais; (2) eficiência na utilização de recursos alimentares de baixa qualidade; (3) resistência a doenças e parasitas endêmicos; e (4) capacidade de manter a produtividade em condições de estresse hídrico.

A experiência documentada em diferentes contextos geográficos confirma que características adaptativas são fundamentais para o sucesso dos programas de melhoramento baseados na comunidade, especialmente em ambientes marginais, em que raças comerciais apresentam limitações de desempenho (Mueller *et al.*, 2015).

A base genética destas adaptações inclui variantes alélicas que podem não estar presentes em raças comerciais selecionadas em ambientes controlados (Zhang *et al.*, 2025). Por isso, a conservação da diversidade genética através do MGP mantém disponível um reservatório de alelos adaptativos que podem ser mobilizados para responder a mudanças ambientais futuras.

4.2 Resiliência dos Sistemas Produtivos

A utilização de raças locais em sistemas de MGP contribui para a resiliência dos sistemas produtivos por múltiplos mecanismos: (1) redução da vulnerabilidade a choques climáticos através da diversificação genética; (2) manutenção da produtividade em condições ambientais adversas; (3) menor dependência de insumos externos sensíveis a flutuações de preço; e (4) preservação de conhecimentos tradicionais sobre manejo adaptativo (Rischkowsky *et al.*, 2023).

A resiliência sistêmica resultante da conservação de raças locais é particularmente importante em regiões semiáridas e outras áreas marginais onde as mudanças climáticas podem intensificar as condições de estresse ambiental (Mrode *et al.*, 2024).

As raças locais contribuem para a provisão de serviços ecossistêmicos negligenciados em análises puramente produtivas (Hoffmann, 2023). Os serviços em questão incluem: (1) manutenção da biodiversidade por meio do pastejo extensivo; (2) conservação de solos por meio de práticas de manejo adaptadas; (3) ciclagem de nutrientes em sistemas agropastoris; e (4) preservação de paisagens culturais com valor estético e patrimonial.

A valorização dos serviços ecossistêmicos pode justificar investimentos públicos em programas de MGP, reconhecendo os benefícios sociais que transcendem os ganhos privados dos criadores participantes (Yilmaz *et al.*, 2023). A análise econômica e institucional de programas implementados demonstra que a consideração desses serviços na avaliação de viabilidade pode fortalecer o argumento para sustentabilidade financeira de longo prazo, especialmente quando integrados a políticas de pagamento por serviços ambientais (Lwiza *et al.*, 2024).

5. Desafios e limitações

5.1 Desafios Técnicos

A implementação de programas de MGP enfrenta diversos desafios técnicos que podem limitar sua eficácia (Gourdine *et al.*,

2025): (1) dificuldades na quantificação de características adaptativas complexas; (2) limitações dos métodos estatísticos tradicionais para análise de dados de populações pequenas e estruturadas; (3) necessidade de desenvolvimento de ferramentas genômicas apropriadas para raças locais; e (4) integração de critérios múltiplos de seleção em índices de seleção práticos.

O desenvolvimento de soluções técnicas para os desafios requer investimentos em pesquisa e desenvolvimento de metodologias específicas para o contexto do MGP (Mujica *et al.*, 2024). A análise de programas implementados demonstra que programas completamente autossustentáveis parecem difíceis de realizar, evidenciando a necessidade de implementar e documentar avaliações socioeconômicas formais para fornecer aos governos e outras agências de desenvolvimento as informações necessárias para criar programas sustentáveis em escalas maiores (Mueller *et al.*, 2015).

5.2 Desafios Socioeconômicos

Os programas de MGP também enfrentam desafios socioeconômicos significativos: (1) competição com sistemas produtivos convencionais de maior escala; (2) dificuldades de acesso a mercados que valorizem produtos diferenciados; (3) limitações de recursos financeiros para investimentos em infraestrutura e capacitação; e (4) pressões migratórias que reduzem a disponibilidade de mão de obra rural.

Para a superação dos desafios, são necessárias políticas públicas integradas que reconheçam o valor social e ambiental da conservação de raças locais (FAO, 2024). A experiência em diferentes contextos geográficos demonstra que os desafios incluem acesso limitado a serviços veterinários, altos custos de manutenção e dificuldades de adaptação de raças exóticas a condições ambientais extremas, requerendo estratégias integradas para promover atividades geradoras de renda, fortalecer estruturas de liderança e fomentar o compromisso dos membros com esforços coletivos (Lwiza *et al.*, 2024).

5.3 Desafios Institucionais

A sustentabilidade dos programas de MGP depende do desenvolvimento de arranjos institucionais apropriados (Bhuiyan *et al.*, 2017): (1) marcos regulatórios que reconheçam e protejam os direitos dos criadores sobre seus recursos genéticos; (2) sistemas de financiamento que apoiem atividades de conservação e melhoramento; (3) instituições de pesquisa e extensão capacitadas para apoiar programas participativos; e (4) organizações de criadores com capacidade técnica e gerencial adequada.

A análise de experiências internacionais revela que a diversidade de perspectivas entre especialistas sobre o envolvimento de stakeholders pode refletir a diversidade de origens e profissões dos especialistas consultados, com profissionais de desenvolvimento considerando o Estado como ator principal, enquanto pesquisadores enfatizam o papel dos criadores e da pesquisa (Camara *et al.*, 2019).

6.0 Perspectivas futuras

6.1 Inovações Tecnológicas

O desenvolvimento de novas tecnologias oferece oportunidades para aprimorar a eficácia dos programas de MGP (Mwangi *et al.*, 2024): (1) ferramentas genômicas de baixo custo para caracterização da diversidade genética; (2) aplicativos móveis para coleta e análise de dados produtivos; (3) sistemas de informação geográfica para mapeamento de recursos genéticos; e (4) plataformas digitais para intercâmbio de informações entre criadores. No entanto, a incorporação delas deve respeitar as especificidades culturais e técnicas das comunidades participantes, evitando a imposição de soluções inadequadas ao contexto local (Gourdine *et al.*, 2025).

Políticas Públicas

O fortalecimento dos programas de MGP necessita do desenvolvimento de políticas públicas específicas (FAO, 2024): (1) programas de financiamento para atividades de conservação e

melhoramento; (2) políticas de compras governamentais que priorizem produtos de raças locais; (3) marcos regulatórios para certificação e comercialização de produtos diferenciados; e (4) programas de capacitação técnica para criadores e técnicos.

6.2 Cooperação Internacional

A conservação de raças locais através do MGP pode beneficiar-se de iniciativas de cooperação internacional (FAO, 2023): (1) intercâmbio de experiências e metodologias entre países; (2) desenvolvimento de padrões internacionais para caracterização e avaliação de raças locais; (3) financiamento internacional para programas de conservação; e (4) criação de redes globais de conservação de recursos genéticos animais.

7. Considerações finais

O Melhoramento Genético Participativo representa uma abordagem metodológica que articula efetivamente a conservação da diversidade genética animal com o desenvolvimento sustentável de comunidades rurais. A integração de conhecimentos científicos e tradicionais, característica fundamental dessa abordagem, torna possível o desenvolvimento de programas de melhoramento que mantêm a variabilidade genética ao mesmo tempo em que promovem o progresso em características economicamente importantes.

A contribuição do MGP para a segurança e soberania alimentar vai além dos benefícios produtivos diretos, incluindo o fortalecimento da autonomia técnica das comunidades rurais e a preservação de sistemas de conhecimento tradicionais. A valorização econômica da diversidade genética por meio do desenvolvimento de produtos diferenciados e mercados de nicho constitui um componente essencial para a sustentabilidade dos programas.

No contexto das mudanças climáticas globais, a conservação de raças locais através do MGP assume importância estratégica como fonte de variabilidade genética adaptativa e como base para o desenvolvimento de sistemas produtivos resilientes. A manutenção

dessa diversidade requer investimentos contínuos em pesquisa, desenvolvimento tecnológico e políticas públicas que reconheçam o valor social e ambiental da conservação.

A expansão e consolidação dos programas de MGP dependem da superação de desafios técnicos, socioeconômicos e institucionais por meio de abordagens integradas que envolvam múltiplos atores sociais. A experiência acumulada em diferentes contextos geográficos, desde países asiáticos até africanos, demonstra tanto o potencial quanto os desafios inerentes a essa metodologia. O sucesso dessa empreitada contribuirá significativamente para a construção de sistemas alimentares mais sustentáveis, equitativos e resilientes.

8. Referências bibliográficas

Berkes, F. (2008). **Sacred ecology**: Traditional ecological knowledge and resource management. Taylor & Francis.

Bhuiyan, M. S. A., Bhuiyan, A. K. F. H., Lee, J. H., & Lee, S. H. (2017). Community based livestock breeding programs in Bangladesh: Present status and challenges. **Journal of Animal Breeding and Genomics**, 1(2), 77–84. <https://doi.org/10.12972/jabng.20170009>

Camara, Y., Sow, F., Govoeyi, B., Moula, N., Sissokho, M. M., & Antoine-Moussiaux, N. (2019). Stakeholder involvement in cattle-breeding program in developing countries: A Delphi survey. **Livestock Science**, 228, 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.08.014>

Ceccarelli, S. (2015). Efficiency of plant breeding. **Crop Science**, 55(1), 87–97.

Ceccarelli, S., Guimarães, E. P., Weltzien, E., Ashby, J., & outros. (2023). Socioeconomic impacts of participatory breeding in livestock. **Livestock Research for Rural Development**, 35(4), 125.

FAO. (2020). **Soberania alimentar**: Guia para políticas públicas. FAO.

FAO. (2023). **State of the world's animal genetic resources for food and agriculture** — 3rd report. FAO.

FAO. (2024). **Guidelines for conservation and sustainable use of animal genetic resources**. FAO.

Gourdine, J. L., Henry, L., Antoine-Moussiaux, N., Hoffmann, I., & outros. (2025). Genomic-assisted participatory breeding in locally adapted livestock. **Frontiers in Genetics**, 14, 922134.

HLPE. (2014). **Food security and nutrition: Building a global narrative towards 2030**. HLPE.

Hoffmann, I. (2023). Livestock biodiversity and climate change adaptation. **Animal**, 17(4), 567–585.

Lwiza, F., Ilukor, J., Aseete, P., Bagamba, F., Walusimbi, S., Ng'andwe, P. K., Oryokot, J., Ndamira, B. K. M., & Sebudde, R. K. (2024). Institutional and economic analysis of community-based breeding programs in pastoral and agro-pastoral areas of Uganda. **Pastoralism: Research, Policy and Practice**, 14, Article 12950. <https://doi.org/10.3389/past.2024.12950>

Mrode, R. A., Ojango, J. M. K., Okeyo, A. M., & outros. (2024). Indigenous livestock genetic resources: Status and breeding programs in Africa. **Frontiers in Genetics**, 15, 854321.

Mueller, J. P., Rischkowsky, B., Haile, A., Philipsson, J., Mwai, O., Besbes, B., Valle Zárate, A., Tibbo, M., Mirkena, T., Duguma, G., Sölkner, J., & Wurzinger, M. (2015). Community-based livestock breeding programmes: Essentials and examples. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, 132(2), 155–168. <https://doi.org/10.1111/jbg.12136>

Mujica, F. C., Martínez, G., Gutiérrez, J., & outros. (2024). Integrative approaches to conservation and sustainable use of native breeds in the Americas. **Animal Frontiers**, 14(1), 34–44.

Mwangi, S., Mutua, J., Wanjohi, S., & outros. (2024). Integrating mobile technology in community-based livestock breeding: A Kenyan experience. **Computers and Electronics in Agriculture**, 211, 108743.

Perezgrovas, R. (2001). **Validation of indigenous technical knowledge as the basis for the improvement of sustainable livelihoods** (Ph.D. thesis). Imperial College, London.

Rischkowsky, B., Haile, A., Mwai, O., & outros. (2023). Utilizing local breeds for climate-resilient livestock systems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 335, 108245.

Sibomana, M., Niyigena, V., Uwizeye, A., & outros. (2021). Advances in participatory small ruminant breeding programs. **Small Ruminant Research**, 197, 106347.

Windfuhr, M., & Jonsén, J. (2005). **Food sovereignty**: Towards democracy in localized food systems. ITDG Publishing.

Yilmaz, O., Arslan, K., Demir, E., & outros. (2023). Genomic characterization and conservation of indigenous cattle breeds. **Animals**, 13(1), 76.

Zhang, H., Li, Y., Wang, J., & outros. (2025). Adaptation mechanisms of local breeds to environmental stressors. **Genetics Selection Evolution**, 57(1), 21.

VALORIZAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DE RAÇAS LOCAIS

Maria Norma Ribeiro¹
Janaina Kelli Gomes Arandas²

1. Introdução

A valorização de raças locais transcende a simples conservação genética, abrangendo dimensões econômicas, sociais, culturais e ambientais que se interconectam de forma complexa e dinâmica. Em um contexto global de crescente homogeneização genética e perda de biodiversidade, as raças locais emergem como elementos fundamentais para a sustentabilidade dos sistemas produtivos e a segurança alimentar (FAO, 2015).

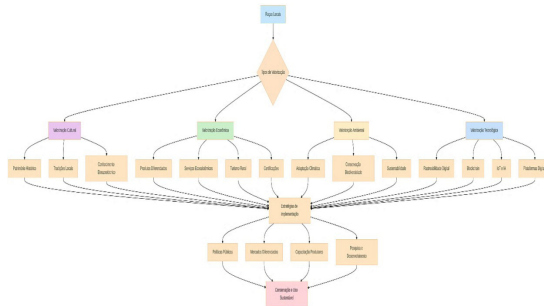
O conceito de valorização engloba o reconhecimento do valor intrínseco desses recursos genéticos e o desenvolvimento de estratégias concretas para sua utilização sustentável, comercialização diferenciada e integração em cadeias produtivas que gerem benefícios econômicos para os criadores e comunidades rurais (Gandini e Villa, 2003).

No contexto brasileiro, a valorização de raças locais assume particular importância devido à rica diversidade de recursos genéticos animais desenvolvidos ao longo de mais de cinco séculos de história. Raças como os caprinos Moxotó, Canindé e Repartida, e os ovinos Morada Nova, Barriga Negra e Cariri, representam adaptações únicas às condições semiáridas do Nordeste, demonstrando características excepcionais de resistência à seca, tolerância ao calor e eficiência reprodutiva (Mariante e Cavalcanti, 2006). A Figura 1, por exemplo, apresenta o fluxograma conceitual dos processos de valorização de raças locais, evidenciando a interconexão entre diferentes dimensões e estratégias.

1 Professora aposentada do Departamento de Zootecnia na UFRPE, Av. D. Manoel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos, CEP: 51.171-900. Recife, PE. Brasil (e-mail:maria.nrbeiro@ufrpe.br).

2 Professora do Departamento de Zootecnia/UFRPE, Av. D. Manoel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos, CEP: 51.171-900. Recife, PE. Brasil (profajanainaarandas86@ufrpe.br)

Figura 1: Fluxograma conceitual dos processos de valorização de raças locais, mostrando a integração entre aspectos culturais, econômicos, tecnológicos e ambientais.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Gandini e Villa (2003) e FAO (2015).

2. Valorização Cultural e Histórica

2.1 Patrimônio genético e identidade cultural

A valorização cultural de raças locais está fundamentada no reconhecimento de que esses animais constituem elementos centrais da identidade cultural das comunidades rurais, representando séculos de conhecimento tradicional acumulado e práticas de manejo adaptadas às condições locais (Gandini; Villa, 2003).

As raças locais carregam consigo narrativas históricas que conectam as comunidades ao seu passado, representando a continuidade de tradições ancestrais e a preservação de conhecimentos que, de outra forma, poderiam ser perdidos. No semiárido brasileiro, por exemplo, os caprinos Moxotó (Figura 2) são reconhecidos por suas características produtivas e sua importância na construção da identidade cultural dos criadores da região do Vale do São Francisco (Mariante; Cavalcanti, 2006).

Figura 2: Caprino da raça Moxotó, patrimônio genético do semiárido brasileiro.



Fonte: Mariante e Cavalcanti (2006).

2.2 Conhecimento tradicional e etnozootecnia

O conhecimento tradicional associado às raças locais constitui um acervo inestimável de informações sobre manejo, alimentação, reprodução, sanidade e seleção animal desenvolvido ao longo de gerações. Este conhecimento, transmitido oralmente de pais para filhos, forma a base da etnozootecnia, ciência que estuda as relações entre as sociedades humanas e os animais domésticos (Alves et al., 2018).

Os criadores tradicionais desenvolveram sistemas de classificação e seleção baseados em critérios que frequentemente coincidem com características de importância zootécnica, demonstrando a eficácia dos métodos tradicionais de melhoramento genético. Estudos etnozootécnicos revelam que os criadores de caprinos nativos no Nordeste brasileiro utilizam critérios de seleção que incluem adaptação (Figura 3), resistência à seca, prolificidade, habilidade materna e características morfológicas específicas, por exemplo, animal da raça Morada Nova, demonstrando a adaptação histórica da raça às condições semiáridas.

Figura 3: Ovino da raça Morada Nova.



Fonte: Baseado em McManus *et al.* (2014).

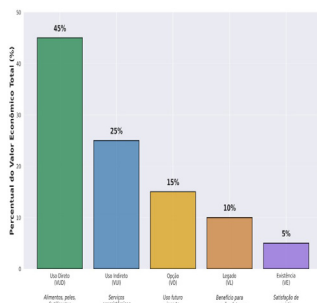
3. Valorização Econômica

3.1 Análise de custo-benefício e competitividade

A valorização econômica de raças locais requer uma análise abrangente que considere os custos diretos de produção e os benefícios indiretos associados à adaptação, resistência e sustentabilidade dos sistemas produtivos. Estudos econômicos demonstram que, embora as raças locais possam apresentar produtividade individual inferior às raças especializadas, sua eficiência global em sistemas de baixo insumo supera frequentemente as raças exóticas (McManus *et al.*, 2014).

A competitividade das raças locais baseia-se em vantagens comparativas específicas, incluindo menor necessidade de insumos externos, maior resistência a doenças, melhor adaptação climática e capacidade de utilizar recursos alimentares de baixa qualidade. Essas características são traduzidas em menores custos de produção e maior estabilidade econômica dos sistemas produtivos. A análise do Valor Econômico Total (VET) (Figura 4) das raças locais demonstra a distribuição percentual entre diferentes componentes de valor.

Figura 4: Análise do Valor Econômico Total (VET) de raças locais, mostrando a distribuição percentual entre valor de uso direto, indireto, opção e existência.

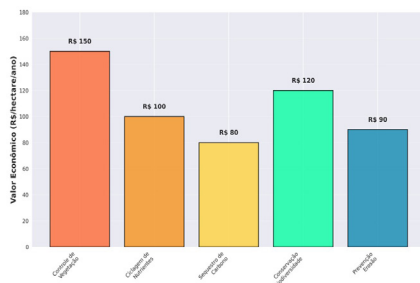


Fonte: Elaborado pelos autores com base em Gandini e Villa (2003).

3.2 Valoração de serviços ecossistêmicos

As raças locais contribuem para a provisão de serviços ecossistêmicos (Figura 5), incluindo conservação da biodiversidade, manutenção de paisagens culturais, sequestro de carbono e regulação do ciclo hidrológico. A valoração econômica desses serviços é uma oportunidade importante para a remuneração dos criadores por benefícios ambientais gerados (FAO, 2015).

Figura 5: Valoração dos serviços ecossistêmicos (R\$/ha/ano) proporcionados por raças locais em sistemas agrossilvipastoris.

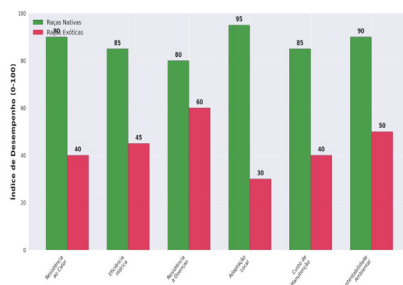


Fonte: Elaborado pelas autoras com base em FAO (2015).

