

# CONSERVAÇÃO, USO E MELHORAMENTO DE GALINHAS CAIPIRAS



DÉBORA ARAÚJO DE CARVALHO  
JOSÉ LINDENBERG ROCHA SARMENTO  
MARCOS JACOB DE OLIVEIRA ALMEIDA  
(ORGANIZADORES)

# CONSERVAÇÃO, USO E MELHORAMENTO DE GALINHAS CAIPIRAS



DÉBORA ARAÚJO DE CARVALHO  
JOSÉ LINDENBERG ROCHA SARMENTO  
MARCOS JACOB DE OLIVEIRA ALMEIDA  
(ORGANIZADORES)

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Heriberto Silva Nunes Bezerra – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Prof<sup>a</sup> Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
C755	<p>Conservação, uso e melhoramento de galinhas caipiras / Organizadores Débora Araújo de Carvalho, José Lindenberg Rocha Sarmento, Marcos Jacob de Oliveira Almeida. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-003-2 DOI 10.22533/at.ed.032202704</p> <p>1. Galinhas – Criação – Brasil. 2. Aves – Genética. I. Carvalho, Débora Araújo de. II. Sarmento, José Lindenberg Rocha. III. Almeida, Marcos Jacob de Oliveira.</p> <p style="text-align: right;">CDD 636.51</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Como presidente da Rede Ibero-Americana para a Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável dos Animais Domésticos Locais - Rede CONBIAND, há anos tenho interagido com um grupo interessante de pesquisadores piauienses muito ativos e sensibilizados para a conservação das raças locais do Nordeste brasileiro. Seu importante trabalho com as raças nativas de galinhas da região se destacou muito entre os 25 países que compõem nossa organização.

Hoje tenho a honra de ser convidado a prefaciar um livro resultante dos longos anos de pesquisa desse grande grupo, que reflete a sabedoria e a experiência adquiridas com os projetos de caracterização e conservação dessas raças aviárias.

O livro “**Conservação, Uso e Melhoramento de Galinhas Caipiras**”, começa revisando a importância científica das galinhas Caipiras no Brasil e no mundo. Em um interessante segundo capítulo, apresenta a análise demográfica dessas populações da perspectiva de sua definição e caracterização. O livro continua apresentando os métodos para selecionar os melhores reprodutores e matrizes são descritos no contexto das galinhas caipiras. No quarto capítulo, o gene da leptina é proposto como candidato à seleção dessas raças de galinhas, oferecendo conclusões interessantes e muito práticas. Continua com um estudo aprofundado sobre a caracterização genética de raças importantes como a Canela-Preta, uma raça com grandes perspectivas. O capítulo dedicado à apresentação das raças caipiras brasileiras e suas possíveis raças ancestrais da Península Ibérica é muito atraente. Em seguida um capítulo prático dedicado à extração de amostras de sangue, revisando as alternativas existentes. Este livro é ampliado com a descrição dos métodos para o uso de DNA mitocondrial no estudo da microevolução de populações de galinhas caipiras. Finalizando, os capítulos 9 e 10 enfocam a caracterização funcional dessas aves, respectivamente, pelas funcionalidades de ovos e carne.

Como comentário final, eu gostaria de recomendar a leitura deste texto interessante que, sem dúvida, estimulará a estudiosos das raças de galinhas locais.

Juan Vicente Delgado Bermejo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E GENÉTICA DAS RAÇAS NATIVAS DE GALINHAS CAIPIRAS: UMA REVISÃO	
Débora Araújo de Carvalho José Lindenberg Rocha Sarmiento Marcos Jacob de Oliveira Almeida Abigail Araújo de Carvalho Artur Oliveira Rocha Maria Claudene Barros Fábio Barros Britto Elmary da Costa Fraga Darllan Alves Evangelista Lima Marcos David Figueiredo de Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0322027041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
PARÂMETROS GENÉTICOS POPULACIONAIS APLICADOS NA CARACTERIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE RAÇAS NATIVAS	
Débora Araújo de Carvalho José Lindenberg Rocha Sarmiento Marcos Jacob de Oliveira Almeida Abigail Araújo de Carvalho Artur Oliveira Rocha Maria Claudene Barros Fábio Barros Britto Elmary da Costa Fraga Luciano Silva Sena Geice Ribeiro da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0322027042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>18</b>
GALINHAS CAIPIRAS NATIVAS: SELEÇÃO DE INDIVÍDUOS GENETICAMENTE SUPERIORES	
Abigail Araújo de Carvalho Artur Oliveira Rocha Débora Araújo de Carvalho José Lindenberg Rocha Sarmiento Marcos Jacob de Oliveira Almeida Bruna Lima Barbosa Darllan Alves Evangelista Lima Marcos David Figueiredo de Carvalho Geandro Carvalho Castro Joselice da Silva Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0322027043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>27</b>
O GENE LEPTINA E SEU RECEPTOR NO MELHORAMENTO GENÉTICO DE GALINHAS CAIPIRAS	
Artur Oliveira Rocha Débora Araújo de Carvalho José Lindenberg Rocha Sarmiento Darllan Alves Evangelista Lima Marcos Jacob de Oliveira Almeida Abigail Araújo de Carvalho Bruna Lima Barbosa	

Geice Ribeiro da Silva  
Maria Histelle Sousa do Nascimento  
Marcos David Figueiredo de Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.0322027044**

**CAPÍTULO 5 ..... 37**

**CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA E GENÉTICA EM POPULAÇÕES DE GALINHAS NATIVAS**

Débora Araújo de Carvalho  
Cristina Moreira Bonafé  
Maria Del Pilar Rodriguez-Rodriguez  
José Lindenberg Rocha Sarmiento  
Marcos Jacob de Oliveira Almeida  
Abigail Araújo de Carvalho  
Luiz Antonio Silva Figueiredo Filho  
Manoel Braz da Silva Júnior  
Bruna Lima Barbosa  
Artur Oliveira Rocha  
Marcos David Figueiredo de Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.0322027045**

**CAPÍTULO 6 ..... 48**

**RAÇAS NATIVAS DE GALINHAS DO BRASIL E PAÍSES DA PENÍNSULA IBÉRICA**

Débora Araújo de Carvalho  
José Lindenberg Rocha Sarmiento  
Marcos Jacob de Oliveira Almeida  
Abigail Araújo de Carvalho  
Artur Oliveira Rocha  
Maria Claudene Barros  
Elmary da Costa Fraga  
Maria Histelle Sousa do Nascimento  
Fábio Barros Britto  
Marcos David Figueiredo de Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.0322027046**

**CAPÍTULO 7 ..... 61**

**COLETA DE SANGUE E EXTRAÇÃO DO DNA DE AVES: UMA REVISÃO**

Artur Oliveira Rocha  
Débora Araújo de Carvalho  
José Lindenberg Rocha Sarmiento  
Abigail Araújo de Carvalho  
Marcos Jacob de Oliveira Almeida  
Bruna Lima Barbosa  
Luciano Silva Sena  
Geandro Carvalho Castro  
Joselice da Silva Pereira  
Marcos David Figueiredo de Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.0322027047**

**CAPÍTULO 8 ..... 72**

**DESENHO E OTIMIZAÇÃO DE *PRIMERS* PARA ESTUDOS A PARTIR DO DNA MITOCONDRIAL DA ESPÉCIE *GALLUS GALLUS***

Darllan Alves Evangelista Lima  
Artur Oliveira Rocha  
Débora Araújo de Carvalho  
José Lindenberg Rocha Sarmiento

Marcos Jacob de Oliveira Almeida  
Abigail Araújo de Carvalho  
Bruna Lima Barbosa  
Manoel Braz da Silva Júnior  
Maria Histelle Sousa do Nascimento  
Luiz Antonio Silva Figueiredo Filho

**DOI 10.22533/at.ed.0322027048**

**CAPÍTULO 9 ..... 80**

ESTRUTURA, PADRÃO FENOTÍPICO, CONSTITUINTES NUTRICIONAIS E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE OVOS DE GALINHAS

Abigail Araújo de Carvalho  
Débora Araújo de Carvalho  
Marcos Jacob de Oliveira Almeida  
Artur Oliveira Rocha  
José Lindenberg Rocha Sarmiento  
Bruna Lima Barbosa  
Luciano Silva Sena  
José Elivalto Guimarães Campelo  
Marcos David Figueiredo de Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.0322027049**

**CAPÍTULO 10 ..... 90**

CURVA DE CRESCIMENTO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA EM AVES CAIPIRAS

Leandra Polliny Morais Machado  
José Lindenberg Rocha Sarmiento  
Antônio de Sousa Júnior  
Tatiana Saraiva Torres  
Luciano Silva Sena  
Diego Helcias Cavalcante  
Marcelo Richelly Alves de Oliveira  
Laylson da Silva Borges  
Débora Araújo de Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.03220270410**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 101**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 102**

# CAPÍTULO 1

## IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E GENÉTICA DAS RAÇAS NATIVAS DE GALINHAS CAIPIRAS: UMA REVISÃO

Data de aceite: 19/03/2020

### **Débora Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/5713516699845140>

### **José Lindenberg Rocha Sarmiento**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/1991742176699922>

### **Marcos Jacob de Oliveira Almeida**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Meio-Norte (Embrapa MN) Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/2068380243699918>

### **Abigail Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella,  
Teresina Piauí

<http://lattes.cnpq.br/2914794424016683>

### **Artur Oliveira Rocha**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/8991807731249154>

### **Maria Claudene Barros**

Universidade Estadual do Maranhão, *Campus* de  
Caxias  
Caxias, Maranhão

<http://lattes.cnpq.br/5604314745118032>

### **Fábio Barros Britto**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/2083496076356788>

### **Elmary da Costa Fraga**

Universidade Estadual do Maranhão, *Campus* de  
Caxias  
Caxias, Maranhão

<http://lattes.cnpq.br/9400992635027394>

### **Darllan Alves Evangelista Lima**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/4563031138991290>

### **Marcos David Figueiredo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/3825794988148916>

**RESUMO:** Os estudos que visam à caracterização, à conservação e ao melhoramento de galinhas de raças nativas tendem a crescer expressivamente, dado o potencial econômico desse tipo de ave. Para tanto, se faz necessária a promoção, no meio científico agropecuário, das características qualitativas e do papel que as aves nativas

possuem no desenvolvimento do país. Esta revisão de literatura foi realizada com o objetivo de analisar a importância socioeconômica e genética das raças nativas de galinhas, bem como a relevância da conservação e utilização genética dessas aves. As raças nativas são conhecidas por sua tolerância a diversas condições de ambiente. Por esse motivo podem ser consideradas bancos de genes para o desenvolvimento de novas linhagens na avicultura industrial, levando-se em consideração as mudanças climáticas que vêm ocorrendo e a importância da produção da raça pura, que é realizada principalmente por pequenos agricultores locais (o que as torna patrimônio nacional), é possível entender a relevância de conservar esses materiais genéticos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avicultura, Conservação, Raças nativas, Recursos Genéticos.

## SOCIOECONOMIC AND GENETIC IMPORTANCE OF NATIVE BREEDS OF CHICKENS: A REVIEW

**ABSTRACT:** Studies aimed at characterizing, conserving and improving chickens of native breeds tend to grow significantly, given the economic potential of this type of bird. Therefore, it is necessary to promote in the agricultural scientific environment, the qualitative characteristics and the role that native birds have in the development of the country. This literature review was carried out with the objective of analyzing the socioeconomic and genetic importance of the native breeds of chickens, as well as the relevance of the conservation and use of the genetics of these birds. Native breeds are identified by their tolerance in various environmental conditions. For this reason, gene banks can be used for the development of new lines in industrial agriculture, taking into account how climate changes occur with the importance of purebred production, which is carried out mainly by small local groups (or as becomes national heritage), it is possible to understand the relevance of conserving these genetic materials.

**KEYWORDS:** Poultry, Conservation, Native breeds, Genetic Resources.

### 1 | INTRODUÇÃO

O meio rural tem sido visto como portador de soluções para os problemas de desemprego e para a melhoria da qualidade de vida. As atividades neste campo específico exigem a permanência dos produtores na propriedade para melhor gerir a criação, contribuindo para a geração de renda da família e para a geração de emprego. Essa atividade é típica de pequena propriedade rural. Contudo, a maioria dos pequenos produtores não tem condições de competir com a produção avícola industrial. Por isso, deve-se pensar na avicultura familiar e nos produtos oriundos da produção tradicional como uma atividade diferenciada, rentável e adaptável à realidade produtiva tradicional (FONTEQUE et al., 2014; CARVALHO et al., 2016).

Paralelamente, o consumo de carne avícola (frango de corte) é o terceiro maior do mundo (GUIMARÃES et al., 2017), o que reforça a necessidade de produção de aves em larga escala. Todavia, são as raças nativas as geradoras de linhagens industriais, uma vez que estas últimas surgiram bem depois da existência das raças tradicionais. As linhagens industriais pioneiras são, portanto, afunilamento genético, pressão de seleção dentro das raças já existentes. A seleção de linhagens especializadas é uma tecnologia moderna quando comparada à existência das raças nativas. Essa afirmação demonstra a relevância da conservação dessas raças, não só pela sua importância histórico-cultural, uma vez que cada raça representa um patrimônio genético de um país, mas pela sua importância para a avicultura de subsistência e industrial. Entretanto, apenas 25% dessas raças de galinhas nativas estão em algum tipo de programa de conservação (HOLFFMANN, 2009; DAMBRÓS JUNIOR, 2010). Isso implica na necessidade de ações com fins de resgatar, estudar e conservar esses animais.

Houve uma conscientização por parte dos pesquisadores no que tange à importância das raças nativas domésticas na biodiversidade mundial, devido aos genes e combinações gênicas que estas possuem e que podem ser úteis na agropecuária no futuro (MARIANTE et al., 2008; CARVALHO et al., 2016). Segundo Egito (2007), para a manutenção da espécie, cada raça possui, possivelmente, uma combinação única de genes, sendo a presença e a frequência das formas alélicas a base da variação genotípica. Com isso, a diversidade genética dentro das espécies domésticas está refletida na variedade de tipos e raças que existem e na variação presente dentro de cada uma. Nesse contexto, a diversidade genética é imprescindível para o melhoramento genético sustentável, uma vez que não é possível prever com objetividade quais características poderão ser necessárias no futuro.

Assim, o foco primordial no estabelecimento de estratégias para conservação deve ser a caracterização das raças e populações de modo a fornecer uma visão global da diversidade genética existente. Estudos de caracterização genética de raças de galinhas nativas têm sido realizados por alguns países, como Espanha, Índia e Peru (CARVALHO, et al., 2016). Contudo, são necessários mais trabalhos, envolvendo outras regiões, que busquem elucidar a origem, a formação, a distância genética e a variabilidade genética dessas aves. De maneira geral, a realização de estudos comparativos de diversidade genética e da relação genética entre as diferentes raças existentes no mundo consolida uma base de dados ampla com aplicações para conservação, compreensão da evolução e uso em programas de seleção (EGITO, 2007).

Os marcadores moleculares tipo microssatélites e a região *D-loop* do DNA mitocondrial têm sido amplamente utilizados em estudos de diversidade genética.

Segundo a FAO, as pesquisas fazendo uso desses marcadores consolidaram-se na primeira década dos anos 2000 (FAO, 2004; FONTEQUE et al., 2014). Vale ressaltar que a população está em ascensão e, com isso, a demanda na produção de proteína de origem animal está cada dia maior. Por esse motivo faz-se necessário maior difusão de estudos que permitam conhecer a composição genética de aves nativas, bem como sua origem e evolução, pois essas informações subsidiarão programas de conservação, utilização e melhoramento genético.

Neste capítulo, será apresentada uma discussão sobre a importância socioeconômica e genética das raças nativas de galinhas caipiras, bem como a relevância da conservação e utilização genética dessas aves.

## 2 | CLASSIFICAÇÃO E ORIGEM DAS GALINHAS

As galinhas domésticas pertencem ao reino Animalia, filo Chordata, classe aves, ordem galliformes, família Phasianidae, gênero *Gallus*, Espécie *Gallus gallus*, subespécie *Gallus gallus domesticus*. A origem das galinhas domésticas ascende de até quatro tipos de galinhas selvagens (*Jungle Fowl*): *Gallus sonnerati* (*Grey Jungle Fowl*); *Gallus gallus* (*Red Jungle Fowl*); *Gallus lafayettei* (*Ceylon Jungle Fowl*); e o *Gallus varius* (*Green Jungle Fowl*) (DELACOUR, 1977; MOISEYEVA et al., 2003). Baseados em estudos filogenéticos, pesquisadores defendem que o *Red Jungle Fowl* (*Gallus gallus*), proveniente do Sudoeste asiático, aparenta ser a espécie mais próxima das galinhas caipira atuais (HIRST, 2014).

Achados arqueológicos apontam que a evidência das primeiras galinhas domésticas ocorreu por volta do ano 5400 a.C., no continente Asiático, mais precisamente na China. As galinhas eram criadas com intuítos sagrados, pois até então era proibido o consumo de sua carne. Posteriormente, as aves espalharam-se pela Pérsia e Grécia antiga devido à cultura de lutas de galos que era habitual na época. As galinhas são conhecidas em todo mundo por sua característica de adaptabilidade às diversas condições climáticas. Por conta dessa particularidade, elas se expandiram a todos os continentes. Com o advento da invasão romana, a galinha foi introduzida em todo o seu império, inclusive nos países da Península Ibérica (DGAV, 2013; HISTER, 2014; CLAUER, 2016).

## 3 | GALINHAS CAIPIRAS NO BRASIL

Correntes de pesquisadores, em sua maioria, defendem que as galinhas caipiras foram introduzidas no Brasil por meio da colonização da Península Ibérica (Portugal e Espanha), por volta do ano de 1500. Contudo, outra corrente científica,

menor, acredita que as galinhas caipiras nacionais foram possivelmente introduzidas antes mesmo da colonização, quando corsários franceses abasteciam seus navios com pau-brasil a partir da troca com os índios por espelho, pentes, ferramentas e galinhas que sobravam de suas dispensas. O ponto em comum de ambos é que essas aves foram introduzidas no país por povos europeus (MESQUITA, 1970; FONTEQUE et al., 2014; CARVALHO, 2016).

Essas galinhas foram soltas em quintas e fazendas em todas as regiões do Brasil. Houveram cruzamentos aleatórios entre esses grupos genéticos durante séculos e com isso surgiram as raças de galinhas nativas brasileiras. Essas aves são criadas principalmente por pequenos agricultores e têm um papel muito importante para a agricultura familiar: são importantes fontes de alimento e renda para essas famílias. A cultura da criação doméstica desses tipos de animais em território nacional é realizada desde a colonização e se estende até os dias atuais (MESQUITA, 1970; CARVALHO, 2016).

Considera-se as galinhas caipiras tolerantes às condições edafoclimáticas do Brasil, menos susceptíveis a doenças e tolerantes à baixa oferta qualitativa e quantitativa de alimentos. Em geral, essas aves são criadas a campo, no sistema extensivo. Elas desenvolvem papéis relevantes na cultura brasileira, pois acompanham a migração humana desde a colonização (FONTEQUE et al., 2014; CARVALHO et al., 2016). Seus produtos (carne e ovos) são muito apreciados e têm valor financeiro diferenciado e atrativo quando comparados a preços de produtos das aves especializadas. A galinha caipira possui características próprias de sabor e textura da carne e ovos que a destaca no mercado consumidor (TODANO et al., 2009).

A promoção da produção de galinhas nativas fortalece a agricultura familiar, possibilitando a utilização sustentável e promovendo a conservação pelo seu uso. Criadas em sistema semelhante ao orgânico, essas aves tornaram-se potencialmente lucrativas. Isso porque a procura por alimentos que tende à produção tradicional teve um relevante aumento desde a década de 1980. Por conta desse fator, tem sido crescente a valorização de galinhas nativas, o que aponta para necessidade de maior exploração produtiva e comercial dessas aves e seus produtos (MORENG E AVENS, 1990; CARVALHO et al., 2015).

#### **4 | IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO DAS RAÇAS NATIVAS**

A manutenção da diversidade genética dentro de espécies tem sido preocupação de pesquisadores e instituições em todo mundo, uma vez que a variabilidade intrapopulacional está relacionada à adaptação gênica de cada raça

dentro da espécie. A perda da diversidade genética acarreta prejuízos ao patrimônio genético de cada país, além de reduzir o leque de opções de combinações gênicas a serem usadas no desenvolvimento de produtos de origem animal especializados (linhagens e híbridos) para alimentação da crescente população mundial. Dada essa realidade, em 1993 a FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura) lançou um programa internacional com o objetivo de salvaguardar e difundir a diversidade genética, catalogar os recursos de cada região, descobrir quais as raças que estão em perigo de extinção e arranjar soluções para contrariar a extinção (FAO, 2007).

Existem muitas raças de galinhas em todo mundo que ainda não são catalogadas. Ainda assim, das que são, apenas 25% delas não corre risco de extinção; 41% estão classificadas como risco desconhecido; 31% sofre algum risco de extinção; e 3% já foram oficialmente extintas da natureza (FAO, 2013), situação essa que precisa urgentemente ser revertida.

Contudo, um novo nicho de mercado tem se apresentado promissor: nos dias atuais, com o consumidor cada vez mais exigente, a certificação dos produtos é importante, porque os sistemas de produção que beneficiam o natural e tradicional são os preferidos de muitos consumidores. Neste contexto, as raças de galinhas nativas se inserem novamente, ressaltando mais uma vez a importância de conservá-las, pois esses materiais genéticos é que são utilizados nesses sistemas de produção (FAO, 2007). Estudos genéticos são essenciais para mensurar a diversidade dessas aves. Essas investigações são respaldados com a caracterização genética que, por sua vez, é baseada em marcadores moleculares. Esses métodos de trabalhos são primordiais como ferramenta de conservação dessas aves nativas.

## 5 | CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA

Raças nativas são aquelas que se formaram em um determinado país, mas tiveram suas bases genéticas oriundas de outros países (ALMEIDA, 2007). Programas mundiais de conservação de Recursos Genéticos Animais (RGA) têm sido desenvolvidos com base na preocupação pela perda da diversidade genética devido à extinção de raças e populações. A FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura) tem sido uma das principais incentivadoras de tais ações no mundo. Segundo a FAO (1998), elementos importantes nos programas nacionais de conservação incluem o inventário, a caracterização e a documentação dos dados obtidos.

A perda alélica dentro das raças, causada pela constante introdução de raças exóticas nas populações nativas, bem como a pressão de seleção sobre animais de genética superior, tem causado erosão genética nesses animais, sem que haja

reposição dos alelos que estão sendo perdidos. Como consequência direta de tais ações, a variação genética, representada por diferenças entre raças, linhagens ou populações, é perdida e não pode ser facilmente regenerada. Entretanto, nos dias atuais existe uma conscientização sobre a importância das raças domésticas na biodiversidade mundial, devido aos genes e combinações gênicas que estes possuem e que poderão ser úteis para a agropecuária no futuro (BARKER, 1994; EGITO, 2007).

A caracterização genética de galinhas nativas vem sendo feita por alguns países, como Espanha, Índia e Peru, com objetivo de evitar a perda desse importante material genético. Segundo a FAO (2010), em todo o mundo, existem 1.491 raças em perigo de extinção, sendo esse índice referente apenas a raças catalogadas. Porém, apenas 25% das raças de galinhas nativas fazem parte de algum tipo de programa de conservação. Logo, são necessárias pesquisas que ajudem a elucidar sobre a genética destas raças (CLEMENTINO, 2010; CARVALHO et al., 2016).

A investigação da variabilidade é relevante para os grupos de conservação de recursos genéticos, bem como para os programas de melhoramento. Variabilidade genética mede a variação de diferentes alelos do mesmo gene, em uma determinada população. É relevante mensurar a variabilidade genética por se encontrar diretamente relacionada com a manutenção da variabilidade inter-racial, o que evita a extinção de raças e a erosão genética (CARVALHO et al., 2018).

## 6 | IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DAS GALINHAS NATIVAS

Concretizada principalmente por pequenos produtores, a criação de galinhas caipiras nativas é uma atividade antiga e realizada em todo mundo. Nesse contexto, as raças nativas de galinhas desempenham papel relevante na agricultura familiar, pois são elas fontes de alimento e de renda para esses grupos. Isso porque essas famílias comercializam o excedente de sua produção (carne ovos), que tem valor agregado conforme a forma como as aves são criadas (sistema tradicional a campo) (FONTEQUE et al., 2014; CARVALHO et al., 2016).

A criação de galinhas tem sido uma das atividades que fixa o homem ao campo, reduzindo assim o êxodo rural. É uma atividade rentável e faz parte da cultura dos agricultores familiares, à medida que vem passando de geração em geração, até chegar aos dias atuais. Com uso de instrumentações produtivas, a criação de galinhas tem se tornado ainda mais lucrativa e atrativa para os pequenos agricultores, fator fundamental que deve ser ainda mais estimulado (CARVALHO, 2016).

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As raças nativas de galinhas caipiras desempenham papel primordial para os agricultores familiares. A criação dessas aves no sistema tradicional é considerada uma atividade antiga que corresponde, principalmente, a esse tipo de produtor (isto é, os pequenos e familiares) e é fonte de alimento e renda para essas famílias. Advém daí, então, sua relevância histórico-cultural e econômica para o desenvolvimento agropecuário.