3.3 Mercados diferenciados e agregação de valor

O desenvolvimento de mercados diferenciados para produtos de raças locais é uma estratégia fundamental para a valorização econômica desses recursos genéticos. A diferenciação pode basear-se em atributos, como origem geográfica, métodos de produção, qualidade nutricional, características organolépticas e aspectos culturais associados (Figura 6) (Gandini; Villa, 2003).

Figura 6: Comparação de desempenho entre raças nativas e exóticas no semiárido brasileiro.



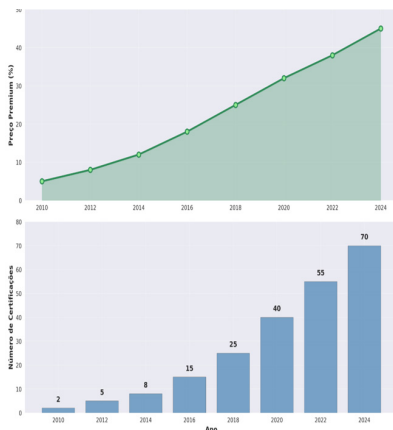
Fonte: Elaborado pelas autoras com base em McManus *et al.* (2014).

4. Valorização no Contexto das Mudanças Climáticas

4.1 Adaptação e resiliência climática

As mudanças climáticas globais conferem nova relevância às raças locais, que frequentemente apresentam características de adaptação que se tornam cada vez mais valiosas em cenários de maior variabilidade climática. Pois, a capacidade de resistir a estresses térmicos, hídricos e nutricionais as torna elementos fundamentais para a adaptação da pecuária às mudanças climáticas (IPCC, 2022). Com a figura 7, apresenta-se a evolução temporal da valorização de raças locais no contexto das mudanças climáticas.

Figura 7: Evolução temporal da valorização de raças locais (2010-2024), mostrando crescimento acelerado no contexto das mudanças climáticas.



Fonte: Elaborado pelas autoras com base em IPCC (2022).

4.2 Contribuição para mitigação

Além da adaptação, as raças locais podem contribuir para a mitigação das mudanças climáticas via sistemas produtivos mais eficientes em termos de emissões de gases de efeito estufa por unidade de produto. A integração em sistemas agrossilvipastoris e o uso de recursos alimentares locais reduzem a pegada de carbono da produção animal (IPCC, 2022).

5. Ferramentas Digitais e Tecnológicas para Valorização

5.1 Tecnologias de informação e comunicação

A aplicação de tecnologias digitais (Figura 8) na valorização de raças locais inclui o desenvolvimento de sistemas de rastreabilidade, plataformas de comercialização eletrônica, aplicativos móveis para manejo e redes sociais para promoção e marketing. São ferramentas

que ampliam o alcance dos produtos e facilitam o acesso a mercados diferenciados.

Figura 8: Aplicação de tecnologias digitais na criação de raças locais, incluindo IoT, aplicativos móveis e sistemas de rastreabilidade.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

5.2 Biotecnologias aplicadas

As biotecnologias modernas, incluindo análises genômicas, criopreservação de gametas e embriões, e técnicas de reprodução assistida, oferecem novas possibilidades para a conservação e utilização de raças locais. Elas permitem a caracterização genética detalhada, a preservação de material genético e a otimização de programas de melhoramento (FAO, 2015).

6. Sistemas de Produção e Conservação da Biodiversidade

6.1 Integração em sistemas agrossilvipastoris

A integração de raças locais em sistemas agrossilvipastoris representa uma estratégia eficaz para a valorização (Figura 9) desses recursos genéticos, combinando produção animal, vegetal e florestal de forma sinérgica. Os sistemas ampliam o uso de recursos naturais, promovem a conservação da biodiversidade e geram múltiplos produtos e serviços.

Figura 9: Sistema agrossilvipastoril no semiárido brasileiro.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

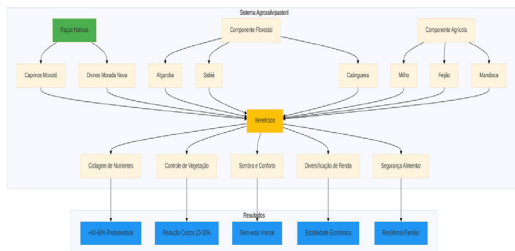
7. Recursos Genéticos Locais e Segurança Alimentar

7.1 Contribuição para sistemas alimentares resilientes

As raças locais desempenham papel fundamental na construção de sistemas alimentares resilientes, capazes de manter a produção de alimentos mesmo em condições adversas. Sua diversidade genética constitui um seguro biológico contra mudanças ambientais, surtos de doenças e outras perturbações que podem afetar a produção animal (Figura 10). (FAO, 2015).

Contribuem para a segurança alimentar mediante múltiplas dimensões: disponibilidade de alimentos via produção contínua em ambientes marginais, acessibilidade econômica devido aos menores custos de produção, utilização adequada por meio de produtos culturalmente apropriados e estabilidade temporal por meio da resistência a perturbações.

Figura 10: Esquema de sistemas de produção sustentáveis baseados em raças locais.



Fonte: Elaborado pelas autoras com base em FAO (2015).

7.2 Diversificação produtiva e nutricional

A diversificação produtiva proporcionada pelas raças locais contribui para a melhoria da qualidade nutricional da dieta das populações rurais, oferecendo produtos com características nutricionais específicas e culturalmente valorizados (Figura 11). A diversidade de produtos (leite, carne, peles, fibras) amplia as opções alimentares e as oportunidades de geração de renda.

Figura 11: Produtos tradicionais derivados de raças locais.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Com a variedade de produtos, produzidos de forma sustentável, as raças locais contribuem para a soberania alimentar das comunidades rurais ao reduzir a dependência de insumos externos e tecnologias importadas. A autonomia produtiva proporcionada por essas raças fortalece a capacidade das comunidades de controlar seus sistemas alimentares e manter suas tradições culturais (Gandini e Villa, 2003).

8. Considerações Finais

A valorização de raças locais é um desafio multidimensional que requer a integração de conhecimentos científicos, tradicionais, econômicos e tecnológicos. O sucesso das estratégias de valorização depende da capacidade de articular diferentes atores, desde criadores tradicionais até pesquisadores, gestores públicos e consumidores conscientes.

As perspectivas futuras para a valorização de raças locais são promissoras, especialmente no contexto das mudanças climáticas, da crescente demanda por produtos diferenciados e da valorização da sustentabilidade. No entanto, é fundamental que as estratégias sejam desenvolvidas com participação, respeitando os conhecimentos tradicionais e garantindo que os benefícios sejam compartilhados equitativamente com as comunidades criadoras.

A conservação e valorização de raças locais constituem uma questão técnica e econômica, além de um imperativo ético relacionado à preservação da diversidade biológica e cultural para as futuras gerações. Sendo assim, a valorização desses recursos genéticos únicos representa uma contribuição fundamental para a construção de sistemas alimentares mais sustentáveis, resilientes e equitativos.

9. Referências bibliográficas

Alves, Â. G. C., Ribeiro, M. N., Arandas, J. K. G., & Alves, R. R. N. (2018). **Animal Domestication and Ethnozootechny**. In: *Ethnozoology: Animals in Our Lives* (pp. 151-165). Academic Press.

FAO. (2015). **The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture**, edited by B.D. Scherf & D. Pilling. Rome: FAO.

Gandini, G., & Villa, E. (2003). Analysis of the cultural value of local livestock breeds: a methodology. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, 120(1), 1-11.

IPCC. (2022). **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

Mariante, A. S., & Cavalcanti, N. (2006). **Animais do descobrimento: raças domésticas da história do Brasil**. 2ª ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

McManus, C., Hermuche, P., Paiva, S. R., Moraes, J. C. F., de Melo, C. B., & Mendes, C. Q. (2014). Geographical distribution of sheep breeds in Brazil and their relationship with climatic and environmental factors as risk classification for conservation. **Brazilian Journal of Science and Technology**, 1(1), 3.

RAÇAS PRODUTORAS DE ALIMENTOS E SERVIÇOS NO BRASIL

Neila Lidiany Ribeiro¹

Maria Norma Ribeiro²

Déborah Galvão Peixôto Guedes de Araújo³

1. Introdução

A conservação de recursos genéticos animais caracteriza uma das mais importantes estratégias para garantir a segurança alimentar e a sustentabilidade dos sistemas produtivos no século XXI. No Brasil, país detentor da maior biodiversidade do planeta (Crescêncio, 2025), os programas de conservação de raças produtoras de alimentos e serviços assumem relevância estratégica tanto do ponto de vista científico quanto socioeconômico. A diversidade genética animal brasileira, construída ao longo de cinco séculos de seleção natural e adaptação a diferentes biomas, constitui um patrimônio inestimável que demanda ações coordenadas de preservação e uso sustentável.

O contexto histórico da pecuária do país revela uma trajetória marcada por sucessivas introduções de material genético, iniciada com os colonizadores portugueses no século XVI. Conforme documentado na Carta de Achamento do Brasil por Pero Vaz de Caminha em 1500, o território brasileiro era desprovido de animais domésticos: “O povo desta terra não lavra, nem cria, nem aqui há boi, nem vaca, nem cabra, nem ovelha, nem galinha, nem qualquer outra alimária” (Mariante e McManus, 2002). A ausência inicial de fauna doméstica tornou o Brasil um laboratório natural para o desenvolvimento de raças adaptadas às condições tropicais e subtropicais.

Ao longo dos séculos, as raças introduzidas pelos colonizadores foram submetidas à intensa pressão de seleção natural, desenvolvendo

1 Professora do Departamento de Zootecnia/ UFPB. Coordenadora do Grupo de Estudos em Conservação e Melhoramento Genético Animal – GECMA, Membro da Rede Nordeste de Conservação de Raças - RGANordeste

2 Professora titular aposentada da Universidade Federal Rural de Pernambuco -UFRPE (maria.nrribeiro@ufrpe.br) Doutora em Conservação de Raças Ameaçadas e Melhoramento Genético Animal, Coordenadora do Grupo Brasil da Rede REZGEN-IBA, Membro da Rede Nordeste de Conservação de Raças

3 Professora do Departamento de Zootecnia/UFRPE, Av. D. Manoel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos, CEP: 51.171-900. Recife, PE. Brasil

características específicas de adaptação aos diferentes ambientes brasileiros. Estas populações, conhecidas como raças crioulas, locais ou nativas, são hoje um reservatório único de diversidade genética, com características de resistência a doenças, tolerância ao estresse térmico e eficiência na utilização de recursos alimentares limitados.

A importância estratégica da conservação dos recursos genéticos foi reconhecida oficialmente com o lançamento da Política Nacional de Conservação e Uso Sustentável dos Recursos Genéticos para a Alimentação, a Agricultura e a Pecuária (RGen+Sustentável) em março de 2025. Esta política, desenvolvida em parceria entre o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), o Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar (MDA) e o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), estabelece diretrizes para a conservação, proteção, valorização e uso sustentável da biodiversidade animal brasileira.

Assim, o presente capítulo tem como objetivo analisar os principais estudos de caso de conservação de raças produtoras de alimentos e serviços no Brasil, examinando casos práticos de sucesso e desafios, programas específicos por espécie e as lições aprendidas ao longo de décadas de experiência. A análise abrange diferentes espécies animais, incluindo bovinos, caprinos, ovinos e equinos, com foco nas estratégias de conservação *in situ* e *ex situ* desenvolvidas por instituições de pesquisa, órgãos governamentais e organizações da sociedade civil.

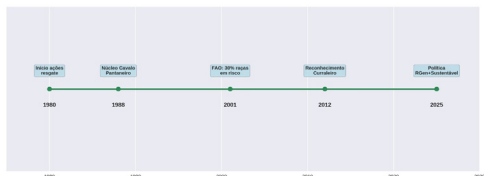
2. Contexto Histórico e Marco Regulatório

2.1 Evolução Histórica da Conservação Genética Animal no Brasil

A trajetória da conservação genética animal no Brasil pode ser dividida em distintas fases históricas (Figura 1), cada uma caracterizada por diferentes abordagens e prioridades. A primeira fase, que se estende do período colonial até o século XIX, foi marcada pela introdução e adaptação natural das espécies trazidas pelos colonizadores europeus. Durante o período, as populações

animais desenvolveram características adaptativas específicas através da seleção natural, sem intervenção humana direcionada para a conservação genética.

Figura 1: Linha do tempo dos Marcos da Conservação de Raças no Brasil.



Fonte: Elaborado pelas autoras com base em dados históricos da Embrapa.

A segunda fase, iniciada no século XIX, caracterizou-se pela importação massiva de raças exóticas, particularmente bovinas britânicas para a região Sul e, posteriormente, zebuínas para o Brasil Central. O período resultou em uma drástica redução das populações de raças nativas devido aos cruzamentos absorventes com as raças importadas, consideradas de maior valor genético pelos criadores da época (Mariane; McManus, 2002).

A terceira fase, iniciada na década de 1980, marca o início das ações sistemáticas de conservação genética animal no Brasil. O reconhecimento da importância das raças nativas como reservatório de diversidade genética levou à criação dos primeiros núcleos de conservação e ao desenvolvimento de estratégias coordenadas de preservação. Foi impulsionada pela crescente consciência internacional sobre a erosão genética e pelo alerta da FAO sobre o risco de extinção de raças locais em todo o mundo.

2.2 Marco Regulatório e Políticas Públicas

O marco regulatório brasileiro para a conservação de recursos genéticos animais evoluiu bastante nas últimas décadas, refletindo o crescente reconhecimento da importância estratégica destes recursos. A Constituição Federal de 1988 estabeleceu as bases legais para a proteção da biodiversidade, incluindo os recursos genéticos animais,

ao definir o meio ambiente como bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida.

A Lei de Biodiversidade (Lei nº 13.123/2015) regulamentou o acesso ao patrimônio genético e aos conhecimentos tradicionais associados, estabelecendo diretrizes para a conservação e uso sustentável da biodiversidade brasileira. Além disso, a legislação criou o Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen), que inclui os recursos genéticos animais em seu escopo de atuação.

O Programa Brasileiro de Conservação de Recursos Genéticos Animais, coordenado pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, representa a principal iniciativa governamental na área. Este programa, iniciado na década de 1980, tem como objetivos principais: (a) identificação das populações em adiantado estado de diluição genética; (b) caracterização fenotípica e genética das raças; (c) conservação *in situ* e *ex situ*; e (d) uso sustentável dos recursos genéticos conservados (Albuquerque *et al.*, 2002).

A mais recente evolução do marco regulatório foi o lançamento da Política Nacional de Conservação e Uso Sustentável dos Recursos Genéticos para a Alimentação, a Agricultura e a Pecuária (RGen+Sustentável) em 2025. Que estabelece um Comitê Gestor composto por 20 membros, distribuídos entre governo federal, estadual e sociedade civil organizada, visando promover a integração com outras políticas relacionadas, como a Estratégia Nacional de Bioeconomia.

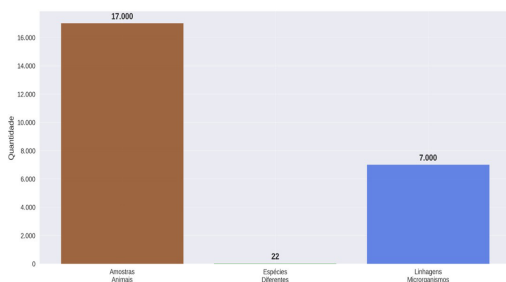
2.3 Institucionalização dos Programas de Conservação

A institucionalização dos programas de conservação genética animal no Brasil envolveu a criação de uma rede de instituições especializadas e a definição de responsabilidades específicas para cada ator. A Embrapa, por meio de suas diferentes unidades, assumiu o papel de coordenação técnica e científica dos programas, enquanto o MAPA ficou responsável pela regulamentação e reconhecimento oficial das raças.

O Banco Brasileiro de Germoplasma Animal (BBGA), localizado na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia em

Brasília, constitui o núcleo central do sistema de conservação ex situ. Inaugurado em sua forma atual em 2014, o BBGA possui capacidade para armazenar até 750.000 amostras e representa o maior banco genético da América Latina (Embrapa, 2014) (Figura 2).

Figura 2: Banco Brasileiro de Germoplasma Animal (BBGA) - Maior Banco Genético da América Latina.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados da Embrapa (2020).

A rede de núcleos de conservação in situ, distribuída em diferentes regiões do país, complementa as ações de conservação ex situ. Os núcleos são mantidos pela Embrapa e instituições parceiras, abrigam populações reprodutivas das principais raças em risco de extinção, permitindo a manutenção da variabilidade genética no ambiente de origem dos animais.

3. Casos Práticos de Sucesso e Desafios

3.1 Conservação da Raça Bovina Curraleiro Pé-Duro

O programa de conservação da raça bovina Curraleiro Pé-Duro pode ser considerado um dos casos de maior sucesso na conservação de recursos genéticos animais no Brasil. Considerada a primeira raça bovina efetivamente formada no país a partir de raças portuguesas, desenvolveu características únicas de adaptação ao semiárido brasileiro ao longo de mais de 500 anos de seleção natural (Salles *et al.*, 2011).

O núcleo de conservação da raça Curraleiro Pé-Duro, mantido pela Embrapa há 40 anos na fazenda experimental de São João do Piauí, constitui um exemplo paradigmático de conservação *in situ* bem-sucedida. O programa iniciou-se na década de 1980, quando a raça se encontrava em grave risco de extinção devido aos cruzamentos absorventes com raças zebuínas. As ações de resgate envolveram a identificação e coleta de animais remanescentes em diferentes regiões do Nordeste, seguida pela formação de um rebanho base com variabilidade genética adequada.

O reconhecimento oficial da raça pelo MAPA em 2012, através da Portaria n. 1.150, representou um marco fundamental para sua conservação. Conferiu posição oficial à raça e abriu possibilidades para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético e comercialização de produtos diferenciados. Todo o processo envolveu uma extensa caracterização fenotípica e genética, demonstrando a singularidade genética da raça e sua importância como reservatório de diversidade.

Os resultados alcançados pelo programa incluem a estabilização da população, com mais de 500 animais registrados, e o desenvolvimento de estratégias de uso sustentável. Em 2015, foram produzidos os primeiros bovinos de cruzamento entre touros Curraleiro Pé-Duro e vacas Nelore, demonstrando o potencial da raça para programas de melhoramento genético que visam combinar adaptabilidade e produtividade (SEMADESC, 2015).

As características adaptativas da raça Curraleiro Pé-Duro incluem notável resistência ao estresse térmico, eficiência na conversão alimentar em condições de escassez de forragem, resistência a doenças e parasitas, e capacidade de manutenção da condição corporal durante períodos de seca prolongada. São características, desenvolvidas por séculos de seleção natural, que revelam um patrimônio genético inestimável para o desenvolvimento de sistemas produtivos sustentáveis no semiárido.

O programa também demonstrou a importância da valorização cultural e econômica das raças conservadas. A carne do Curraleiro Pé-Duro ganhou destaque na culinária brasileira, sendo reconhecida por suas características organolépticas diferenciadas e pelo apelo de produto tradicional e sustentável. Toda a valorização econômica gerada tem sido fundamental para motivar criadores a manter rebanhos

da raça, contribuindo para a conservação in situ em propriedades privadas.

3.2 Programa de Conservação do Cavalo Pantaneiro

O programa de conservação do Cavalo Pantaneiro, iniciado em 1988 pela Embrapa Pantanal, representa outro caso exemplar de sucesso na conservação de raças nativas brasileiras. A raça, originária dos cavalos ibéricos trazidos pelos colonizadores espanhóis, desenvolveu características únicas de adaptação ao ambiente pantaneiro ao longo de mais de 300 anos.

O núcleo de conservação do Cavalo Pantaneiro foi estabelecido com objetivos de estudos e conservação da raça, envolvendo parcerias com a Agropecuária Preservação da Fauna e universidades. O programa desenvolveu metodologias inovadoras para a caracterização genética e fenotípica da raça, incluindo estudos de genealogia e filogenia que contribuíram para o entendimento da estrutura genética da população (Júnior *et al.*, 2012).