As raças de galinhas nativas são consideradas patrimônio genético nacional. São aves com características de rusticidade, adaptáveis às condições de ambiente dos países nos quais surgiram. Estes animais são detentores de elevada variabilidade genética, podendo ser utilizados no desenvolvimento de novas linhagens especializadas no futuro. A perda de uma raça nativa implica em perda de um patrimônio genético. Logo, se deve promover a conservação dessas raças através da utilização das mesmas como forma de salvaguardar a história, a genética e o patrimônio nacional.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.J. O. **Caracterização de caprinos da raça Marota no Brasil**. 2007. 150f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia - PA, 2007.
- BARKER, J. S. F. **A global protocol for determining genetic distance among domestic livestock breeds**. *In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Proceedings*. Guelph -Canadá, p. 501-508, 1994.
- CARVALHO, D.A. **Caracterização fenotípica e genotípica de galinhas nativas Canelas-Preta**. 2016. 71p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina - MG, 2016.
- CARVALHO, D.A. et. al. **Caracterização Fenotípica de galinhas caipiras comercializadas como nativas no Ceasa de Teresina-PI**. *In: Simpósio internacional de raças nativas*, 2015. Anais. Teresina - PI, 2015.
- CARVALHO, D.A. et al. **Caracterização genética e estrutura populacional de galinhas caipiras Canela-Preta no Estado do Piauí**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.51, n.11, p.1899-1906, 2016.
- CARVALHO, D.A. et al. **Genetic variability of twelve microsatellite loci in native Canela-Preta chickens**. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 70, n. 4, p. 1275-1281, 2018.
- CLAUER, P. **Poultry**, 2016. Disponível em: <http://extension.psu.edu/animals/poultry/topics/generaleducationalmaterial/thechicken/history-of-the-chicken>. Acesso em: 01 jul. 2019.
- CLEMENTINO, C.S. **Caracterização genética de galinhas naturalizadas na região meio-norte do Brasil, com uso de microssatélites**, 2010. 93p. Dissertação (Mestrado)- Pós-Graduação do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina -PI, 2010.
- DELACOUR, J. **The pheasants of the world**. 2. ed. Hind head, Surrey: Spur Publications, 1997.

- DGAV, Direção Geral da Agricultura e Veterinária. **Raças autóctones portuguesas**. Lisboa: 2013.
- DAMBRÓS JUNIOR, D. **A avicultura no Brasil**. EMBRAPA, 2010. Disponível em: [http://www.cnpsa.embrapa.br/cias/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13&Itemid=15](http://www.cnpsa.embrapa.br/cias/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=15). Acesso em: 3 dez. 2019.
- EGITO, A.A. **Diversidade genética, ancestralidade individual e miscigenação nas raças bovinas no Brasil com base em microssatélites e haplótipos de DNA mitocondrial: subsídios para a conservação**. 2007. 232p. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2007.
- FAO. **Primary guidelines for development of national farm genetic resources management plans**, 1998. Disponível em: <https://dad.fao.org/en/refer/library/guidelin/primery.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2019.
- FAO. **Guidelines for Development of National Management of Farm Animal Genetic Resources Plans: Measurement of Domestic Animal Genetic Diversity (MoDAD): Recommended Microsatellite Markers**. Rome, Italy, 2004.
- FAO. **The Global Plan of Action for Animal Genetic Resources and the Interlaken Declaration**, Suíça, 2007. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/010/a1404e/a1404e00.htm>. Acesso em: 02 jul. 2019.
- FAO. **La situación de los recursos zogenéticos mundiales para la alimentación y la Agricultura**, 2010. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/011/a1250s/a1250s00.htm>. Acesso em: 01 jul. 2019.
- FAO. **Status and trends of Animal Genetics Resources**. Rome: Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Four tenth Regular Session, 15-19 abr. 2013.
- FONTEQUE, G.V. et al. **Genetic polymorphism of fifteen microsatellite loci in Brazilian (blue-egg Caipira) chickens**, Pesquisa Veterinária Brasileira, v.34, n. 1, p. 98-102, 2014.
- GUIMARÃES, D. D. et al. **Suinocultura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 45, p. 85-136, mar. 2017.
- HIRST, K.K. **Chicken domestication in America: the latest info**, 2014. Disponível em: [http://archaeology.about.com/od/domestications/qt/chicken\\_2.htm](http://archaeology.about.com/od/domestications/qt/chicken_2.htm). Acesso em: 01 jul. 2019.
- HOLFFMANN, I. **The global plan of action for animal genetic resources and the conservation of poultry genetic resources**. World's Poultry Science Journal, v. 65, p. 286-535, 2009.
- MARIANTE, A.S. et al. **Managing genetic diversity and society needs**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa - MG, v. 37, p. 127-136, 2008.
- MESQUITA, M.B. **Subsídios para a história da avicultura no Brasil**. Avicultura Industrial. Chácaras e Quintais, n.61, p. 726-729, 1970.
- MOISEYEVA, I.G. et al. **Evolutionary relationships of Red Jungle Fowl and chicken breeds**. Genetics Selection Evolution, v. 35, p. 403-423, 2003.
- MORENG, R.E.; AVENS, J.S. **Ciência e Produção de Aves**. São Paulo: Livraria Roca, 1990. 394 p.
- TODANO, R.; NISHIBORI, M.; TSUDZUKI, M. **Genetic structure and differentiation of Japanese extremely long-tailed chicken breed (Onagadori). Associated with plumage Colour variation: suggestions for its management and conservation**. Animal Genetics, v. 40, p. 989-992, 2009.

## PARÂMETROS GENÉTICOS POPULACIONAIS APLICADOS NA CARACTERIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE RAÇAS NATIVAS

Data de aceite: 19/03/2020

### **Débora Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/5713516699845140>

### **José Lindenberg Rocha Sarmiento**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/1991742176699922>

### **Marcos Jacob de Oliveira Almeida**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Meio-Norte (Embrapa MN) Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2068380243699918>

### **Abigail Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2914794424016683>

### **Artur Oliveira Rocha**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/8991807731249154>

### **Maria Claudene Barros**

Universidade Estadual do Maranhão, Campus de  
Caxias  
Caxias, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/5604314745118032>

### **Fábio Barros Britto**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2083496076356788>

### **Elmary da Costa Fraga**

Universidade Estadual do Maranhão, Campus de  
Caxias  
Caxias, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/9400992635027394>

### **Luciano Silva Sena**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2693515715136985>

### **Geice Ribeiro da Silva**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/5294433858371053>

**RESUMO:** A caracterização genética populacional de uma raça é relevante para programas de conservação, pois permite conhecer a diferenciação genética entre indivíduos da mesma raça e entre indivíduos de demais raças da mesma espécie. Ainda são poucos os estudos populacionais com raças de galinhas nativas. Dado o exposto, objetivou-se

realizar uma revisão bibliográfica quanto aos conceitos e os parâmetros comumente utilizados em investigações de genética populacional aplicados à conservação e à caracterização de raças nativas, com o intuito de direcionar futuros estudos nessa temática com galinhas caipiras.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gallus gallus*, Galinhas caipiras, Genética de populações, Microsatélites, Variabilidade genética.

## POPULATION GENETIC PARAMETERS APPLIED IN THE CHARACTERIZATION AND CONSERVATION OF NATIVE BREEDS

**ABSTRACT:** The population genetic characterization of a breed is relevant for conservation programs, as it allows to know the genetic differentiation between individuals of the same characterized breed and between individuals of the other breeds of the same species. There are still few population studies with native chicken breeds. Given the above, the objective was to carry out a bibliographic review as to the concepts and parameters commonly used in investigations of population genetics applied to the conservation and characterization of native breeds, in order to direct future studies on this topic.

**KEYWORDS:** *Gallus gallus*, free-range chickens, population genetics, microsatellites, genetic variability.

### 1 | INTRODUÇÃO

A investigação da diversidade genética de uma determinada população (raça) se dá basicamente por dois princípios: quantificação dos níveis de variabilidade dentro das populações e caracterização do nível de estruturação genética entre populações. O estudo genético populacional de raças nativas é necessário para a caracterização genética da raça e como padrão para a diferenciação genética das demais da mesma espécie (JIMENEZ & COLLADA, 2000; FRAKHAM et al., 2002; CAMACHO, 2016).

Investigações genéticas das raças nativas de galinhas têm sido estimuladas por várias instituições em todo mundo. Um exemplo é a FAO, uma das principais idealizadoras global de tais ações. Os diversos tipos de marcadores moleculares têm sido utilizados para fins de caracterização genética e estudos de diversidade genética intra e interpopulacionais de várias raças nativas de diversas espécies. Para a espécie *Gallus gallus*, por exemplo, pesquisadores de vários países, como Espanha, Brasil, Egito, Itália, Equador, dentre outros, têm feito uso dessas ferramentas moleculares e de parâmetros populacionais para caracterizar suas raças nativas, informações primordiais para projetos de conservação de recursos

genéticos (FAO, 2010; CECCOBELLI et al., 2013; CARVALHO et al., 2016; OSMAN et al., 2016; MACRI et al., 2019; TOALOMBO VARGAS et al., 2019).

Contudo, apesar desses avanços, os estudos de caracterização populacional de raças de galinhas nativas ainda são poucos (CARVALHO et al., 2016). Mas com o despertar das instituições de pesquisas, a exemplo do Brasil, quanto à relevância desse tipo de investigação, torna-se necessária a fixação dos conceitos populacionais, bem como dos parâmetros usualmente utilizados em tais tipos de pesquisas. Dado o exposto, este estudo objetivou realizar uma revisão quanto aos conceitos e os parâmetros comumente utilizados em investigações de genética populacional aplicados à conservação e à caracterização de raças nativas, com o intuito de direcionar futuros estudos nessa temática.

## 2 | DIVERSIDADE GENÉTICA

Diversidade genética pode ser definida como a variedade de genótipos e alelos presentes em uma determinada população. Essa variedade reflete em distintas características morfológicas, fisiológicas e de comportamento entre os indivíduos e as populações. A mensuração dessa diversidade populacional pode ocorrer em três níveis: a) diversidade dentro das populações; b) entre populações; e c) entre as espécies. A diversidade genética é imprescindível para a evolução adaptativa da espécie (JIMENEZ & COLLADA, 2000; FRAKHAM et al., 2002).

A variabilidade genética entre espécie ou raça é promovida por mutação espontânea ou induzida, recombinação genética e/ou migração. Vários fatores podem interferir na distribuição da variabilidade genética de cada espécie, tais como: tamanho da população, sistema de reprodução, fluxo gênico, dentre outros. As populações crioulas se caracterizam por possuírem alta variabilidade genética em decorrência de eventos evolutivos como mutação e migração. Essa particularidade, entretanto, pode ser perdida por eventos como deriva genética e endocruzamento (MORAND et al., 2002; CAMACHO, 2016).

Os parâmetros populacionais mais utilizados para estimar a diversidade genética de populações são principalmente a Heterozigosidade observada ( $H_o$ ); Heterozigosidade esperada ( $H_e$ ); Riqueza alélica ( $A_R$ ); e Porcentagem de *loci* polimórficos ( $P$ ). A comparação da Heterozigosidade observada ( $H_o$ ) e da Heterozigosidade esperada ( $H_e$ ) auxilia na estimativa da estrutura genética de populações (NEI, 1987). A riqueza alélica concentra-se na estimação da diversidade de alelos e o polimorfismo na diversidade de genes ou *loci*. A interpretação dos parâmetros citados acima aplicados à determinada raça permite compreender as relações entre os indivíduos, tais como proximidade genética, além de possibilitar o

reconhecimento da existência ou não de fatores como mutação, seleção e migração na população de animais analisada. Ainda, esse procedimento permite compreender as relações genéticas entre os indivíduos, servindo de base para o direcionamento do manejo genético dos rebanhos, ação relevante para programas de conservação de recursos genéticos.

### 3 | ESTRUTURA GENÉTICA

O estudo da estrutura genética de populações é relevante para o entendimento dos processos evolutivos, uma vez que permite estimar a função do fluxo gênico, da seleção natural e da evolução não adaptativa e a maneira como estes parâmetros afetam as frequências alélicas das populações. Estrutura genética é conceituada como arranjo genético que caracteriza uma população, ou seja, a distribuição não casual dos alelos e genótipos no espaço e tempo resultante das ações conjuntas das forças evolutivas. A correlação de fatores ecológicos e evolutivos determina a estrutura genética de uma espécie (CAMACHO, 2016).

A estimativa da diversidade intra e interpopulacional permite avaliar como está distribuída e estruturada a variabilidade genética em populações. Estas estimativas permitem determinar a existência de diferenças significativas na composição genética de distintas populações de uma espécie e descrever o nível de diferenciação entre elas através de índice de distância ou fixação. A determinação dessas estruturas é realizada a partir do uso de marcadores moleculares (GODOY, 2009).

Sabe-se que a presença de variabilidade genética dentro de uma espécie a qualifica para que esta responda às pressões de ambiente, evolua e sobreviva ao longo do tempo. A estimativa dessa variabilidade baseia-se no modelo clássico do princípio de equilíbrio de Hardy-Weinberg (EHW). Esse modelo parte do pressuposto de que, em uma população infinita, na qual os acasalamentos ocorrem ao acaso e não há ação de nenhum fator evolutivo (mutação, migração e seleção), a composição gênica desse grupo deve se manter em equilíbrio.

Mas, quando acontece desvio das proporções esperadas pelo EHW, significa que alguma das primícias anteriores foi violada. O conhecimento da diversidade genética, bem como da estrutura das populações de galinhas, é imprescindível tanto para a conservação *in situ* ou *ex situ* como para estabelecer formas de produção sustentável (FRANKHAM et al., 2002; HEDRICK, 2011).

### 4 | MARCADORES DE DNA MITOCONDRIAL (MTDNA)

A utilização de marcadores moleculares tem contribuído de forma relevante no avanço das pesquisas populacionais, uma vez que as informações promovidas a

partir deles poderão, junto com informações fenotípicas, contribuir com as diretrizes para programas de conservação e melhoramento genético (CARVALHO, 2016).

Para estudos de domesticação, ou seja, para identificar os prováveis ancestrais selvagens (filogenia), o número de linhagens maternas na população em estudo e sua origem geográfica, o marcador molecular mais utilizado é o mtDNA. O mtDNA é formado por uma fita simples de DNA circular e assemelha-se a um plasmídeo - possui menos que 20kb na maioria das espécies de produção e está localizado no citoplasma celular, dentro da mitocôndria (organela celular responsável pela produção de energia) (BRUFORD et al., 2003; EGITO, 2007).

O mtDNA possui três principais características relevantes para este tipo de estudo filogenético: a) conservado evolutivamente o suficiente para permitir a identificação da população ancestral que deu origem a população em estudo; b) variável e estruturado geograficamente de forma a permitir a localização aproximada do ponto de domesticação; e c) sua evolução é rápida e em uma taxa constante, o que permite a adaptação da origem de determinado polimorfismo (BRUFORD et al., 2003).

Vários pesquisadores em todo o mundo têm feito uso deste marcador para estudos evolutivos em galinhas nativas, a fim de traçar a possível filogenia dessas aves. Kanginakudru et al., (2008) estudaram a filogenia de galinhas Indianas; Ceccobelli et al., (2013) estudaram galinhas da Itália; Englund & Johansson (2014) estudaram raças de galinhas da Suécia; já Ceccobelli et al. (2015) pesquisaram raças de galinhas do Mediterrâneo.

Estudos filogenéticos a partir de informações mitocondriais são possíveis a partir da técnica de sequenciamento. O sequenciamento do DNA é um aglomerado de processos bioquímicos que tem por finalidade determinar a ordem dos nucleotídeos (adenina, guanina, citosina e timina) em uma amostra de DNA. A técnica de sequenciamento do DNA iniciou na década de 70.

Contudo, foi a partir da década de 80 que passou por um importante avanço, com o desenvolvimento da “técnica de desoxi”, também conhecida como terminadores de cadeia ou Sanger, que ainda é bastante utilizada. Entretanto, mais recentemente, foram desenvolvidas novas técnicas, como sequenciamento de nova geração. Desde então novos métodos têm sido lançado para estudos genômicos e muito têm contribuído para avanços das pesquisas científicas (PEREIRA et al., 2013; SANTOS et al., 2013).

## 5 | MARCADOR MICROSSATÉLITES

Estável e de herança codominante, os marcadores moleculares do tipo microssatélites possuem alto nível polimórfico, eficaz em estudos populacionais.

Microsatélites são sequências repetitivas de um a seis nucleotídeos em Tandem, também conhecidos como *Simple Sequence Repeats* (SSR). Comumente, são repetições de mono (1 base), tetra (4 bases) ou, principalmente, dinucleotídeos (2 bases), e estão localizados entre genes ou dentro de íntrons. Essas sequências repetitivas são flanqueadas por sequências únicas (ENGEL et al., 2006), que podem ser utilizadas como localizadores.

Os marcadores microsatélites apresentam várias vantagens, pois são marcadores codominantes, multi-alélicos, altamente reprodutíveis, com elevada resolução e alto grau de polimorfismo. Além disso, apresentam herança mendeliana simples e sua detecção tem como base a reação de PCR (*Polymerase chain reaction*) (JIMENEZ E COLLADA, 2000).

Instituições e pesquisadores de todo o mundo têm feito uso dos marcadores microsatélite em suas pesquisas. Em 1995, a *Food Agriculture Organization* (FAO), juntamente com a *International Society of Animal Genetics* (ISAG), reuniram-se e formaram equipes para elaborarem diretrizes e recomendações técnicas para a avaliação da diversidade genética em raças de animais domésticos. Idealizado através do projeto *Measurement of Domestic Animal Diversity* MoDAD) ([http://www.fao.org/dad\\_is](http://www.fao.org/dad_is)), esta iniciativa selecionou uma lista de *loci* de microsatélites para estudos de diversidade genética. Posteriormente, em 2010, a lista foi ampliada com inclusão de novos marcadores (FAO, 2011).

O uso do marcador molecular microsatélite na espécie *Gallus gallus* tem sido amplamente utilizado em pesquisas em vários países, principalmente para estudos de caracterização e diversidade genética dessas aves. Como exemplo é possível citar Cuc et al. (2010), que estudaram a caracterização genética de galinhas do Vietnã; Bianchi et al. (2011), que pesquisaram a diversidade de duas raças de galinhas Italianas; Ceccobeli et al. (2015), que analisaram a diversidade genética de dezesseis raças de galinhas do Mediterrâneo; Fonteque et al. (2014), que realizaram a caracterização genética de galinhas brasileiras que põem ovos azuis; Carvalho et al. (2016), que caracterizaram geneticamente galinhas da raça brasileira Canela-Preta; e Soltan et al. (2018), que investigaram a estrutura genética de galinhas crioulas do Egito.

Os parâmetros populacionais são essenciais para estudos de caracterização de diversidade genética de raças de galinhas nativas. Para tais estudos, faz-se uso principalmente dos marcadores moleculares. Esses estudos são básicos para conhecer a genética de uma raça, o que respalda e valoriza as raças nativas, ao mesmo tempo em que fortalece e apoia os programas de conservação de recursos genéticos.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para conhecimento genético de uma população nativa, investiga-se a sua variabilidade e estrutura genética, que por sua vez, são estimados a partir de parâmetros populacionais como: Heterozigosidade observada, Heterozigosidade esperada; Riqueza alélica; Porcentagem de *loci* polimórficos; dentre outros parâmetros.

Para investigação de tais parâmetros na caracterização de raça, faz-se uso principalmente dos marcadores moleculares microsatélites e do DNA Mitocondrial.

## REFERÊNCIAS

- BIANCHI, M. et al. **Microsatellites based survey on the genetic structure of two Italian local chicken breeds**. Italian Journal of Animal Science, v. 10, n. 3, 2011.
- BRUFORD, M. W.; BRADLEY, D. G.; LUIKART, G. **DNA markers reveal the complexity of livestock domestication**. *Nature Reviews Genetics*, v. 4, n. 11, p. 900-910, 2003.
- CAMACHO, L. M. D. **Desenvolvimento de marcadores microsatélites e caracterização da diversidade genética de populações de *Chrysolena Obovata* (Asteraceae)**. 2016. 128 p. Tese (Doutorado em Biodiversidade vegetal e meio ambiente) – Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2016.
- CARVALHO, D. A. **Caracterização fenotípica e genotípica de galinhas nativas canelas-preta**. 2016. 71 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina - MG, 2016.
- CARVALHO, D. A. et al., **Caracterização genética e estrutura populacional de galinhas caipiras Canela-Preta no Estado do Piauí**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, n.11, p.1899-1906, 2016.
- CECCOBELLI, S. et al. **Phylogeny, genetic relationships and population structure of five Italian local chicken breeds**. Italian Journal of Animal Science, v. 12, n. 3, 2013.
- CECCOBELLI, S. et al. **Genetic diversity and phylo geographic structure of sixteen Mediterranean chicken breeds assessed with microsatellites and mitochondrial DNA**. *Livestock Science*, v. 175, p. 27-36, 2015.
- CUC, N. T. K. et al. **Assessing genetic diversity of Vietnamese local chicken breeds using microsatellites**. *Animal genetics*, v. 41, n. 5, p. 545-547, 2010.
- EGITO, A. A. **Diversidade genética, ancestralidade individual e miscigenação nas raças bovinas no Brasil com base em microsatélites e haplótipos de DNA mitocondrial: subsídios para a conservação**. 2007. 232 p. Tese (Doutorado), Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2007.
- ENGEL, S. T. et al. **Conservation of microsatellite loci across species of artiodactyls: implications for population studies**. *J. Mammalogy*, v. 77, n. 2, p. 504-518, 1996.
- ENGLUND, T.; STRÖMSTEDT, L.; JOHANSSON, A. M. **Relatedness and diversity of nine Swedish local chicken breeds as indicated by their tDNAD-loop**. *Hereditas*, v. 151, n. 6, p. 229-233, 2014.
- FAO. **La situación de los recursos zoo genéticos mundiales para la alimentación y la Agricultura**, 2010. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/011/a1250s/a1250s00.htm>. Acesso em

Acesso em: 01 jul. 2019.

FAO. **Molecular genetic characterization of animal genetic resources. Animal Production and Health Guidelines.** Rome, n. 9, 2011.

FONTEQUE, G. V. et al. **Genetic polymorphism of fifteen microsatellite loci in Brazilian (blue-egg Caipira) chickens.** Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 34, n. 1, p. 98-102, 2014.

FRANKHAM, R.; BRISCOE, D. A.; BALLOU, J. D. **Introduction to conservation genetics.** Cambridge University Press, 2002.

GODOY, J. A. **La genética, los marcadores moleculares y la conservación de especies.** Revista Ecosistemas, v. 18, n. 1, 2009.

HEDRICK, P. W. **Genetics of Populations.** Jones & Bartlett Publishers. 675 p. 2011.

JIMÉNEZ, P.; COLLADA, C. **Técnicas para la evaluación de la diversidad genética y su uso en los programas de conservación.** Forest Systems, v. 9, n. 4, p. 237-248, 2000.

KANGINAKUDRU, S. et al. **Genetic evidence from Indian red jungle fowl corroborates multiple domestication of modern day chicken.** BMC Evolutionary Biology, v. 8, n. 1, 2008.

MACRI, M. et al. **Diversidad genética de la raza Gallina Utrerana. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal,** v. 13, p. 52-59, 2019.

MORAND, M. E. et al. **A generalized heterozygote deficiency assessed with microsatellites in French common ash populations. Molecular Ecology,** v. 11, n. 3, p. 377-385, 2002.

NEI, M. **Molecular Evolutionary Genetics.** New York: Columbia University Press, 1987.

OSMAN, S. A. M.; YONEZAWA, T.; NISHIBORI, M. **Origin and genetic diversity of Egyptian native chickens based on complete sequence of mitochondrial DNA D-loop region.** Poultry science, v. 95, n. 6, p. 1248-1256, 2016.

PEREIRA, G. L. et al. **Estado da arte do sequenciamento genômico na pecuária.** Ars Veterinária, v. 29, n. 3, p. 190-199, 2013.

SANTOS, W. F. et al. **Sequenciamento de dna: métodos e aplicações.** Proceedings of Safety, Health and Environment World Congress, v.13, p. 139-141, 2013.

SOLTAN, M. E. et al. **Genetic structure and bottleneck exploring of Sinai chickens indigenous to egypt.** Egyptian Poultry Science Journal, v. 38, n. 2, 2018.

VARGAS, P. A. T. et al. **Deciphering the Patterns of Genetic Admixture and Diversity in the Ecuadorian Creole Chicken.** Animals, [s.l.], v. 9, n. 9, 11 set. 2019.

## GALINHAS CAIPIRAS NATIVAS: SELEÇÃO DE INDIVÍDUOS GENETICAMENTE SUPERIORES

Data de aceite: 19/03/2020

### **Abigail Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2914794424016683>

### **Artur Oliveira Rocha**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/8991807731249154>

### **Débora Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/5713516699845140>

### **José Lindenberg Rocha Sarmiento**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/1991742176699922>

### **Marcos Jacob de Oliveira Almeida**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
(EMBRAPA Meio-Norte) Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2068380243699918>

### **Bruna Lima Barbosa**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/1399649319998684>

### **Darllan Alves Evangelista Lima**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/4563031138991290>

### **Marcos David Figueiredo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/3825794988148916>

### **Geandro Carvalho Castro**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/9073517176001063>

### **Joselice da Silva Pereira**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/3895166327973760>

**RESUMO:** Nas últimas décadas, vem crescendo a procura por alimentos que sejam produzidos em sistemas de produção mais natural/tradicional. Com essa procura, a produção de galinhas caipiras de raças nativas aparece como uma alternativa para atender essa demanda alimentar. Além de sua criação, contribuir para minimizar o êxodo rural, é importante

para a segurança alimentar e para a sustentabilidade das raças nativas, que são consideradas patrimônio genético nacional. Essas aves apresentam características e sabores em seus produtos peculiares exigidos pelos consumidores brasileiros. Assim, é importante um programa de conservação e utilização de recursos genéticos que garantam a integridade genética do plantel associado ao aumento de genótipos superiores no rebanho, através da seleção e direcionamento de acasalamentos. Dado o exposto, objetivou-se disponibilizar por meio deste capítulo, os conceitos e técnicas empregadas para propor seleção de indivíduos geneticamente superiores em rebanho de galinhas de raças nativas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Acasalamento, Conservação, Cruzamento, Endogamia, Recursos genéticos.

## NATIVE CAIPIRAS CHICKENS: SELECTION OF GENETICALLY SUPERIOR INDIVIDUALS

**ABSTRACT:** In the last decades, the demand for food that is produced in a more natural / traditional production system has been growing. With this demand, the production of free-range chickens of native breeds appears as an alternative to meet the food demand, in addition to their creation contributing to minimize the rural exodus, it is important for food security and sustainability of the native breeds, which are considered heritage national genetic. These birds have characteristics and flavors in their products, close to that required by Brazilian consumers. Thus, it is important to have a conservation program and use of genetic resources that guarantee the genetic integrity of the flock, associated with the increase of superior genotypes in the herd, through the selection and direction of mating. Given the above, the objective was to make available through this chapter the concepts and techniques used to propose selection of genetically superior individuals in flocks of native breed chickens.

**KEYWORDS:** Mating, Conservation, Crossing, Endogamy, Genetic resources.

### 1 | INTRODUÇÃO

Tem-se avançado nas discussões a respeito da importância da conservação e utilização dos recursos genéticos no Brasil. A ótica de que raças de outros países eram melhores que as raças brasileiras vem perdendo forças a cada dia. Nesse sentido, tem-se voltado os olhos para a produção de galinhas nativas (CARVALHO et al., 2016; CARVALHO et al. 2017).

As galinhas nativas apresentam características importantes para a sobrevivência em sistemas de produção com poucos recursos tecnológicos e tem baixa dependência de insumos externos quando comparadas com as linhagens

industriais sendo as galinhas nativas adequadas ao sistema de criação caipira (MENGESHA E TSEGA, 2011). Em especial nos países em desenvolvimento, esses animais podem colaborar para a diversificação do setor avícola, visando obtenção de recursos genéticos adaptados às condições edafoclimáticas da região. Essas galinhas são importantes fontes de renda para o pequeno produtor, principais criadores das galinhas caipiras (YAKUBO et al., 2008; ALDERSM e PYM, 2010; ALDERSON, 2018).

As raças de galinhas nativas brasileiras estão em estado eminente de desaparecimento ou em pequenos núcleos subutilizados em criações caseiras. Este panorama se origina, em grande parte, em virtude da substituição massiva destas raças pelas linhagens industriais especializadas, que ocorreu durante o processo de expansão da avicultura industrial no país (ALMEIDA et al., 2019). Estratégias que visem a caracterização e conservação destes recursos genéticos são necessárias. Dentre estas, é relevante a avaliação das características produtivas e de importância econômica (MOULA et al. 2010).

Assim, é indispensável o conhecimento de técnicas que permitam concentrar a identidade genética que diferencia cada raça, aumentando, porém, a produtividade e o número de características de interesses econômicos. A esse respeito, ressalta-se a seleção e o direcionamento de acasalamento como técnicas mais eficientes. De modo que objetivou-se disponibilizar os conceitos e técnicas empregados para identificar indivíduos geneticamente superiores em rebanhos de galinhas de raças nativas.

## **2 | DIFERENÇA ENTRE CONCEITOS DE RAÇAS E LINHAGENS COMERCIAIS**

Os profissionais brasileiros, mais conscientes das suas capacidades científicas e da importância dos genótipos adaptados às condições climáticas locais, vêm cada vez mais investindo na utilização dos recursos genéticos brasileiros como objeto de estudo e como escolha viável para o surgimento de raças com maior poder de produção e adaptadas ao ambiente em que vivem (FONTEQUE et al., 2014; CARVALHO et al., 2018). Antes de se explanar o assunto seleção genética, faz-se necessária a compreensão e distinção dos conceitos de raças: nativas, naturalizadas, exóticas e linhagens comerciais.

Raças nativas são aquelas que se formaram em um determinado país ou região, originárias de animais trazidos de outros países ou regiões, em uma época que historicamente não muito distante (CASTRO E EGITO, 2012). Como exemplo, podemos citar as raças formadas no Brasil, trazidas pelos colonizadores: Canela–Preta, Peloco, Caneluda, Barbuda, entre outras. Essas raças não existiam nem existem nos países colonizadores do Brasil, porém se formaram em território

nacional a partir de animais introduzidos a época.

Raças naturalizadas são aquelas que já estavam formadas no seu país de origem e foram introduzidas em outros países, as quais passaram por várias gerações de seleção (natural e/ou artificial e se adaptaram ao novo ambiente (CASTRO E EGITO, 2012). Como exemplo pode-se citar a raça Gigante Negro de Jersey.

Raças exóticas são aquelas originárias em um determinado país que, quando levadas para outra região, não se adaptaram ao lugar, sendo necessária uma intervenção tecnológica para a criação no local onde a raça foi introduzida (CASTRO E EGITO, 2012). Um exemplo é a raça Brahma.

Linhagens Comerciais são grupos genéticos de animais que, em determinado momento, pertenciam a uma população de galinhas nativas, das quais se tiram informações genéticas para formação do produto de interesse comercial. Aplica-se cruzamento entre raças com maior distanciamento genético e, em seguida, realiza-se seleção dos materiais cruzados, até se obter o produto desejado. Um exemplo é a linhagem Pesadão Vermelho, resultado de cruzamento de várias raças e materiais genéticos distintos.

### 3 | RELEVÂNCIA DAS GALINHAS NATIVAS

A saber, uma das medidas adotadas para a minimização da fome no Brasil foi o investimento governamental na agricultura familiar (FAO, 2016). A criação de galinhas caipiras está presente em mais de 90% das propriedades rurais do Brasil (SILVA et al., 2015). Assim, a criação desses animais apresenta um importante papel sociocultural, instituindo uma atividade da agricultura familiar que contribui para a melhoria de vida do homem do campo e que minimiza o êxodo rural, principalmente nas pequenas propriedades.

A esse respeito, é importante ressaltar que o frango de corte é a terceira carne mais consumida do mundo (GUIMARÃES et al. 2017), o que demonstra a necessidade de produção dessas aves em larga escala. Uma das importâncias fundamentais das raças nativas é que todas as linhagens comerciais são originárias delas. As raças nativas, por sua vez, têm como característica uma elevada variabilidade genética, rusticidade e menos susceptibilidade a doenças (FONTEQUE et al., 2014; CARVALHO, 2016).

A relevância da conservação genética dessas raças se dá também por sua importância cultural e histórica (levando em consideração que cada uma dessas raças representa patrimônio genético de um determinado país). Estas aves apresentam relevância para a agricultura familiar e produção industrial (CARVALHO

et al., 2017). Contudo, segundo Holffmann (2009), apenas 25% das raças nativas estão de alguma maneira inseridas em um programa de conservação, realidade que vem mudando aos poucos com o avanço dos anos.

#### **4 | POTENCIALIDADES DAS GALINHAS NATIVAS**

Avaliada como iguarias, a carne e os ovos das galinhas caipiras são bastantes apreciados culinariamente em todo o território nacional, com preço comercial diferenciado. Cabe ressaltar que existe uma demanda crescente por produtos originários desses animais, principalmente pela parcela de consumidores que busca uma alimentação produzida em sistemas tradicionais (CARVALHO, et. al., 2015). Entretanto, a maioria dos pequenos produtores não dispõem de condições para competir com a produção avícola industrial. Desse modo, deve-se visualizar a avicultura tradicional e os produtos oriundos da produção familiar como uma atividade diferenciada (CARVALHO, 2016).

A criação de galinhas caipiras para a produção de carne e ovos refere-se a um dos segmentos da avicultura alternativa que tem se mostrado promissor, de modo a agregar valor ao produto. A esse respeito, apesar das galinhas caipiras apresentarem potencial mais lento de crescimento, desempenho zootécnico e rendimento de partes nobres quando comparadas com os frangos de corte comerciais, sua criação é firmada por atributos diferenciados na qualidade da carne mais próxima da estabelecida pelo mercado consumidor, como sabor, textura e coloração da carne mais realçada (MORAIS et al., 2015).

#### **5 | SELEÇÃO E MELHORAMENTO GENÉTICO**

Quando a população atende aos princípios do teorema de Hardy-Weinberg, a frequência relativa dos alelos e as proporções genotípicas permanecem estáveis, em equilíbrio ao longo do tempo, não ocorrendo o progresso e nem o regresso genético. Para desfazer essa estabilidade, é necessário empregar forças capazes de modificar as frequências gênicas, aumentando o número dos genes que atendem aos objetivos do melhoramento. Uma dessas “forças” é a seleção, que se trata de uma ferramenta empregada no melhoramento genético para concentrar na população sob seleção a genética dos indivíduos que expressam as características de interesse dos consumidores. Assim, a frequência gênica da população passa por alterações (LOBÔ e VILELLA, 2009) a partir do direcionamento dos acasalamentos de reprodutores e matrizes detentores destes genes e das características resultantes e sua expressão.

O melhoramento animal consiste, essencialmente, na identificação dos

objetivos de seleção, identificação dos indivíduos que irão gerar a próxima geração, seleção efetiva, e utilização do sistema de acasalamento adequado (HILL et al., 1998). A esse respeito, a recomendação é que os objetivos de seleção sejam o primeiro passo na elaboração de um programa de melhoramento genético.

O aumento da eficiência do sistema de produção pela seleção é estabelecido, em parte, pela ênfase relativa das características incluídas nos objetivos de seleção (SMITH, 1983). Portanto, o objetivo de seleção pode ser conceituado como a combinação de características importantes economicamente dentro de um sistema de produção que o produtor tem interesse em melhor no seu rebanho.

Em se tratando de galinhas nativas, esses objetivos de seleção poderão ser baseados nas características desejadas, como rendimento de corte nobre, crescimento, coloração e sabor da carne, postura, cor da casca dos ovos, tamanho dos ovos, número de ovos, eclodibilidade, entre outras características importantes. Porém, cabe ressaltar que isso precisa acontecer sem perder o foco na adaptabilidade ao ambiente de criação, além de características morfológicas que são importantes para diferenciar as raças fenotipicamente.

## 6 | ACASALAMENTO

Após determinar os objetivos de seleção, deve-se identificar os indivíduos que apresentam as características desejáveis, sejam elas observadas pelo fenótipo ou pelo genótipo, para então direcionar os acasalamentos.

Acasalamento pode ser definido como o direcionamento de animais da mesma raça para cópula. É válido lembrar que esse direcionamento é realizado pelo homem. Estratégias de acasalamento dirigido possibilitam o uso mais racional dos animais geneticamente superiores de modo a alcançar os objetivos pré-estabelecidos em programas de melhoramento (CARVALHEIRO et al., 2007).

## 7 | ENDOGAMIA OU CONSANGUINIDADE

A consanguinidade ou endogamia pode ser conceituada como acasalamento de indivíduos mais aparentados entre si. A mais notável consequência da consanguinidade é a redução do valor fenotípico médio, mostrado pelos caracteres relacionados com a capacidade reprodutiva ou a eficiência fisiológica. O fenômeno é denominado como depressão em virtude da endogamia. De modo geral, os efeitos depressivos da consanguinidade são distintos pela redução geral da fertilidade, da sobrevivência e do vigor dos animais (LOBÔ E VILELLA, 2009).

Assim, é relevante que os produtores tenham o controle do zootécnico de seu rebanho, por meio de anotações importantes de parentesco entre os animais,

a fim de evitar acasalamento de indivíduos aparentados e, embora sem intenções, promover o controle absoluto da consanguinidade do plantel.

## 8 | CRUZAMENTO

O cruzamento é conceituado como a cópula entre indivíduos pertencentes a diferentes raças. A prática de cruzamento de animais de diferentes raças ou linhagens apresenta os seguintes objetivos: aproveitar as vantagens da heterose; utilizar a “complementariedade” ou melhoramento em produção, conexas à combinação de características desejáveis de duas ou mais raças ou linhagens. O aumento no desempenho nos descendentes é denominado vigor híbrido ou heterose. Desse modo, o poder adaptativo perdido com a consanguinidade, possivelmente pode vir a ser restaurado com o cruzamento (LOBÔ e VILELLA, 2009).

É importante lembrar que, com o cruzamento, se obtém um produto fruto da mistura das raças participantes, não mais uma raça. O efeito da heterose é máximo na primeira geração. Assim, ao direcionar os animais cruzados para a reprodução, os filhos dos cruzados perdem parte do efeito da heterose obtida na primeira geração, o que remete à diminuição no desempenho da segunda geração. O efeito de heterose tende a diminuir ao longo das gerações caso a base genética seja mantida e, com isso, a eficiência dos cruzamentos é propensa à diminuição.

Como o resultado do cruzamento não é uma raça, mas um produto com a genética de duas ou mais raças, não é recomendável a realização desse método para raças nativas quando o objetivo for a conservação e a utilização das mesmas, uma vez que a identidade genética que os torna um grupo único e que os distingue uns dos outros é perdida. Assim, para melhoria de características produtivas das raças nativas, o ideal é o melhoramento via seleção e acasalamento dirigido, ou seja, melhoramento dentro da raça. Esse processo exige a identificação dos indivíduos que possuem as características desejáveis para multiplicação e, com controle de *pedigree*, direcionar os acasalamentos, de forma a obter, com o decorrer das gerações, um plantel geneticamente melhorado dentro da raça.

O produtor que assim proceder terá o marketing da raça pura e a genética melhorada em seu rebanho, podendo valorizar seus produtos e adquirir selo de certificação original da raça. Com isso, ele poderá comercializar seus produtos com preços diferenciados, uma vez que manterá a genética de seu rebanho pura e selecionada.

## 9 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As galinhas nativas são consideradas patrimônio genético nacional, relevante para a agricultura familiar e importante para o fortalecimento da segurança alimentar. As galinhas nativas apresentam dupla potencialidade produtiva (carne e ovos) e seus produtos atendem às exigências do mercado consumidor.

Para concentrar, no rebanho, indivíduos geneticamente superiores é necessária uma seleção acurada, com conhecimento pleno do rebanho e de seus parentes para um direcionamento de acasalamento eficiente, de modo a evitar ou controlar a endogamia dentro de níveis aceitáveis. Deve-se evitar o cruzamento quando a intenção aumentar a produção estabelecida na genética do animal, com certificação de raça nativa pura.

## REFERÊNCIAS

ALDERS, R. G.; PYM, R. A. E. **Village poultry: still important to millions, eight thousand year after domestication**. *World's Poultry Science Journal*, v. 65, n. 2, p. 181-190, 2010.

ALDERSON, G. L. H. **Conservation of breeds and maintenance of bio diversity: justification and methodology for the conservation of Animal Genetic Resources**. *Archivos de Zootecnia*, v.67, n. 258, p. 300-309, 2018.

ALMEIDA, E.C.J. et al., **Características físicas de ovos de galinhas nativas comparadas a linhagem de postura**. *Archivos de Zootecnia*, v. 68, n. 261, p. 82-87, 2019.

CARVALHEIRO, R. et al. **Combinando acasalamento associativo positivo e restrição sobre a endogamia visando maior progresso genético**. *In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia*, 44, 2007. Jaboticabal. Anais. Jaboticabal, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007.

CARVALHO, D. A., et. al. **Caracterização Fenotípica de galinhas caipiras comercializadas como nativas no Ceasa de Teresina-PI**. I Simpósio Internacional de Raças Nativas: Sustentabilidade e Propriedade Intelectual. Anais. Teresina, 2015.

CARVALHO, D. A. **Caracterização fenotípica e genotípica de galinhas nativas canelas-preta**. 2016. 71 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina - MG, 2016.

CARVALHO, D. A. et al. **Caracterização genética e estrutura populacional de galinhas caipiras Canela-Preta no Estado do Piauí**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 11, p.1899-1906, 2016.

CARVALHO, D. A. et al. **Padrão racial fenotípico de galinhas brasileiras da raça Canela-Preta**. *Archivos de zootecnia*, v. 66, n. 254, p. 195-202, 2017.

CARVALHO, D. A. et al. **Genetic variability of twelve microsatellite loci in native Canela-Preta chickens**. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 70, n. 4, p. 1275-1281, 2018.

CASTRO, S. T. R.; EGITO, A. A. **Manual de curadores de germoplasma-animal: glossário de recursos genéticos animais**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília-DF, 2012.

FAO. **Superação da fome e da pobreza rural iniciativas brasileiras**, 2016. Disponível em: <http://>

FONTEQUE, G. V.; BATTILANA, J.; PALUDO, E. et al. **Genetic polymorphism of fifteen microsatellite loci in Brazilian (blue-egg Caipira) chickens**. Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 34, n. 1, p. 98-102, 2014.

GUIMARÃES, D. D. et al. **Suinocultura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 45, p. 85-136, mar. 2017.

HILL, W. G.; VISSCHER, P. M.; BROTHERSTONE, S. **Black and white spots in the application of genetics to dairy cattle breeding**. Inter bull Bulletin, n. 19, 1998.

HOLFFMANN, I. **The global plan of action for animal genetic resources and the conservation of poultry genetic resources**. World's Poultry Science Journal, v. 65, p. 286-535 297, 2009.

LOBÔ, R. N. B.; VILLELA, L. C. V. **Ferramentas para o melhoramento genético**. In: CAMPOS, A. C. N. (Coord.). **Do campus para o campo: tecnologias para produção de ovinos e caprinos**. Fortaleza: Gráfica Nacional, 2005. p. 205-214

MENGESHA, M.; TSEGA, W. **Phenotypic and genotypic characteristics of indigenous chickens in Ethiopia: a review**. African Journal of Agricultural Research, v. 6, n. 24, p. 5398-5404, 2011.

MORAIS, J. et al. **Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira**. Ciência Rural, Fap UNIFESP (SciELO), v. 45, n. 10, p. 1872-1878, 10 jul. 2015.

MOULA, N. et al. **Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens**. Archiv Fur Geflugel kunde, v. 74, n. 3, p. 164-171, 2010.

SILVA, R. J.; SILVA, M. S.; FILHO, A. M. S. **Apoio à autonomia financeira e à promoção social de mulheres e jovens rurais no município de Inhapi, semiárido alagoano**. Extifal. v. 1, n. 1, p. 29-34, 2015.

SMITH, C. **Effects of changes in economic weight on the efficiency of index selection**. Journal of Animal Science, n. 56, p. 1057-1064, 1983.

YAKUBU, A.; OGAH, D. M.; BARDE, E. **Productivity and Egg Quality of Free Range Naked Neck and Normal Feathered Nigerian Indigenous Chicken**. International Journal Poultry Science, vol. 7, n. 6, p. 579-585, 2008.

## O GENE LEPTINA E SEU RECEPTOR NO MELHORAMENTO GENÉTICO DE GALINHAS CAIPIRAS

Data de aceite: 19/03/2020

### **Artur Oliveira Rocha**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/8991807731249154>

### **Débora Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/5713516699845140>

### **José Lindenberg Rocha Sarmiento**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/1991742176699922>

### **Darllan Alves Evangelista Lima**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/4563031138991290>

### **Marcos Jacob de Oliveira Almeida**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Meio-Norte (Embrapa MN) Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2068380243699918>

### **Abigail Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2914794424016683>

### **Bruna Lima Barbosa**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/1399649319998684>

### **Geice Ribeiro da Silva**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/5294433858371053>

### **Maria Histelle Sousa do Nascimento**

Universidade Estadual do Maranhão, Campus de  
Caxias  
Caxias, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/2651507116730705>

### **Marcos David Figueiredo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/3825794988148916>

**RESUMO:** Conservar e utilizar raças nativas são formas ativas e constantes de conseguir renda e ampliar as relações comerciais entre produtores locais, com o uso de poucas tecnologias e baixos custos de criação. Com o desenvolvimento das biotecnologias, o estudo genético de aves nativas, bem como seu melhoramento, teve um grande avanço. Uma

dessas biotecnologias são os marcadores moleculares que permitiram o estudo direto do DNA e dos genes. Neste sentido, o gene da leptina (*LEP*) e o gene do receptor da leptina (*LEPR*), que medeia as funções fisiológicas da leptina, foram estudados em aves e estão relacionados ao metabolismo energético e deposição de gordura. Os marcadores moleculares foram descobertos na década de 70 e são fragmentos de DNA que permitem distinguir indivíduos geneticamente distintos e que estão fisicamente ligados a *locos* que apontam para características de interesse. Desde essa época, os genes da leptina e de seu receptor, tiveram seus polimorfismos identificados e amplamente associados a características fenotípicas de galinhas, como consumo de ração, comprimento de pulmão e rendimento de coxa. Vê-se, então, a importância de entender mais sobre esses genes e marcadores moleculares, aplicados às raças nativas. Dado o exposto, objetivou-se, com esse estudo, realizar uma revisão bibliográfica sobre o panorama da avicultura caipira no uso das raças nativas, bem como considerações sobre os marcadores moleculares e os genes da leptina (*LEP*) e de seu receptor (*LEPR*). O intuito é auxiliar e informar sobre a importância destes para futuros estudos genéticos e de melhoramento animal para esse tipo de aves.

**PALAVRAS CHAVE:** *FRLP*, *LEPR*, *LEP*, marcadores moleculares, Raça nativa.

## THE LEPTIN GENE AND ITS RECEPTOR IN THE GENETIC IMPROVEMENT OF FREE-RANGE CHICKENS

**ABSTRACT:** Conserving and using native breeds are active ways to earn income and expand commercial relations between local producers, with the use of few technologies and low breeding costs. With the development of biotechnologies, the genetic study of these native birds as well as their improvement has made great progress. One of these biotechnologies is the molecular markers that allowed the direct study of DNA and genes. In this sense, the leptin gene (*LEP*) and the leptin receptor gene (*LEPR*), which mediates the physiological functions of leptin, have been studied in birds and are related to energy metabolism and fat deposition. Molecular markers were discovered in the 1970s and are fragments of DNA that make it possible to distinguish genetically different individuals who are physically linked to loci that point to characteristics of interest. Since that time, the genes of leptin and its receptor, with the use of markers, had their polymorphisms identified and widely associated with phenotypic characteristics such as feed intake, lung length and thigh yield in chickens. We see then the importance of understanding more about these genes and molecular markers, applied to native breeds. Given the above, the objective was to carry out a bibliographic review on the panorama of free-range poultry farming using native breeds, as well as considerations on the molecular markers and genes of leptin (*LEP*) and its receptor (*LEPR*). In order to assist and inform about the importance of these for future genetic and animal breeding studies for this type of birds.

**KEYWORDS:** *FRLP*, *LEPR*, *LEP*, molecular markers, Native breed.

## 1 | INTRODUÇÃO

A criação de aves caipiras usando raças nativas cresce ano após ano em todo o mundo (BETT et al., 2011). A importância dessas aves para a economia rural é muito relevante, embora distinta nos diferentes países (MAGOTHE et al., 2012). As aves nativas proporcionam renda para as famílias, além de garantir a disponibilidade de alimentos (PADHI 2016). No Brasil, a relevância além da econômica, também é cultural, pois esses animais vieram acompanhados dos colonos portugueses ainda em meados do século XV, por ocasião da colonização do Brasil, e acompanharam a atual conformação do país desde esse período (CARVALHO, 2016).

Conservar e utilizar essas raças são formas ativas de ampliar as relações comerciais entre os produtores locais. Tudo isso sem necessidade de grandes tecnologias e altos custos para sua criação. Essas aves demonstram menor susceptibilidade a doenças infectocontagiosas e boa adaptação às condições edafoclimáticas de ambiente tropical (ALMEIDA, 2013). Vale destacar, todavia, que investigações que comprovem tais afirmações e selecionem geneticamente os indivíduos mais desenvolvidos para características de interesse comercial no próprio ambiente de criação fazem-se ainda necessários.

Nesse sentido, estudos dos polimorfismos de genes com expressão fenotípica de características de interesse na produção foram possíveis através do uso de biotecnologias moleculares. As características, mesmo com baixa herdabilidade e difícil mensuração, tornaram-se analisáveis e postas em programas de melhoramento através da genotipagem (ROTHSCHILD; SOLLER 1999). O uso dos marcadores moleculares foi o responsável pela identificação de tais polimorfismos, como, por exemplo, a técnica “*Restriction Fragment Length Polymorphisms*” (*RFLP*), que é um desses marcadores. Esse marcador foi amplamente utilizado desde a década de 90 para estudo e seleção de animais (CAETANO, 2009).