As características adaptativas do Cavalo Pantaneiro incluem resistência a doenças tropicais, capacidade de locomoção em terrenos alagadiços, eficiência na utilização de forragens nativas de baixa qualidade e resistência ao estresse térmico. Todas elas fazem da raça uma ferramenta inestimável para o trabalho pecuário no Pantanal, local onde as condições ambientais extremas limitam o uso de raças exóticas.

O programa de conservação do Cavalo Pantaneiro é considerado um exemplo de sucesso entre as raças nativas brasileiras devido à sua abordagem integrada, que combina conservação genética, pesquisa científica e uso sustentável. A manutenção de um rebanho base com variabilidade genética adequada, associada ao desenvolvimento de protocolos de manejo específicos para a raça, garantiu a preservação das características adaptativas únicas.

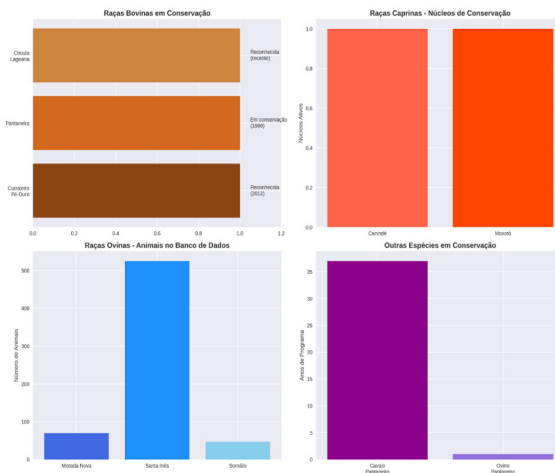
A valorização da raça também envolveu aspectos culturais e turísticos, com o Cavalo Pantaneiro sendo reconhecido como símbolo da cultura pantaneira e elemento importante do turismo rural na região. Esta valorização cultural contribuiu para a conscientização

sobre a importância da conservação e motivou criadores locais a manter rebanhos da raça.

3.3 Conservação de Raças Caprinas e Ovinas no Nordeste

O programa de conservação de raças caprinas e ovinas no Nordeste brasileiro pode ser considerado um dos mais complexos e abrangentes esforços de conservação genética animal do país (Figura 3). A região Nordeste concentra 94,7% do rebanho caprino nacional (10,7 milhões de cabeças) e uma significativa parcela do rebanho ovino, incluindo diversas raças nativas de importância estratégica (IBGE, 2019).

Figura 3: Infográfico das Principais Raças em Conservação no Brasil.



Fonte: Elaborado pelas autoras com base em dados da Embrapa Caprinos e Ovinos (2025).

Os núcleos de conservação da Embrapa Caprinos e Ovinos, localizados em Sobral (CE), mantêm exemplares de duas raças de caprinos (Canindé e Moxotó) e três de ovinos (Morada Nova, Santa Inês e Somális). Os núcleos são um modelo de conservação *in situ* que combina pesquisa científica, conservação genética e desenvolvimento de tecnologias para sistemas produtivos sustentáveis.

A raça caprina Canindé, originária do Nordeste brasileiro, destaca-se por suas características de adaptação ao semiárido, incluindo resistência à seca, eficiência na conversão alimentar e rusticidade. O núcleo de conservação da raça mantém uma população base com variabilidade genética adequada, permitindo estudos de caracterização genética e desenvolvimento de estratégias de melhoramento.

A raça caprina Moxotó, também nativa do Nordeste, apresenta características similares de adaptação, com destaque para a resistência a parasitas e a capacidade de manutenção da produção em condições de estresse nutricional. O programa de conservação da raça Moxotó tem focado na caracterização da estrutura genética da população e no desenvolvimento de estratégias para aumentar a variabilidade genética por meio do intercâmbio de reprodutores entre diferentes núcleos.

Entre as raças ovinas, a Morada Nova se destaca como uma das mais importantes raças locais do Nordeste. O núcleo de conservação da raça, que atualmente conta com 70 animais, tem desenvolvido estudos sobre a estrutura populacional e estratégias de manejo reprodutivo para maximizar a conservação da diversidade genética (Facó et al., 2010).

A raça ovina Santa Inês, embora não seja considerada uma raça local no sentido estrito, representa um importante exemplo de raça adaptada às condições brasileiras. Com 525 animais no banco de dados da Embrapa, tem sido objeto de extensos estudos de caracterização genética e desenvolvimento de programas de melhoramento.

A raça ovina Somális Brasileira, com 47 animais conservados, representa um caso particular de conservação devido ao seu pequeno tamanho populacional. O programa de conservação tem focado na maximização da variabilidade genética via estratégias de acasalamento dirigido e intercâmbio de reprodutores.

3.4 Conservação da Raça Bovina Crioula Lageana

O programa de conservação da raça bovina Crioula Lageana caracteriza um caso interessante de conservação de uma raça secular que esteve próxima da extinção. Uma raça, presente em Santa Catarina há mais de 200 anos, que desenvolveu características únicas de adaptação às condições climáticas da região Sul do Brasil.

O reconhecimento oficial da raça pelo Ministério da Agricultura foi um passo fundamental para afastá-la do perigo de extinção. Todo o processo envolveu extensa caracterização genética e fenotípica, demonstrando a singularidade da raça e sua importância como reservatório de diversidade genética (Pezzini, 2011).

A raça Crioula Lageana é conhecida popularmente como o “boi mais chifrado do Brasil” devido ao tamanho excepcional de seus chifres. Uma característica, além de conferir identidade visual à raça, representa uma adaptação evolutiva que pode ter implicações para a termorregulação e defesa contra predadores.

Os estudos recentes conduzidos pela Embrapa têm focado na identificação de touros adequados para doação de sêmen, visando reforçar as estratégias de conservação da raça. Incluindo análises de diversidade genética, estrutura populacional e viabilidade reprodutiva, fornecendo subsídios científicos para o desenvolvimento de protocolos de conservação mais eficientes.

Assim, a Associação de Criadores da raça tem desempenhado papel fundamental na conservação, mobilizando criadores locais e promovendo a valorização da raça a partir de eventos e exposições. Esta parceria entre instituições de pesquisa e organizações de criadores simboliza um modelo de conservação participativa que tem se mostrado eficaz para a preservação de raças em risco.

3.5 Desenvolvimento do Ovino Pantaneiro

O programa de conservação e desenvolvimento do Ovinho Pantaneiro retrata um caso emergente de sucesso na conservação de recursos genéticos animais. Esta raça, adaptada às condições específicas do Pantanal, apresenta características únicas de resistência

a doenças e baixa exigência nutricional, resultando em redução significativa dos custos de produção.

As pesquisas conduzidas pela Embrapa Pantanal demonstram que a carne do Ovino Pantaneiro possui características organolépticas superiores e é mais valorizada no mercado em comparação à carne bovina convencional, impulsionando o interesse de produtores pela raça e contribuindo para sua conservação.

O programa de conservação do Ovino Pantaneiro tem focado na caracterização genética da população, desenvolvimento de protocolos de manejo específicos e estabelecimento de núcleos de conservação em diferentes propriedades. A abordagem participativa, envolvendo produtores locais no processo de conservação, tem se mostrado fundamental para o sucesso do programa.

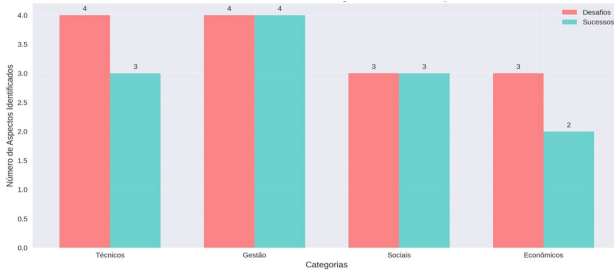
As perspectivas para o desenvolvimento da ovinocultura pantaneira são promissoras, com estudos indicando potencial para expansão da atividade como alternativa sustentável de produção animal na região. A combinação de características adaptativas da raça com a crescente demanda por produtos diferenciados cria oportunidades para o desenvolvimento de cadeias produtivas sustentáveis baseadas na conservação genética.

O programa de conservação de equinos no Brasil foca, principalmente, na conservação do Cavalo Pantaneiro, considerado um exemplo de sucesso entre as raças nativas brasileiras. O programa é coordenado pela Embrapa Pantanal em parceria com criadores e organizações locais.

4. Lições Aprendidas e Boas Práticas

4.1 Fatores Críticos de Sucesso

A análise dos programas de conservação de raças produtoras de alimentos e serviços no Brasil revela um conjunto de fatores críticos que determinam o sucesso das iniciativas de conservação genética animal (Figura 4). Os fatores, identificados por meio da experiência acumulada ao longo de décadas de trabalho, constituem elementos fundamentais para o desenvolvimento de estratégias eficazes de conservação.

Figura 4: Desafios vs Sucessos nos Programas de Conservação.

Fonte: Elaborado pelos autores com base na análise dos programas estudados (2025).

4.2. Continuidade e Sustentabilidade dos Programas

A continuidade dos programas de conservação emerge como o fator mais crítico para o sucesso das iniciativas. O caso do Curraleiro Pé-Duro, com 40 anos de conservação contínua, demonstra que a preservação de raças em risco necessita de compromisso de longo prazo e investimento sustentado ao longo de décadas. A descontinuidade de programas, mesmo por períodos curtos, pode resultar na perda irreversível de variabilidade genética e no fracasso dos esforços de conservação.

Mas, a sustentabilidade financeira dos programas constitui um desafio permanente que suscita diversificação de fontes de financiamento e desenvolvimento de modelos econômicos viáveis. A experiência brasileira demonstra que a dependência exclusiva de recursos públicos pode comprometer a continuidade dos programas, sendo necessário o desenvolvimento de parcerias público-privadas e a criação de mecanismos de autofinanciamento.

O desenvolvimento de capacidades institucionais adequadas é fundamental para a sustentabilidade dos programas. Isto inclui a formação de equipes técnicas especializadas, a criação de infraestrutura adequada e o estabelecimento de protocolos técnicos padronizados. A experiência da Embrapa evidencia que o investimento em

capacitação de recursos humanos e desenvolvimento de infraestrutura é fundamental para o sucesso dos programas de conservação.

4.3. Abordagem Integrada e Multidisciplinar

Os programas de conservação mais bem-sucedidos adotam uma abordagem integrada que combina diferentes estratégias de conservação, incluindo conservação *in situ* e *ex situ*, caracterização genética, melhoramento genético e valorização econômica. Uma abordagem multifacetada que permite maximizar a eficiência da conservação e criar sinergias entre diferentes componentes do programa.

A integração entre conservação e uso sustentável constitui um princípio fundamental dos programas bem-sucedidos. Pela experiência brasileira, a conservação de raças não pode ser dissociada de seu uso produtivo, sendo necessário o desenvolvimento de sistemas que permitam a utilização econômica das raças conservadas sem comprometer sua integridade genética.

A abordagem multidisciplinar, envolvendo especialistas em genética, reprodução, nutrição, sanidade, economia e sociologia, tem se mostrado fundamental para o desenvolvimento de estratégias abrangentes de conservação. A diversidade de conhecimentos permite abordar os múltiplos aspectos envolvidos na conservação de raças e desenvolver soluções inovadoras para os desafios enfrentados.

4.4. Parcerias Estratégicas

O estabelecimento de parcerias estratégicas entre diferentes atores constitui um elemento fundamental para o sucesso dos programas de conservação. A experiência brasileira enfatiza que a colaboração entre instituições de pesquisa, órgãos governamentais, organizações de criadores e comunidades locais é essencial para a efetividade das ações de conservação.

As parcerias com organizações de criadores são importantes para a conservação *in situ* de raças. O caso da raça Crioula Lageana, por exemplo, a Associação de Criadores desempenha papel fundamental

na mobilização de criadores e promoção da raça, reforçando a importância das parcerias para o sucesso dos programas.

A colaboração internacional também tem contribuído significativamente para o avanço dos programas de conservação brasileiros. A participação em redes internacionais de conservação genética animal, como a FAO, permite o intercâmbio de experiências, o acesso a tecnologias avançadas e o desenvolvimento de padrões internacionais de conservação.

4.5. Desafios e Limitações

4.5.1. Desafios Técnicos

Os programas de conservação de raças enfrentam diversos desafios técnicos que podem comprometer sua eficácia. A identificação de populações em estado avançado de diluição genética constitui um desafio permanente, uma vez que muitas raças se encontram dispersas em pequenos rebanhos isolados, dificultando sua localização e caracterização.

A manutenção da variabilidade genética em populações pequenas representa outro desafio técnico. Deriva genética e endogamia podem resultar na perda rápida de diversidade genética, comprometendo a viabilidade a longo prazo das populações conservadas. O desenvolvimento de estratégias de manejo que minimizem os riscos precisa de conhecimentos especializados em genética populacional e reprodução animal.

A caracterização fenotípica e genética adequada das raças conservadas constitui um desafio técnico complexo que mobiliza o uso de metodologias padronizadas e tecnologias avançadas. A falta de padrões raciais bem definidos para muitas raças nativas dificulta a caracterização fenotípica, enquanto a caracterização genética requer investimentos significativos em laboratórios especializados e capacitação técnica.

4.5.2 Desafios de Gestão

A coordenação entre diferentes instituições e atores envolvidos nos programas de conservação constitui um desafio permanente de gestão. A multiplicidade de atores, incluindo instituições de pesquisa, órgãos governamentais, organizações de criadores e comunidades locais, necessita de mecanismos eficazes de coordenação e comunicação.

O financiamento adequado e sustentável dos programas de conservação é um dos principais desafios de gestão. A dependência de recursos públicos, sujeitos a variações orçamentárias e mudanças de prioridades políticas, pode comprometer a continuidade dos programas. Por isso, o desenvolvimento de modelos de financiamento diversificados e sustentáveis é fundamental para superar este obstáculo.

A capacitação de recursos humanos especializados constitui outro desafio. Pois, a conservação de raças precisa de conhecimentos especializados em múltiplas áreas, incluindo genética, reprodução, nutrição e manejo. A formação de equipes técnicas adequadas requer investimentos contínuos em capacitação e desenvolvimento profissional.

4.5.3 Desafios Sociais e Econômicos

A valorização das raças locais pelos produtores se apresenta como um desafio social fundamental para o sucesso dos programas de conservação. A preferência por raças exóticas de maior produtividade pode resultar no abandono das raças locais, comprometendo sua conservação. Assim, o desenvolvimento de estratégias de valorização que demonstrem as vantagens das raças locais é fundamental para a superação do desafio.

A competição com raças comerciais de maior produtividade institui um desafio econômico para a conservação de raças locais. O desenvolvimento de mercados diferenciados para produtos de raças conservadas, baseados em atributos de qualidade, sustentabilidade e tradição, é uma estratégia fundamental.

A integração do conhecimento tradicional dos criadores com os conhecimentos científicos modernos é um desafio social complexo

que poderá ser superado a partir de abordagens participativas e respeitosas. O conhecimento tradicional sobre as características e manejo das raças locais é um patrimônio inestimável que deve ser valorizado e integrado aos programas de conservação.

5. Boas Práticas Identificadas

5.1 Abordagem Participativa

A adoção de abordagens participativas que envolvem criadores e comunidades locais no processo de conservação se mostra fundamental para o sucesso dos programas. Ela reconhece que os criadores são os verdadeiros guardiões das raças locais e que seu conhecimento e experiência são essenciais para uma conservação eficaz.

Diante do contexto, a implementação de programas de melhoramento genético participativo, com a participação ativa dos criadores nas decisões sobre objetivos de seleção e estratégias de melhoramento, é eficaz para conciliar conservação e uso produtivo das raças. Pois, permite que os criadores mantenham suas raças locais enquanto melhoram características de importância econômica.

O desenvolvimento de capacidades locais a partir de programas de capacitação e assistência técnica caracteriza uma boa prática fundamental. Com inclusão da formação de criadores em técnicas de manejo reprodutivo, controle genealógico e caracterização fenotípica, permitindo que participem ativamente dos programas de conservação.

5.2 Valorização Econômica

O desenvolvimento de mercados diferenciados para produtos de raças conservadas é uma estratégia fundamental para criar incentivos econômicos para a conservação. A experiência brasileira exemplifica que a valorização de atributos como qualidade, tradição, sustentabilidade e origem pode criar oportunidades de mercado para produtos de raças locais.

A certificação de produtos de raças conservadas, baseada em padrões de qualidade e autenticidade, se mostra eficaz para agregar valor e diferenciar produtos no mercado. Uma estratégia que precisa do desenvolvimento de sistemas de rastreabilidade e controle de qualidade que garantam a autenticidade dos produtos.

O desenvolvimento de cadeias produtivas sustentáveis baseadas em raças conservadas institui uma abordagem promissora para conciliar conservação e desenvolvimento econômico, com a inclusão da organização de produtores, o desenvolvimento de tecnologias de processamento adequadas e a criação de canais de comercialização específicos.

5.3 Integração de Tecnologias

A integração de tecnologias modernas de reprodução assistida, caracterização genética e sistemas de informação tem se mostrado importante para aumentar a eficiência dos programas de conservação. O uso de inseminação artificial, transferência de embriões e fertilização in vitro permite maximizar o uso de reprodutores de alto valor genético e acelerar o progresso genético.

A aplicação de marcadores moleculares para estudos de diversidade genética, paternidade e detecção de genes de importância econômica fornece informações precisas para orientar as estratégias de conservação e melhoramento. O tipo de tecnologia que permite análises que seriam impossíveis com métodos tradicionais de caracterização.

O desenvolvimento de sistemas de informação genética que integram dados genealógicos, fenotípicos e genéticos facilita a gestão dos programas de conservação e a tomada de decisões sobre estratégias de manejo. São sistemas que permitem o acompanhamento da evolução da diversidade genética e a avaliação da eficácia das estratégias de conservação.

6. Recomendações para Futuros Programas

6.1 Planejamento Estratégico

O desenvolvimento de programas de conservação deve ser baseado em planejamento estratégico de longo prazo que considere os objetivos de conservação, os recursos disponíveis e os desafios específicos de cada raça. O planejamento deve incluir análises de viabilidade populacional, avaliação de riscos e desenvolvimento de cenários alternativos.

A definição clara de objetivos de conservação, com metas quantitativas de diversidade genética e tamanho populacional, é indispensável para orientar as ações e avaliar o sucesso dos programas. Todos os objetivos devem ser baseados em critérios científicos rigorosos e considerar as características específicas de cada raça.

Assim, é necessário o estabelecimento de sistemas de monitoramento e avaliação que permitam acompanhar o progresso dos programas e identificar necessidades de ajustes para garantir a eficácia das ações de conservação. Eles devem incluir indicadores quantitativos de diversidade genética, tamanho populacional e sustentabilidade econômica.

6.2 Fortalecimento Institucional

O fortalecimento das instituições envolvidas nos programas de conservação, pelo desenvolvimento de capacidades técnicas, infraestrutura adequada e sistemas de gestão eficazes, é essencial para o sucesso das iniciativas. No entanto, para realizar, é preciso incluir investimentos em laboratórios especializados, equipamentos de conservação e sistemas de informação.

O desenvolvimento de redes de colaboração entre instituições nacionais e internacionais pode contribuir para o avanço dos programas de conservação. Pois, elas permitem o intercâmbio de experiências, o acesso a tecnologias avançadas e o desenvolvimento de padrões internacionais de conservação.

A criação de mecanismos de financiamento sustentável, com fundos específicos para conservação genética animal e parcerias

público-privadas, é fundamental para garantir a continuidade dos programas. Eles devem ser diversificados e incluir fontes nacionais e internacionais de financiamento.

6.3 Inovação e Desenvolvimento Tecnológico

O investimento em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias inovadoras para conservação genética animal deve ser uma prioridade dos futuros programas. Com inclusão do desenvolvimento de novas tecnologias de reprodução assistida, métodos de caracterização genética e sistemas de conservação *ex situ*.

A aplicação de tecnologias emergentes, como a edição genética e a genômica, pode abrir novas possibilidades para a conservação e melhoramento de raças locais. No entanto, a aplicação deve ser cuidadosamente avaliada para garantir que não comprometa a integridade genética das raças conservadas.