Com isso, nos últimos anos, o gene da leptina e de seu receptor tem sido utilizado em pesquisa com animais de produção com uso do marcador RFLP (CARVALHO et al., 2012; PEIXOTO, et al. 2009). A priori, esse gene foi identificado no tecido adiposo de camundongos mutantes, obesos e estéreis (ZHANG et al., 1994). A leptina é um hormônio produzido primordialmente no tecido adiposo. É também um cofator de presença ou não de adipócitos no sangue, que pode aumentar ou diminuir em concentrações séricas de acordo com a quantidade de energia estocada em forma de gordura (NINOV, 2006). Com essa gordura estocada aumentando, a leptina atua no hipotálamo e, por *feedback* negativo, inibe o apetite e acelera o metabolismo visando um maior gasto de energia (CARO et al., 1996).

O gene do receptor da leptina (*LEPR*), que medeia as funções fisiológicas do hormônio da leptina, foi elucidado em aves por meio de sequenciamento e uso dos marcadores (LIU et al., 2007). Esse gene está diretamente ligado à regulação, ao armazenamento de energia, ao metabolismo do corpo e à deposição de gordura das aves (ADACHI et al., 2008).

Neste capítulo, será apresentado um panorama da avicultura caipira com uso das raças nativas, bem como considerações sobre os marcadores moleculares e os genes da leptina (LEP) e de seu receptor (LEPR), a fim de auxiliar e informar sobre a importância destes para futuros estudos genéticos e de melhoramento animal.

## 2 | AVICULTURA TRADICIONAL

Introduzidas no Brasil em meados do ano de 1500 pelos colonizadores portugueses, as galinhas caipiras foram se adaptando às condições edafoclimáticas locais, adquirindo certa rusticidade, menor susceptibilidade às doenças infectocontagiosas, alta variabilidade genética e distintos tipos de coloração de penas (CARVALHO, 2016). Por esse motivo, ganharam protagonismo na avicultura de sistema caipira nacional e mundial, também chamado de sistema extensivo (BETT et al., 2011).

Encontradas majoritariamente no meio rural, as galinhas nativas criadas em sistema extensivo e familiar representam cerca de 80% do rebanho avícola dos países com déficit alimentar e baixa renda (SONAIYA, 2008; FAO, 2014). Elas proporcionam uma fonte de renda para manutenção das famílias que realizam, em sua maioria, um comércio local ou no próprio bairro, além de servir como uma fonte de proteína animal na dieta, em forma de ovos e carne (PADHI, 2016).

Todo esse cenário é suplantado pela baixa necessidade de tecnologias, investimentos financeiros e área, para o início dessa cultura, sua manutenção e terminação (LIAO et al., 2009). Nos últimos anos, a busca por produtos de origem orgânica e/ou natural possibilitou a admissão destas raças, ainda mais, no mercado nacional e até internacional, no qual consumidores pagam valores elevados pelo produto certificado (LOO et al., 2011).

## 3 | ENZIMAS DE RESTRIÇÃO

Primariamente descobertos na década de 1970, os marcadores bioquímicos baseados em proteínas e isoenzimas ganharam uma ampla usabilidade no estudo de melhoramento genético, tais como: dispersão de espécies, variabilidade genética, introgressão gênica e, de forma ainda um pouco limitada, seleção indireta de características zootécnicas (MARIANTE et al., 2008). Essas isoenzimas baseavam-

se na identificação de polimorfismo protéico, resultado da tradução dos códons do RNA mensageiro.

Após estas isoenzimas, as enzimas de restrição foram descobertas, o que alavancou o estudo com marcadores moleculares e levou a descobertas de muitos outros. A escolha de qual marcador molecular usar, varia de acordo com o objetivo da pesquisa ou seleção e também pode ser adaptada de acordo com as condições disponíveis. Para estudo de variabilidade genética, de forma mais ampla, são usados os marcadores Microssatélites e SNPs, por exemplo (CLEMENTINO, 2010).

Para detecção de polimorfismo, as enzimas de restrição, com o auxílio da técnica “*Restriction fragment length polymorphism*”, capazes de cortar a molécula de DNA em locais específicos. Dessa maneira, apresentam resultados rápidos e com baixo custo quando comparados a outras formas de genotipagem como o sequenciamento (JÚNIOR, 2018). A técnica caracteriza-se pela amplificação de uma sequência contendo o polimorfismo, anteriormente identificado por sequenciamento da espécie. Para isso, são utilizados *primers* específicos e reação em cadeia da polimerase, seguida pelo uso das enzimas de restrição para clivagem desses fragmentos e posterior genotipagem do nucleotídeo na região (RASMUSSEN, 2012).

Todos esses marcadores se tornaram ainda mais usados com a criação e popularização da técnica, anteriormente citada, de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR – *Polimerase Chain Reaction*), baseada na replicação do DNA, catalisada por uma DNA polimerase, que foi descoberta em 1983 (MULLIS, 1990). Em relação às raças nativas brasileiras, muitos são os estudos que utilizam marcadores. E no que concerne a estudos de associação no melhoramento e variabilidade genética destas raças, estes se tornam ainda mais indispensáveis, pois possibilitam uma caracterização e análise sem a interferência ambiental (CARVALHO et al., 2016; SENA, 2019).

#### 4 | GENE DA LEPTINA E DE SEU RECEPTOR EM AVES

A leptina é um hormônio secretado pelo tecido adiposo que regula, em conjunto com a insulina, a homeostase energética. Possui 167 aminoácidos, cuja síntese ocorre nos adipócitos (QUILLFELDT, 2009). Essa homeostase é feita pela via JAK-STAT, que é ativada pela leptina e que, por *feedback* negativo no hipotálamo, inibe e controla o apetite. Esta ativação pode ser demonstrada em frangos (ADACHI et al., 2013).

Comprovadamente, a leptina é um dos principais hormônios que afetam a ingestão de alimentos e a obesidade - dois problemas criticamente importantes para as aves (ELMQUIST et al., 1998). Testes baseados em interações antígeno-

anticorpo por imunofluorescência permitiram a detecção de leptina ou pelo menos proteína semelhante à leptina nas aves (QUILLFELDT et al., 2009; KORDONOWY et al., 2010). Vários trabalhos relataram alterações fisiológicas nas concentrações circulantes de leptina em espécies de aves domésticas ou na expressão de leptina (DRIDI et al., 2005).

O efeito da saturação da leptina na redução da ingestão de alimentos em galinhas foi demonstrado por injeção intraperitoneal de proteína recombinante da leptina de ovelhas e humanos (OHKUBO e ADACHI, 2008). Verificou-se que a imunização contra a leptina em galinhas imitava a perda da bioatividade, levando a um aumento do depósito de gordura e ingestão alimentar. Assim, concluiu-se que a leptina administrada exogenamente é bioativa em sistemas aviários e que essas aves possuem clara expressão do gene do receptor da leptina que interpõe sua bioatividade (SHIZ et al., 2006).

Alguns pesquisadores relatam a presença de leptina e o sequenciamento de um gene da leptina em frangos, como já foi descrito (QUILLFELDT et al., 2009). Em muitas espécies de não mamíferos, o gene da leptina já foi totalmente identificado, como no peixe baiacu, nos anfíbios, nas salamandras e nas rãs. É possível observar que esses genes nessas espécies de animais são claramente diferentes dos homólogos dos mamíferos (CRESPI E DENVER, 2006).

Entretanto, cogita-se que a existência de um homólogo do gene da leptina em aves possa ser duvidosa, pois sua sequência não consta em banco de dados da plataforma *national center for biotechnology information (NCBI)*. Alguns pesquisadores não confirmaram sua existência e negaram a expressão da leptina (YOSEFI et al., 2010). Pitel et al. (2010) propuseram que o gene que codifica a leptina foi perdido durante o curso da evolução.

Em galinhas, o gene do receptor da leptina (*LEPR*) possui 1.148 aminoácidos e uma estrutura 62% igual ao mesmo gene do receptor em humanos e está localizado no cromossomo 8 (DUNN et al., 2009). Sua expressão é dada no hipotálamo e nos ovários em maior grau (OHKUBO et al., 2000). Ninov et al. (2008), em estudos de associação, descobriram que o *LEPR* é fortemente associado ao comprimento de pulmão, ao rendimento de coxa e sobrecoxa e ao consumo de ração.

O *LEPR* pertence à superfamília de receptores de citocinas classe I que compartilha vias de transdução de sinal (TARTAGLIA et al., 1995). Este receptor ativa a via de sinalização JAK-STAT, protagonizada pela leptina, e desempenha um papel importante na regulação do armazenamento e metabolismo de energia corporal (ADACHI et al., 2013).

Em humanos, descobriu-se que as mutações *LEPR* estão associadas à obesidade e ao diabetes tipo 2 (LIU, 2007). Hayes et al. (2010) detectaram que o *LEPR* também está relacionado à hiperfagia em ratos. O estudo do polimorfismo

do *LEPR* com a técnica RFLP é amplamente usado e sua relação com o ganho de massa corporal em humanos e roedores foi comprovada (PARK et al., 2006).

Em frangos de corte e postura tem-se poucos estudos e publicações sobre este polimorfismo (MOUJAHID et al., 2014). Quando se traz essa discussão para o contexto do atual trabalho de galinhas caipiras nativas, o número de pesquisas nessa temática é ainda menor ou quase inexistente na literatura, o que torna sua elucidação necessária.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação de galinhas de raças nativas pressupõe a existência de aves com particularidades culturais, genéticas e fenotípicas. Sua produção é uma prática em constante crescimento. O uso de marcadores moleculares torna-se uma alternativa para alavancar e comprovar o potencial produtivo dessas raças, além de permitir a identificação de polimorfismos no DNA de forma acurada e relativamente barata.

Os genes da leptina e de seu receptor, *LEP* e *LEPR*, respectivamente, são fortes genes candidatos para auxílio no processo de seleção assistida por marcadores moleculares. Isso porque codificam proteínas de grande importância que atuam diretamente na deposição de gordura, metabolismo, apetite e muitas outras funções, além de estarem associados a muitas características fenotípicas importantes, como rendimento de coxa e sobrecoxa.

## REFERÊNCIAS

ADACHI, H.; MURASE, D.; OHKUBO, T. **Inhibitory mechanism of signal transduction through chicken leptin receptor by suppressor of cytokine signaling 3 (SOCS3)**. *Japan Poultry Science*, v. 50, p. 262-269, 2013.

ADACHI, H. et al. **Chicken leptin receptor is functional in activating JAKSTAT pathway in vitro**. *Journal of Endocrinology*, v. 197, p. 335-342, 2008.

ALMEIDA, E.C. J. **Diversidade fenotípica de frangos nativos da raça Peloco com base em descritores fenotípicos sob análise multivariada**. 2013. 61p. Dissertação (Mestrado Genética, Biodiversidade e Conservação) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2013.

BETT, H.K.; PETERS, K.J.; BOKELMANN, W. **Hedonic price analysis to guide in breeding and production of indigenous chicken in Kenya**. *Livestock Research for Rural Development*, v. 23, n. 142, 2011.

CAETANO, A.R. **Marcadores SNP: conceitos básicos, aplicações no manejo e no melhoramento animal e perspectivas para o futuro**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p. 64-71, 2009.

CARO, J.R. et al. **Leptin: the tale of obese gene**. *Diabetologia Heidelberg*, v. 45, p. 1455-1462, 1996.

CARVALHO, D. A. **Variabilidade genética e fenotípica de galinhas caipiras da raça nativa Canelas-Preta**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal dos Vales do

Jequitinhonha e Mucuri, 2016.

CARVALHO, D.A. et al. **Caracterização genética e estrutura populacional de galinhas caipiras Canela-Preta no Estado do Piauí.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.51, n.11, p.1899-1906, 2016.

CARVALHO, T. D. et al. **Association of polymorphisms in the leptin and thyroglobulin genes with meat quality and carcass traits in beef cattle.** Revista Brasileira Zootecnia, Viçosa - MG, v. 41, n. 10, p. 2162-2168, out. 2012.

CLEMENTINO, C.S. **Caracterização genética de galinhas naturalizadas na região Meio-Norte do Brasil com uso de microssatélites.** 2010. 93p. Dissertação (Mestrado Ciência Animal) - Pós-Graduação do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina – PI, 2010.

CRESPI, E. J.; DENVER R. J. **Leptin (ob gene) of the South African clawed tree frog *Xenopus laevis*.** Proceedings of the National Academy of Sciences. USA., v. 103, p. 10092–10097, 2006.

DRIDI, S. et al. **Mode of leptin action in chicken hypothalamus.** *Brain Research*, v.1047, p. 214-223, 2005.

DUNN, I.C. et al. **Waddington New hypotheses on the function of the avian shell gland derived from microarray analysis comparing tissue from juvenile and sexually mature hens.** *General and Comparative Endocrinology*, v. 163, p. 225–232, 2009.

ELMQUIST, J. et al. **Unraveling the central nervous system pathways underlying responses to leptin.** *Nature Neuroscience*, v. 1, p. 445-450, 1998.

FAO - Food and agriculture organization of the united nations. **Decision tools for family poultry development. FAO Animal Production and Health Guidelines.** Rome, Italy, n. 16, 2014.

HAYES, M. R. et al. **Endogenous leptin signaling in the caudal nucleus tractus solitarius and area postrema is required for energy balance regulation.** *Cell Metabolism*. v. 11, p. 77-83, 2010.

JÚNIOR, M.B.S. **Triagem e validação de SNPs para uso em seleção assistida por marcadores moleculares em ovinos Santa Inês.** 2018.68p. Dissertação (Mestrado Genética e Melhoramento) - Pós-Graduação de Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina - PI, 2018.

KORDONOWY, L. L.; MCMURTRYJ, P.; WILLIAMST, D. **Variation in plasma leptin-like immune reactivity in free-living European starlings (*Sturnus vulgaris*).** *General and Comparative Endocrinology*, v. 166, p. 47-53, 2010.

LIAO, Q.Y. et al. **What causes H5N1 avian influenza? Lay perceptions of H5N1 aetiology in South East and East Asia.** *Journal of Public Health*, v. 31, n. 4, p. 573–581, 2009.

LIU, X. et al. **Molecular cloning and tissue distribution of a short form chicken leptin receptor mRNA.** *Domestic Animal Endocrinology*, v.32, p. 155-166, 2007.

LOO, E.J.V. et al. **Consumers' willingness to pay for organic chicken breast: Evidence from choice experiment.** *Food Quality and Preference*, v. 22, p. 603-613, 2011.

MARIANTE, A.S. et al. **Managing genetic diversity and society needs.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa - MG, v. 37, p. 127-136, 2008.

MOUJAHID, E. M. et al. **Association of leptin receptor gene polymorphisms with growth and feed efficiency in meattype chickens.** *Poultry Science*, v. 93, n.8, p.1910-1915, 2014.

- MULLIS, K.B. **The unusual origin of the Polymerase Chain Reaction**. *Scientific American*, v. 262, p. 36-42, 1990.
- NINOV, K. **Identificação de polimorfismos no gene da leptina e de seu receptor em duas linhagens de aves e associação com características de desempenho e carcaça**. 2006. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Piracicaba, 2006.
- NINOV, K. et al. **Investigation of leptin gene in broiler and layer chicken lines**. *Scientia Agricola*, v. 65, 2008.
- OHKUBO, T.; ADACHI, H. **Leptin signaling and action in birds**. *Japan Poultry Science*, v. 45, p. 233-240, 2008.
- OHKUBO, T.; TANAKA, M.; NAKASHIMA, K. **Structure and tissue distribution of chicken leptin receptor (cOb-R) mRNA**. *Biochimica et Biophysica Acta*, v. 1491, p. 303-308, 2000.
- PADHI, M. K. **Importance of Indigenous Breeds of Chicken for Rural Economy and Their Improvements for Higher Production Performance**. *Scientifica*, v. 2016, 2016. 9 p.
- PARK, K. S. et al. **Polymorphisms in the leptin receptor (LEPR)-putative association with obesity and T2DM**. *Human Genetics*, v. 51, p. 85-91, 2006.
- PEIXOTO, J. O. et al. **Association between leptin gene single nucleotide polymorphisms and carcass traits in pigs**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa - MG, v. 38, n. 2, p. 271-276, fev. 2009.
- PITEL, F. et al. **Is there a leptin gene in the chicken genome? Lessons from phylogenetics, bioinformatics and genomics**. *General and Comparative Endocrinology*, v. 167, p. 1-5, 2010.
- QUILLFELDT, P. et al. **Relationship between plasmaleptin-like protein levels, begging and provisioning in nestling thin-billed prions *Pachyptila belcheri***. *General and Comparative Endocrinology*, v. 161, p. 171-178, 2009.
- RASMUSSEN, H. B. **Restriction Fragment Length Polymorphism Analysis of PCR-Amplified Fragments (PCR-RFLP) and Gel Electrophoresis: Valuable Tool for Genotyping and Genetic Fingerprinting**. In: MAGDELDIN, S. (Ed.). *Gel Electrophoresis: Principles and Basics*. Rijeka, Croácia: InTech, 2012. p. 315-334.
- ROTHSCHILD, M.F.; SOLLER, M. **Candidate gene analysis to detect gens controlling of economic importance in domestic livestock**. In: *Simpósio internacional de genética e melhoramento animal*. 1999. Viçosa. Anais. Viçosa - MG, 1999, p. 218-242.
- SENA, S.L. **Estudo genômico aplicado ao melhoramento genético de ovinos Santa Inês para características de carcaça**. 2019. 117p. Tese. (Doutorado Ciência Animal) - Pós-Graduação do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina - PI, 2019.
- SHIZ, D. et al. **Effects of immunization against leptin on feed intake, weight gain, fat deposition and laying performance in chickens**. *British Poultry Science*, v. 47, p. 88-94, 2006.
- SONAIYA, F. **Smallholder family poultry as a tool to initiate rural development**. In: *International Conference Poultry in the Twenty-first Century: avian influenza and beyond*. Bangkok, Thailand: FAO, 2008.
- MAGOTHE, T.M. et al. **Indigenous chicken production in Kenya: current status**. *World's Poultry Science Journal*, v. 68, n. 1, p. 119-132, 2012.

TARTAGLIA, A. et al. **Identification and expression cloning of a leptin receptor, OB-R.** *Cell*, v. 83, p. 1263-1271, 1995.

YOSEFIS, H. et al. **Lack of leptin activity in blood samples of Adelie penguin and bar-tailed godwit.** *Journal of Endocrinology*, v. 207, p. 113-122, 2010.

ZHANG, Y. et al. **Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue.** *Nature*, London, v.372, p.425-432, 1994.

## CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA E GENÉTICA EM POPULAÇÕES DE GALINHAS NATIVAS

Data de aceite: 19/03/2020

### **Débora Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/5713516699845140>

### **Cristina Moreira Bonafé**

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha  
e Mucuri, Campus Unaí  
Unaí, Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/2678310373676450>

### **Maria Del Pilar Rodriguez-Rodriguez**

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha  
e Mucuri, Campus II Diamantina, Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/8178192309355397>

### **José Lindenberg Rocha Sarmiento**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/1991742176699922>

### **Marcos Jacob de Oliveira Almeida**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Meio-Norte (Embrapa MN) Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2068380243699918>

### **Abigail Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2914794424016683>

### **Luiz Antonio Silva Figueiredo Filho**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Maranhão, Campus Caxias  
Caxias, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/3985156705338283>

### **Manoel Braz da Silva Júnior**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Maranhão, Campus São João dos  
Patos  
São João dos Patos, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/0090908144064939>

### **Bruna Lima Barbosa**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/1399649319998684>

### **Artur Oliveira Rocha**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/8991807731249154>

### **Marcos David Figueiredo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/3825794988148916>

**RESUMO:** Objetivou-se, neste capítulo, fazer levantamento das variáveis e caracteres básicos

necessários para estudos de caracterização fenotípica, bem como das informações mais importantes para caracterização genotípica de populações de galinhas nativas. O intuito final é auxiliar em projetos e programas de conservação de raças nativas de galinhas. A caracterização fenotípica é baseada em descritores morfológicos e pode ser descrita como uma das principais etapas de programas de conservação de raças nativas, além dos estudos de desempenho fenotípico, que devem ser considerados na caracterização de uma raça. A caracterização genética é baseada no uso de marcadores moleculares. Um dos mais utilizados para essa finalidade são os conhecidos como Microssatélites. As galinhas nativas são caracterizadas por possuir elevada variabilidade genética, a qual é imprescindível para auxiliar os programas de preservação, conservação e utilização dos recursos genéticos e melhoramento animal e subsidiar a valorização e reconhecimento dessas importantes raças. Desta forma, conhecer as raças nativas a partir da morfologia, produção e genética é fundamental para promover a conservação sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gallus gallus*, Morfometria, Microssatélites, Raça nativa.

## PHENOTYPIC AND GENETIC CHARACTERIZATION IN NATIVE CHICKEN POPULATIONS

**ABSTRACT:** The objective of this chapter was to survey the variables and basic characters needed for studies on phenotypic characterization and the most important information for genotypic characterization of native chicken populations, in order to assist in projects and conservation programs of native chicken breeds. Phenotypic characterization is based on morphological descriptors, one of the main stages of conservation programs for native breeds, in addition to studies of phenotypic performance that must be considered when characterizing a breed. Genetic characterization is based on the use of molecular markers, where one of the most used for this purpose is known as Microsatellites. Native chickens are characterized by having high genetic variability, which is essential to assist programs of preservation, conservation, use of genetic resources, animal improvement and subsidize the valorization of these important breeds. Thus, knowing the native breeds from morphology, production and genetics is essential to promote sustainable conservation.

**KEYWORDS:** *Gallus gallus*, Morphometry, Microsatellites, Native breed.

### 1 | INTRODUÇÃO

Os permanentes avanços em genética, sanidade, nutrição, manejo e ambiência na produção de aves, utilizando tecnologias nacionais e mundiais, têm colocado o Brasil em posição de destaque no setor avícola mundial. A demanda pelo consumo de proteínas de aves é crescente a nível global. No início do século

XX, no Brasil, observou-se um grande quantitativo de importação de linhagens melhoradas com intuito de aumentar a produtividade de aves e atender à crescente demanda do mercado consumidor e à forte competição internacional. Nos dias atuais, as linhagens comerciais utilizadas no Brasil são oriundas da genética de aves melhoradas (FONTEQUE et al., 2014).

Essas linhagens são frutos de programas de melhoramento genético baseados na variação apresentada pelas populações de animais selecionados. Porém, os processos seletivos utilizados, que visam características produtivas, geralmente tornam essas linhagens muito uniformes, reduzindo a variabilidade genética populacional. Esse procedimento pode provocar a diminuição de características relacionadas à resistência a doenças, que, de forma em geral, não são consideradas em programas de melhoramento genético animal. Essa redução da variabilidade predispõe a população a se tornar mais susceptível a doenças (FONTEQUE, 2011).

Esse gargalo tem sido fonte de preocupação de pesquisadores e produtores. Estes têm buscado alternativas de manter a variabilidade genética das populações nativas. Quando se tem aves sensíveis ou pouco resistentes a patógenos, essas podem estar susceptível a eventuais pandemias. Como exemplo, pode-se citar o caso da gripe aviária: em consequência das aves infectadas e do risco do contágio humano, optou-se pelo abate de aproximadamente 200 milhões de aves (FACHINELLO, 2010). Outro fator relevante em relação às linhagens comerciais, é que, devido à sua seleção ocorrer em ambientes com controle total de temperatura e umidade, elas são pouco adaptadas às condições de climas quentes.

Por outro lado, as raças nativas mostram-se adaptadas a diversos ambientes. Apesar de não haver estudos que comprovem que essas aves são resistentes ao estresse térmico e às doenças e parasitas, pela forma que são criadas, tipo caipira e com pouca exigência de manejo se comparado com as linhagens comerciais, observa-se animais aparentemente mais rústicos e resistentes (ALMEIDA, 2013).

As raças de galinhas nativas desempenham um importante papel na cultura dos brasileiros, pois os acompanham desde a época da colonização. São criadas em regime extensivo por pequenos agricultores de todo o Brasil. Essas aves têm sido importante fonte de alimento e renda para essas famílias. Por não exigirem grande tecnologia para sua produção, pois no campo mostram-se resistentes às condições climáticas, elas se revelam como excelente alternativa ao desenvolvimento da agropecuária no território nacional. Ressalta-se, no entanto, a necessidade de estudos científicos que comprovem tal hipótese (ALMEIDA, 2013).

Pouco se conhece sobre a variabilidade genética e fenotípica das aves nativas brasileiras. Assim, faz-se necessário pesquisas que divulguem essas aves; que auxiliem os programas de preservação, conservação e utilização dos recursos genéticos e melhoramento animal; e que subsidiem a valorização e reconhecimento

dessas importantes raças. Dado o exposto, objetivou-se, neste capítulo, fazer um levantamento das variáveis e caracteres básicos necessários para estudos de caracterização fenotípica. Além disso, pretende-se levantar as informações mais importantes para caracterização genotípica das populações de galinhas nativas, a fim de auxiliar em projetos e programas de conservação de raças nativas de galinhas.