O desenvolvimento de sistemas de informação integrados que permitam o compartilhamento de dados entre diferentes programas e instituições pode contribuir bastante para a eficiência da conservação. Eles devem ser baseados em padrões internacionais e permitir a interoperabilidade entre diferentes plataformas.

7. Conclusões

A análise dos programas de conservação de raças locais no Brasil indica um cenário complexo e multifacetado, caracterizado por expressivos avanços científicos e tecnológicos, além de desafios persistentes que demandam atenção contínua e estratégias inovadoras. Os estudos de caso examinados apontam que o Brasil desenvolveu uma das mais importantes iniciativas de conservação genética animal da América Latina, com resultados que servem de referência para outros países em desenvolvimento. No entanto, muito ainda precisa ser feito.

Os desafios identificados nos programas brasileiros refletem questões universais enfrentadas por iniciativas de conservação genética animal em todo o mundo. Os aspectos técnicos, incluindo

a manutenção da variabilidade genética em populações pequenas e a caracterização adequada das raças, precisam de investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Já os desafios de gestão, particularmente relacionados ao financiamento sustentável e à coordenação entre múltiplas instituições, demandam inovações em modelos de governança e mecanismos de financiamento.

Os aspectos sociais e econômicos emergem como elementos críticos para o sucesso da conservação. Para a valorização das raças locais pelos produtores e o desenvolvimento de mercados diferenciados para produtos de raças conservadas, constituem estratégias fundamentais para criar incentivos econômicos para a conservação. A experiência brasileira retrata que a conservação não pode ser dissociada do uso produtivo, sendo necessário o desenvolvimento de sistemas que permitam a utilização econômica das raças sem comprometer sua integridade genética.

A Política Nacional de Conservação e Uso Sustentável dos Recursos Genéticos (RGen+Sustentável), lançada em 2025, caracteriza um marco importante na evolução do marco regulatório brasileiro. Pois, foi desenvolvida via articulação interministerial e com participação da sociedade civil, estabelecendo diretrizes abrangentes para a conservação, proteção, valorização e uso sustentável da biodiversidade animal brasileira.

As perspectivas futuras para a conservação de raças no Brasil são promissoras, mas precisam de atenção contínua a diversos aspectos críticos. O fortalecimento institucional, a partir do desenvolvimento de capacidades técnicas e infraestrutura adequada, é fundamental para sustentar os avanços alcançados. O investimento em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias inovadoras pode abrir novas possibilidades para a conservação e melhoramento de raças locais.

A conservação de raças locais representa uma responsabilidade científica, ambiental e uma oportunidade estratégica para o desenvolvimento de sistemas produtivos mais sustentáveis e resilientes. As características adaptativas desenvolvidas por estas raças ao longo de séculos de seleção natural constituem um patrimônio genético inestimável para enfrentar os desafios futuros da produção animal, incluindo as mudanças climáticas e a crescente demanda por alimentos.

O Brasil, como país detentor da maior biodiversidade do planeta, tem a responsabilidade e a oportunidade de liderar os esforços globais de conservação genética animal. A experiência acumulada, a infraestrutura desenvolvida e o conhecimento gerado posicionam o país como referência mundial na área, com potencial para contribuir para a segurança alimentar global e a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

8. Referências bibliográficas

Albuquerque, M. S. M., Egito, A. A., Mariante, A. S., Almeida, L. D., Castro, S. R., Grattapaglia, D., & Ramos, A. F. (2002). Programa brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. **Archivos de Zootecnia**, 51(193-194), 39-52.

Crescêncio, J. (2025). **Declaração sobre biodiversidade brasileira**. *In*: Lançamento da Política RGen+Sustentável. Brasília: MAPA.

Embrapa. (2014). **Embrapa amplia o maior banco genético da América Latina**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1645255/embrapa-amplia-o-maior-banco-genetico-da-america-latina>.

Embrapa. (2020). **Banco genético: tecnologia fundamental para a preservação do setor agrícola brasileiro**. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/banco-genetico-tecnologia-fundamental-para-a-preservacao-do-setor-agricola-brasileiro/>.

Facó, O., Villela, L. C. V., Lôbo, R. N. B., Pereira, J. A., Oliveira, S. M. P., & Lima, F. A. M. (2010). Estrutura populacional do núcleo de conservação de ovinos da raça Morada Nova da Embrapa Caprinos e Ovinos. *In*: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 1., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2019). Pesquisa da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro: IBGE.

Júnior, H. R. M., Juliano, R. S., & Abdo, Y. (2012). Bovino pantaneiro: retrospectiva histórica e fomento à raça. Experiência da parceria entre Embrapa Pantanal, Agropecuária Preservação da Fauna e Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. **Multitemas**, 42, 63-74.

Mariante, A. S., & McManus, C. (2002). **Conservação de bovinos de raças naturalizadas, visando sua inserção em sistemas de produção**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Documents (INFOTEC-A-E).

Pezzini, T. G. (2011). **Análise da estrutura genética, da biometria e da viabilidade populacional da raça bovina crioula lageana**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília.

Salles, P. A., Medeiros, G. R., Salles, H. O., Araújo Filho, J. T., Sousa, W. H., & Moura, J. F. P. (2011). Programa de conservação e melhoramento de uma raça bovina brasileira: Curraleiro (Pé-Duro). **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal**, 1, 453-456.

Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar - SEMADESC. (2015). **Brasil ganha primeiros bovinos de cruzamento entre touros da raça brasileira curraleiro pé-duro e vacas nelore de origem indiana**. Disponível em: Brasil ganha primeiros bovinos de cruzamento entre touros da raça brasileira Curraleiro Pé-Duro e vacas nelore, de origem indiana – SEMADESC.

O PAPEL DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E INSTITUIÇÕES NA CONSERVAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS ANIMAIS

Olimpia Lima Filha¹
Neila Lidiany Ribeiro²
Maria Norma Ribeiro³

1. Introdução

No contexto da sustentabilidade agropecuária e da preservação da biodiversidade, a conservação de recursos genéticos animais é uma das questões mais prementes da atualidade global.

No Brasil, que possui uma das mais amplas diversidades biológicas do mundo, a questão assume proporções ainda mais significativas, considerando a riqueza de espécies nativas desenvolvidas ao longo de séculos de adaptação aos diferentes biomas brasileiros (Mariante *et al.*, 2011).

A erosão genética, processo de perda progressiva da variabilidade genética das populações animais, representa uma ameaça crescente à segurança alimentar e à capacidade de adaptação dos sistemas produtivos às mudanças ambientais e climáticas (Albuquerque *et al.*, 2002).

O reconhecimento da importância estratégica dos recursos genéticos animais para o desenvolvimento sustentável da agropecuária brasileira motiva a implementação de políticas públicas específicas e a criação de instituições especializadas na conservação, caracterização e uso desses recursos. Este processo, iniciado de forma mais sistemática na década de 1980, com os primeiros programas da Embrapa, evoluiu para um complexo sistema institucional que envolve múltiplos atores governamentais e não governamentais, cada um desempenhando

1 Professora do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano) -Campus Valença / Bahia / Brasil.

2 Professora titular aposentada da UFRPE (maria.nribeiro@ufrpe.br). Doutora em Conservação de Raças Ameaçadas e Melhoramento Genético Animal, Coordenadora do Grupo Brasil da Rede REZGEN-IBA, Membro da Rede Nordeste de Conservação de Raças - RGANordeste

3 Professora do Departamento de Zootecnia/ UFPB. Coordenadora do Grupo de Estudos em Conservação e Melhoramento Genético Animal – GECMA, Membro da Rede Nordeste de Conservação de Raças – RGANordeste

papéis complementares na conservação *ex situ*, *in situ* e *on farm* dos recursos genéticos animais (Egito *et al.*, 2002).

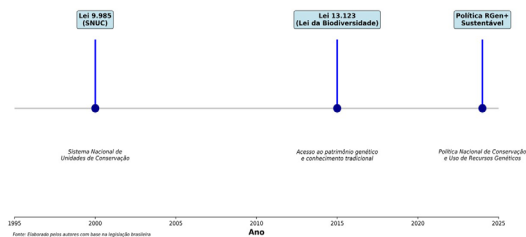
A compreensão do papel desempenhado pelas políticas públicas e instituições na conservação de recursos genéticos animais no Brasil requer uma análise sistemática e abrangente da literatura disponível, considerando tanto os aspectos legais e normativos quanto as experiências práticas desenvolvidas pelas diferentes organizações envolvidas. Esta revisão sistemática da literatura tem como objetivo principal analisar criticamente o estado atual do conhecimento sobre o tema, identificando os principais avanços, desafios e lacunas existentes no sistema brasileiro de conservação de recursos genéticos animais.

A relevância da análise justifica-se pela necessidade de compreender como as políticas públicas e as ações institucionais têm contribuído para a conservação da diversidade genética animal no país, bem como identificar oportunidades de aprimoramento e fortalecimento do sistema existente. Além disso, a sistematização do conhecimento disponível pode subsidiar a formulação de novas políticas e estratégias de conservação, contribuindo para a sustentabilidade da agropecuária brasileira e a preservação do patrimônio genético nacional para as futuras gerações.

2. Marco Legal e Políticas Públicas para Conservação de Recursos Genéticos Animais

O desenvolvimento de um arcabouço legal e de políticas públicas específicas para a conservação de recursos genéticos animais no Brasil representa um processo evolutivo que reflete o crescente reconhecimento da importância estratégica desses recursos para a sustentabilidade da agropecuária nacional. A análise da legislação brasileira revela uma trajetória de aprimoramento normativo que culminou na atual estrutura institucional e programática dedicada à conservação, caracterização e uso sustentável dos recursos genéticos animais (Figura 1).

Figura 1: Evolução da Legislação Brasileira sobre Recursos Genéticos Animais.



Fonte: Elaborado pelas autoras com base na legislação brasileira.

2.1 Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)

O marco inicial da legislação brasileira específica para conservação da biodiversidade foi estabelecido com a promulgação da Lei 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Embora ela não seja exclusivamente voltada para recursos genéticos animais, estabeleceu os fundamentos conceituais e operacionais para a conservação da biodiversidade brasileira, incluindo a fauna nativa e as espécies domesticadas (Brasil, 2000).

O SNUC define as diretrizes para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação no território nacional, estabelecendo categorias específicas que contemplam tanto a conservação integral quanto o uso sustentável dos recursos naturais. No contexto dos recursos genéticos animais, o sistema prevê a possibilidade de conservação *in situ* de espécies nativas e a manutenção de populações geneticamente viáveis em seus habitats naturais (Ganem, 2011).

A sua importância para a conservação de recursos genéticos animais manifesta-se particularmente através das Reservas de Desenvolvimento Sustentável e das Áreas de Proteção Ambiental, categorias que permitem a coexistência entre conservação ambiental e atividades produtivas tradicionais. Estas unidades de conservação têm se mostrado fundamentais para a manutenção de raças locais e sistemas de produção tradicionais, especialmente em regiões como o Pantanal, a Caatinga e a Amazônia, onde comunidades tradicionais

mantêm rebanhos de raças adaptadas às condições locais (Mariante *et al.*, 2005).

2.2 Lei da Biodiversidade e Acesso ao Patrimônio Genético

Um marco fundamental na legislação brasileira sobre recursos genéticos foi estabelecido com a promulgação da Lei 13.123, de 20 de maio de 2015, conhecida como Lei da Biodiversidade. Pois, ela dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade (Brasil, 2015). É um avanço significativo na regulamentação do acesso e uso dos recursos genéticos brasileiros, estabelecendo um marco legal claro para pesquisas científicas, desenvolvimento tecnológico e atividades de bioprospecção. No contexto dos recursos genéticos animais, reconhece a importância das raças locais e do conhecimento tradicional associado à sua criação e manejo, estabelecendo mecanismos para a proteção desses recursos e a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados de sua utilização (Ferreira *et al.*, 2010).

A implementação da Lei da Biodiversidade tem implicações diretas para os programas de conservação de recursos genéticos animais, uma vez que estabelece procedimentos específicos para o acesso ao patrimônio genético para fins de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico. Isto inclui estudos de caracterização genética, desenvolvimento de biotecnologias reprodutivas e programas de melhoramento genético baseados em raças nativas (Santos *et al.*, 2018).

2.3 Política Nacional de Conservação e Uso de Recursos Genéticos (RGen+Sustentável)

O mais recente avanço na política pública brasileira para recursos genéticos foi a instituição da Política Nacional de Conservação e Uso de Recursos Genéticos para Alimentação, Agricultura e Pecuária, denominada RGen+Sustentável, estabelecida em 2024. É a consolidação de décadas de experiência e aprendizado na conservação

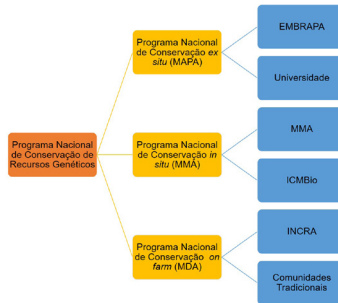
de recursos genéticos, estabelecendo diretrizes estratégicas para a próxima década (MAPA, 2024).

A Política RGen+Sustentável tem como objetivo principal promover a conservação, a proteção, a valorização e o uso sustentável dos recursos genéticos para alimentação, agricultura e pecuária, cooperando para a inovação agropecuária e florestal, o desenvolvimento sustentável e a segurança alimentar e nutricional. No âmbito dos recursos genéticos animais, a política estabelece metas específicas para a ampliação dos programas de conservação, o fortalecimento das redes de conservação e a intensificação das ações de caracterização e uso sustentável das raças nativas. Tendo quatro eixos estratégicos principais: (1) conservação dos recursos genéticos para a alimentação, agricultura e pecuária, com foco na repartição justa e equitativa dos benefícios; (2) fortalecimento da pesquisa, desenvolvimento e inovação; (3) capacitação e formação de recursos humanos; e (4) articulação institucional e cooperação internacional. Cada um contempla ações específicas para recursos genéticos animais, incluindo a ampliação dos bancos de germoplasma, o fortalecimento dos núcleos de conservação in situ e o desenvolvimento de tecnologias para caracterização e uso sustentável das raças conservadas.

2.4 Programas Nacionais de Conservação

A estruturação das políticas públicas brasileiras para conservação de recursos genéticos animais materializa-se por de três programas nacionais complementares, cada um coordenado por diferentes ministérios e focados em estratégias específicas de conservação (Figura 2). A estrutura tripartite reflete uma abordagem integrada que reconhece a necessidade de múltiplas estratégias para a conservação efetiva dos recursos genéticos animais.

Figura 2: Estrutura Organizacional dos Programas Nacionais de Conservação.



Fonte: Elaborado pelas autoras com base em dados do MAPA, MMA e MDA.

2.4.1 Programa Nacional de Conservação ex situ

O Programa Nacional de Conservação ex situ de Recursos Genéticos, liderado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), constitui o pilar fundamental da estratégia brasileira de conservação de recursos genéticos animais fora de seus habitats naturais. Pois tem como objetivo principal o enriquecimento, a conservação, a caracterização e a distribuição de germoplasma de interesse para alimentação e agropecuária, conservado em instituições públicas (MAPA, 2024).

A conservação ex situ de recursos genéticos animais no Brasil é operacionalizada, principalmente, através da rede de bancos de germoplasma e núcleos de conservação mantidos pela Embrapa e instituições parceiras. A estratégia permite a preservação de material genético de raças ameaçadas de extinção mediante técnicas de criopreservação de sêmen, embriões e tecidos, garantindo a disponibilidade desses recursos para futuras gerações e programas de melhoramento genético (Mariante *et al.*, 2011).

O programa ex situ tem se mostrado particularmente eficaz na conservação de raças com populações muito reduzidas. A manutenção de rebanhos viáveis in situ torna-se economicamente inviável ou tecnicamente complexa. Através da conservação ex situ, é possível manter a diversidade genética dessas raças e, quando necessário,

implementar programas de recuperação populacional por meio de técnicas de reprodução assistida.

2.4.2 Programa Nacional de Conservação in situ

O Programa Nacional de Conservação in situ de Recursos Genéticos, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), destina-se ao levantamento, à definição e ao monitoramento de áreas prioritárias nos biomas brasileiros para a conservação de recursos genéticos em seus habitats naturais. Ele opera em consonância com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e outros programas governamentais de conservação ambiental (MMA, 2024).

A conservação in situ de recursos genéticos animais assume particular importância no contexto brasileiro devido à existência de espécies nativas com potencial zootécnico ainda pouco explorado e à presença de raças nativas perfeitamente adaptadas aos diferentes biomas nacionais. É uma estratégia que permite a manutenção dos processos evolutivos naturais e a continuidade da adaptação das populações animais às condições ambientais locais (Piovezan *et al.*, 2012).

Ele articula-se com as unidades de conservação federais, estaduais e municipais, bem como com áreas protegidas privadas, para identificar e proteger populações de espécies nativas de importância para a conservação de recursos genéticos. Paralelamente, também promove estudos de caracterização e monitoramento dessas populações, auxiliando o conhecimento científico sobre a diversidade genética animal brasileira.

2.4.3 Programa Nacional de Conservação on farm

O Programa Nacional de Conservação on farm de Recursos Genéticos, sob coordenação do Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar (MDA), visa promover a conservação e uso sustentável dos recursos genéticos para alimentação e agropecuária realizados por agricultores familiares, povos indígenas e comunidades

tradicionais. Ele reconhece o papel fundamental dessas comunidades como guardiãs da diversidade genética animal (MDA, 2024).

A conservação *on farm* pode ser entendida como uma estratégia fundamental para a manutenção da diversidade genética animal, uma vez que permite a continuidade dos processos de seleção e adaptação conduzidos pelos próprios criadores ao longo de gerações. Uma abordagem particularmente relevante no contexto brasileiro, pois muitas raças locais são mantidas por comunidades tradicionais que desenvolveram sistemas de manejo específicos e conhecimentos tradicionais associados (Ribeiro; Arandas, 2016).

O programa *on farm* articula-se com políticas de fortalecimento da agricultura familiar e de valorização dos conhecimentos tradicionais, promovendo ações de capacitação técnica, organização produtiva e acesso a mercados diferenciados para produtos derivados de raças nativas. Desta forma, contribui simultaneamente para a conservação dos recursos genéticos animais e para a melhoria das condições socioeconômicas das comunidades rurais.

3. O Papel das Instituições de Pesquisa na Conservação de Recursos Genéticos Animais

As instituições de pesquisa desempenham um papel central no sistema brasileiro de conservação de recursos genéticos animais, atuando como protagonistas na geração de conhecimento científico, desenvolvimento de tecnologias, formação de recursos humanos especializados e implementação de programas de conservação. A avaliação da literatura indica que elas desempenham um papel crucial no progresso da preservação dos recursos genéticos de animais no país, criando redes de cooperação e criando métodos inovadores para a identificação, preservação e utilização sustentável da diversidade genética de animais no Brasil.

3.1 O papel da Embrapa na Conservação de Recursos Genéticos Animais

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) emerge como a principal instituição brasileira dedicada à conservação

de recursos genéticos animais, tendo iniciado suas atividades na área ainda na década de 1980. O reconhecimento da importância estratégica dos recursos genéticos animais para o desenvolvimento da agropecuária brasileira levou a Embrapa a criar, há mais de duas décadas, o Programa Brasileiro de Conservação de Recursos Genéticos Animais, coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen), atualmente denominado Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Albuquerque *et al.*, 2002).

O programa da Embrapa foi concebido com base no reconhecimento de que o Brasil possui diversas raças de animais domésticos que se desenvolveram a partir de raças trazidas pelos colonizadores portugueses na época do descobrimento. Ao longo dos séculos, essas raças foram submetidas à seleção natural nos ambientes em que vivem, desenvolvendo características específicas de adaptação às condições locais, razão pela qual passaram a ser conhecidas como raças “crioulas”, “locais” ou “nativas” (Mariante *et al.*, 2005).

A importância dessas raças reside no fato de que, embora muitas tenham sido substituídas por outras consideradas mais produtivas ao longo dos séculos, ainda podem ser consideradas verdadeiros tesouros genéticos, por possuírem características de rusticidade e adaptabilidade muito importantes para programas de melhoramento genético no Brasil. Tal constatação motivou a Embrapa a desenvolver uma estratégia abrangente de conservação que contempla tanto a manutenção *in situ* quanto a conservação *ex situ* desses recursos genéticos (Egito *et al.*, 2002).

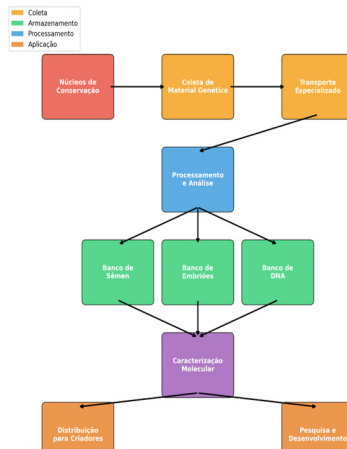
3.1.1 Estrutura do Programa Brasileiro de Conservação de Recursos Genéticos Animais

O Programa Brasileiro de Conservação de Recursos Genéticos Animais da Embrapa está estruturado em três componentes principais que se complementam para garantir a conservação efetiva dos recursos genéticos animais brasileiros. O primeiro refere-se ao estabelecimento de uma rede de núcleos de conservação espalhados por todo o país, estrategicamente localizados para abranger a diversidade de biomas e sistemas de produção brasileiros.

Os núcleos de conservação desempenham múltiplas funções no sistema de conservação da Embrapa. Além de manterem rebanhos das raças conservadas, eles servem como fonte de material genético para o Banco Brasileiro de Germoplasma Animal, fornecendo sêmen, embriões e amostras de sangue para extração de DNA. Também funcionam como centros de pesquisa, onde são conduzidos estudos de caracterização fenotípica e genotípica das raças, avaliação de desempenho produtivo e reprodutivo, e desenvolvimento de tecnologias específicas para cada raça (Ramos *et al.*, 2015).

O segundo componente do programa consiste no Banco Brasileiro de Germoplasma Animal (BBGA), localizado na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em Brasília-DF (Figura 3). Que representa uma das mais importantes iniciativas de conservação *ex situ* de recursos genéticos animais na América Latina, mantendo atualmente material genético de 19 raças de seis espécies diferentes. O BBGA utiliza tecnologias avançadas de criopreservação para manter a viabilidade do material genético por períodos indefinidos, garantindo a disponibilidade desses recursos para futuras gerações (Mariante *et al.*, 2011).

Figura 3: Fluxograma do Banco Brasileiro de Germoplasma Animal (BBGA).



Fonte: Elaborado pelas autoras com base em dados da Embrapa.

O terceiro componente do programa refere-se ao Banco de DNA, também localizado no Laboratório de Genética Animal da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Ele mantém amostras de DNA de todas as raças conservadas, permitindo estudos de caracterização molecular, análises filogenéticas e desenvolvimento de marcadores genéticos específicos para cada raça. Além disso, tem se mostrado fundamental para estudos de diversidade genética e para o desenvolvimento de estratégias de conservação baseadas em critérios genéticos (Egito *et al.*, 2007).

3.1.2 Rede de Parcerias da Embrapa

Um aspecto fundamental do sucesso do programa da Embrapa na conservação de recursos genéticos animais reside na ampla rede de parcerias estabelecida com diferentes tipos de instituições, que inclui outras unidades da Embrapa, empresas estaduais de pesquisa agropecuária, universidades federais e estaduais, e criadores particulares. A participação dos parceiros é determinante para a conservação dos recursos genéticos animais, uma vez que, além de contribuírem com a doação de material genético, têm um papel fundamental na reinserção das raças crioulas no setor produtivo (Albuquerque *et al.*, 2002).

As empresas estaduais de pesquisa agropecuária desempenham um papel particularmente importante, por possuírem conhecimento específico sobre as condições locais e as raças presentes em seus respectivos estados. Instituições como a EPAMIG (Minas Gerais), EPAGRI (Santa Catarina), IAPAR (Paraná) e IPA (Pernambuco) mantêm núcleos de conservação e desenvolvem pesquisas específicas sobre raças locais, contribuindo para o programa nacional de conservação.

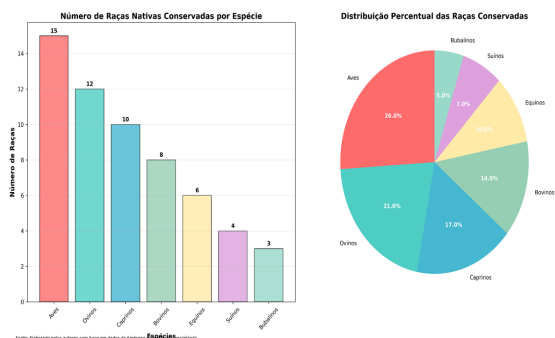
As universidades, por sua vez, contribuem através da formação de recursos humanos especializados, desenvolvimento de pesquisas científicas e manutenção de rebanhos experimentais. Muitos programas de pós-graduação em zootecnia, medicina veterinária e genética animal têm desenvolvido projetos de pesquisa focados na caracterização e conservação de raças nativas, gerando conhecimento

científico fundamental para o aprimoramento das estratégias de conservação (Tino, 2016).

3.1.3 Raças Conservadas pela Embrapa

O programa da Embrapa abrange atualmente a conservação de raças de diferentes espécies de animais domésticos (Figura 4), refletindo a diversidade da pecuária brasileira e a importância de cada espécie para diferentes sistemas de produção e regiões do país. Entre os bovinos, destacam-se raças como o Caracu, Curraleiro Pé-duro, Bovino Pantaneiro, Crioulo Lageano, Junqueira e Mocho Nacional, cada uma com características específicas de adaptação aos biomas onde se desenvolveram (Carvalho *et al.*, 2010).

Figura 4: Distribuição de Raças Nativas Conservadas por Espécie.



Fonte: Elaborado pelas autoras com base em dados da Embrapa e literatura especializada (2025).

Na ovinocultura, o programa conserva raças como Morada Nova, Santa Inês, Somalis Brasileira e Rabo Largo, que se destacam pela adaptação às condições semiáridas do Nordeste brasileiro e pela resistência a parasitas e doenças. Elas representam recursos genéticos valiosos para o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis na região semiárida (McManus *et al.*, 2014).

A caprinocultura brasileira também é contemplada no programa através da conservação de raças como Moxotó, Canindé, azul e Marota, que possuem características únicas de adaptação ao clima semiárido e capacidade de aproveitamento de recursos forrageiros nativos. As raças têm sido objeto de estudos intensivos de caracterização genética e avaliação de desempenho produtivo (Machado *et al.*, 2008).

3.2 Instituto Nacional do Semiárido (INSA): Foco na Conservação Regional

O Instituto Nacional do Semiárido (INSA), vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), constitui uma instituição especializada na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias apropriadas para a região semiárida brasileira. Embora seja relativamente recente, criada em 2004, desempenha um papel crescente na conservação de recursos genéticos animais, com foco específico nas raças nativas e adaptadas às condições do semiárido (INSA, 2024).

A atuação do INSA na conservação de recursos genéticos animais caracteriza-se por uma abordagem integrada que considera os aspectos biológicos e genéticos das raças, além dos aspectos socioeconômicos e culturais associados à sua criação e manejo. Esta perspectiva holística reflete o reconhecimento de que a conservação efetiva de recursos genéticos animais no semiárido depende da valorização dos sistemas de produção tradicionais e do conhecimento das comunidades locais (Silva *et al.*, 2019).

3.2.1 Programas de Capacitação e Formação

Uma das principais contribuições do INSA para a conservação de recursos genéticos animais tem sido o desenvolvimento de programas de capacitação e formação de recursos humanos especializados e elaboração de material didático e de divulgação. O instituto promove regularmente cursos de formação básica em conservação de recursos genéticos animais, direcionados a técnicos, pesquisadores, estudantes e criadores interessados no tema. Os cursos abordam aspectos teóricos

e práticos da conservação, incluindo metodologias de caracterização, estratégias de manejo reprodutivo e técnicas de conservação ex situ (INSA, 2025).

Além de ter participado da oferta de cursos de especialização em conservação de recursos genéticos animais, em parceria com instituições de ensino superior da região Nordeste. Estes cursos, oferecidos na modalidade de ensino à distância, têm contribuído para a formação de profissionais especializados em diferentes estados da região, ampliando a capacidade técnica local para desenvolvimento de ações de conservação.

3.2.2 Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico

O INSA desenvolve projetos de pesquisa focados na caracterização e conservação de raças nativas do semiárido, com ênfase particular em espécies como caprinos, ovinos e bovinos adaptados às condições climáticas da região. Eles têm gerado conhecimento científico importante sobre a diversidade genética, características produtivas e estratégias de manejo dessas raças (Martins, 2020).

Um aspecto distintivo da pesquisa desenvolvida pelo INSA é a ênfase na integração entre conservação de recursos genéticos animais e desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis para o semiárido. Uma abordagem que reconhece que a conservação efetiva das raças nativas depende de sua viabilidade econômica e de sua integração em sistemas produtivos que gerem renda para os criadores (Dias, 2022).

3.2.3 Articulação com Redes de Conservação

O INSA desempenha um papel importante na articulação de redes de conservação de recursos genéticos animais na região Nordeste, promovendo a integração entre diferentes instituições e atores envolvidos na conservação. A instituição tem sido um dos principais apoiadores da Rede de Recursos Genéticos Animais do Nordeste (Rede RGA-NE), contribuindo para a organização de

eventos técnicos, cursos de capacitação e projetos colaborativos de pesquisa.

A atuação em rede permite a ampliação do seu impacto na conservação de recursos genéticos animais, uma vez que facilita o intercâmbio de experiências, a padronização de metodologias e a otimização de recursos para desenvolvimento de ações de conservação. Uma articulação em rede também contribui para a visibilidade das raças nativas do semiárido e para a sensibilização da sociedade sobre a importância de sua conservação.

3.3 Outras Instituições de Pesquisa

Além da Embrapa e do INSA, diversas outras instituições de pesquisa contribuem significativamente para a conservação de recursos genéticos animais no Brasil, como os institutos de pesquisa estaduais, centros de pesquisa especializados e laboratórios de universidades que desenvolvem projetos específicos na área.

O Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), por exemplo, mantém um programa de conservação de recursos genéticos animais que inclui a manutenção de núcleos de conservação de caprinos e ovinos nativos, desenvolvimento de pesquisas de caracterização e avaliação de desempenho produtivo. O IPA tem contribuído para o conhecimento sobre raças como Moxotó e Canindé, desenvolvendo protocolos específicos de manejo e conservação (Oliveira *et al.*, 2020).

Da mesma forma, outras empresas estaduais de pesquisa agropecuária, como a EPAMIG em Minas Gerais, a EPAGRI em Santa Catarina e a EMPAER em Mato Grosso, mantêm programas de conservação focados nas raças presentes em seus respectivos estados, contribuindo para a conservação da diversidade genética animal brasileira via abordagens regionalmente adaptadas.

4. Redes Internacionais e Regionais de Conservação: Combiand, RezGen-IBA e REDE RGA-NE

A conservação de recursos genéticos animais no contexto contemporâneo transcende as fronteiras nacionais, demandando

articulação e cooperação internacional para enfrentar os desafios globais da erosão genética e das mudanças climáticas. Neste cenário, emergem redes especializadas que promovem a integração de esforços, o intercâmbio de conhecimentos e o desenvolvimento de estratégias coordenadas de conservação.

Assim sendo, três redes destacam-se pela sua relevância e impacto na conservação de recursos genéticos animais: a COMBIand (Conservación de la Biodiversidad de Animales Domésticos Locales), a REZGen-IBA (Red Iberoamericana sobre los Recursos Zoogenómicos y su Resiliencia) e a REDE RGA-NE (Rede de Recursos Genéticos Animais do Nordeste do Brasil). Embora elas operem em diferentes escalas geográficas e com focos específicos, compartilham objetivos comuns e desenvolvem ações complementares e conjuntas que fortalecem o sistema global de conservação de recursos genéticos animais.

4.1 REDE COMBIAND: Conservação da Biodiversidade de Animais Domésticos no âmbito ibero-americano

A rede COMBIAND (Conservación de la Biodiversidad de Animales Domésticos Locales) simboliza uma iniciativa internacional dedicada à conservação da biodiversidade de animais domésticos locais, com particular ênfase nas raças autóctones e tradicionais que constituem o patrimônio zoogenético de diferentes regiões. Ela articula pesquisadores, instituições de pesquisa, associações de criadores e organizações governamentais em torno do objetivo comum de preservar a diversidade genética animal mediante abordagens integradas que contemplam tanto aspectos científicos quanto culturais e socioeconômicos (COMBIAND, 2024).

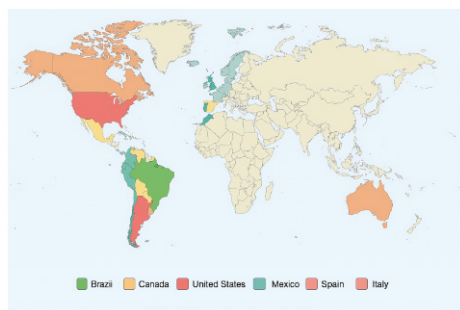
A atuação da rede COMBIAND caracteriza-se por uma abordagem holística que reconhece a importância das raças locais como recursos genéticos e como elementos fundamentais do patrimônio cultural e da identidade territorial das comunidades rurais. Uma perspectiva que se manifesta via projetos que integram a conservação genética com a valorização de produtos tradicionais, o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis e a preservação de conhecimentos tradicionais associados ao manejo animal.

Um exemplo emblemático de sua atuação é o projeto de recuperação e valorização do “queso aborígen canario”, desenvolvido em colaboração com o Instituto Canario de Investigaciones Agrícolas (ICIA). O projeto retrata uma inovadora articulação entre ciência e gastronomia, buscando reviver as tradições culinárias dos aborígenes canários através da reinterpretação contemporânea de métodos ancestrais de elaboração de derivados lácteos. A iniciativa exemplifica como a conservação de recursos genéticos animais pode ser articulada com a valorização cultural e o desenvolvimento de produtos diferenciados que agregam valor às raças locais.

A rede também desenvolve atividades de formação e capacitação técnica, promovendo cursos, seminários e workshops direcionados a diferentes públicos, desde pesquisadores e técnicos até criadores e estudantes. As atividades contribuem para a disseminação de conhecimentos sobre conservação de recursos genéticos animais e para a formação de uma nova geração de profissionais especializados na área.

No Brasil e nos demais países latino-americanos, a rede tem tido papel fundamental de apoio e contribuído para impulsionar as ações de conservação em toda a região. O mapa abaixo destaca os países participantes de modo a se entender a grande abrangência da rede no âmbito internacional. Na figura 5, um mapa das regiões de atuação, indicativo do seu caráter vivo e atuante, é um grande diferencial para o desenvolvimento das pesquisas e formação de recursos humanos na área de conservação de raças ameaçadas.

Figura 5: Mapa das regiões de atuação da rede no âmbito internacional.



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

4.2 REZGEN-IBA: Rede Iberoamericana de Recursos Zoogenômicos

A REZGen-IBA (Red Iberoamericana sobre los Recursos Zoogenômicos y su Resiliencia) constitui uma rede de cooperação científica e tecnológica que opera no âmbito do Programa CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo), articulando instituições de pesquisa de diferentes países ibero-americanos em torno do objetivo comum de caracterizar, conservar e valorizar o patrimônio zoogenético regional por ferramentas genômicas avançadas (CYTED, 2024).

O objetivo principal é desenhar um programa cooperativo ibero-americano para a caracterização, conservação, reconhecimento e valorização do patrimônio zoogenético de Ibero-América utilizando herramientas genômicas. A rede constitui um grupo multidisciplinar integrado por pesquisadores, produtores e empresas para desenvolver ações de formação, pesquisa e transferência entre os grupos participantes, com enfoque no registro de fenótipos e em análises genômicas.

Uma característica inovadora da REZGen-IBA é a padronização de protocolos para coleta de amostras, fenotipagem, genotipagem e processamento de dados para garantir eficiência entre os grupos participantes. Parte fundamental para garantir a comparabilidade dos resultados obtidos em diferentes países e instituições, facilitando estudos colaborativos de grande escala e metanálises que ampliam o poder estatístico das pesquisas desenvolvidas.

A rede promove a cooperação norte-sul, estimulando a transferência de recursos desde os países mais favorecidos para aqueles que contam com menos recursos. Esta abordagem solidária é essencial para garantir que todos os países ibero-americanos possam participar efetivamente das atividades da rede, independentemente de suas limitações orçamentárias ou de infraestrutura. Nas atividades previstas estão envolvidos diferentes setores que trabalham diretamente com o setor pecuário, garantindo que os resultados das pesquisas tenham aplicação prática e contribuam efetivamente para o desenvolvimento da pecuária regional.

A REZGen-IBA desenvolve suas atividades de forma coordenada, entendida como a maneira mais rentável de enfrentar os

desafios e de envolver todo o espectro de grupos, desde os que contam com mais financiamento até os grupos com menos recursos. Um tipo de coordenação que se manifesta mediante projetos colaborativos, intercâmbio de pesquisadores, padronização de metodologias e desenvolvimento conjunto de publicações científicas.

4.3 REDE RGA-NE: Articulação Regional no Nordeste Brasileiro

A Rede de Recursos Genéticos Animais do Nordeste do Brasil (REDE RGA-NE) é uma iniciativa de articulação regional que congrega instituições de pesquisa, ensino e extensão da região Nordeste em torno do objetivo comum de promover a conservação, caracterização e uso sustentável dos recursos genéticos animais regionais. Criada em 24 de outubro de 2020 como pessoa jurídica de direito privado, a REDE RGA-NE tem se consolidado como um importante mecanismo de coordenação das ações de conservação na região que concentra a maior diversidade de raças nativas do Brasil (REDE RGA-NE, 2024).

Os objetivos e finalidades centram-se na cooperação para o desenvolvimento e inovação técnico-científica, territorial, cultural, social e econômico relacionados aos recursos genéticos de animais do Nordeste brasileiro. Demonstrando que a conservação efetiva dos recursos genéticos animais depende de ações técnicas e científicas e também do desenvolvimento socioeconômico das comunidades rurais que mantêm essas raças e da valorização cultural dos sistemas de produção tradicionais.

A rede promove regularmente seminários e encontros técnicos que se constituem em importantes fóruns de discussão e intercâmbio de experiências entre pesquisadores, técnicos, criadores e estudantes. O III Seminário da Rede de Recursos Genéticos Animais do Nordeste do Brasil, realizado em 2024 com o tema “Conservando a Biodiversidade Animal na Era da Popularização Científica”, exemplifica o compromisso da rede com a disseminação do conhecimento científico e a sensibilização da sociedade sobre a importância da conservação de recursos genéticos animais.

Uma das principais contribuições da REDE RGA-NE tem sido o desenvolvimento de programas de formação especializada, incluindo cursos de especialização em conservação de recursos genéticos animais oferecidos em parceria com instituições de ensino superior da região, oferecidos na modalidade de ensino à distância. Eles têm contribuído significativamente para a formação de recursos humanos especializados em diferentes estados da região Nordeste, ampliando a capacidade técnica local para desenvolvimento de ações de conservação.

A rede também realiza a articulação com outras redes nacionais e internacionais, participando de eventos e projetos colaborativos que ampliam o alcance e o impacto de suas ações. Articulação fundamental para garantir que as experiências desenvolvidas no Nordeste brasileiro possam contribuir para o conhecimento global sobre conservação de recursos genéticos animais em regiões semiáridas e tropicais.

4.4 Sinergia e Complementaridade entre as Redes

A análise das três redes revela uma notável complementaridade em termos de escala geográfica, foco temático e estratégias de atuação. A COMBiana opera em escala internacional com ênfase na valorização cultural e gastronômica das raças locais; a REZGen-IBA articula a cooperação ibero-americana com foco em ferramentas genômicas avançadas; e a REDE RGA-NE concentra-se na articulação regional do Nordeste brasileiro com abordagem integrada de conservação e desenvolvimento.