## 2 | CONCEITOS DE RAÇA

Pesquisadores de várias instituições e países têm buscando elucidar uma definição para o termo *raça*. Apesar de controverso, é possível conceituá-lo. Segundo González Pizarro (1903), *raça* seria um conjunto de indivíduos que dispõem de várias características transmissíveis aos descendentes.

Vários outros conceitos têm sido propostos. Na terceira edição do World Watch List da FAO (SCHERF, 2000), *raça* é conceituada como subespecífico grupo de animais com características externas definidas e identificáveis, o que permite que ela seja diferenciada visualmente em comparação com outros grupos da mesma espécie. Essa definição, segundo Sierra Alfranca (2001), é razoável, porém estaria incompleta, faltando dados como transmissão a descendentes e dinâmica genética, dentre outros. Seguindo o mesmo raciocínio, pode-se afirmar que o conceito é curto e vago, deixando brechas para outras variantes, a exemplo de grupos de animais separados pela cultura e geografia. Outros fenotipicamente semelhantes permitem que sejam aceitos para dar-lhes uma identidade distinta.

Finalmente, Sierra Alfranca (2001) define o termo *raça* de forma mais abrangente e absorvente ao dizer que consiste em um conceito técnico-científico, identificador e diferenciador de um grupo de animais, através de um certo número de características (morfológica, produtivo, psicológico, adaptação, etc). Essas particularidades são transmissíveis à prole, mantendo, além disso, alguma variabilidade e dinâmica evolutiva. Esse seria o conceito mais completo e passível de aceitação, menos livre de erros.

As galinhas domésticas brasileiras são da espécie naturalizada, pois esses animais não existiam até provavelmente a colonização (ALBINO et al. 2001). Outro tópico relevante sobre raças seria a diferenciação entre nativas e naturalizadas. Muitos ainda se confundem quanto a tais definições. Almeida (2007) as define com precisão ao concluir que raças nativas são aquelas que se formaram em um determinado país, mas tiveram suas bases genéticas oriundas de outras regiões, a exemplo da raça de galinhas Canela-Preta, Peloco e Caneluda do Catolé. Já as raças naturalizadas são aquelas originadas em outros países ou região e que, introduzidas em novos países, adaptaram-se bem, como a raça de galinhas Gigante

Negro.

### 3 | GALINHAS CAIPIRAS NATIVAS

Alguns pesquisadores defendem que as galinhas caipiras do Brasil possivelmente foram introduzidas antes mesmo da colonização, quando corsários franceses abasteciam seus navios com pau-brasil e os trocavam com os índios por espelho, pentes, ferramentas e galinhas que sobravam de suas dispensas. Porém, grande parte dos pesquisadores defende que as galinhas foram trazidas ao país por volta de 1500 pelos navegadores europeus que desembarcaram no Brasil. Essas aves foram mantidas em quintais, sítios e fazendas, cruzando-se aleatoriamente, dando origem às galinhas nativas brasileiras (MESQUITA, 1970; FONTEQUE, et. al., 2014).

A criação das galinhas nativas, também conhecidas como galinhas caipiras ou galinhas de terreiro, ainda é feita em pequena escala, em maior parte pelos agricultores familiares. Esse fator está relacionado à cultura, pois as galinhas acompanharam a migração humana durante toda a colonização, o que também ocasionou o surgimento de várias novas raças. O foco da criação de galinhas varia de acordo com cada região ou país. No Japão, existem raças que fazem parte do Tesouro Nacional Japonês. São denominadas de raças ornamentais japonesas tradicionais (TODANO et al., 2009). Na Europa, as aves foram criadas inicialmente com o objetivo de lazer. Atualmente, são produzidas para alimentação (RODRIGUES et al., 2006).

Nos anos de 1930, a avicultura industrial passou por um importante avanço. Nesse contexto, as galinhas nativas foram sendo esquecidas (MORENG e AVENS, 1990). Porém, em 1980, houve uma valorização dos produtos naturais. Com isso, elas se tornaram potencialmente lucrativas, pois são criadas de forma mais semelhante ao sistema orgânico. Considerada uma iguaria, a galinha caipira é muito apreciada em todo o Brasil, obtendo preços diferenciados e uma demanda crescente por seus produtos (carnes e ovos), principalmente por consumidores que buscam alimentos produzidos em sistemas naturais (CARVALHO, et. al., 2015).

### 4 | USO DE DESCRITORES MORFOLÓGICOS NA CARACTERIZAÇÃO DE RAÇAS NATIVAS DE GALINHAS

A obtenção de medidas morfométricas de uma determinada raça auxilia na sua definição fenotípica, inclusive no que tange à elucidação do seu porte e aptidão, parâmetros esses relevantes para programas de seleção. Nos dias atuais,

o estudo da diversidade por meio de características fenotípicas ainda é relevante, principalmente pela sua importância econômica (CRUZ et. al., 2011).

A caracterização fenotípica baseada em descritores morfológicos é uma das principais etapas de programas de conservação de raças (MARIANTE & CAVALCANTE, 2006). Porém, outras informações devem ser consideradas na caracterização fenotípica de uma raça, como os dados genéticos, a distribuição geográfica, as aptidões produtivas e as características comportamentais.

Na caracterização fenotípica de aves nativas, as características morfométricas usualmente mais utilizadas são: comprimento do corpo; envergadura, comprimento e largura da crista; comprimento e largura do bico; comprimento e largura da barbela; comprimento do peito; comprimento da asa; comprimento da coxa; comprimento do dedo do pé; e comprimento e diâmetro do tarso. Há ainda as características qualitativas como plumagem do corpo, tipo de crista, cor da canela, cor dos olhos, cor das orelhas, cor da crista e cor da barbela (ALMEIDA, 2013).

O uso de características morfométricas e morfológicas tem sido utilizado com frequência em estudos de caracterização e diversidade em espécies animais. Méndez et al. (2011) utilizaram 26 medidas morfométricas em estudo de diversidade de galinhas nativas da Espanha. Almeida (2013) utilizou 33 características, sendo 24 morfométricas e nove morfológicas para descrever a raça de galinha nativa Peloco do estado da Bahia - Brasil. Carvalho et al. (2017) utilizaram 32 características, sendo 21 morfométricas e 11 morfológicas para descrever fenotipicamente galinhas da raça Canela-Preta no estado do Piauí - Brasil.

Os estudos de caracterização fenotípica, de modo geral, fazem uso de elevado número de características, o que requer a utilização de métodos estatísticos capazes de combinar muitas informações simultaneamente e gerar um menor número de medidas de mais fácil interpretação. Desta forma, o uso de métodos estatísticos multivariados é primordial.

## 5 | ANÁLISE MULTIVARIADA

Análise multivariada é o método estatístico que utiliza simultaneamente as medidas de todas as características na interpretação de um conjunto de dados, considerando a correlação entre elas. Os dados podem ser de natureza qualitativa (características morfológicas) ou quantitativa (características morfométricas). Os métodos estatísticos são selecionados de acordo com o objetivo da pesquisa e a natureza dos dados, pois cada modelo tem sua fundamentação teórica e sua aplicabilidade peculiares. Um ponto relevante da análise multivariada é o aproveitamento da informação conjunta das variáveis envolvidas (ALMEIDA, 2013).

No estudo para análise de dados quantitativos, os métodos mais utilizados

são: análises por variáveis canônicas, componentes principais e análises de agrupamento, além da análise discriminante. Contudo, para dados qualitativos, se utilizam técnicas estatísticas diferentes dos dados quantitativos. Isso se deve ao fato de que os dados qualitativos são parâmetros categóricos que identificam o indivíduo, enquanto os dados quantitativos descrevem numericamente o indivíduo (OLIVEIRA et al., 2003).

As técnicas de análise multivariadas têm sido usadas em estudos de diversidade genética em aves, analisando parâmetros de desempenho e reprodução, em aves especializadas (BEZERRA NETO et al., 2010; PIRES et al., 2002). Contudo, em raças nativas, aos poucos tem-se realizado estudos com uso dessas características fenotípicas. Almeida, (2013) avaliou galinhas da raça nativa Peloco, do estado da Bahia. Carvalho et al. (2017) caracterizaram fenotipicamente galinhas da raça nativa Canela-Preta, do estado do Piauí.

## 6 | VARIABILIDADE E DIVERSIDADE GENÉTICA

O estudo da variabilidade e diversidade genética é de suma importância para os grupos de conservação de recursos genéticos e também para os programas de melhoramento. Variabilidade genética mede a variação entre diferentes alelos do mesmo gene em uma determinada população. Diversidade genética mede a quantidade total das variações genéticas intra ou entre populações da mesma espécie. Um dos fatores que mais influenciam a variabilidade genética é a mutação (SNUSTAD et al., 2001).

É relevante mensurar a variabilidade genética por se encontrar diretamente relacionada com a manutenção da variabilidade inter-racial, o que contribui para evitar a extinção de raças e a erosão genética. As galinhas nativas brasileiras são importantes fontes de variabilidade para os programas de melhoramento, pois podem guardar características fenotípicas e genotípicas de animais que foram introduzidas no Brasil no período da colonização (ALMEIDA, 2013).

A introdução de aves melhoradas no sistema de criação caipira tende a fazer com que esse material seja diluído e/ou perdido quando há cruzamentos desordenados, sem nenhum critério de preservação e objetivos bem estabelecidos. Por sua vez, as raças nativas possuem importância regional, pois, se submetidas às corretas práticas de manejo, fornecem um produto agroecológico e fortalecem a segurança alimentar (SAGRILLO, 2002).

## 7 | MARCADORES MOLECULARES

Marcadores moleculares são sequências de DNA que revelam polimorfismos entre indivíduos geneticamente relacionados. Os primeiros marcadores utilizados em estudos genéticos foram as isoenzimas, baseados no polimorfismo de proteínas, úteis por algum tempo para mensurar a distância genética e diferenciação entre raças nativas. Porém, esses marcadores revelavam polimorfismo resultante da expressão de genes funcionais, o que poderia desqualificar a variabilidade genética dessas populações, haja vista a constatação de que o material mostrava um baixo conteúdo de informações polimórficas (MARIANTE e CAVALCANTE, 2006).

Com a descoberta das enzimas de restrições, tornou-se possível obter os dados genéticos diretamente do DNA, através da técnica intitulada polimorfismo de comprimento de fragmentos de restrição (RFLP – *Restriction Fragment Length Polymorphism*). As enzimas utilizadas nessa técnica são capazes de cortar a molécula de DNA em sítios específicos. A perda ou surgimento desses sítios é o que caracteriza o polimorfismo (REGITANO & COUTINHO, 2001). O conhecimento genético a partir de marcadores moleculares foi alavancado pelo desenvolvimento da técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR – *Polymerase Chain Reaction*), que se baseia na replicação do DNA *in vitro*, catalisado por uma DNA polimerase, descoberto em 1983, por Mullis (MULLIS, 1990).

A utilização de marcadores moleculares varia de acordo com o objetivo da pesquisa. Para estudo de variabilidade e diversidade genética, os mais utilizados têm sido os Microssatélites e SNPs. O uso de marcadores moleculares tem dado uma forte contribuição ao desenvolvimento das pesquisas populacionais, dado que as informações geradas a partir deles poderão, junto com informações fenotípicas, fornecer diretrizes para programas de conservação e melhoramento genético (CLEMENTINO, 2010)

Microssatélites são marcadores moleculares que possuem alto nível polimórfico. O que justifica o uso desses marcadores, além do alto polimorfismo, é o fato de que, quando amplificados via PCR, essas sequências apresentam alta variação de comprimento ou de alelos entre os indivíduos. A principal causa do polimorfismo encontrado é consequência do deslizamento (*slippage*) da DNA polimerase durante o processo de replicação (ELLEGREN, 2004).

Grupos de pesquisas em todo mundo tem feito uso dos microssatélites em investigações com as raças nativas. A *Food Agriculture Organization* (FAO), juntamente com a *International Society of Animal Genetics* (ISAG), reuniram-se e formaram equipes para elaborarem diretrizes e recomendações técnicas para a avaliação da diversidade genética em raças de animais domésticos. Em 2011, lançaram lista com 30 marcadores a serem utilizados nessas (FAO, 2004; FAO,

2011).

Raças nativas brasileiras, como a bovina Curraleiro Pé Duro, a ovina Morada Nova e a caprino Moxotó, já foram caracterizadas através do uso de microssatélites. Essas raças fazem parte do núcleo de conservação de populações nativas em risco de extinção da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Essas raças de interesses econômicos foram introduzidas no Brasil na época da colonização (FONTEQUE et al., 2014). Carvalho et al. (2016) e Fonteque et al., (2014) fizeram uso de marcadores microssatélites para caracterizar geneticamente galinhas brasileiras Canela-Preta e galinhas que põe ovos azuis, respectivamente. Ainda existem muitas populações a serem caracterizadas geneticamente.

## 8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para caracterização fenotípica de populações de galinhas, usualmente utiliza-se descritores morfológicos qualitativos (tipo de plumagem do corpo, tipo de crista, cor da canela, cor dos olhos, cor da crista, cor da barbela e cor da orelha) e quantitativos (comprimento do corpo; envergadura; comprimento e largura da crista; comprimento e largura do bico; comprimento e largura da barbela; comprimento do peito; comprimento da asa; comprimento da coxa; comprimento do dedo do pé; e comprimento e diâmetro do tarso).

Para caracterização genética, são utilizados, principalmente, marcadores do tipo microssatélites, sendo que a FAO disponibiliza a lista de 30 marcadores recomendados para esses estudos com galinhas.

## REFERÊNCIAS

ALBINO, L.F.T.; VARGAS JR, J.G.; SILVA, J.H.V. **Criação de Frango e Galinha Caipira - Avicultura Alternativa**. Viçosa - MG: Aprenda Fácil Editora, 2001.

ALMEIDA, E. C. J. **Diversidade fenotípica de frangos nativos da raça Peloco com base em descritores fenotípicos sob análise multivariada**. 2013. 61p. Dissertação (Mestrado em Genética, Biodiversidade e Conservação) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2013.

ALMEIDA, M. J. O. **Caracterização de caprinos da raça Marota no Brasil**. 2007. 150f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia - PA, 2007.

BEZERRA NETO, F. V. et al. **Descritores quantitativos na estimativa da divergência genética entre genótipos de mamoneira utilizando análises multivariadas**. Revista Ciência Agronômica, v. 41, n. 02, p. 294-299, 2010.

CARVALHO, D. A. et. al. **Caracterização fenotípica de galinhas caipiras comercializadas como nativas no Ceasa de Teresina-PI**. In: Simpósio internacional de raças nativas, 1, 2015, Teresina. Anais. Teresina - PI, 2015.

- CARVALHO, D. A. et al. **Caracterização genética e estrutura populacional de galinhas crioulas Canela-Preta**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 51, n. 11, p. 1899-1906, 2016.
- CARVALHO, D. A. et al. **Padrão racial fenotípico de galinhas brasileiras da raça Canela-Preta**. Archivos de Zootecnia, v. 66, n. 254, p. 195-202, 2017.
- CLEMENTINO, C.S. **Caracterização genética de galinhas naturalizadas na região meio-norte do Brasil com uso de microssatélites**. 93p. Dissertação (Mestrado Ciência Animal) -Pós-Graduação do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, 2010.
- CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L.A. **Biometria Aplicada ao Estudo da Diversidade Genética**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2011. 620 p.
- ELLEGREN. H. **Microsatellites: simple sequence with complex evolution**. Nature, v. 5, p. 438-445, 2004.
- FAO. **Guidelines for development of national management of farm animal genetic resources plans: measurement of domestic animal genetic diversity (MoDAD): recommended microsatellite markers**. Rome - Italy, 2004. 58 p.
- FAO. **Molecular genetic characterization of animal genetic resources**. Animal Production and Health Guidelines, n. 9, Rome, 2011.
- FACHINELLO, A. L.; FERREIRA FILHO, J. B. S. **Gripe aviária no Brasil: uma análise econômica de equilíbrio geral**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 48, n. 3, p. 539-566, 2010.
- FONTEQUE, G.V. **Investigação da variabilidade genética de quinze loci de microssatélites em galinhas caipiras brasileiras de ovos azuis**. 2011. 51p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages-SC, 2011.
- FONTEQUE, G.V. et al. **Genetic polymorphism of fifteen microsatellite loci in Brazilian (blue-egg Caipira) chickens**. Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 34, n. 1, p. 98-102, 2014.
- GONZÁLEZ PIZARROP, J. D. **Elementos de Zootecnia General**. I. Tomo. Tip. Herederos Angel González. León, 1903.
- MARIANTE, A.S.; CAVALCANTE, N. **Animals of the Discovery: domestic breeds in the history of Brazil**. 2.ed. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 274 p.
- MÉNDEZ, Y.; PONS, A.; FRANCESCH, A. **Comparación de medidas zoométricas em las gallinas baleares**. Archivos Zootecnia v. 60, n. 231, p. 445-448, 2011.
- MESQUITA, M.B. **Subsídios para a história da avicultura no Brasil**. Avicultura Industrial. Chácaras e Quintais, n.61. p. 726-729, 1970.
- MORENG, R.E.; AVENS, J.S. **Ciência e Produção de Aves**. São Paulo: Livraria Roca, 1990. 394 p.
- MULLIS, K.B. **The unusual origin of the Polymerase Chain Reaction**. Scientific American, v. 262, p. 36-42, 1990.
- OLIVEIRA, F.J. et al. **Divergência genética entre cultivares de caupí**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, n. 05, p. 605-611, 2003.
- PIRES, A.V. et al. **Estudo da divergência genética entre seis linhas de aves Legorne utilizando técnicas de análise multivariada**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 54, n.3, 2002.

REGITANO, L.C.A.; COUTINHO, L.L.; **Biologia molecular aplicada à produção animal**. Embrapa informação tecnológica, 215 p., 2001.

RODRIGUES, F.P.; QUEIROZ, S.A.; DUARTE, J.M.B. **Genetic relatedness among wild, domestic and Brazilian fighting roosters**. Brazilian Journal of Poultry Science, v.8, n. 2, p. 83-87, 2006.

SAGRILO, E. et al. **Agricultura Familiar**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 74p. (Boletim técnico - Embrapa).

SCHERF, B.D. **World Watch List for domestic animal diversity**. 3. ed. Roma: FAO UNEP, 2000. 732 p.

SIERRA ALFRANCA, I. **El Concepto de Raza: evolución y realidad**. Archivos de Zootecnia, v. 50, p. 547-564, 2001.

SNUSTTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos de Genética**. 2. ed. Trad. Paulo Armando Motta. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 756 p.

TODANO. R.; NISHIBORI. M.; TSUDZUKI. M. **Genetic structure and differentiation of Japanese extremely long-tailed chicken breed (Onagadori) associated with plumage colour variation: suggestions for its management and conservation**. Animal Genetics, v.40, p. 989-992, 2009.

## RAÇAS NATIVAS DE GALINHAS DO BRASIL E PAÍSES DA PENÍNSULA IBÉRICA

Data de aceite: 19/03/2020

### **Débora Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/5713516699845140>

### **José Lindenberg Rocha Sarmiento**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/1991742176699922>

### **Marcos Jacob de Oliveira Almeida**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Meio-Norte (Embrapa MN) Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2068380243699918>

### **Abigail Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2914794424016683>

### **Artur Oliveira Rocha**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/8991807731249154>

### **Maria Claudene Barros**

Universidade Estadual do Maranhão, Campus de  
Caxias  
Caxias, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/5604314745118032>

### **Elmary da Costa Fraga**

Universidade Estadual do Maranhão, Campus de  
Caxias  
Caxias, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/9400992635027394>

### **Maria Histelle Sousa do Nascimento**

Universidade Estadual do Maranhão, Campus de  
Caxias  
Caxias, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/2651507116730705>

### **Fábio Barros Britto**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2083496076356788>

### **Marcos David Figueiredo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/3825794988148916>

**RESUMO:** As raças nativas de galinhas são importantes para conservação de recursos genéticos de cada país. Os recursos genéticos nativos, por sua vez, são considerados patrimônios de cada nação. Os países da Península Ibérica (Portugal e Espanha) atuaram na colonização do Brasil. Dada a relação histórica dos países Brasil, Portugal e Espanha,

objetivou-se fazer uma breve descrição, baseada na literatura, sobre algumas de suas raças de galinhas nativas, como forma de ressaltar a importância da diversidade genética das raças de galinhas. Os países estudados possuem diversas raças de galinhas que apontam a riqueza genética da espécie *Gallus gallus* nesses territórios.

**PALAVRAS-CHAVE:** Caipira, Diversidade, *Gallus gallus*, Recursos Genéticos.

## NATIVE BREEDS OF CHICKENS FROM BRAZIL AND COUNTRIES FROM THE IBERIAN PENINSULA

**ABSTRACT:** Native breeds of chickens are important for the conservation of genetic resources in each country. Native genetic resources, in turn, are considered heritage of each nation. The countries of the Iberian Peninsula (Portugal and Spain) acted in the colonization of Brazil. Given the historical relationship of the countries Brazil, Portugal and Spain, the objective was to make a brief description based on the literature, about some of their native chicken breeds, as a way to emphasize the importance of the genetic diversity of the chicken breeds. The countries studied have several breeds of chickens that show the genetic richness of the *Gallus gallus* species in these territories.

**KEYWORDS:** Free-range, Diversity, *Gallus gallus*, Genetic Resources.

### 1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, a espécie de galinhas (*Gallus gallus*) é naturalizada, pois essas aves não existiam em território nacional até, possivelmente, o advento da colonização. Contudo, existem muitas raças nativas, uma vez que, a partir dos animais trazidos pelos colonizadores espanhóis, as aves se adaptaram, cruzaram aleatoriamente e sofreram seleção natural por séculos. Assim, foram desenvolvendo novas combinações gênicas e genotípicas que promoveram o aparecimento das características comportamentais, produtivas e reprodutivas específicas de aves encontradas apenas no Brasil, formando, assim, as raças nativas brasileiras (ALBINO et al. 2001; CARVALHO, 2016).

Sierra Alfranca (2001) define o termo raça como conceito técnico-científico, identificador e diferenciador de um grupo de animais através de um certo número de características (morfológica, produtivo, psicológico, adaptação, dentre outras) que são transmissíveis à prole, mantendo, além disso, alguma variabilidade e dinâmica evolutiva. No Brasil, sabe-se que existe número expressivo de raças de galinhas consideradas nativas. Contudo, não se tem catalogado o quantitativo delas e ainda são poucos os trabalhos sobre essas aves (CARVALHO et al., 2016).

As raças de galinhas atualmente criadas no Brasil podem ser classificadas de duas formas, de acordo com sua origem: nativas ou exóticas. O termo “nativa”

também pode ser substituído por “crioula”, “local” ou autóctones. Essas aves também são conhecidos como “galinhas caipira”, “galinhas de terreiro”, “galinhas pé seco” e “galinhas capoeira”. O termo “exótica” é utilizado para denominar as raças comerciais que foram importadas a partir do século XX.

As raças nativas de galinhas são importantes para conservação de recursos genéticos de cada país. Portugal, principal colonizador do Brasil, tem suas raças de galinhas reconhecidas e em programas de conservação. A Espanha, por sua vez, também possui conhecimento e estudos de suas raças nativas de galinhas: estas são catalogadas e, em sua maioria, reconhecidas pelo Ministério de Agricultura Pesca e Alimentação (MAPA), na Espanha. No Brasil, tem-se discutido essa temática, mas ainda há muito a ser feito: existem programas de conservação de algumas raças de diferentes espécies. No entanto, são poucas em conservação, dado o quantitativo histórico de raças existentes (DGAV, 2013; CARVALHO et al., 2016; CARVALHO et al., 2017; MAPA, 2019).

Importante ressaltar que o Brasil ainda não possui nenhuma raça de galinha reconhecida oficialmente pelo Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Isso se dá devido à ausência de legislação brasileira específica para reconhecimento de raças de aves em geral (MAPA, 2014).

O que dá respaldo às raças no Brasil são fatores como o conceito de raça, o reconhecimento dos produtores, técnicos e o apoio das pesquisas científicas. Logo, para reconhecimento oficial junto ao MAPA das raças de galinhas nacionais, necessita-se de mudança na legislação, processo lento que demanda vários anos para seu ajuste. Contudo, aos poucos o Brasil vem despertando quanto à importância de suas legítimas raças nativas. Esse crescente interesse e a relação histórica dos países Brasil, Portugal e Espanha serviu de base a esse estudo, cujo objetivo é fazer uma breve descrição, baseada na literatura, sobre algumas de suas raças de galinhas nativas, como forma de ressaltar a importância da diversidade genética das raças de galinhas.

## **2 | RAÇAS DE GALINHAS DO BRASIL E DA PENÍNSULA IBÉRICA**

Em seguida serão brevemente descritas 16 raças de galinhas dos países Brasil, Portugal e Espanha incluídas nesta investigação.

### **2.1 Raças brasileiras**

Como mencionado anteriormente, existem, historicamente, muitas raças de galinhas no Brasil: “Carijó”, “Pesçoço pelado”, “Pedrês”, “Rabo de Leque”, “Sura”, “Canela-Preta”, “Barbuda”, “Peloco”, “Frisada”, “Caneluda do Catolé” “Perna curta”,

dentre outras. Segundo a classificação da FAO (2013), essas aves mencionadas estão classificadas como risco desconhecido de extinção, são pouco estudadas e não são catalogadas, dificultando quantificá-las.

### *2.1.1 Galinhas da Raça Canela-Preta*

Encontradas no estado do Piauí e possivelmente em outros estados da região Nordeste do Brasil, esta raça é criada principalmente por pequenos agricultores familiares e comunidades tradicionais (indígenas e quilombolas). As galinhas da raça Canela-Preta são conhecidas por possuir carne de coloração diferenciada quando comparadas às demais galinhas caipiras. As aves têm duplo propósito: produção de carne e ovos. São animais dóceis, de fácil manejo, com plumagem de coloração predominantemente preta, podendo haver chuvilhamento na região do pescoço nas cores branca e dourado (no caso das fêmeas) e branco, prata e vermelho (no caso dos machos). Esse chuvilhamento pode se estender em toda plumagem das aves. Possui coloração da canela predominantemente preta (CARVALHO et al., 2017).



Figura 1. Galinhas caipiras da raça Canela-Preta (Fonte: Marcos Jacob de O. Almeida)

### *2.1.2 Galinhas da raça Peloco*

Encontradas em pequenas propriedades rurais, essas aves são remanescentes de quilombo e criações caseiras na Chapada Diamantina e nas regiões Sudoeste, Sul e Extremo Sul da Bahia. A raça Peloco caracteriza-se pelo empenamento tardio na fase de crescimento, motivo pelo qual também são conhecidas como “Pelado”. Quando ainda jovens, apresentam penas arrepiadas. A plumagem desses animais possui cores variadas e esta raça apresenta aspecto de aves ornamentais (ALMEIDA, 2016).



Figura 2. Galinhas da raça Peloco (Foto: Ronaldo Vasconcelos F. Filho)

### *2.1.3 Galinhas da raça Caneluda do Catolé*

As galinhas Caneludas são aves que ainda estão em processo inicial de caracterização fenotípica. Portanto, possuem pequeno número de matrizes e reprodutores e estão em um núcleo do setor de avicultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Esse grupo genético foi identificado, inicialmente, por um produtor local que atentou para a presença de aves robustas, pernaltas e de plumagem característica (penas negras e em tons cinza-azulado) (ALMEIDA, 2016).



Figura 3. Raça Caneluda do Catolé ((Foto: Ronaldo Vasconcelos F. Filho)

## **2.2 Raças de galinhas de Portugal**

Portugal apresenta 4 raças nativas de galinhas: Amarela, Branca, Pedrês Portuguesa e Preta Lusitânica. Todas elas encontram-se em risco de extinção, segundo a classificação da FAO. Essas quatro raças concentram-se predominantemente na região norte do país. As quatro raças têm em comum o modo de produção: em regime extensivo, com os animais em capoeiras e/ou ao ar livre, em pequenas produções familiares (DGAV, 2013; FAO, 2013).

### 2.2.1 Galinhas da raça Amarela

Galinhas de porte médio, com a plumagem de cor castanha alaranjada escura, em fundo amarelo palha; na cauda e na extremidade das asas apresentam uma cor negra, com reflexos azul-esverdeados. As fêmeas apresentam as mesmas características que os machos, ressaltando o dimorfismo sexual visível pelo tamanho e peso menores para a fêmea (DGAV, 2013).



Figura 4. Fêmea e Macho das Galinhas da raça Amarela

(Fonte: <http://www.galinhasalverca.pt/index.php/racas-portuguesas/amarelaportuguesa>)

### 2.2.2 Galinhas da raça Branca

A plumagem dessas aves é completamente branca. A cabeça é moderadamente grande, forte e robusta. O bico tem um tamanho médio a grande, ligeiramente encurvado. O peso do macho é compreendido entre 2,3-3,2 kg e da fêmea 1,5-2,3 kg. A fêmea apresenta as mesmas características que o macho, destacando dimorfismo sexual visível pelo tamanho e peso menores para a fêmea (DGAV, 2013).



Figura 5. Galinhas Raça Branca (Fonte: <http://www.galinhasalverca.pt/index.php/racas-portuguesas/branca-portuguesa>)

### 2.2.3 Galinhas da raça Preta Lusitânica

De plumagem completamente preta, havendo a possibilidade de apresentar reflexos azul-esverdeados, as galinhas da raça Preta Lusitânica estão ligadas a tradições populares, desde práticas de bruxaria a práticas pagãs. O peso do macho é compreendido entre 2,5-2,9 kg e da fêmea 1,7-2,3 kg. Essa raça apresenta dimorfismo sexual (DGAV, 2013; CID, 2017).



Figura 6. Galinhas Raça Preta Lusitânica

(Fonte: <http://www.galinhasalverca.pt/index.php/racas-portuguesas/preta-lusitania>)

### 2.2.4 Galinhas da raça Pedrês Portuguesa

A plumagem desta raça tem um aspecto mosqueado, matizado de cinzento-escuro em fundo branco, formando barras brancas e cinzentas, descontínuas. O peso do macho é compreendido entre 2,6-3,0 kg e da fêmea 2,2-2,7 kg. A fêmea apresenta as mesmas características que o macho, ressalta-se o dimorfismo sexual visível pelo tamanho e peso menores para a fêmea. São galinhas muito apreciadas em seu país, considerada uma raça tradicional, existindo provérbios populares a comprová-lo: “Galinha Pedrês vale por três” e “Galinha Pedrês, não a mates nem a dê” (DGAV, 2013; CID, 2017).



Figura 7. Galinhas raça Pedrês Portuguesa

(Fonte: <http://www.galinhasalverca.pt/index.php/racas-portuguesas/pedres-portuguesa>)

## 2.3 Raças de galinhas da espanha

Classificadas como raças de galinhas ornamentais, de exposição ou produtivas, a Espanha possui várias raças de galinhas nativas, dentre elas: Andaluza Azul, Castellana Negra, Combatiente Español, Extremeña Azul, Ibicenca, Mallorca, Pita Pinta, Sureña, Utrerana Perdiz (MAPA, 2019).

### 2.3.1 Galinhas da raça Andaluza Azul

Encontradas na região de Andalucía, principalmente nas cidades de Sevilla, Córdoba e núcleos importantes em Cádiz e Huelva. De crista simples e orelhas branca, Andaluza Azul é uma raça de cor da plumagem cinza azulado, com bordas pretas em cada uma de suas penas. Raça em risco de extinção, os machos possuem camadas de plumagem mais escura que as fêmeas. De porte médio, os machos pesam 2,9 a 3,5 kg e as fêmeas 2,2 a 2,8 kg (MAPA, 2019).



Figura 8. Galinhas raça Andaluza Azul (Fonte: MAPA, 2019)

### 2.3.2 Galinhas da raça Castellana Negra

Difundida em toda Espanha, essa é uma raça rústica que se destaca pela produção de ovos: cerca de 200 por ano, com peso médio de 60 gramas. A coloração da casca do ovo é branca. De plumagem preta, com reflexos metálicos em algumas regiões do corpo e cauda. Os machos pesam em média 2,9 kg e as fêmeas 2,3 kg. Raça em risco de extinção (MAPA, 2019).



Figura 9. Raça Catellana Negra (Fonte: MAPA, 2019)

### 2.3.3 Galinhas da raça *Combatiente Español*

Ave que muito se assemelha fenotipicamente a *Gallus Bankiva* (galinhas selvagens, às quais se atribui maior contribuição nas aves domésticas da atualidade). O *Combatiente Español* é difundida em várias regiões da Espanha e muito utilizada para exportação. A plumagem é muito variada, com reflexos metálicos, cor predominantemente vermelha ou laranja forte, brilhante, que varia do preto ao branco, contendo todos os tons. Os machos têm o peito de cor preto brilhante e cauda larga de cor preta. Nas fêmeas predomina a cor marrom. Raça de pequeno porte, os machos pesam entre 1,5 a 2kg e as fêmeas 1 a 1,5kg (MAPA, 2019).



Figura 10. Raça de galinhas *Combatiente Español* (Fonte: <https://gallinaselextremeno.jimdofree.com/otros-enlaces/razas-de-gallinas-esp%C3%B1olas/>)

### 2.3.4 Galinhas da raça *Extremeña Azul*

Encontrada principalmente na província de Bandajoz e alguns núcleos na província de Cáceres. Com plumagem que varia entre as cores azul com borda, branco sujo (com manchas cinza ou preto) e preto. Os machos pesam entre 2,5 a 4,2 kg e as fêmeas 1,3 a 3,2kg. Raça em risco de extinção, tem duplo potencial produtivo (carne e ovos) (MAPA, 2019).



Figura 11. Raça de galinhas Extremena Azul (Fonte: <https://turisabor.es/content/se-reconoce-la-gallina-extreme%C3%B1a-azul-como-raza-de-ganado-de-espa%C3%B1a>)

### *2.3.5 Galinhas da raça Ibicenca*

A área geográfica onde se encontra essa raça de galinhas é a Ilha de Ibiza e, possivelmente, a Ilha de Formentera, território próximo que durante alguns anos foi dependente de Ibiza. Sua cor possui plumagem variada: preta prateada, preta marrom e preto barrado. As galinhas da raça Ibicenca possuem peso médio para machos 3,5 kg e para fêmeas 2,5 kg. Aves de duplo propósito (carne e ovos) (GOIB, 2019).



Figura 12. Raça galinhas Ibicenca (Fonte: <http://www.gallipedia.es/ibicenca/>)

### *2.3.6 Galinhas da raça Mallorquina*

Originária da Ilha Mallorca, essa raça está em risco de extinção. Possui plumagem de coloração variada: morena com manto cor de palha, aperdizada, preta com manchas prateadas, preta barrada com machas prateadas. A cor do tarso e patas é branco rosado e essas aves são muito utilizadas em exposições. Peso dos machos é, em média, 2,8 kg e das fêmeas 2,0 kg. Peso dos ovos geralmente supera 53 gramas (MAPA, 2019).



Figura 13. Raça galinha Mallorquina (Fonte: <https://gallinaselextremeno.jimdofree.com/otros-enlaces/razas-de-gallinas-esp%C3%B1olas/>)

### *2.3.7 Galinhas da raça Pita Pinta*

Originária da região de Astúrias, essa raça está em risco de extinção. Possui variedades distintas de coloração de plumagem: preta com pontos brancos, laranja com pontos brancos, toda branca, toda preta ou preta com capa prateado ou dourado. O peso dos machos é, em média, 3,75 kg e das fêmeas 2,25 kg. Os ovos são de cor marrom claro (MAPA, 2019).



Figura 14. Raça galinha Pita Pinta (Fonte: <http://www.lapitapintaasturiana.com/patron-racial>)

### *2.3.8 Galinhas da raça Sureña*

Raça originária da região de Andalúcia. Também é conhecida como Andaluza Sureña. Com coloração de plumagens distintas, possuem variedades: Franciscana, Cinza, Preta, Branca Pura e Branca cinzenta. Essa raça possui peso médio para machos de 3,5 a 3,8 kg e para fêmeas 2,5 a 2,7 kg. Ovos de cor branca, com peso médio de 65 gramas. As fêmeas possuem cristas caídas para o lado, cobrindo o olho (JIMDO, 2019).



Figura 15. Raça galinha Sureña (JIMBO, 2019)

### 2.3.9 Galinhas da raça Utrerana

Encontradas na região de Andalucía, principalmente nas cidades de Sevilla, Córdoba e, em menor quantidade, em Cádiz e Huelva. Raça em risco de extin a. Com plumagem de cores distintas, possuem quatro variedades dentro da raça: Utrerana Perdiz, Utrerana Preta, Utrerana Branca e Utrerana Franciscana. Produz ovos com peso médio de 63 gramas (MAPA, 2019).



Figura 16. Raça galinha Variedade Utrerana Perdiz (Fonte: <https://sevilla.cosasdecome.es/la-raza-la-gallina-utrerana-se-consolida-decima-feria/>)

## 3 | CONSIDERA ES FINAIS

Brasil, Portugal e Espanha possuem diversas raças de galinhas que apontam a riqueza genética da espécie *Gallus gallus* nesses países.

Espanha e Portugal estão mais   frente quanto a projetos de conserva o de suas raças nativas. O Brasil, recentemente, voltou-se para estudos com raças de galinhas nativas. Mesmo tendo obtido bons resultados, o país ainda tem muitos desafios a superar nesse campo de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALBINO, L.F.T. et al. **Cria o de Frango e Galinha Caipira** – Avicultura Alternativa. Viçosa - MG: Aprenda Fácil Editora, 2001.

ALMEIDA, E.C. J. **Caracteriza o fenotípica e produtiva de galinhas e patos no estado da Bahia**. 2016. 88p. Tese (Doutorado) -Curso de Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, Salvador - BA, 2016.

CID, J. F. S. **Características físicas e químicas de ovos produzidos por galinhas de raças portuguesas**. 2017.Disserta o (Engenharia zootécnica/Produ o animal), Lisboa - Portugal, 2017.

CARVALHO, D.A. **Caracteriza o fenotípica e genotípica de galinhas nativas canelas-preta**. 2016.71p. Disserta o (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina - MG, 2016.

CARVALHO, D.A. et al., **Caracteriza o genética e estrutura populacional de galinhas caipiras Canela-Preta no Estado do Piauí**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.51, n.11, p.1899-1906, 2016.

CARVALHO, D. A. et al. **Padrão racial fenotípico de galinhas brasileiras da raça Canela-Preta**. Archivos de zootecnia, v. 66, n. 254, p. 195-202, 2017.

DGAV, Direção Geral da Agricultura e Veterinária. **Raças autóctones portuguesas**. Lisboa: 2013.

FAO. **Status and trends of Animal Genetics Resources**. Rome: Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Fourteenth Regular Session, 15-19 abr. 2013.

GOIB. **Razas autóctonas de las illes balears**. Disponível em: [http://www.caib.es/sites/racesautoctones/es/gallina\\_de\\_mallorca-4055/](http://www.caib.es/sites/racesautoctones/es/gallina_de_mallorca-4055/). Acesso em: 01 jul. 2019.

JIMDO. **Razas gallinas Españolas**, 2019. Disponível em: <https://gallinaselextremeno.jimdo.com/otros-enlaces/razas-de-gallinas-esp%C3%B1olas/>. Acesso em: 02 jul. 2020.

MAPA. **Define as espécies consideradas de interesse zootécnico e econômico para efeito de registro genealógico dos animais domésticos**. 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cartas-de-servico/desenvolvimento-agropecuaria-cooperativismo-e-associativismo-rural/documentos/IN2102072014.pdf/view>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2020.

MAPA. **Catálogo oficial de razas**. Disponível em: <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razasganaderas/razas/catalogo/>. Acesso em: 2 jul. 2019.

SIERRA ALFRANCA, I. **El Concepto de Raza: evolución y realidad**. Archivos de Zootecnia, v.50, p. 547-564, 2001.

## COLETA DE SANGUE E EXTRAÇÃO DO DNA DE AVES: UMA REVISÃO

Data de aceite: 19/03/2020

### **Artur Oliveira Rocha**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/8991807731249154>

### **Débora Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/5713516699845140>

### **José Lindenberg Rocha Sarmiento**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/1991742176699922>

### **Abigail Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2914794424016683>

### **Marcos Jacob de Oliveira Almeida**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Meio-Norte (Embrapa MN) Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2068380243699918>

### **Bruna Lima Barbosa**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/1399649319998684>

### **Luciano Silva Sena**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2693515715136985>

### **Geandro Carvalho Castro**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/9073517176001063>

### **Joselice da Silva Pereira**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/3895166327973760>

### **Marcos David Figueiredo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/3825794988148916>

**RESUMO:** Aves de raças nativas criadas em sistema caipira atualmente demonstram grande potencial produtivo, o que torna sua criação uma atividade altamente viável para pequenas propriedades rurais. Neste sentido, o melhoramento genético destas aves, auxiliado pela biologia molecular, ganha a cada dia mais visibilidade e aplicações para intensificar a sua

produção. Por consequência, obstáculos da seleção fenotípica podem ser parcialmente eliminados, com o uso de marcadores moleculares, resultando em uma seleção mais precoce e de custo mais baixos. Duas etapas importantes no processo de identificação de indivíduos geneticamente superiores são a coleta de material biológico e a obtenção de DNA. Contudo, poucos são os relatos e estudos sobre a coleta desses materiais, bem como as particularidades encontradas na extração do ácido desoxirribonucleico e seus protocolos em aves. Neste capítulo é apresentada uma revisão de literatura sobre as formas de coleta de material biológico (sangue) e extração de DNA, bem como as implicações destas na prática laboratorial e na qualidade e quantidade final do material genético, no contexto das aves. Com isto, objetivou-se otimizar e esclarecer estas práticas à luz da literatura, para futuros trabalhos com uso de informação genômica aplicadas, por exemplo, em aves de raças locais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Galinhas Caipiras, Material Biológico, PCR, Raça Nativa.

## BLOOD COLLECTION AND BIRD DNA EXTRACTION: A REVIEW

**ABSTRACT:** Currently, birds of native breeds reared in free-range systems demonstrate great productive potential, which makes this activity highly viable for small rural properties. In this sense, the genetic improvement of these birds, aided by molecular biology, gains each day more visibility and applications to intensify their production. Consequently, obstacles to phenotypic selection can be partially eliminated with the use of molecular markers, resulting in earlier selection and lower costs. Two important steps in the process of identifying genetically superior individuals are the collection of biological material and the DNA obtainment. However, there are few reports and studies on the collection of these materials, as well as the particularities regarding the extraction of deoxyribonucleic acid and its protocols, in birds. In this chapter we present a literature review on the ways of collection of biological material (blood) and DNA extraction, as well as their implications for laboratory practice and the final quality and quantity of genetic material applied to the context of birds. Thus, we aimed to optimize and clarify these practices in the light of the literature, for future works with the use of genomic information applied, for example, to birds of native breeds.

**KEYWORDS:** Free-range Chickens, Biological Material, Native Breed, PCR.

## 1 | INTRODUÇÃO

A avicultura praticada com aves de raças nativas, que são criadas em sistema tradicional a campo, tinha um forte conceito de uma criação sem cuidados sanitários, nutricionais e até mesmo de ambiência, o que deixava essa atividade com visão de baixa produtividade. Contudo, atualmente, as aves criadas em sistema caipira demonstram grande potencial produtivo e possuem dupla potencialidade (carne e

ovos), que podem ser explorados pelos criadores (SANTANA FILHO; LIMA, 2012).

Desta forma, a avicultura caipira com raças nativas torna-se uma atividade viável, principalmente para pequenas propriedades rurais, em que pode representar uma fonte de alimento e renda para as famílias. Estas famílias podem explorar uma fatia mais específica do mercado, que busca por produtos de origem conhecida, de produção tradicional e com boas práticas de bem-estar (TAKAHASHI, 2003; ABREU, VIEIRA JUNIOR & COSTA, 2004), além do sabor diferenciado característico desse tipo de aves.

Pesquisas que envolvem o melhoramento genético de galinhas de raças nativas ganham a cada dia mais visibilidade e aplicações, com o objetivo de desenvolver aves nativas, já adaptadas, para proporcionar aumento nos índices produtivos via seleção de animais geneticamente superiores (BOELLING et al., 2003; SAVINO et al., 2007). Para intensificar o melhoramento genético, a biologia molecular pode ser empregada com intuito de aumentar a acurácia dos métodos quantitativos clássicos. Por exemplo, através da seleção assistida por marcadores, é possível melhorar consideravelmente a eficiência dos programas de melhoramento animal (MOKHTARZADEH et al., 2009).

Alguns obstáculos da seleção fenotípica podem ser parcialmente eliminados com o uso de informações moleculares, resultando em uma seleção mais precoce e de custos mais baixos, devido à ampla popularização dos marcadores (DEKKERS; HOSPITAL, 2002). A coleta de material biológico e a obtenção de DNA de boa qualidade representam duas etapas importantes no processo de identificação dos genótipos superiores. Contudo, ainda há poucos relatos e estudos sobre a coleta desses materiais, bem como sobre as particularidades encontradas nas bancadas de laboratório no momento da extração do DNA de aves. O que existe em grandes quantidades são protocolos que permitem a obtenção de DNA de diferentes tipos de amostras, constatando que há variações no custo e tempo de obtenção (FUNGARO & VIEIRA, 1998).

Neste capítulo, apresentamos uma revisão de literatura sobre as formas de coleta de material biológico (sangue) e extração de DNA, bem como as implicações destas na prática laboratorial e na qualidade e quantidade final do DNA, aplicadas ao contexto das aves. Com isso, objetiva-se otimizar e esclarecer estas práticas à luz da literatura, para futuros trabalhos com uso de informação genômica em aves de raças nativas.

## **2 | COLETA DE AMOSTRAS DE SANGUE EM AVES**

A coleta de uma amostra de material biológico de alta qualidade é uma das partes mais importantes do processo de genotipagem do animal, de modo que a

utilização de técnicas e cuidados especiais é essencial (CLARK; BOARDMAN; RAIDAL, 2009a).

Nas aves, tem-se uma dificuldade a mais na coleta de sangue, devido ao seu pequeno porte e, por consequência, menor volume sanguíneo. A quantidade de sangue a se coletar depende diretamente do tamanho e peso do animal, bem como do estado de saúde geral deste (LUMEIJ, 1997). Para a maioria das espécies de aves, é considerado seguro realizar a coleta de sangue correspondente a aproximadamente 1% ou 2% do peso corporal (CAMPBELL; ELLIS, 2007).

Nas galinhas, apesar do baço não funcionar de maneira similar ao dos mamíferos, como reservatório de eritrócitos, é observado uma rápida recuperação após perdas de sangue (CLARK; RAIDAL, 2009b). Uma das explicações para este fato é que a vida média das hemácias das aves é mais curta que nos mamíferos, e o processo de eritropoese ou produção das hemácias na medula óssea vermelha é mais acelerado (MITCHELL; JOHNS, 2008).

Outra particularidade que deve ser considerada na coleta de sangue em aves é a inexistência do músculo diafragma, que é capaz de contrair e relaxar, aumentando e diminuindo a pressão interna da cavidade torácica e permitindo a respiração em mamíferos. As aves possuem os sacos aéreos, que servem como reservatório de oxigênio e permitem a chegada deste ao pequeno pulmão (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2004). Por conta desta particularidade, a contenção para a punção sanguínea deve ser o mais breve possível e sem utilização excessiva de força, para não levar a ave a uma hipóxia e posterior asfixia (RITCHIE; HARRISON; HARRISON, 1994).

Dependendo do contexto da coleta, o uso de uma toalha para inibir os movimentos e retirar a visão do animal é preferível, pois esta prática diminui a quantidade de ferimentos e acalma a ave até determinado ponto (CAPITELLI; CROSTA, 2013). De acordo com Getty (1986), com o processo de domesticação as aves da espécie *Gallus gallus* perderam um dos sacos aéreos. Assim, as aves desta espécie são uma das poucas com apenas oito sacos aéreos, o que torna a coleta de sangue destas mais dificultada em relação às demais espécies.

De acordo com Círule et al. (2012), o aumento do cortisol resultante do estresse causado pela contenção ocasiona alteração dos parâmetros hematológicos, bem como pode dificultar o processo da extração do material genético. Assim, é recomendado que se faça o que for possível para diminuir o aumento do cortisol e garantir o bem-estar do animal durante a coleta de sangue. Swenson e Reece (1996) ressaltam que a capacidade de contração muscular cardíaca das aves é maior em relação aos mamíferos, o que facilita a dissipação do cortisol circulante e, por consequência, torna mais perceptível sua ação. No caso de pequenas aves, como o beija-flor, a frequência cardíaca pode chegar a até 1000 batimentos por

minuto.

No caso de aves selvagens que nunca foram submetidas a manejo, a resposta de aumento do cortisol, fruto da contenção, pode ter consequências fatais, secundárias à miopatia por conta da captura (PONJOAN et al., 2008). Nestes casos, para minimizar o aumento do hormônio cortisol, é crucial um planejamento antes da coleta, para que esta ocorra em momentos mais frios do dia e seja realizada da forma mais rápida possível e com posterior fornecimento de suprimento de oxigênio para as aves respirarem (BUSINGA; LANGENBERG; CARLSON, 2007).

Outra possibilidade para minimizar as respostas ao estresse seria anestésicar o animal, porém este procedimento não deve ser rotina. O uso de anestésicos compromete em pequena escala toda a composição proteica e metabólica das aves, o que também pode interferir no tempo que a amostra de sangue pode ficar estocada sem perder qualidade (WARD et al., 2011).

Um dos principais locais de colheita sanguínea em aves é a veia jugular direita, que – é utilizada com frequência porque é apresentada baixa predisposição a formar hematomas e tem calibre aumentado, o que também dificulta a coagulação no momento da coleta (Figura 1). Embora a veia jugular seja móvel e possa dificultar a punção, basta estabilizá-la com auxílio de uma das mãos (CAPITELLI; CROSTA, 2013).



Figura 1. Veia jugular direita - Fonte: <http://fauna.vet.br/site/wp-content/uploads/2017/08/EBOOK-Conten%C3%A7%C3%A3o-e-colheita-de-sangue-1.pdf>

A veia ulnar (ou da asa) também é um dos locais mais utilizados atualmente para a coleta de sangue em aves de produção comercial (Figura 2). Esta veia oferece a possibilidade de fácil observação da veia, porque a área de sua localização tem poucas penas ao redor. Deve-se ter cuidado na manipulação do animal, porque facilmente se tem a formação de hematomas ao realizar a coleta na veia ulnar (CLARK; BOARDMAN; RAIDAL, 2009a).