Uma complementaridade que se manifesta via colaborações e intercâmbios entre as redes, que têm promovido projetos conjuntos, intercâmbio de pesquisadores e participação cruzada em eventos técnicos e científicos. A sinergia entre as redes fortalece o sistema de conservação de recursos genéticos animais, uma vez que permite a articulação de diferentes escalas de atuação, desde a local até a internacional, e a integração de diferentes abordagens metodológicas e conceituais.

O impacto conjunto de todas as redes na conservação de recursos genéticos animais é particularmente relevante no contexto brasileiro, pois o país participa ativamente das três iniciativas por meio de suas

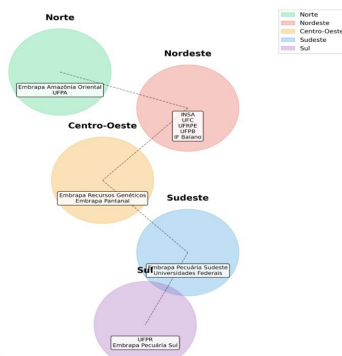
instituições de pesquisa e organizações de criadores. A participação múltipla permite ao Brasil beneficiar-se das diferentes perspectivas e metodologias desenvolvidas por cada rede, ao mesmo tempo em que contribui com sua experiência e conhecimento para o fortalecimento das ações de conservação em escala regional e internacional.

Sendo assim, a existência e atuação dessas redes demonstram o reconhecimento crescente de que a conservação de recursos genéticos animais é um desafio que transcende fronteiras nacionais e requer articulação e cooperação internacional. Ao mesmo tempo, evidenciam a importância de abordagens regionais que considerem as especificidades locais e promovam o desenvolvimento de soluções adaptadas às condições e necessidades específicas de cada região.

5. O Papel das Universidades na Conservação de Recursos Genéticos Animais

As universidades brasileiras desempenham um papel fundamental no sistema nacional de conservação de recursos genéticos animais (Figura 6), contribuindo por meio de múltiplas dimensões que incluem a formação de recursos humanos especializados, o desenvolvimento de pesquisas científicas, a manutenção de rebanhos experimentais e a extensão universitária junto às comunidades rurais. A análise da literatura revela que as instituições de ensino superior têm sido protagonistas na geração de conhecimento científico sobre recursos genéticos animais e na formação de profissionais capacitados para atuar na conservação, caracterização e uso sustentável da diversidade genética animal brasileira.

Figura 6: Distribuição Regional das Principais Instituições envolvidas na Conservação de Recursos Genéticos Animais.



Fonte: Elaborada pelas autoras com base em dados institucionais (2025).

5.1 Programas de Pós-Graduação e Formação de Recursos Humanos

Os programas de pós-graduação em zootecnia, medicina veterinária, genética animal e áreas afins constituem o principal mecanismo através do qual as universidades contribuem para a formação de recursos humanos especializados em conservação de recursos genéticos animais. Eles têm desenvolvido linhas de pesquisa específicas dedicadas ao tema, orientando dissertações de mestrado e teses de doutorado que geram conhecimento científico fundamental para o avanço da área (Lôbo *et al.*, 2010).

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), a Federal da Paraíba (UFPB) e a Federal de Campina Grande (UFCG) mantêm uma tradição de excelência na pesquisa sobre recursos genéticos animais, desenvolvendo estudos pioneiros sobre raças nativas do Nordeste e formando pesquisadores que hoje atuam em diferentes instituições do país. O programa de pós-graduação da UFRPE tem grande contribuição na caracterização de raças caprinas e ovinas, bem como do cavalo Nordestino, tendo sido pioneira na caracterização genética do cavalo nordestino (Melo *et al.*, 2013; Pires *et al.*, 2013).

A Universidade Federal do Ceará (UFC), pelo seu Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, se destaca na formação de recursos humanos especializados em conservação de recursos genéticos animais, com particular ênfase em raças nativas do semiárido. Desenvolve projetos de pesquisa focados na caracterização genética e produtiva de raças como Morada Nova, Canindé e Moxotó, contribuindo significativamente para o conhecimento científico sobre essas raças (McManus *et al.*, 2014).

A Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), por meio de seu Departamento de Zootecnia, tem desenvolvido pesquisas importantes sobre a raça bovina Caracu, contribuindo para a caracterização genética e produtiva desta raça e para o desenvolvimento de estratégias de conservação e melhoramento. Tais estudos têm sido fundamentais para a manutenção da raça Caracu como um recurso genético viável para a pecuária brasileira (Carvalho *et al.*, 2010).

A Universidade de São Paulo (USP), pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia e pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), tem contribuído para o desenvolvimento de tecnologias de conservação *ex situ*, incluindo técnicas de criopreservação de sêmen e embriões e metodologias de caracterização molecular. Sendo fundamental para o aprimoramento dos bancos de germoplasma e para o desenvolvimento de estratégias de conservação baseadas em critérios genéticos.

Em geral, as universidades têm sido responsáveis por uma parcela significativa da produção científica brasileira sobre recursos genéticos animais, desenvolvendo pesquisas que abrangem desde estudos básicos de caracterização genética até o desenvolvimento de tecnologias aplicadas para conservação e uso sustentável das raças nativas. Uma produção científica que tem auxiliado no reconhecimento internacional da diversidade genética animal brasileira e para o desenvolvimento de metodologias inovadoras de conservação.

5.2 Manutenção de Rebanhos Experimentais

Muitas universidades mantêm rebanhos experimentais que incluem raças nativas, ajudando diretamente para a conservação *in situ* desses recursos genéticos, que possuem múltiplas funções, incluindo

a conservação propriamente dita, o desenvolvimento de pesquisas científicas, a formação prática de estudantes e a demonstração de tecnologias para produtores rurais.

A Universidade Federal da Paraíba (UFPB), através de sua Fazenda Experimental, mantém rebanhos de raças nativas como Morada Nova e Canindé, que servem como base para pesquisas de caracterização e avaliação de desempenho produtivo. Contribuindo para a conservação dessas raças e para a geração de conhecimento científico sobre suas características e potencial produtivo.

A Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) desenvolve um programa exemplar de conservação de recursos genéticos animais através da manutenção de rebanhos de diferentes raças nativas do semiárido. Integrando conservação, pesquisa e ensino, proporcionando aos estudantes experiência prática com raças nativas e colaborando para a formação de profissionais sensibilizados para a importância da conservação de recursos genéticos animais.

5.3 Extensão Universitária e Transferência de Tecnologia

As atividades de extensão universitária são um mecanismo fundamental através do qual as universidades cooperam para a disseminação de conhecimentos sobre conservação de recursos genéticos animais e para a transferência de tecnologias desenvolvidas na academia para os produtores rurais. Com inclusão de cursos de capacitação, dias de campo, assistência técnica e projetos de desenvolvimento rural que integram conservação de recursos genéticos com melhoria das condições socioeconômicas das comunidades rurais.

A Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) tem realizado projetos de extensão focados na valorização de raças nativas através do desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis e da agregação de valor aos produtos derivados dessas raças. Eles demonstram a viabilidade econômica da criação de raças nativas e sensibilizam os produtores sobre a importância de sua conservação.

6. Associações de Criadores e Organizações Setoriais

As associações de criadores e organizações setoriais desempenham um papel crucial no sistema brasileiro de conservação de recursos genéticos animais, atuando como elo fundamental entre as instituições de pesquisa, as políticas públicas e os produtores rurais. Pois, contribuem para a manutenção *in situ* das raças nativas, o desenvolvimento de programas de melhoramento genético, a organização de mercados diferenciados e a sensibilização da sociedade sobre a importância da conservação de recursos genéticos animais.

6.1 Federação Brasileira das Associações de Criadores (FEBRAC)

A Federação Brasileira das Associações de Criadores (FEBRAC) é o principal órgão de coordenação das associações de criadores no Brasil, congregando associações de diferentes espécies e raças em uma estrutura organizacional que facilita a articulação setorial e a representação junto aos órgãos governamentais. A FEBRAC possui um papel importante na defesa dos interesses dos criadores de raças nativas e na promoção de políticas públicas favoráveis à conservação de recursos genéticos animais.

Sua atuação na conservação de recursos genéticos animais manifesta-se por diferentes iniciativas, incluindo a promoção de eventos técnicos, o desenvolvimento de programas de capacitação para criadores, a articulação com instituições de pesquisa e a representação do setor junto aos órgãos governamentais. A federação tem sido um importante interlocutor na formulação de políticas públicas para o setor, ajudando para que as necessidades e perspectivas dos criadores sejam consideradas no desenvolvimento de programas governamentais de conservação.

6.2 Associações Específicas de Raças Nativas

Diversas associações específicas estão sendo criadas para promover a conservação e o melhoramento de raças nativas

particulares, desenvolvendo ações especializadas que contemplam desde o registro genealógico até a promoção comercial dos produtos derivados dessas raças. Elas têm se mostrado fundamentais para a manutenção da identidade racial e para o desenvolvimento de mercados diferenciados que valorizam as características específicas das raças nativas.

A Associação Brasileira de Criadores da Raça Caracu (ABCRC) exemplifica o papel das associações específicas na conservação de recursos genéticos animais. Fundada em 1984, a ABCRC desenvolve um programa abrangente de conservação e melhoramento da raça Caracu que inclui o registro genealógico, a avaliação genética, a promoção de eventos técnicos e a articulação com instituições de pesquisa, sendo essencial para a recuperação populacional da raça Caracu e para sua reintrodução em sistemas produtivos comerciais.

A Associação Brasileira de Criadores de Bovinos Pantaneiros (ABCBP) desempenha um papel fundamental na conservação da raça Pantaneira, desenvolvendo ações que integram conservação genética com valorização cultural e desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis no Pantanal. Ela divulga a caracterização da raça, o desenvolvimento de protocolos de manejo específicos e a criação de mercados diferenciados para produtos derivados da raça Pantaneira.

6.3 Organizações de Ovinocaprinocultura

A ovinocaprinocultura brasileira, particularmente na região Nordeste, conta com organizações setoriais específicas para a conservação de raças nativas de ovinos e caprinos. Com ações que contemplam tanto aspectos técnicos quanto comerciais, promovendo a valorização das raças nativas através do desenvolvimento de mercados diferenciados e da agregação de valor aos produtos derivados.

A Associação Brasileira de Criadores de Caprinos (ABCC) realiza a conservação de raças caprinas nativas mediante programas de registro genealógico, avaliação genética e promoção comercial, auxiliando na caracterização de raças como Moxotó, Canindé e Azul, desenvolvendo padrões raciais e protocolos de avaliação que facilitam a identificação e seleção de animais superiores dentro de cada raça.

7. Desafios e Perspectivas Futuras

A análise da literatura sobre o papel das políticas públicas e instituições na conservação de recursos genéticos animais no Brasil revela um cenário caracterizado por avanços significativos e por desafios importantes que demandam atenção e ação coordenada dos diferentes atores envolvidos, porque abrangem aspectos técnicos, econômicos, sociais e institucionais. Mas, as perspectivas futuras apontam para oportunidades de fortalecimento e aprimoramento do sistema nacional de conservação.

7.1 Principais Desafios Identificados

Um dos principais desafios identificados refere-se à necessidade de maior articulação entre as diferentes instituições envolvidas na conservação de recursos genéticos animais. Embora existam redes de cooperação e programas colaborativos, a literatura aponta para a necessidade de aprimorar os mecanismos de coordenação e integração entre instituições de pesquisa, órgãos governamentais, universidades e organizações de criadores (Silva *et al.*, 2019).

A limitação de recursos financeiros constitui outro desafio significativo, particularmente em um contexto de restrições orçamentárias que afetam tanto as instituições públicas de pesquisa quanto os programas governamentais de conservação. Algo que impacta diretamente a capacidade de manutenção de núcleos de conservação, desenvolvimento de pesquisas e implementação de ações de extensão e transferência de tecnologia (Dias, 2022).

A erosão genética continua sendo uma ameaça real para muitas raças nativas, sobretudo aquelas com populações muito reduzidas ou concentradas em regiões específicas. A pressão por sistemas de produção mais intensivos e a preferência por raças consideradas mais produtivas continuam causando a redução das populações de raças nativas, demandando ações urgentes de conservação e valorização (Martins, 2020).

7.2 Oportunidades e Perspectivas Futuras

As mudanças climáticas, embora representem um desafio para a agropecuária global, também criam oportunidades para a valorização de raças nativas adaptadas às condições climáticas específicas. A crescente preocupação com a sustentabilidade dos sistemas produtivos e a necessidade de adaptação às mudanças climáticas podem favorecer a adoção de raças nativas em sistemas de produção mais sustentáveis (Santos et al., 2018).

Por isso, o desenvolvimento de tecnologias genômicas oferece novas oportunidades para a caracterização e conservação de recursos genéticos animais, permitindo uma compreensão mais profunda da diversidade genética e o desenvolvimento de estratégias de conservação mais eficazes. A implementação da Política RGen+Sustentável prevê investimentos expressivos no desenvolvimento e aplicação dessas tecnologias (MAPA, 2024).

A crescente demanda por produtos diferenciados e sustentáveis cria oportunidades de mercado para produtos derivados de raças nativas, a partir de estratégias adequadas de agregação de valor e comercialização. Uma tendência que pode contribuir para tornar a conservação de recursos genéticos animais economicamente viável e atrativa para os produtores rurais.

8. Considerações Finais

As políticas públicas e instituições na conservação de recursos genéticos animais no Brasil revelam um cenário complexo e multifacetado, caracterizado por grandes avanços, e também por desafios importantes que demandam atenção contínua e ação coordenada dos diferentes atores envolvidos. O país desenvolveu, ao longo das últimas décadas, um sistema robusto de conservação que integra múltiplas estratégias, instituições e escalas de atuação, desde programas locais até redes internacionais de cooperação.

O arcabouço legal brasileiro para conservação de recursos genéticos animais, consolidado por legislações como o SNUC, a Lei da Biodiversidade e a recente Política RGen+Sustentável, fornece uma base sólida para o desenvolvimento de ações de conservação.

A estruturação de três programas nacionais complementares (ex situ, in situ e on farm) reflete uma compreensão madura da necessidade de múltiplas abordagens para a conservação efetiva dos recursos genéticos animais.

A Embrapa emerge como protagonista indiscutível do sistema brasileiro de conservação, por meio de seu Programa Brasileiro de Conservação de Recursos Genéticos Animais e do Banco Brasileiro de Germoplasma Animal. Uma experiência acumulada pela instituição ao longo de mais de quatro décadas de atuação na área é um patrimônio técnico e científico de valor inestimável para o país e para a comunidade internacional.

O INSA, embora mais recente, tem demonstrado capacidade de articulação e desenvolvimento de ações específicas para a região semiárida, contribuindo para a formação de recursos humanos especializados e para o desenvolvimento de tecnologias apropriadas às condições locais. A atuação do instituto exemplifica a importância de abordagens regionalmente adaptadas para a conservação de recursos genéticos animais.

As redes de conservação, representadas pela COMBIAND, REZGEN-IBA e REDE RGA-NE, demonstram a crescente importância da articulação e cooperação internacional para enfrentar os desafios globais da conservação de recursos genéticos animais. Elas têm contribuído para a disseminação de conhecimentos, padronização de metodologias e desenvolvimento de projetos colaborativos que ampliam o impacto das ações de conservação.

É indiscutível o papel que as universidades brasileiras promovem na formação de recursos humanos especializados e na geração de conhecimento científico sobre recursos genéticos animais. A contribuição das instituições de ensino superior é particularmente relevante no contexto de um país continental como o Brasil, onde a diversidade de condições ambientais e sistemas produtivos demanda conhecimento especializado e regionalmente adaptado.

Por outro lado, as associações de criadores e organizações setoriais constituem elos fundamentais entre a pesquisa científica e a aplicação prática dos conhecimentos sobre conservação de recursos genéticos animais. Ajudam na manutenção in situ das raças nativas e para o desenvolvimento de mercados diferenciados que valorizam as características específicas dessas raças.

Os desafios identificados, embora relevantes, não comprometem a viabilidade do sistema brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. Ao contrário, eles apontam para oportunidades de aprimoramento e fortalecimento que podem ser aproveitadas por ações coordenadas e investimentos adequados. A implementação da Política RGen+Sustentável é uma oportunidade única para consolidar os avanços alcançados e enfrentar os desafios identificados.

As perspectivas futuras para a conservação de recursos genéticos animais no Brasil são promissoras, considerando-se particularmente o crescente reconhecimento da importância desses recursos para a sustentabilidade da agropecuária e a adaptação às mudanças climáticas. O desenvolvimento de tecnologias genômicas, a crescente demanda por produtos sustentáveis e diferenciados, e a consolidação das redes de cooperação nacional e internacional criam um ambiente favorável para o fortalecimento das ações de conservação.

Em síntese, o Brasil possui um sistema de conservação de recursos genéticos animais bem estruturados e em constante evolução, que contribui para a preservação da diversidade genética animal nacional e para o desenvolvimento de conhecimentos e tecnologias que beneficiam o país e toda a comunidade internacional interessada na conservação de recursos genéticos animais. Assim, o fortalecimento contínuo deste sistema, a partir da superação dos desafios identificados e do aproveitamento das oportunidades emergentes, é fundamental para garantir a conservação do patrimônio genético animal brasileiro para as futuras gerações.

9. Referências bibliográficas

Albuquerque, M. S. M., Egito, A. A., Mariante, A. S., Almeida, L. D., Castro, S. R., Grattapaglia, D., & Ramos, A. F. (2002). Programa brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. **Archivos de Zootecnia**, 51(194), 39-52.

Brasil. (2000). Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui

o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União.

Brasil. (2015). Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015. Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1, a alínea j do Artigo 8, a alínea c do Artigo 10, o Artigo 15 e os §§ 3º e 4º do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica. Brasília: Diário Oficial da União.

Carvalho, J. B. P., Carvalho, N. A. T., Reis, E. L., & Nunes, M. T. (2010). Programa de melhoramento genético da raça Caracu: diretrizes e critérios de seleção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(supl. especial), 106-113.

COMBiand. (2024). **Conservación de la Biodiversidad de Animales Domésticos Locales**. Recuperado de <https://conbiand.site/>.

CYTED. (2024). **REZGEN-IBA - Red iberoamericana sobre los recursos zoogenómicos y su resiliencia**. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Recuperado de <https://www.cytel.org/REZGEN-IBA>.

Dias, F. E. F. (2022). Conservação de recursos genéticos animais no semiárido: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Recursos Genéticos**, 8(2), 45-62.

Egito, A. A., Mariante, A. S., & Albuquerque, M. S. M. (2002). Programa brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, 26(3), 39-52.

Egito, A. A., Paiva, S. R., Albuquerque, M. S. M., Mariante, A. S., Almeida, L. D., Castro, S. R., & Grattapaglia, D. (2007). Microsatellite based genetic diversity and relationships among ten Creole and commercial goat breeds raised in Brazil. **Small Ruminant Research**, 68(1-2), 88-94.

Ferreira, M. E., Santos, S. A., & Silva, J. A. (2010). Lei da Biodiversidade e recursos genéticos animais: implicações para a pesquisa e conservação. **Ciência Rural**, 40(8), 1789-1795.

Ganem, R. S. (2011). **Conservação da biodiversidade**: legislação e políticas públicas. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara.

INSA - Instituto Nacional do Semiárido. (2024). **Programas de conservação de recursos genéticos animais**. Campina Grande: INSA/MCTI.

INSA - Instituto Nacional do Semiárido. (2025). **Curso de formação básica em conservação de recursos genéticos animais**. Campina Grande: INSA/MCTI.

Lôbo, R. B., Bittencourt, T. C. B. S. C., & Pinto, L. F. B. (2010). Progresso científico em melhoramento animal no Brasil na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(supl. especial), 223-235.

Machado, T. M. M., Pires, L. C., & Araújo, A. M. (2008). **Conservação e melhoramento genético de caprinos com o auxílio de caracteres morfológicos e biométricos**. In: Caprinos e Ovinos: produção, manejo e melhoramento genético (pp. 285-302). Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil.

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. (2024). **Política Nacional de Conservação e Uso de Recursos Genéticos para Alimentação, Agricultura e Pecuária - RGen+Sustentável**. Brasília: MAPA.