Figura 2. Coleta sangue pela Veia ulnar (ou da asa) - Fonte: Arquivo pessoal

Outra opção importante para a coleta de sangue é a veia metatarsiana medial, que pode ser acessada em aves que tenham problemas para possibilitar o acesso à veia jugular, como é o caso de pombos e, em geral, as aves que tenham comida no papo, pois não afetará a ingestão do alimento (Figura 3) (BOETTCHER, 2004).



Figura 3. Veia matatarsiana medial - Fonte: adaptado de Konig eLiebich (2012)

Especialmente em indivíduos de pequeno porte, os hematomas devem ser evitados, pois ocasionam perda extra de sangue, podendo levar ao comprometimento da volemia do animal. Como descrito anteriormente, as aves dispõem de um pequeno volume sanguíneo. Além disso, hematomas levam à cascata de inflamação, que até estar sanada pelo corpo, diminuirá o desempenho produtivo do animal (CAMPBELL, 1994).

Não é necessário fazer garrote nas aves, pois este predispõe à formação de hematomas, assim, para melhor visualização da veia, é preferível usar álcool. As aves são mais susceptíveis à formação de hematomas por terem pouco tecido conjuntivo. Com isso, a drenagem dos produtos da cascata de coagulação,

resultante do trauma, fica sempre deficitária. Recomenda-se assim, aplicar pressão no local da punção durante 30 segundos após a retirada da agulha, para facilitar o recrutamento dos fatores de coagulação e garantir que as plaquetas realmente cheguem ao local (CLARK; BOARDMAN; RAIDAL, 2009a).

Para manter a conservação do sangue coletado por mais tempo e, principalmente, com uma qualidade boa, deve-se sempre evitar o processo de hemólise, que seria a quebra da membrana celular da hemácia e, por consequência, lançamento da hemoglobina e outras substâncias no meio. Até mesmo o calibre da seringa deve ser considerado, de modo que, para aves, não se deve ultrapassar 25G. Além disso, deve-se fazer a menor pressão possível no êmbolo da agulha, para não se ter hemólise ou pior, rompimento da veia. Após passar o sangue para o tubo com anticoagulante, deve-se homogeneizá-lo para que a totalidade deste entre em contato com a substância anticoagulante (CAPITELLI; CROSTA, 2013).

Com relação a qual anticoagulante usar, existem divergências sobre qual é o melhor. Muitos laboratórios preferem a heparina lítica, mesmo esta apresentando a desvantagem de formação de agregados celulares. Neste caso, a preferência pode ser devido ao fato de que a heparina proporcionaria maior conservação do material genético, uma vez que as membranas celulares continuariam integras e possibilitando maior proteção do DNA contra intempéries externas (CAMPBELL, 1994; CAMPBELL, 2004; CÂNDIDO, 2008).

É importante ressaltar que, diferente dos mamíferos, as hemácias das aves possuem núcleo e, por consequência, DNA. Assim, a hemólise destes eritrócitos leva a uma degradação do material genético que estava conservado dentro do núcleo, citoplasma e membrana celular da hemácia, consecutivamente. Em estudos comparativos entre anticoagulantes, os pesquisadores comprovaram que o EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) causa rompimento dos eritrócitos em muitas espécies de aves, causando hemólise progressiva, o que não é desejado (GONZÁLEZ; SILVA, 2006; SCHMIDT et al., 2007).

### **3 | EXTRAÇÃO DO MATERIAL GENÉTICO DE AMOSTRAS BIOLÓGICAS DAS AVES**

Esta etapa apresenta custo e complexidade um pouco maiores em comparação com a anterior, por exigir maiores estruturas de laboratório (centrífugas e banho maria) e de reagentes, que somam valores elevados, ao final de todo o processamento das amostras. Em geral, existem vários protocolos que permitem a obtenção de DNA de diferentes tipos de amostras, porém, observa-se grande variação na qualidade e durabilidade da amostra obtida (VIEIRA; COELHO; OLIVEIRA, 2010).

O DNA extraído deve permanecer íntegro ou viável durante a maior quantidade de meses possível, para que uma única extração possa ser aproveitada pelo laboratório, nas mais diversas atividades, desde amplificação por Reação em Cadeia da Polimerase (PCR – *Polimerase Chain Reaction*), até mesmo o uso de marcadores moleculares (MULLIS, 1990).

Quase a totalidade dos protocolos disponíveis para extração do DNA a partir de sangue busca maior rapidez do processo com menores custos, por exemplo: extração de DNA com fenol (ISOLA et al., 1994); extração com partículas de sílica (BOOM et al., 1990); extração com sílica associada à digestão enzimática (MESQUITA et al., 2001); extração com fenol e clorofórmio (SAMBROOK; FRITSCH; MANIATS, 1989); extração alcalina (RUDBECK et al., 1998); e os protocolos sugeridos por fabricantes de kits comerciais de extração. Estes últimos (kits comerciais) apresentam os maiores custos por amostra, mas têm maior praticidade na obtenção.

Em estudos comparando diversos protocolos de extração do DNA em aves, Júnior et al. (2015) constataram que protocolos com etapas de purificação do material genético apresentaram em média menor concentração de DNA, quando comparados com os protocolos que terminam na lavagem. Contudo, os graus de pureza das amostras com maiores concentrações eram bem menores, o que levaria a menor vida útil do DNA extraído, bem como a maior dificuldade para conseguir amplificar a região desejada a partir de reação em cadeia da polimerase.

A avaliação da qualidade (concentração) e pureza de DNA extraído pode ser feita por meio de corrida em gel de agarose na cuba de eletroforese, onde serão visualizadas as bandas por meio de foto documentação. Neste caso, é possível observar a concentração de DNA pela intensidade de fluorescência das bandas, como pode ser observado na Figura 4 (COELHO et al., 2004).

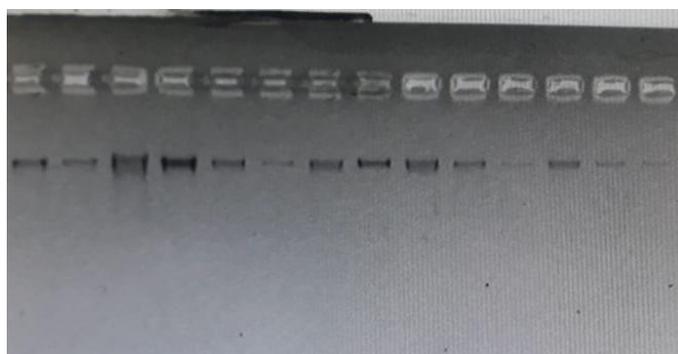


Figura 4. Diferentes intensidades de fluorescência em 14 amostras de DNA extraído da espécie *Gallus gallus*. Fonte: arquivo próprio

Outra maneira para realizar a quantificação de DNA é por meio de espectrofotometria, que converte a capacidade de absorvância da amostra extraída em concentração. Com uso do aparelho espectrofotômetro, é possível observar o

grau de pureza da amostra, ou seja, o quanto desta não é DNA puro, diferindo essa “não pureza” em duas partes: proteína contaminante; e sais/reagentes (THERMO FISHER SCIENTIFIC INC, 2010).

Após avaliados a qualidade (concentração) e o grau de pureza do DNA, em adição ao custo para se obter uma amostra extraída, ainda é necessário saber por quanto tempo e para qual finalidade esse material será utilizado. Somente depois de avaliar cada variável, o laboratório será capaz de optar ou não por algum protocolo, de modo que não existe um método melhor para se indicar, mas sim o mais aplicável às suas atividades, materiais e realidade (MESQUITA et al., 2001).

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para as aves, a forma de coleta é de extrema importância, independente do direcionamento que a amostra terá. Portanto, deve-se procurar diminuir o estresse gerado no animal para não comprometer a qualidade do sangue e para prolongar a sua vida útil.

Para estudos de biologia molecular, os tubos com heparina lítica demonstram-se mais adequados às peculiaridades das aves, evitando a hemólise das células vermelhas e, por consequência, perda do material genético.

A extração de DNA é uma etapa um pouco mais onerosa no geral, porque precisa de uma estrutura mínima laboratorial e de reagentes mais específicos. A escolha de qual protocolo de extração adotar é diretamente relacionada às condições financeiras disponíveis, objetivo posterior à extração e tempo desejado para a estocagem do material.

#### REFERÊNCIAS

ABREU, R. D.; VIEIRA JUNIOR, J. R.; COSTA, M. C. M. M. **Frangos e ovos caipiras: Produção de frangos e ovos**. Brasília/DF, SENAR, 115p. 2004.

BOELLING, D. et al. **Genetic improvement of livestock for organic farming systems**. *Livestock Production Science*, v. 80, p. 79-88, 2003.

BOETTCHER, A. **Valores bioquímicos sanguíneos del cisne de cuello negro (*Cygnus melanocoryphus*, Molina 1782), en una población silvestre, de Valdivia, Chile**. Valdivia, Chile: UACH, 2004. 66p. Memória de Título (Médico Veterinário). Universidad Austral de Chile, 2004.

BOOM, R. et al. **Rapid and simple method for purification of nucleic acids**. *Journal of Clinical Microbiology*, v. 28, n. 3, p. 495-503, 1990.

BUSINGA, N. K.; LANGENBERG, J.; CARLSON, L. V. **Successful treatment of capture myopathy in three wild Greater sandhill cranes (*Grus Canadensis tabida*)**. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, v. 21, n. 4, p. 294-298, 2007.

CAMPBELL, T. W. **Blood biochemistry of lower vertebrates**. In: Annual Meeting of the American

College of Veterinary Pathologists (ACVP), 55, e Annual Meeting of the American Society of Clinical Pathology (ASVCP), 39, 2004, Middleton. Proceedings... 2004.

CAMPBELL, T. W. **Hematology**. In: RITCHIE, B. W.; HARRISON, G. J.; HARRISON L. R (Org.). Avian medicine: principles and application. 1. ed. Lake Worth: Wingers Publishing, p. 176-198. 1994.

CAMPBELL, T. W.; ELLIS, C. K. **Avian and exotic animal hematology and cytology**. 3. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 304p. 2007.

CÂNDIDO, M. V. **Hematologia, bioquímica sérica e nutrição em aves: cracidae**. Curitiba, PR: UFPR, 2008. 38p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, 2008.

CAPITELLI, R.; CROSTA, L. **Overview of psittacine blood analysis and comparative retrospective study of clinical diagnosis, hematology and blood chemistry in selected psittacine species**. Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice, v. 16, p. 71-120, 2013.

CÎRULE, D. et al. **A rapid effect of handling on counts of white blood cells in a wintering passerine bird: a more practical measure of stress?** Journal of Ornithology, v. 153, p. 161-166, 2012.

CLARK, P.; BOARDMAN, W.; RAIDAL, S. **Atlas of clinical avian hematology**. Oxford: Blackwell Publishing, 184p. 2009a.

CLARK, P.; RAIDAL, S. R. **Haematological indicators of inflammation exhibited by Australian falconiformes**. Comparative Clinical Pathology, v. 18, p. 1-6, 2009b.

COELHO, E. G. A. et al. **Comparação entre métodos de estocagem de DNA extraído de amostras de sangue, sêmen e pêlos e entre técnicas de extração**. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 56, p. 111-115, 2004.

DEKKERS, J. C. M.; HOSPITAL, F. **The use of molecular genetics in the improvement of agricultural populations**. Nature Reviews Genetics, v. 3, p. 22-32, 2002.

FUNGARO, M. H. P.; VIEIRA, M. L. C. In: **Aplicações de PCR em Ecologia Molecular**. In.: Melo, I. S.; Azevedo, J. L., (Ed). Ecologia microbiana. Jaguariúna: Embrapa - CNPMA. Cap. 8, p. 205-227.1998.

GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000p. 1986.

GONZÁLEZ, F.; SILVA, S. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 37p. 2006.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Princípios integrados de Zoologia**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 158p. 2004.

ISOLA, J. et al. **Analysis of changes in DNA sequence copy number by comparative genomic hybridization in archival paraffin-embedded tumor samples**. American Journal Pathology, v. 145, n. 6, p. 1301-1308, 1994.

JÚNIOR, A.B. et al. **Análise comparativa de protocolos para extração de DNA de galinhas caipiras em relação à eficiência, facilidade da extração e custo**. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 9, n. 11, p. 483-489, 2015.

KONIG, H. E.; LIEBICH, H. G. **Anatomy of Domestic Animals**. 2. ed. Madrid: Editorial Medica Panamericana Saúde, 720p. 2012.

- LUMEIJ, J. T. **Avian Clinical Biochemistry**. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 5. ed. San Diego: Academic Press, 932p.1997.
- MESQUITA, R. A. et al. **Avaliação de três métodos de extração de DNA de material parafinado para amplificação de DNA genômico pela técnica da PCR**. *Pesquisa Odontológica Brasileira*, v. 15, n. 4, p. 314-319, 2001.
- MITCHELL, E. B.; JOHNS, J. **Avian hematology and related disorders**. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, v. 11, v. 3, p. 501-522, 2008.
- MOKHTARZADEH, S. et al. **Investigation of Leptin's Receptor Gene Polymorphism, by Using PCR-RFLP Technique in Native Poultry Population of Khouzestan Province**. *Research Journal of Biological Sciences*, v. 4, n. 8, p. 933-936, 2009.
- MULLIS, K. B. **The unusual origin of the Polymerase Chain Reaction**. *Scientific American*, v. 262, n. 4, p. 56-65, 1990.
- PONJOAN, A. et al. **Adverse effects of capture and handling little bustard**. *The Journal of Wildlife Management*, v. 72, n. 1, p. 315-319, 2008.
- RITCHIE, B. W.; HARRISON, G. J.; HARRISON, L. R. **Avian medicine: principles and applications**. Lake Worth: Wingers Publishing, Inc., 1384p. 1994.
- RUDBECK, L.; DISSING, J. **Rapid, simple alkaline extraction of human genomic DNA from whole blood, buccal epithelial cells, semen and forensic stains for PCR**. *Biotechniques*, v. 25, n. 4, p. 598-592, 1998.
- SAMBROOK, J.; FRITSCH, E. F.; MANIATS, T. **Molecular cloning: a laboratory manual**. 2. ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory, 1989.
- SANTANA FILHO, E. P.; LIMA, D. J. **Criação de aves semiconfinadas**. Ilhéus: Ceplac/ Cenex, 48p. 2012.
- SAVINO, V. J. M. et al. **Avaliação de materiais genéticos visando à produção de frango caipira em diferentes sistemas de alimentação**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 578-583, 2007.
- SCHMIDT, E. M. S. et al. **Patologia clínica em aves de produção – Uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – revisão**. *Archives of Veterinary Science*, v. 12, n. 3, p. 9-20, 2007.
- SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 856p. 1996.
- TAKAHASHI, S. E. **Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e a qualidade de carne de frangos de corte tipo colonial e industrial**. Botucatu: SP: UNESP, 2003. 64p. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, 2003.
- THERMO FISHER SCIENTIFIC INC. **Thermo Scientific Nano Drop Spectrophotometers**. Thermo Fisher Scientific, 30p. 2010.
- VIEIRA, J. N.; COELHO, E. G. A.; OLIVEIRA, D. A. A. **Comparação de três técnicas de extração de DNA para sexagem molecular em aves**. *Veterinária e Zootecnia*, v. 17, p. 394-398, 2010.
- WARD, J. M. et al. **Midazolam as an adjunctive therapy for capture myopathy in bar-tailed godwits (*Limosa lapponica baueri*) with prognostic indicators**. *Journal of Wildlife Diseases*, v. 47, n. 4, p. 925-935, 2011.

## DESENHO E OTIMIZAÇÃO DE *PRIMERS* PARA ESTUDOS A PARTIR DO DNA MITOCONDRIAL DA ESPÉCIE *GALLUS GALLUS*

Data de aceite: 19/03/2020

### **Darllan Alves Evangelista Lima**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/4563031138991290>

### **Artur Oliveira Rocha**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/8991807731249154>

### **Débora Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/5713516699845140>

### **José Lindenberg Rocha Sarmiento**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/1991742176699922>

### **Marcos Jacob de Oliveira Almeida**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Meio-Norte (Embrapa MN) Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2068380243699918>

### **Abigail Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2914794424016683>

### **Bruna Lima Barbosa**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/1399649319998684>

### **Manoel Braz da Silva Júnior**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Maranhão, Campus São João dos  
Patos  
São João dos Patos, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/0090908144064939>

### **Maria Histelle Sousa do Nascimento**

Universidade Estadual do Maranhão, Campus de  
Caxias  
Caxias, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/2651507116730705>

### **Luiz Antonio Silva Figueiredo Filho**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Maranhão, Campus Caxias  
Caxias, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/3985156705338283>

**RESUMO:** Os marcadores moleculares do tipo DNA mitocondrial (mtDNA) vêm sendo utilizados em estudos filogenéticos, proporcionando conhecer a aproximação evolutiva das espécies. A região *D-loop* não codifica produtos gênicos. No entanto, apresenta uma grande quantidade de polimorfismos entre indivíduos, sendo a

região na qual se inicia o processo de duplicação do material genético, possibilitando uma maior suscetibilidade à ocorrência de mutações. Essa região do mtDNA é muito utilizada em estudos filogenéticos. Objetivou-se, com essa pesquisa, desenvolver *primers* a partir do genoma mitocondrial na região *D-loop* da espécie *Gallus gallus* e otimização dos mesmos, com intuito de disponibilizar essa ferramenta para acesso ao público científico e, assim, poder utilizar esse marcador com qualquer raça dentro da espécie.

**PALAVRAS-CHAVE:** *D-Loop*, Galinhas caipiras, Marcadores Moleculares, mtDNA.

## PRIMER DESIGN AND OPTIMIZATION FOR STUDIES FROM THE MITOCHONDRIAL DNA OF THE *GALLUS GALLUS* SPECIES

**ABSTRACT:** Molecular markers of the type mitochondrial DNA (mtDNA) have been used in phylogenetic studies providing knowledge of the evolutionary proximity of species. The *D-loop* region does not encode gene products, however it presents a large amount of polymorphisms between individuals, being the region where the process of duplication of genetic material begins, providing a greater susceptibility to the occurrence of mutations. This region of mtDNA is widely used in phylogenetic studies. The objective of this research was to develop *primers* from the mitochondrial genome in the *D-loop* region of the *Gallus gallus* species and their optimization, in order to make this tool available to the scientific public and thus be able to use this marker with any breed within the species.

**KEYWORDS:** *D-Loop*, Free-range chickens, Molecular Markers, mtDNA.

### 1 | INTRODUÇÃO

A avicultura tradicional sempre existiu no Brasil, voltada à produção de ovos e carne para a subsistência. Como consequência da Segunda Guerra Mundial, houve a escassez de alimentos. Nesse período, deu-se início à avicultura industrial, na qual as aves passaram a ser criadas em galpões em grandes quantidades, com a finalidade de produção de carne e ovos. Em virtude dessa demanda, foram desenvolvidas tecnologias que contribuíram para o aumento da produção, da redução da conversão alimentar, da mortalidade e da diminuição da idade de abate. (DAMBRÓS JUNIOR, 2010; FONTEQUE et al. 2014; CARVALHO et al., 2018).

Nos últimos anos, o desenvolvimento de novas tecnologias na área da genética e biologia molecular foi primordial para o desenvolvimento de tecnologias do DNA recombinante, da reação em cadeia de polimerase (PCR) e do sequenciamento do DNA. Essas novas tecnologias foram úteis para a elaboração de marcadores utilizados nos estudos de recursos genéticos, cujo objetivo é facilitar a identificação e caracterização dos mesmos. Ainda há uma grande quantidade de questionamentos

sobre o uso adequado dessas tecnologias, principalmente na utilização de metodologias para a obtenção desses marcadores genéticos quanto às suas análises (FALEIRO,2007).

Os marcadores moleculares do tipo DNA mitocondrial (mtDNA) vêm sendo utilizados em estudos filogenéticos, proporcionando conhecer a aproximação evolutiva das espécies. A análise de marcadores mitocondriais é considerada ferramenta útil para a determinação da variabilidade genética. O estudo do DNA mitocondrial destaca-se como instrumento para a investigação molecular da variabilidade não nuclear, das variações genéticas dentro e entre espécies e das relações evolutivas, buscando o entendimento de vários aspectos biológicos e evolutivos de uma grande variedade de organismos (NIU et al., 2002).

O mtDNA é um dos marcadores mais utilizados nos animais e tem sido usado amplamente por mais de três décadas. É altamente variável em populações naturais, é de fácil amplificação porque aparece nos mais variados tipos de células e é ainda mais abundante que o DNA nuclear. Bem conservado em animais, não possui íntrons e possui regiões intergênicas muito curtas. A região controle (*alça-D*) é normalmente flanqueada por regiões altamente conservadas, como as que codificam o rRNA, em que os *primers* utilizados na PCR são facilmente projetados (GALTIER et al., 2009).

Estudos filogenéticos permitem a identificação e entendimento das relações evolutivas entre as espécies, sendo utilizados para identificar características similares e definir relações históricas. A utilização dos métodos de estudos filogenéticos contribui para a formação de árvores filogenéticas nas quais é possível observar o grau de proximidade evolutiva entre as espécies e/ou raças, sendo relevantes em estudos de galinhas de raças nativas.

## 2 | GALINHAS CAIPIRAS

A origem dessa espécie de aves data de cerca de 150 milhões de anos atrás. A galinha doméstica (*Gallus gallus domesticus*) surgiu a partir do processo de domesticação do *Gallus bankiva*, comumente conhecida como galinha vermelha do mato (*Red Jungle Fowl*), originárias do Sudeste da Ásia(CRAWFORD,1990).

As galinhas foram introduzidas no Brasil por Pedro Álvares Cabral quando chegou ao país, e levadas pelos colonizadores para várias regiões, a partir das quais passaram a ser criadas também pelos índios nativos. As galinhas caipiras são caracterizadas por ter alta variabilidade genética, serem rústicas e menos produtivas quando comparadas às galinhas industriais, que são melhoradas geneticamente (ALBINO et al.,2005; CARVALHO et al., 2016).

### 3 | CARACTERÍSTICAS DOS MARCADORES GENÉTICOS

Os marcadores moleculares têm a função de identificar regiões específicas com o objetivo de estudar, identificar e medir a variação existente entre os indivíduos de uma espécie. São utilizados para marcar alelos que sinalizam uma região de um cromossomo na qual serão localizados genes de interesse de difícil identificação (RAMALHO et al.,2008).

Os marcadores devem possuir boas características para maximizar sua utilidade. Dentre elas, as principais são ter alto grau de polimorfismo e uma boa distribuição ao longo do genoma. Para analisar o marcador, deve-se utilizar técnicas rápidas, práticas e reproduzíveis em outros laboratórios de forma confiável (MÉNDEZ et al.,2005). A técnica da Reação em Cadeia pela Polimerase (PCR) é a mais utilizada para identificar regiões de interesse do DNA. Esse método consiste na síntese *in vitro* de regiões específicas do DNA, simulando a replicação.

### 4 | DNA MITOCONDRIAL

O DNA mitocondrial é uma molécula de DNA extra cromossomal haploide, de herdabilidade uniparental materna. Constitui-se de uma dupla cadeia circular, que é dividida em cadeia pesada (H) e cadeia leve (L). Apresenta aproximadamente 16.569 pb (pares de base), sendo que somente 10% de sua totalidade é não codificante. A região codificante do mtDNA apresenta 37 genes, os quais correspondem a 13 polipeptídios, 2 moléculas de RNA ribossomal (rRNA) e 22 tipos de RNA transportador (tRNA). Já sua região não codificante corresponde à região denominada região controle ou *D-Loop*, a qual apresenta aproximadamente 1.122 pares de bases. Esta última é dividida em regiões hipervariáveis e é a responsável pela regulação da replicação e transcrição de todo o mtDNA (BLUTER,2010).

A região *D-loop* não codifica produtos gênicos e apresenta uma grande quantidade de polimorfismos entre indivíduos, sendo a região em que se inicia o processo de duplicação do material genético, proporcionando uma maior suscetibilidade à ocorrência de mutações. Essa variabilidade decorre da pobre atividade reparadora da polimerase do DNA mitocondrial, da ausência de histonas e da falta do mecanismo de reparo por excisão de nucleotídeos, fatores que levam este genoma a apresentar uma taxa de mutação de 5 a 10 vezes maior que o DNA nuclear (YAKES; VAN OUTEN, 1997).

Objetivou-se, com essa pesquisa, desenvolver *primers* a partir do genoma mitocondrial na região *D-loop* da espécie *Gallus gallus*, otimizar os mesmos, com intuito de disponibilizar essa ferramenta para acesso ao público científico e, assim, poder utilizar esse marcador com qualquer raça dentro da espécie.

## 5 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Amostragem e coleta do material biológico

Os procedimentos laboratoriais foram realizados no laboratório de Genética Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Piauí - UFPI. O projeto de pesquisa foi cadastrado no comitê de ética da (UFPI) sob o N° 399/17. Em seguida, foi realizada a coleta do material biológico (sangue) em um criatório de galinhas caipiras, no município de Teresina/PI. Foi coletado sangue da veia ulnar de 20 aves, sendo 10 galinhas Canela-Preta e 10 galinhas da linhagem comercial Pesadão.