Mariante, A. S., Albuquerque, M. S. M., & Egito, A. A. (2005). **Recursos genéticos animais no Brasil**: resultado de cinco séculos de seleção natural. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Mariante, A. S., Albuquerque, M. S. M., Egito, A. A., Paiva, S. R., & Castro, S. R. (2011). Criopreservação de recursos genéticos animais brasileiros. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, 35(2), 64-68.

Martins, R. F. S. (2020). Recursos genéticos animais do semiárido: conservação e uso sustentável. **Revista Caatinga**, 33(4), 1089-1098.

McManus, C., Hermuche, P., Paiva, S. R., Moraes, J. C. F., Melo, C. B., & Mendes, C. Q. (2014). Geographical distribution of sheep breeds in Brazil and their relationship with climatic and environmental factors as risk classification for conservation. **Brazilian Journal of Science and Technology**, 1(3), 1-15.

MDA - Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar. (2024). **Programa Nacional de Conservação on farm de Recursos Genéticos**. Brasília: MDA.

Melo, J.B, Pires, D.A.F., & Ribeiro, M.N. (2013). Perfil fenotípico do remanescente do cavalo Nordestino no Nordeste do Brasil. **Archivos de Zootecnia** 62, 171-180. doi:10.4321/S0004-05922013000200002.

MMA - Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. (2024). **Programa Nacional de Conservação in situ de Recursos Genéticos**. Brasília: MMA.

Oliveira, J. C. V., Silva, R. A., & Santos, M. P. (2020). Conservação de recursos genéticos caprinos no Instituto Agronômico de Pernambuco. **Revista Nordestina de Zootecnia**, 22(3), 78-89.

Piovezan, U., Carneiro, P. C. F., Maués, M. S., Paiva, S. R., Fernandes, F. M., & Mariante, A. S. (2012). **Rede de recursos genéticos animais da Embrapa: espécies nativas com potencial econômico**. Brasília: Embrapa.

Pires, D.A.F (2012). **Caracterização genética de remanescente da raça equina nordestina em mesorregiões dos Estados da Bahia, Pernambuco e Piauí**. através de marcadores microssatélites.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia), 101f. Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Ramos, A. F., Albuquerque, M. S. M., & Mariante, A. S. (2015). Núcleos de conservação de recursos genéticos animais da Embrapa: estrutura e funcionamento. **Revista Brasileira de Recursos Genéticos**, 1(2), 23-34.

REDE RGA-NE. (2024). **Rede de Recursos Genéticos Animais do Nordeste do Brasil**. Recuperado de <https://rederga-ne.com.br/>.

Ribeiro, M. N., & Arandas, J. K. G. (2016). Conservação on farm de recursos genéticos animais: o papel das comunidades tradicionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 45(11), 702-708.

Santos, R. P., Silva, A. R., & Costa, M. F. (2018). Biobancos para conservação de recursos genéticos animais: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, 42(3-4), 145-152.

Silva, M. R., Dantas, N. L. B., Mascarenhas, N. M. H., & Oliveira, S. M. P. (2019). **Preservação, conservação e uso sustentável de raças e grupos genéticos nativos do semiárido brasileiro**. In: Anais do CONIMAS e CONIDIS (pp. 1-8). Campina Grande: Realize Editora.

Tino, C. R. S. (2016). **Estrutura populacional e análise de variabilidade genética em rebanhos ovinos brasileiros**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

RAÇAS CRIOULAS NATIVAS BRASILEIRAS E A SOBERANIA ALIMENTAR

Maria Norma Ribeiro¹
Neila Lidiany Ribeiro²

1. Introdução

O Brasil, reconhecido mundialmente como uma potência agrícola, hoje enfrenta um paradoxo fundamental, pois ainda convive com a insegurança alimentar de milhões de seus cidadãos. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), aproximadamente 8,7 milhões de brasileiros estão em situação de fome, evidenciando que a mera capacidade produtiva não garante, por si só, a soberania alimentar nacional (Pacto Contra a Fome, 2024). Um cenário que se torna ainda mais complexo quando consideramos os desafios impostos pelas mudanças climáticas, que ameaçam a produtividade agrícola e a estabilidade dos sistemas alimentares na totalidade.

Diante do contexto apresentado, as raças crioulas nativas brasileiras emergem como elementos estratégicos para a construção de um futuro alimentar mais resiliente e soberano. Elas foram desenvolvidas ao longo de séculos através de processos de seleção natural e manejo tradicional, são um patrimônio genético único, adaptado às condições específicas dos diversos biomas brasileiros. Sua importância transcende aspectos meramente zootécnicos, constituindo pilares fundamentais para a manutenção da diversidade genética, a preservação de conhecimentos tradicionais e a garantia da autonomia alimentar das comunidades rurais.

A soberania alimentar, conceito que vai além da simples segurança alimentar, pressupõe o direito dos povos de definir suas próprias políticas e estratégias sustentáveis de produção, distribuição e consumo de alimentos, respeitando as culturas locais e o meio

1 Professora titular aposentada da UFRPE (maria.nrbeiro@ufrpe.br) Doutora em Conservação de Raças Ameaçadas e Melhoramento Genético Animal, Coordenadora do Grupo Brasil da Rede REZGEN-IBA, Membro da Rede Nordeste de Conservação de Raças - RGANordeste.

2 Professora do Departamento de Zootecnia/ UFPB. Coordenadora do Grupo de Estudos em Conservação e Melhoramento Genético Animal – GECMA, Membro da Rede Nordeste de Conservação de Raças - RGANordeste.

ambiente. Este princípio, proposto pela organização internacional La Via Campesina em 1996, ganha relevância crescente no contexto brasileiro, pois a agricultura familiar e as raças nativas desempenham papel crucial na produção de alimentos para o mercado interno.

As mudanças climáticas são uma ameaça sem precedentes para os sistemas alimentares globais, e o Brasil não está imune. Eventos climáticos extremos, alterações nos padrões de precipitação, aumento das temperaturas e maior incidência de pragas e doenças já afetam bastante a produção agropecuária nacional. Nos últimos dez anos, os danos causados por eventos climáticos extremos na agropecuária brasileira somaram R\$ 260 bilhões, demonstrando a urgência de estratégias adaptativas eficazes (Governo Federal, 2024).

Em um cenário de incertezas, as raças locais têm papel preponderante na mitigação dos efeitos climáticos. Pois, muitas das quais em risco de extinção, ainda mantêm características adaptativas únicas que podem ser fundamentais para a construção de sistemas produtivos mais resilientes às mudanças climáticas. Por isso, sua conservação e valorização vão além da preservação do patrimônio genético, é uma estratégia essencial para garantir a soberania alimentar do país em um cenário de crescente incertezas climáticas.

2. Raças Crioulas Nativas Brasileiras: Patrimônio Genético e Potencial Adaptativo

2.1. Diversidade e Características das Raças Nativas

O Brasil abriga um rico patrimônio de raças crioulas nativas, resultado de séculos de adaptação às condições ambientais específicas de seus diversos biomas. Estas raças, desenvolvidas através de processos de seleção natural e manejo tradicional por comunidades rurais, simbolizam uma fonte inestimável de diversidade genética e conhecimento tradicional. O Brasil possui 13 raças bovinas consideradas nativas, além de diversas raças de ovinos, caprinos, suínos e aves adaptadas às condições locais.

Dentre as raças bovinas nativas, destaca-se a Caracu, única raça livre do risco de extinção. Com origem em raças ibéricas, é valorizado por sua rusticidade excepcional, capacidade de produção

mista (carne e leite) e notável resistência ao calor e parasitas. Sendo exemplo do potencial adaptativo das raças nativas, mostrando como as características desenvolvidas ao longo de gerações podem conferir vantagens significativas em ambientes desafiadores (McManus *et al.*, 2010).

O bovino Pé-Duro é outro exemplo notável de adaptação ao ambiente brasileiro, sendo considerado uma das raças mais adaptadas ao Semiárido. Caracterizado pelo pequeno porte, alta fertilidade e capacidade extraordinária de sobreviver com pouca água e alimentação rústica, tornou-se um símbolo de resistência e adaptação às condições adversas do Nordeste brasileiro. Estudos fenotípicos realizados por Carvalho *et al.* (2013) indicam que a raça possui características únicas que lhe permitem manter a produtividade mesmo em condições de estresse hídrico e nutricional severo.

A raça bovina Crioula Lageana, criada há séculos na Serra Catarinense, representa a adaptação às condições de altitude e clima frio. Ela é reconhecida pela excepcional habilidade materna, rusticidade e bom desempenho em regiões de baixas temperaturas, características que a tornam particularmente valiosa em um cenário de mudanças climáticas onde a variabilidade térmica tende a aumentar.

O bovino Pantaneiro, nativo do bioma Pantanal, desenvolveu adaptações específicas para lidar com a umidade elevada, inundações sazonais e doenças tropicais. É exemplo de como os animais podem evoluir para prosperar em ambientes que seriam desafiadores para raças não adaptadas, oferecendo insights valiosos para o desenvolvimento de estratégias de adaptação às mudanças climáticas.

3. Raças Desenvolvidas no Brasil: Inovação e Adaptação

Além das raças estritamente nativas, o Brasil desenvolveu raças sintéticas que combinam características de diferentes origens para otimizar a adaptação às condições locais. O Tabapuã, desenvolvido na década de 1940 na Fazenda Água Milagrosa, em Tabapuã (SP), é considerado a única raça zebuína genuinamente brasileira. Resultante de cruzamentos entre Nelore, Guzerá e Indubrasil, se destaca por ser mocho (sem chifres), facilitando o manejo, e por possuir excelente

adaptação ao clima tropical, com pelos claros, finos e curtos que favorecem a termorregulação.

O Canchim, conhecido como “O Precoce Brasileiro”, é outro exemplo de sucesso no desenvolvimento de raças adaptadas. Criado pela Embrapa através de cruzamentos entre raças zebuínas e o europeu Charolês, combina a rusticidade das raças zebuínas com a qualidade de carcaça das raças europeias, resultando em animais com rápida taxa de crescimento, excelente conversão alimentar e resistência ao calor.

3.1 Características Adaptativas e Potencial para Mudanças Climáticas

As raças crioulas brasileiras possuem características adaptativas que as tornam particularmente valiosas em um cenário de mudanças climáticas. A tolerância ao estresse térmico, desenvolvida ao longo de gerações de seleção natural, permite que os animais mantenham a produtividade mesmo em condições de temperatura elevada. Característica que se torna cada vez mais importante, considerando as projeções de aumento da temperatura global e a maior frequência de ondas de calor.

A eficiência no uso de recursos é outra característica fundamental das raças nativas. Adaptadas a ambientes com limitações nutricionais e hídricas, elas desenvolveram mecanismos fisiológicos e comportamentais que lhes permitem manter a produtividade com menor consumo de recursos. Em um cenário de crescente escassez hídrica e pressão sobre os recursos naturais, isso significa uma vantagem competitiva relevante.

A resistência a doenças e parasitas, desenvolvida através da coevolução com patógenos locais, constitui outro atributo valioso das raças nativas. Esta resistência natural reduz a dependência de medicamentos veterinários e contribui para a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Considerando que as mudanças climáticas podem alterar a distribuição e a virulência de patógenos, a sua resistência natural pode ser crucial para a manutenção da sanidade animal.

A diversidade genética caracteriza um reservatório de características que podem ser fundamentais para a adaptação futura. Genes relacionados à tolerância ao estresse, resistência a doenças e

eficiência produtiva pode ser identificada e utilizada em programas de melhoramento genético, contribuindo para o desenvolvimento de animais mais adaptados às condições futuras.

3.2. Situação de Conservação e Ameaças

Apesar de sua importância estratégica, a maioria das raças crioulas brasileiras encontra-se em situação de vulnerabilidade ou risco de extinção. A Embrapa documenta que várias já desapareceram completamente, incluindo Igarapé, Pedreira, Turina, China, Franqueira e Malabar, uma perda irreversível de patrimônio genético (Compre Rural, 2025).

Uma situação crítica, resultado de múltiplos fatores, como a preferência por raças comerciais de alta produtividade, a falta de políticas específicas de conservação, a redução dos sistemas tradicionais de criação e a pressão econômica por resultados imediatos. A modernização da pecuária, embora tenha trazido ganhos de produtividade, frequentemente privilegiou raças exóticas em detrimento das nativas, resultando na erosão genética e na perda de características adaptativas únicas.

O processo de erosão genética é particularmente preocupante quando consideramos que as características adaptativas das raças nativas foram desenvolvidas ao longo de séculos e não podem ser facilmente recriadas. A resistência a doenças, a tolerância ao estresse térmico, a eficiência no uso de recursos e a capacidade de manter a produtividade em condições adversas são atributos que ganham importância crescente em um cenário de mudanças climáticas.

3.3. Importância Econômica e Social das Raças Nativas

As raças nativas desempenham papel fundamental na economia rural, sobretudo na agricultura familiar e nos sistemas extensivos. Sua rusticidade e adaptação às condições locais permitem a manutenção de sistemas produtivos em áreas onde raças especializadas enfrentariam dificuldades significativas. Uma característica crucial para a segurança alimentar de comunidades rurais, que dependem desses animais não

só para a produção de alimentos, mas também como meio de sustento e estabilidade financeira.

A criação de raças nativas está intimamente ligada aos conhecimentos tradicionais das comunidades rurais, representando um sistema integrado de produção que combina aspectos técnicos, culturais e ambientais. Os sistemas tradicionais frequentemente demonstram maior sustentabilidade ambiental e social em comparação com sistemas intensivos, contribuindo para a conservação da biodiversidade e a manutenção de paisagens rurais diversificadas.

Estudos realizados no Nordeste brasileiro demonstram que a criação de raças nativas de pequenos ruminantes é fundamental para a resiliência das famílias agricultoras no Semiárido. Pesquisa desenvolvida por Luz Junior et al. (2019) evidencia como as raças nativas contribuem para o fortalecimento da agricultura familiar, proporcionando segurança alimentar e renda para as famílias rurais.

4. Desafios das Mudanças Climáticas para a Agricultura Brasileira

4.1 Impactos Atuais e Projeções Futuras

As alterações climáticas configuram uma das mais significativas ameaças atuais para a agricultura no Brasil e, por conseguinte, para a segurança alimentar do país. Os impactos já observados incluem alterações nos padrões de precipitação, aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, elevação das temperaturas médias e mudanças na distribuição de pragas e doenças. Segundo Bustamante (2024), professora do Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília, o aumento das temperaturas globais torna a produção de alimentos mais difícil e incerta devido às mudanças nos padrões climáticos e outras perturbações ambientais.

Dados apresentados pelo Ministério da Agricultura e Pecuária revelam a magnitude dos impactos econômicos já experimentados. Nos últimos dez anos, os danos causados por eventos climáticos extremos na agropecuária brasileira somaram R\$ 260 bilhões, evidenciando a vulnerabilidade dos sistemas produtivos atuais às variações climáticas (Governo Federal, 2024). São perdas econômicas diretas

e consequências na segurança alimentar, na geração de emprego no campo e na estabilidade social das comunidades rurais.

A redução da produtividade das culturas, da pecuária, da pesca e da aquicultura constitui um dos impactos mais diretos das mudanças climáticas. O estresse térmico afeta tanto plantas quanto animais, reduzindo a eficiência fotossintética, alterando os ciclos reprodutivos e comprometendo o bem-estar animal. A queda da disponibilidade e qualidade da água agrava tais problemas, criando um ciclo de degradação que afeta toda a cadeia produtiva.

O aumento de pragas e doenças, incluindo a disseminação mais rápida de micotoxinas e patógenos, aponta outro desafio importante. Pois, as mudanças nas condições climáticas podem favorecer o desenvolvimento de organismos prejudiciais, alterando a dinâmica das populações de pragas e criando novos desafios fitossanitários. A perda da qualidade nutricional dos alimentos, resultante do estresse climático, compromete a quantidade e a qualidade da produção agrícola.

4.2 Vulnerabilidades Regionais e Setoriais

O Brasil, devido à sua extensão territorial e diversidade climática, apresenta vulnerabilidades diferenciadas por região às mudanças climáticas. O Semiárido nordestino, já caracterizado por condições climáticas adversas, enfrenta riscos particulares relacionados ao aumento da aridez e à redução da disponibilidade hídrica. Estudos indicam que a região pode experimentar reduções na produtividade agrícola, afetando especialmente a agricultura familiar e os sistemas tradicionais de criação.

A região Sul, atualmente uma potência agrícola nacional, pode perder até 5 milhões de hectares de terras adequadas para a agricultura devido às mudanças climáticas, segundo projeções do Banco Mundial. Uma perda da capacidade produtiva e também desafios socioeconômicos para as comunidades rurais da região.

O Pantanal, maior planície alagável do mundo, enfrenta problemas únicos relacionados às alterações nos padrões de inundação e à intensificação de períodos secos. Mudanças que afetam a pecuária

tradicional da região, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos que sustentam os sistemas produtivos locais.

A Amazônia, fundamental para a regulação climática global, experimenta pressões crescentes relacionadas ao desmatamento, às mudanças nos padrões de precipitação e ao aumento das temperaturas. Afetando os sistemas produtivos locais e trazendo implicações para a estabilidade climática nacional e global.

4.3 Impactos na Pecuária e nas Raças Nativas

A pecuária brasileira enfrenta desafios específicos relacionados às mudanças climáticas, que afetam tanto a produtividade quanto o bem-estar animal. O estresse térmico constitui um dos principais problemas, reduzindo a eficiência reprodutiva, a produção de leite e o ganho de peso dos animais. As raças especializadas, desenvolvidas em condições climáticas diferentes das brasileiras, são particularmente vulneráveis aos impactos.

Sendo assim, as raças nativas emergem como recursos estratégicos para a adaptação às mudanças climáticas. Sua tolerância ao estresse térmico, desenvolvida ao longo de séculos de seleção natural, é uma vantagem competitiva. Estudos de adaptação e aclimação animal, como os realizados por Bridi (2010), demonstram que elas possuem mecanismos fisiológicos e comportamentais que lhes permitem manter a produtividade mesmo em condições de temperatura elevada.

A eficiência no uso das raças nativas torna-se muito importante em um cenário de crescente escassez hídrica e pressão sobre os recursos naturais. A capacidade de manter a produtividade com menor consumo de água e alimentos de menor qualidade é uma adaptação crucial para enfrentar os desafios climáticos futuros.

4.4 Eventos Climáticos Extremos e Sistemas Produtivos

O aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos configura uma ameaça crescente para os sistemas produtivos brasileiros. Inundações, secas prolongadas, tempestades severas e

ondas de calor podem causar interrupções consideráveis nas cadeias de suprimento de alimentos, comprometendo o plantio, a colheita e danificando a infraestrutura agrícola.

As secas prolongadas, cada vez mais frequentes em diversas regiões do país, afetam a disponibilidade de água para irrigação, a qualidade das pastagens e a disponibilidade de alimentos para os animais. Nesse contexto, raças nativas, adaptadas a condições de escassez hídrica, possuem maior resiliência a estes eventos, mantendo a produtividade enquanto raças especializadas enfrentam dificuldades significativas.

As inundações, por outro lado, podem causar perdas diretas de animais e culturas, além de favorecer o desenvolvimento de doenças e comprometer a qualidade dos alimentos. A capacidade de algumas raças nativas, como o Pantaneiro, de lidar com inundações sazonais, oferece insights valiosos para o desenvolvimento de estratégias adaptativas

4.5 Impactos Socioeconômicos e Vulnerabilidades Humanas

Os impactos das mudanças climáticas na agricultura não se limitam aos aspectos produtivos, estendendo-se às dimensões socioeconômicas e humanas. A exposição de trabalhadores rurais a ondas de calor, secas e inundações afeta a sua saúde e bem-estar, e sua produtividade e capacidade de sustento. Segundo Bustamante (2024), a exposição pode afetar fortemente os grupos de baixa e média renda em situações de maior vulnerabilidade, especialmente pequenos agricultores, trabalhadores rurais, famílias de baixa renda, idosos, mulheres e crianças.

Os pequenos agricultores e as comunidades tradicionais, que frequentemente dependem de raças nativas e sistemas produtivos tradicionais, são mais vulneráveis devido à menor capacidade de investimento em tecnologias adaptativas. A grande dependência de recursos naturais locais os torna suscetíveis aos impactos climáticos. Paradoxalmente, são as mesmas comunidades que possuem conhecimentos tradicionais valiosos sobre adaptação climática e conservação de raças nativas.

A agricultura de sequeiro, predominante em muitas regiões do país, é particularmente vulnerável às mudanças nos padrões de precipitação. A variabilidade crescente das chuvas pode torná-los inviáveis, forçando mudanças nos sistemas de cultivo e criação que podem resultar na perda de raças nativas e conhecimentos tradicionais.

4.6 Desafios para a Conservação Genética

As mudanças climáticas representam desafios adicionais para a conservação das raças nativas. A pressão por adaptação rápida pode levar à preferência por raças comerciais percebidas como mais produtivas, acelerando o processo de erosão genética. A redução da viabilidade econômica de sistemas tradicionais pode resultar no abandono da criação de raças nativas, contribuindo para sua extinção.

Assim, a fragmentação de habitats e a alteração de ecossistemas podem afetar as condições ambientais às quais as raças nativas estão adaptadas, reduzindo sua vantagem adaptativa. A conservação *ex-situ*, embora importante, não pode substituir completamente a conservação *in-situ*, que mantém as raças em seus ambientes naturais e permite a continuidade dos processos adaptativos.

A necessidade de adaptação rápida às mudanças climáticas pode criar pressão para a modificação genética das raças nativas, potencialmente alterando características adaptativas desenvolvidas ao longo de séculos. Por isso, o equilíbrio entre conservação e adaptação representa um desafio complexo que requer abordagens cuidadosas e bem fundamentadas.

4.7 Oportunidades de Adaptação e Mitigação

Apesar dos desafios, as mudanças climáticas também criam oportunidades para valorizar e expandir o uso de raças crioulas nativas. O reconhecimento crescente da importância da adaptação climática pode aumentar o interesse por raças com características adaptativas superiores. A busca por sistemas produtivos mais sustentáveis e resilientes pode favorecer a adoção de raças nativas e práticas tradicionais de manejo.

A integração de conhecimentos tradicionais com tecnologias modernas pode resultar em sistemas produtivos inovadores que combinam a adaptação das raças nativas com a eficiência de práticas contemporâneas. O desenvolvimento de programas de melhoramento genético que valorizem características adaptativas pode contribuir para a conservação e o aprimoramento das raças nativas.

A crescente demanda por produtos diferenciados e sustentáveis pode criar mercados específicos para produtos de raças nativas, proporcionando incentivos econômicos para sua conservação. A valorização da origem e da sustentabilidade na produção de alimentos pode transformar as características adaptativas das raças nativas em vantagens competitivas no mercado.

5. Segurança e Soberania Alimentar no Contexto Brasileiro

5.1 Conceitos Fundamentais e Distinções

A compreensão adequada dos conceitos de segurança alimentar e soberania alimentar é fundamental para o desenvolvimento de políticas eficazes de combate à fome e promoção de sistemas alimentares sustentáveis. Embora frequentemente utilizados de forma complementar, são conceitos com diferenças de enfoque que têm implicações significativas para as estratégias de desenvolvimento rural e conservação de raças nativas.

A segurança alimentar, conforme definida pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), refere-se ao acesso universal a alimentos suficientes, seguros e nutritivos para viver de forma saudável. O foco está no acesso físico e econômico aos alimentos, sem necessariamente considerar como ou onde são produzidos. A abordagem inclui frequentemente o comércio global como mecanismo para suprir déficits alimentares locais, permitindo a importação de alimentos para garantir o abastecimento.

A soberania alimentar, por sua vez, foi proposta pela organização internacional La Via Campesina em 1996 como uma alternativa crítica ao conceito de segurança alimentar. Ela refere-se ao direito dos povos de definir suas próprias políticas e estratégias sustentáveis de produção, distribuição e consumo de alimentos, respeitando as

culturas locais e o meio ambiente. A soberania alimentar vai além do acesso aos alimentos, defendendo o direito das comunidades de definir suas próprias políticas agrícolas, com foco no controle local, preservação cultural e proteção ambiental.

5.2. Os Pilares da Soberania Alimentar e as Raças Nativas

Os seis pilares da soberania alimentar, estabelecidos no Fórum de Nyéléni em 2007, fornecem um framework para compreender como as raças crioulas nativas se inserem na construção de sistemas alimentares soberanos. O primeiro pilar, que enfatiza o foco nas pessoas e trata a alimentação como direito fundamental, encontra nas raças nativas um instrumento para garantir o acesso a alimentos culturalmente apropriados e nutricionalmente adequados para as comunidades rurais.

A valorização dos produtores de alimentos, segundo pilar da soberania alimentar, está intimamente relacionada à conservação de raças nativas. Estas raças são frequentemente mantidas por pequenos agricultores e comunidades tradicionais que possuem conhecimentos específicos sobre seu manejo e utilização. O apoio aos produtores por meio de políticas de conservação e valorização das raças nativas contribui diretamente para o fortalecimento da agricultura familiar e dos modos de vida tradicionais.

O terceiro pilar, que promove mercados locais e a redução da distância entre produtores e consumidores, é facilitado pelo uso de raças nativas adaptadas às condições locais. São raças que permitem a produção de alimentos em regiões onde raças especializadas enfrentariam dificuldades, contribuindo para a diversificação da produção local e a redução da dependência de importações.

O controle local sobre a produção de alimentos, quarto pilar da soberania alimentar, é fortalecido pela manutenção de raças nativas que não dependem de insumos externos ou tecnologias proprietárias. A autonomia genética proporcionada pelas raças nativas permite que as comunidades mantenham controle sobre seus sistemas produtivos, reduzindo a dependência de corporações multinacionais.

A valorização de conhecimentos e habilidades tradicionais, quinto pilar, está diretamente relacionada à conservação de raças

nativas. Estes animais são repositórios de conhecimentos tradicionais sobre manejo, seleção e utilização, representando sistemas integrados de produção que combinam aspectos técnicos, culturais e ambientais.

O sexto pilar, que promove a produção agroecológica e rejeita métodos destrutivos, encontra nas raças nativas aliados naturais. Estas raças, adaptadas aos ecossistemas locais, frequentemente requerem menor uso de insumos externos e são mais compatíveis com práticas agroecológicas sustentáveis.

5.3 A Situação da Segurança Alimentar no Brasil

O Brasil apresenta um paradoxo alimentar que evidencia a diferença entre segurança e soberania alimentar. Apesar de ser um dos maiores produtores e exportadores de alimentos do mundo, o país ainda convive com altos níveis de insegurança alimentar. Segundo dados do IBGE, aproximadamente 8,7 milhões de brasileiros estão em situação de fome, demonstrando que a capacidade produtiva não se traduz automaticamente em acesso universal aos alimentos.

Tal situação reflete as limitações de um modelo de desenvolvimento agrícola focado na produção para exportação, frequentemente baseado em monoculturas e raças especializadas para alta produtividade. Embora este modelo tenha contribuído para o crescimento econômico do setor agrícola, não promoveu necessariamente a segurança alimentar das populações mais vulneráveis ou a conservação da diversidade genética.

A concentração da produção em poucas culturas e raças especializadas cria vulnerabilidades sistêmicas que podem ser exacerbadas pelas mudanças climáticas. A dependência de raças exóticas, frequentemente menos adaptadas às condições brasileiras, pode comprometer a resiliência dos sistemas produtivos frente a eventos climáticos extremos.

5.4. Políticas Públicas e Marcos Institucionais

O Brasil desenvolveu um marco institucional para abordar questões de segurança alimentar, com a criação do Sistema Nacional

de Segurança Alimentar e Nutricional (Sisan) em 2006. Este sistema tem a função de coordenar políticas e ações em prol do direito à alimentação adequada e combater a fome no país, sendo um avanço importante na institucionalização das políticas alimentares.

Entre as políticas relevantes para o avanço da soberania alimentar, destacam-se o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), que incentivam a compra de produtos da agricultura familiar e aumentam a inclusão de alimentos locais e saudáveis nas escolas. Eles criam mercados institucionais para produtos da agricultura familiar, incluindo aqueles derivados de raças nativas, contribuindo para a valorização da produção local.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima, a partir do Plano Clima 2024-2035, reconhece a importância da adaptação climática para a segurança alimentar. Incluindo estratégias específicas para a agropecuária, com foco na implementação de práticas sustentáveis e no desenvolvimento de tecnologias adaptativas. A conservação de raças nativas pode ser integrada como componente fundamental da adaptação climática.

5.5 O Papel da Agricultura Familiar na Soberania Alimentar

A agricultura familiar desempenha papel central na construção da soberania alimentar brasileira, sendo responsável por uma parcela significativa da produção de alimentos para o mercado interno. Segundo dados do Censo Agropecuário, a agricultura familiar produz 70% dos alimentos consumidos pelos brasileiros, demonstrando sua importância estratégica para a segurança alimentar nacional.

As raças nativas estão intimamente associadas à agricultura familiar, sendo frequentemente mantidas por pequenos produtores que valorizam suas características adaptativas e sua adequação aos sistemas produtivos tradicionais. Por isso, a conservação delas está, portanto, diretamente relacionada ao fortalecimento da agricultura familiar e à promoção da soberania alimentar.

A diversificação produtiva característica da agricultura familiar favorece a manutenção de raças nativas, que frequentemente

são utilizadas em sistemas integrados de produção. Esta diversificação contribui para a resiliência dos sistemas produtivos e para a segurança alimentar das famílias rurais, que dependem de múltiplas fontes de alimentos e renda.

5.6 Desafios da Transição Alimentar

O Brasil experimenta uma transição alimentar caracterizada pela substituição crescente de alimentos naturais e tradicionais por produtos ultraprocessados. Provocando implicações significativas para a segurança alimentar e nutricional, resultando em déficits nutricionais mesmo em contextos de sobrepeso e obesidade.

A perda de diversidade alimentar associada à transição reduz a demanda por produtos tradicionais, incluindo aqueles derivados de raças nativas. A homogeneização da dieta contribui para a erosão da diversidade genética animal e vegetal, criando vulnerabilidades sistêmicas nos sistemas alimentares.

Portanto, a valorização de alimentos tradicionais e a promoção da diversidade alimentar são estratégias importantes para reverter esta tendência e promover tanto a segurança nutricional quanto a conservação da diversidade genética. As raças nativas podem contribuir para a diversificação, oferecendo produtos com características nutricionais e organolépticas diferenciadas.

5.7 Sistemas Alimentares Resilientes e Mudanças Climáticas

Para a construção de sistemas alimentares resilientes às mudanças climáticas, é preciso a diversificação das bases genéticas da produção animal. A dependência de poucas raças especializadas cria vulnerabilidades que podem ser exploradas por eventos climáticos extremos, pragas ou doenças. A manutenção de raças nativas diversificadas oferece opções adaptativas que podem ser cruciais em cenários de mudança climática.

No entanto, a resiliência dos sistemas alimentares também depende da manutenção de conhecimentos tradicionais sobre manejo e conservação. As comunidades que mantêm raças nativas

frequentemente possuem conhecimentos específicos sobre adaptação a variações climáticas, técnicas de manejo sustentável e estratégias de conservação que podem ser valiosos para enfrentar os desafios futuros.

A integração de raças nativas em sistemas produtivos modernos pode contribuir para a construção de sistemas alimentares que combinam produtividade com sustentabilidade e resiliência. Esta integração requer o desenvolvimento de tecnologias apropriadas e políticas que valorizem as características adaptativas das raças nativas.

5.8 Soberania Alimentar e Justiça Social

A soberania alimentar está intimamente relacionada à justiça social, promovendo o acesso equitativo aos recursos produtivos e aos alimentos. As raças nativas, frequentemente mantidas por comunidades marginalizadas, podem contribuir para a redução das desigualdades no acesso aos alimentos e aos meios de produção.

Nesse contexto, a valorização das raças nativas e dos conhecimentos tradicionais associados pode contribuir para o empoderamento de comunidades rurais, especialmente povos indígenas, quilombolas e agricultores familiares. O reconhecimento do valor destes recursos genéticos e conhecimentos pode resultar em benefícios econômicos e sociais para estas comunidades.

A promoção da soberania alimentar através da conservação de raças nativas também contribui para a preservação da diversidade cultural, mantendo tradições alimentares e práticas de manejo que são parte integrante da identidade cultural das comunidades rurais.

Nesse sentido, os mercados diferenciados para produtos de raças nativas podem contribuir para a promoção da soberania alimentar. A certificação de origem e a rastreabilidade podem agregar valor aos produtos de raças nativas, criando incentivos econômicos para sua conservação. O desenvolvimento de marcas e selos de qualidade específicos para produtos de raças nativas pode contribuir para sua diferenciação no mercado e para a educação dos consumidores sobre sua importância. Além disso, a promoção do turismo rural e gastronômico baseado em produtos de raças nativas pode criar fontes adicionais de renda para as comunidades rurais, contribuindo para a viabilidade econômica da conservação. A valorização da gastronomia

tradicional e dos produtos locais pode fortalecer a identidade cultural e promover a soberania alimentar.

6. Perspectivas e Recomendações Futuras

O futuro das raças crioulas nativas brasileiras depende da implementação de estratégias integradas de conservação que combinem abordagens in-situ e ex-situ, envolvendo múltiplos atores e níveis de governança.

A integração da conservação de raças nativas nas políticas de mudanças climáticas é fundamental para reconhecer seu papel na adaptação e mitigação. O Plano Nacional de Adaptação deve incluir estratégias específicas para a conservação e utilização de raças nativas como componente da adaptação climática da agropecuária, a exemplo dos programas de melhoramento genético participativo tratados com detalhes no capítulo 7.

Integrar as raças nativas em sistemas de produção sustentável representa uma oportunidade para conciliar produtividade, conservação e adaptação climática. Os sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta (ILPF) podem beneficiar-se das características adaptativas das raças nativas, que frequentemente demonstram melhor desempenho em sistemas diversificados.

6.1 Cenários Futuros e Adaptação Climática

O desenvolvimento de cenários futuros para as raças nativas, considerando diferentes trajetórias de mudanças climáticas, pode orientar estratégias de longo prazo. Os cenários devem considerar os aspectos climáticos e as mudanças socioeconômicas e tecnológicas.

A identificação de raças com maior potencial adaptativo para diferentes cenários climáticos pode orientar prioridades de conservação e utilização. Devendo considerar características genéticas, fisiológicas e comportamentais relacionadas à adaptação climática.

O desenvolvimento de estratégias adaptativas específicas para diferentes regiões e sistemas produtivos pode maximizar o potencial

das raças nativas para a adaptação climática. As estratégias devem ser desenvolvidas em colaboração com produtores e comunidades locais.

A integração das raças nativas em estratégias nacionais de adaptação às mudanças climáticas pode reconhecer seu papel fundamental na construção de sistemas agropecuários resilientes, considerando tanto aspectos produtivos quanto de conservação da diversidade genética.

7. Considerações Finais

O futuro das raças crioulas nativas brasileiras está intrinsecamente ligado à construção de um sistema alimentar soberano, resiliente e sustentável. O presente capítulo demonstrou que elas representam muito mais que recursos genéticos; constituem pilares fundamentais para a adaptação às mudanças climáticas, a promoção da soberania alimentar e a manutenção da diversidade cultural e biológica do país.

Os desafios impostos pelas mudanças climáticas à agricultura brasileira são significativos e crescentes. Os prejuízos da agropecuária no valor de R\$ 260 bilhões nos últimos dez anos tornam evidente a necessidade de estratégias adaptativas eficazes. Logo, as raças nativas emergem como componentes essenciais, oferecendo alternativas resilientes aos sistemas produtivos convencionais baseados em raças especializadas menos adaptadas às condições brasileiras.

A soberania alimentar, conceito que transcende a mera segurança alimentar, encontra nas raças nativas instrumentos fundamentais para sua concretização. Os seis pilares da soberania alimentar - foco nas pessoas, valorização dos produtores, mercados locais, controle local, conhecimentos tradicionais e produção agroecológica - são todos fortalecidos pela conservação e utilização das raças nativas. Pois, elas permitem que as comunidades rurais mantenham autonomia sobre seus sistemas produtivos, reduzindo a dependência de insumos externos e tecnologias proprietárias.

O futuro das raças crioulas nativas brasileiras e da soberania alimentar nacional está interconectado. A conservação e valorização, além de serem preservação do patrimônio genético, são uma estratégia fundamental para construir um futuro alimentar mais justo, sustentável e resiliente. O sucesso desta empreitada dependerá da capacidade de

articular diferentes atores e setores em torno de uma visão comum que reconheça o valor estratégico das raças nativas para o desenvolvimento nacional.

A urgência dos desafios climáticos e alimentares contemporâneos exige ação imediata e coordenada. As raças crioulas nativas brasileiras, testadas pelo tempo e adaptadas às condições locais, oferecem soluções comprovadas que podem contribuir significativamente para enfrentar estes desafios. Sua conservação e valorização são investimentos no futuro da agricultura brasileira e na segurança alimentar das gerações futuras.

8. Referências bibliográficas

Bridi, A. M. (2010). **Adaptação e aclimação animal**. UEL, Londrina. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/60857605/AdaptacaoAclimatacaoAnimal20191010-95309-1kbw7u.pdf>.

Bustamante, M. (2024). **Mudanças climáticas e segurança alimentar**. In: Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Brasília: Governo Federal. Disponível em: <https://www.gov.br/secretariageral/pt-br/noticias/2024/maio/mudancas-climaticas-consea-discute-o-impacto-direto-e-significativo-sobre-a-inseguranca-alimentar>.

Carvalho, G. M. C., Silva, L. R. F., Almeida, M. J. O., *et al.* (2013). Avaliações fenotípicas da raça bovina Curraleiro Pé-duro do Semiárido do Brasil. **Archivos de Zootecnia**, 62(237), 1-12. Disponível em: <https://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v62n237/art2.pdf>.

CompreRural. (2025). **Raças bovinas nativas do Brasil**. Portal CompreRural. Disponível em: <https://www.comprerural.com/racas-bovinas-nativas-do-brasil/>.

Governo Federal. (2024). **Mudanças Climáticas: Consea discute o impacto direto e significativo sobre a insegurança alimentar**. Secretaria-Geral da Presidência da República. Disponível em: <https://www.gov.br/secretariageral/pt-br/noticias/2024/maio/mudancas->

climaticas-conseja-discute-o-impacto-direto-e-significativo-sobre-a-inseguranca-alimentar.

La Via Campesina. (1996). **Declaração sobre Soberania Alimentar**. Fórum Mundial sobre Soberania Alimentar, Roma.

Luz Junior, W. S., Gomes, N. S., *et al.* (2019). Pesquisa-ação: raças nativas para fortalecimento da agricultura familiar no assentamento Chupeiro, Eliseu Martins-PI. **Informe Econômico**, 1(1), 1-15. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/ie/article/view/345>.

McManus, C., Krewer, C. C., Seixas, L., Melo, C., *et al.* (2010). A Raça Caracu. **Série Técnica AnGR. Universidade de Brasília**. Disponível em: http://www.animal.unb.br/images/Arquivos_do_Site/AnGR_-_Serie_tecnica_raa_caracu.pdf.

Pacto Contra a Fome. (2024). Soberania alimentar: entenda o que é e qual a situação no Brasil. Disponível em: <https://pactocontrafome.org/soberania-alimentar/>.

CONSERVAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DE RAÇAS AMEAÇADAS

O livro *Conservação e uso sustentável de raças ameaçadas* reúne reflexões, pesquisas e experiências sobre a importância da preservação da diversidade genética animal frente aos desafios ambientais, econômicos e sociais contemporâneos. A obra aborda estratégias de conservação, políticas públicas, práticas sustentáveis e perspectivas científicas voltadas à valorização de raças em risco de extinção, destacando seu papel fundamental para a segurança alimentar, a biodiversidade e o desenvolvimento sustentável. Destinado a pesquisadores, estudantes e profissionais das áreas agrárias, ambientais e biológicas, o livro contribui para o fortalecimento do debate sobre a conservação como compromisso ético e científico com as gerações presentes e futuras.



EDITORA
ANTROPUS