Para a extração do DNA foi utilizado o Kit DNEASY Blood and Tissue da QIAGEN®. O procedimento para extração de DNA foi realizado de acordo com as recomendações do fabricante.

A avaliação da qualidade da extração do DNA foi feita por eletroforese em gel de agarose a 1%. A solução formada foi aquecida em forno micro-ondas até iniciar a ebulição (aproximadamente 1 minuto, em potência média, para gel de 60 ml). O frasco foi agitado e retornou ao forno micro-ondas por 30 segundos – ou até que os cristais de agarose dissolvessem totalmente. Após a solidificação da solução no suporte da cuba para o gel, o mesmo foi colocado na cuba de eletroforese e coberto com tampão tris-borato-EDTA 0,5X.

Em uma superfície plana coberta com parafilme, foi pipetada 10ul de DNA com 5ul de tampão de corrida. A voltagem da fonte foi ajustada para 110 volts por 30 minutos. Após a corrida, as bandas foram visualizadas em sistema de foto documentação.

### 5.2 Desenho dos *primers*

para amplificação das sequências, foi desenhado um par de *primer* a partir da posição nucleotídica 16,750 a 506 pb, localizada na região controladora *D-loop* do mtDNA, envolvendo uma parte hipervariável dessa região (Número de acesso no Genbank: NC007236.1; NISHIBORI et al., 2005). A escolha por essa região do mtDNA se deu com base em sua utilização em diferentes trabalhos envolvendo algumas raças de galinhas, o que permitiria a imediata comparação das sequências geradas neste trabalho.

Para desenho dos *primers* foi acessado o site *GenBank*, no qual se copiou o genoma mitocondrial da espécie *Gallus gallus*. Utilizando o software Gene Runner 5.1, selecionou-se a opção “*New DNA Sequence*” na aba de ferramenta e colou-se o genoma. Depois, foi selecionada a opção “*Analysis*”, seguida da opção “*Oligo*”. Nessa última inseriu-se os dados da região de interesse de estudo, alterando as

temperaturas e as porcentagens das bases. Com um *enter*, os *primers* desenhados sugeridos pelo programa apareceram. Foram sugeridos três pares de *primers*. Cada um deles gerou um fragmento de 522pb. Em seguida as sequencias geradas foram enviadas a laboratório especializado para sintetização.

### 5.3 Otimização dos *primers*

A técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) foi empregada para o procedimento de amplificação dos fragmentos. As reações de PCR seguiram o seguinte perfil: em um volume final de 16 µL, cada reação continha 30 ng de DNA; 1,0µL de tampão 10X (100 mMTrisHCl, pH 8,3, 500 mMKCl); 2,0 a 3,5µL (50 mM) de MgCl<sub>2</sub>; 2 µL da mistura de dNTP (0,2 mMdedATP, dCTP, dGTP e dTTP); 0,6µM de cada iniciador; 1,0 unidade de Taq DNA polimerase; e água ultrapura para completar o volume das reações.

A PCR foi realizada nas seguintes condições: desnaturação inicial de 5 minutos a 94°C, 35 ciclos de 94°C por 45 segundos para desnaturação, 45 segundos com temperatura variando de 55 a 62°C para hibridização, 50 segundos a 72°C para extensão. Ao final,foi efetivada uma etapa de extensão de 7 minutos a 72°C. A amplificação dos fragmentos de DNA foi confirmada pela corrida em gel de agarose a 2,0%, corado com brometo de etídio, com posterior visualização em transluminador UV.

## 6 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o auxílio do software Gene Runner5.1, foram desenhado três *primers* através do genoma da espécie *Gallus gallus* mitocondrial, com suas sequências *forward* e *reverse*, como se observa na Tabela 1.

Primer	Sequências
<b>DVMT-F</b>	TGTTGTTCTCAACTACGGG
<b>DVMT-R</b>	GAGGTATGCATGGGATGT
<b>DEBMT-F</b>	GCCATTGTTGTTCTCAACTACG
<b>DEBMT-R</b>	TACGGTGGAAGGCAAGTAGG
<b>DEBMT2-F</b>	CCATTGTTGTTCTCAACTACGG
<b>DEBMT2-R</b>	TACGGTGGAAGGCAAGTAGG

Tabela 1-Sequências de oligonucleotídeos (*primers*) desenhados

-F = *primer forward*; -R = *primer reverse*

Vários testes foram realizados para alcançar a otimização dos *primers*, utilizando inicialmente um protocolo padrão já usado na rotina do laboratório. Testes com variações nas temperaturas de anelamento de 55° a 62°C e variações

na concentração de  $MgCl_2$  de  $2,0\mu L$  a  $3,5\mu L$  foram realizados nos três *primers*. Cada par de *primer* teve resultados específicos, como demonstrado na Tabela 2.

<b>PRIMER</b>	<b>Galinha Canela- Preta</b>		<b>Galinha Pesadão</b>	
	Ta (°C)	$MgCl_2$ ( $\mu L$ )	Ta (°C)	$MgCl_2$ ( $\mu L$ )
<b>DVMT</b>	61	3,0	61	3,0
<b>DEBMT</b>	60	2,5	61	3,0
<b>DEBMT2</b>	61	3,0	60	2,5

Tabela 2 – Concentrações de  $MgCl_2$  e temperaturas de anelamento ideais para otimização da PCR para cada par de *primer*.

Ta (°C) = temperatura de anelamento do *primer*;  $MgCl_2$  ( $\mu L$ )= Cloreto de magnésio em microlitros.

As variações nas concentrações de  $MgCl_2$  podem influenciar o resultado da PCR, pois ela afeta a eficiência da amplificação pela ação conjunta com a *Taq* polimerase. Esses índices podem dificultar, ainda, a visualização da intensidade dos fragmentos que aparecem no gel de agarose. As temperaturas de otimização variaram entre os *primers* e entre as raças. Essa variação pode ser justificada pelo fato dos *primers* terem sido desenhados em trechos hipervariáveis da região *D-loop*, que pode alternar entre raças. As temperaturas (principalmente de anelamento) e os tempos para amplificação também são afetados pela necessidade adequada da concentração de  $MgCl_2$ , que, por sua vez, também variou entre os grupos estudados.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Três pares de *primers* foram sugeridos a partir do genoma mitocondrial da espécie *Gallus gallus*. Eles amplificam a mesma região do genoma. Os *primers* propostos nessa pesquisa foram otimizados. Portanto, podem ser utilizados em futuros trabalhos para estudos filogenéticos da espécie *Gallus gallus*, sendo as sequências dos *primers* e os protocolos de otimização disponibilizados para o público científico, com o intuito de auxiliar pesquisas futuras.

## REFERÊNCIAS

ALBINO, L. F. T. et al. **Criação de Frango e Galinha Caipira**: 2ª ed. Revisada e ampliada. Viçosa: MG. Aprenda fácil Editora, 208p. 2005.

BUTLER, J.M. **Mitochondrial DNA analysis**. In: BUTLER, J. M. Forensic DNA typing: biology, technology, and genetics of STR markers. 2.ed.Elsevier, p. 376-389. 2010.

CARVALHO, D. A. et al. **Caracterização genética e estrutura populacional de galinhas crioulas Canela-Preta**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, [s.l.], v. 51, n. 11, p.1899-1906, nov. 2016.

CARVALHO, D. A. et al. **Genetic variability of twelve microsatellite loci in native Canela-Preta chickens.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, [s.l.], v. 70, n. 4, p.1275-1281, ago. 2018.

CRAWFORD, R. D. **Poultry Breeding and Genetics.** Developments in Animal and Veterinary Sciences. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1122 p., 1990.

DAMBRÓS JUNIOR, D. **A avicultura no Brasil.** EMBRAPA, 2010. Disponível em:[http://www.cnpsa.embrapa.br/cias/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13&Itemid=15](http://www.cnpsa.embrapa.br/cias/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=15). Acesso em: 3 dez. 2019.

FALEIRO, F. G. **Marcadores genético-moleculares aplicados a programas de conservação e uso de recursos genéticos.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 102 p, 2007.

FONTEQUE, G. V. et al. **Genetic polymorphism of fifteen microsatellite loci in Brazilian (blue-egg Caipira) chickens.** Pesquisa Veterinária Brasileira, [s.l.], v. 34, n. 1, p.98-102, jan. 2014.

GALTIER, N. et al. **Mitochondrial DNA as a marker of molecular diversity: a reappraisal.** Molecular Ecology, [s.l.], v. 18, n. 22, p.4541-4550, nov. 2009.

NIU, D. et al. **The origin and genetic diversity of Chinese native chicken breeds.** Biochemical Genetics, [s.l.], v. 40, n. 5/6, p. 163-174. Springer Science and Business Media LLC. 2002.

MÉNDEZ, A. J. et al. **Los microsatélites (STR's), marcadores moleculares de ADN por excelencia para programas de conservación: una revisión.** Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, v. 13, n. 1, p. 30-42, 2005.

NISHIBORI, M. et al. **Molecular evidence for hybridization of species in the genus Gallus except for Gallus varius.** Anim. Genet., [s.l.], v. 36, n. 5, p.367-375, 15 jun. 2005.

RAMALHO, M. A. P; SANTOS, J. B; PINTO, C. A. B. P. **Genética na Agropecuária.** 4. ed. Lavras: Editora UFLA, 464 p, 2008.

YAKES, F. M.; VAN HOUTEN, B. **Mitochondrial DNA damage is more extensive and persists longer than nuclear DNA damage in human cells following oxidative stress.** Proceedings Of The National Academy Of Sciences, [s.l.], v. 94, n. 2, p. 514-519, 21 jan. 1997.

## ESTRUTURA, PADRÃO FENOTÍPICO, CONSTITUINTES NUTRICIONAIS E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE OVOS DE GALINHAS

Data de aceite: 19/03/2020

### **Abigail Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2914794424016683>

### **Débora Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/5713516699845140>

### **Marcos Jacob de Oliveira Almeida**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Meio-Norte (Embrapa MN) Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2068380243699918>

### **Artur Oliveira Rocha**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/8991807731249154>

### **José Lindenberg Rocha Sarmento**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/1991742176699922>

### **Bruna Lima Barbosa**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/1399649319998684>

### **Luciano Silva Sena**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella,  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/2693515715136985>

### **José Elivalto Guimarães Campelo**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/0412126602652223>

### **Marcos David Figueiredo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/3825794988148916>

**RESUMO:** Este manuscrito foi produzido com o objetivo de realizar uma revisão de literatura que contemple uma visão geral sobre ovos e sua estrutura, composição, constituintes nutricionais e métodos de parâmetros de avaliação de qualidade de ovos de galinhas caipiras. Destaca-se que os ovos de galinhas apresentam sempre a forma oval. O tamanho e a forma do ovo dependem de muitos fatores, entre estes o genético. O ovo de aves, além de uma ferramenta para a reprodução, apresenta-se como uma importante fonte de alimento para os seres humanos, um dos alimentos mais

completos, ficando atrás somente do leite materno. Estes são culturalmente aceitos em todos os países, não estando sujeitos à restrição religiosa ou tradicional, demandando qualidade física, química e nutricional exigida pelos consumidores. Nessa ótica, é imprescindível o conhecimento de sua composição e qualidade, pois esses fatores poderão contribuir para a produção de maior valor, de modo a atender as demandas e exigências do mercado consumidor.

**PARAVRAS-CHAVE:** Genética, Mercado consumidor, Ovos caipira, Qualidade de ovos.

## STRUCTURE, PHENOTYPICAL STANDARD, NUTRITIONAL CONSTITUENTS AND METHODS OF QUALITY ASSESSMENT OF CHICKEN EGGS

**ABSTRACT:** This manuscript was produced with the objective of carrying out a literature review that includes an overview of eggs and their structure, composition, nutritional constituents and methods for evaluating the quality of free-range eggs. It should be noted that chicken eggs always have an oval shape. The size and shape of the egg depends on many factors, including the genetic. Poultry egg, in addition to being a tool for reproduction, presents itself as an important source of food for humans, one of the most complete foods, second only to breast milk. These are culturally accepted in all countries and are not subject to religious or traditional restrictions, demanding physical, chemical and nutritional quality required by consumers. From this point of view, knowledge of its composition and quality is essential. It can contribute to higher quality production in order to meet the demands of the consumer market.

**KEYWORDS:** Genetics, Consumer market, Free-range eggs, Egg quality.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os ovos de galinhas apresentam sempre a forma oval, havendo uma das extremidades mais afinada que a outra, porém esta forma possui suas variações. O tamanho e forma do ovo dependem de muitos fatores, entre estes o genético (GRANER et al., 1947). Diante deste fato, percebe-se que essas características são, de modo específico, originárias da genética que os animais possuem sendo necessário o conhecimento do padrão expresso, para se obter conhecimento das características fenotípicas dos ovos, para então avaliar o potencial econômico destes e planejar ações no sentido realizar a seleção dos animais para promover as mudanças desejadas.

O ovo é um dos alimentos mais completos em termos nutricionais. (BARBOSA et al., 2008). Este produto é rico em nutrientes de extrema importância para o bom funcionamento do organismo, como proteínas, vitaminas, gordura boa, dentre

outros. Entre estes, a proteína merece atenção especial, pois é o constituinte mais abundante no organismo, ficando aquém apenas da água (TARRICONE et al., 2013).

A elevação do consumo de ovos e a utilização de seus benefícios nutricionais pela população de modo geral estão intimamente relacionados com a qualidade físico-química do produto disponibilizado ao consumidor. Essa qualidade é determinada por um conjunto de características que podem interferir no seu grau de aceitabilidade no mercado (BARBOSA et al., 2008).

Deste modo, este manuscrito foi produzido com objetivo de realizar uma revisão de literatura que contemple uma visão geral sobre ovos e sua estrutura, composição, constituintes nutricionais e métodos de parâmetros de avaliação de qualidade de ovos de galinhas.

## 2 / GALINHAS CAIPIRAS

Uma parcela dos pesquisadores defende que as galinhas caipiras do Brasil provavelmente foram introduzidas nesta nação antes da colonização. Nesta teoria, os animais foram trazidos pelos corsários franceses, que carregavam os seus navios com pau-brasil e realizavam o escambo com os índios por espelho, pentes, ferramentas e galinhas que abundavam de suas dispensas. No entanto, a maioria dos pesquisadores defende que as galinhas foram introduzidas em meados de 1500 em território nacional, pelos navegadores europeus que desembarcaram no Brasil. Essas aves foram mantidas em propriedades (sítio, quintais, fazenda...) e acasalaram-se aleatoriamente, originando as galinhas nativas brasileiras (CARVALHO, 2016).

No Brasil, as galinhas caipiras foram introduzidas durante a colonização e, a partir de então, criadas em pequena escala. Essas galinhas nativas possuem elevada variabilidade genética, rusticidade e resistência às doenças. Essas aves são fontes de alimento e renda para vários agricultores familiares. As galinhas domésticas brasileiras fazem parte do grupo de espécie naturalizada, devido a sua provável inexistência nesse país até a colonização (ALBINO et al., 2001).

Em 1980, ocorreu uma valorização dos produtos naturais. Diante desse fato, as galinhas crioulas passaram a possuir um bom potencial lucrativo, devido à sua maneira de criação ser semelhante ao sistema orgânico. Avaliada como uma iguaria, a galinha caipira é bastante apreciada culinariamente em todo o Brasil. O seu preço comercial é diferenciado e existe uma demanda crescente por seus produtos (carnes e ovos), em evidência por consumidores que procuram por uma alimentação produzida em sistemas naturais (CARVALHO et al., 2015).

## 3 | OVOS

### 3.1 Estrutura e composição do ovo

Os principais constituintes do ovo são: a casca, a clara, a gema e as membranas. Em média, aproximadamente 29% do ovo é constituído pela gema, 61,5% pela clara e 9,5% pela casca. A percentagem da membrana, por ser mínima, pode ser desconsiderada (CID, 2017).

### 3.2 Casca

Considera-se a casca como uma embalagem natural do ovo, composta por um conjunto de substâncias orgânicas e minerais. Ela representa de 8 a 11% dos constituintes do ovo, sendo sua composição 94% de carbonato de Cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), 1,4% de carbonato de Magnésio ( $\text{MgCO}_3$ ) e 3% de glicoproteínas, mucoproteínas, colágeno e mucopolissacarídeos. Mineralmente, a casca é constituída por aproximadamente 98,2% de carbonato de Cálcio; 0,9% de carbonato de Magnésio; e 0,9% de fosfato de cálcio (ORNELLAS, 2001).

A membrana da casca é constituída por duas camadas: uma externa, mais espessa, chamada de “esponjosa”, próxima à casca; e outra interna, que é mais fina, denominada como “mamilária”. As duas são formadas por fibras proteicas intercruzadas. Esta estrutura atribui resistência à casca, impedido a penetração de microrganismos nos ovos (RAMOS, 2008).

### 3.3 Clara

A clara do ovo é constituída de 88,5% de água e 13,5% de proteínas, vitaminas do complexo B (Riboflavina – B2) e traços de gorduras (FAO, 2010). A clara também possui pequenas quantidades de glicoproteínas, glicose e sais minerais. As principais proteínas que constituem a clara são: ovalbumina, conalbumina, ovomucóide, ovomucina e lisozima. Tendo como referência estas proteínas, a ovalbumina e a conalbumina representam 70% do total de proteínas presentes na clara. Além disso, são elas as responsáveis pela gelatinização do albúmen (RAMOS, 2008).

A clara é constituída em três frações, que se distinguem quanto à viscosidade: apresenta uma fração externa, fluida e fina, que configura aproximadamente 23% da clara; uma intermediária, espessa e densa, que representa 57%; e uma interna, fluida e fina, que corresponde a 20%. Junto à clara também se encontram as calazas (SEIBEL, 2005)

### 3.4 Gema

A gema é uma mistura de gordura em água (52%), composta por um terço de proteínas (16%), dois terços de lipídios (34%), vitaminas solúveis em lipídios

A, D, E e K, glicose, lecitina e sais minerais, submersa pela membrana vitelina. A porção lipídica é constituída por 66% de triacilgliceróis, 28% de fosfolipídios e 5% de colesterol. Dentre os ácidos graxos que compõe a porção lipídica, 64% são insaturados com predominância de ácido oleico e linoleico (ALCÂNTARA, 2012).

A gema é a parte do ovo mais rica em pigmentos carotenoides. A composição e conteúdo destes pigmentos são variáveis e advêm da alimentação da galinha (FAO, 2010). A cor da gema é resultado das xantofilas e do  $\beta$ -caroteno (pigmentos pertencentes aos carotenoides). A qualidade da gema é avaliada pela sua cor, onde quanto mais escura for a coloração preferível é, e ausência de manchas de sangue.

## 4 | PARÂMETROS UTILIZADOS PARA AVALIAR A QUALIDADE DO OVO

### 4.1 Área superficial

A área superficial do ovo é medida por meio da equação abaixo, que usa o peso do ovo (CID, 2017):

$$AS = 4,67 (\text{peso do ovo})^{2/3}$$

### 4.2 Forma do ovo

O índice da forma do ovo (IF) é calculado pela razão entre o diâmetro e a altura do ovo. Este índice indica se o ovo apresenta uma forma normal, alongada ou arredondada, de acordo, respectivamente, com os valores de IF menores que 72%; entre 72% e 76%; e maiores 76% (CAROLINO; et al., 2017). A equação para o alcance dessas porcentagens está apresentada abaixo:

$$IF (\%) = (\text{diâmetro do ovo} / \text{altura do ovo}) \times 100$$

Este parâmetro é um indicativo indireto de resistência da casca ao transporte. Os ovos que apresentam formato arredondado são incomuns. Os ovos longos, por sua vez, são visualmente indesejáveis e não se encaixam perfeitamente em embalagens pré-formadas pela indústria. Assim, estes últimos tipos de ovos são menos resistentes à quebra durante o transporte, quando comparados com ovos considerados normais (DUMAN et al., 2016).

### 4.3 Manchas de carne

As manchas de carne são defeitos localizados na clara com um tom acastanhado, decorrentes principalmente da descamação do sistema reprodutor (CID, 2017).

#### 4.4 Manchas de sangue

Na ovulação, durante a libertação do folículo, caso este não se divida pelo estigma, e sendo um campo bastante vascularizado, ocorre a ruptura de vasos sanguíneos. Esse processo origina as manchas de sangue na gema (Figura 01) (CID, 2017).



Figura 01. Mancha de sangue no ovo (Fonte: <https://www.vix.com/pt/cozinha/575849/por-que-alguns-ovos-tem-uma-manchinha-de-sangue-nao-ele-nao-esta-fecundado>)

#### 4.5 Cor da gema

A cor da gema é uma característica que está relacionada com a alimentação da ave, deste modo variando bastante. A cor altera-se entre um tom de amarelo claro e um tom de alaranjado forte (CID, 2017). A esse respeito, a cor da gema é avaliada de acordo com os tons de coloração do leque colorimétrico de possíveis cores da gema (Figura 02).

A coloração da gema depende de dois fatores, a saber: o fator genético e a alimentação da ave. O fator genético seria o responsável por fazer a capacidade genética se tornar individual. Já o fator alimentação se dá devido a pigmentos nas rações e carotenoides do milho (GRANER, 1950).



Figura 02. Leque de cores (fonte: <http://www.riverina.com.au/yolk-colour-vary/>)

## 5 | EXIGÊNCIA DE QUALIDADE

O ovo de qualidade tem casca com ausência de impurezas, rachaduras e deformações, pois estes fatores resultam em perdas econômicas. A qualidade da casca é um dos fatores cruciais na hora da compra. Deve-se selecionar critérios para analisar as alterações na qualidade do ovo, o que alude à necessidade de se levar em consideração a qualidade do produto, na perspectiva dos produtores, dos consumidores e dos processadores.

Para os produtores, a qualidade relaciona-se com o peso do ovo e resistência da casca (consideram defeitos, sujeiras, quebras e manchas de sangue). Já para os consumidores, a qualidade advém da durabilidade do produto, combinada com características sensoriais (cor da gema e da casca). Os processadores visualizam como qualidade a facilidade de retirar a casca, separando a gema da clara, associada à propriedades funcionais e à cor da gema (ALLEONI e ANTUNES, 2001).

## 6 | CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA

A coloração da casca do ovo é gerada pela herança genética que, por sua vez, é controlada por diversos genes responsáveis por regular a deposição de pigmentos denominados porfirina na casca, através de glândulas calcíferas localizadas no útero da ave (BARBOSA et al., 2008). Podem ser observadas as cores branca, vários tons de marrom, vermelho, verde e azul (Figura 03). As galinhas consideradas mediterrâneas, como a Leghorn, têm ovos brancos. Já as galinhas americanas e algumas asiáticas possuem ovos marrons, avermelhados e castanhos. Os ovos azul-esverdeados são característicos de uma raça Araucana que é sul-americana, natural do Noroeste do Chile e únicas produtoras originais de ovos azuis (ALMEIDA et al., 2012).

Os pigmentos da casca são intitulados como porfirinas da casca ou ovoporfirinas. Tratam-se de compostos cíclicos constituídos por anéis pirrólicos. Grande parte dos ovos com pigmento marrom contém protoporfirina e, durante a extração química da cor das cascas dos ovos azuis e verdes, foi detectada a presença de biliverdina e um quelato de Zincobiliverdina. A origem dos pigmentos é desconhecida, porém aparenta estar relacionada às células do útero (ALMEIDA et al., 2012).



Figura 03. Diversidade de Cores das cascas dos ovos. Fonte: Arquivo pessoal.

## 7 | CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DOS OVOS

Os ovos possuem extraordinárias fontes proteicas, e por isso são considerados alimentos ricos em proteína e pobres em teor de gordura. Além disso, possuem elevadas concentrações de ácidos graxos insaturados na porção lipídica e realizam distintas propriedades funcionais, que condicionam aos alimentos, cor, viscosidade, emulsificação, geleificação e formação de espuma. (SARCINELLI, 2007).

As proteínas presentes nos ovos são completas, pois possuem os oito aminoácidos essenciais da dieta humana: lisina, metionina, triptofano, valina, histidina, fenilalanina, leucina, isoleucina e treonina. A distribuição desses aminoácidos ocorre de modo tal que abrange todos os componentes do ovo. A maior parte dos aminoácidos, entretanto, é encontrada na clara e, em menor proporção, na gema. (ALCÂNTARA, 2012).

A gema é rica em lipídios e estes se encontram principalmente sob a forma de lipoproteínas, com elevada digestibilidade para humanos (94 a 96%). Este fato advém da consequência da sua forma em emulsão. Os ácidos graxos insaturados (mono e poli-insaturados) formam a maior parte da gordura total do ovo, observando-se o fato de que a gema do ovo é uma das principais fontes destes lipídios. (MEDEIROS & ALVES, 2014)

Além de proteína, os ovos são ricos em vitaminas A, D, E, K, B2 (riboflavina) e B12. Tratando-se das vitaminas lipossolúveis, A, D, E e K são localizadas na gema. Em contrapartida, as vitaminas hidrossolúveis do complexo B são localizadas tanto no albúmen quanto na gema, com evidente ausência da vitamina C. O ovo também é fonte de minerais disponíveis, ressaltando-se que a gema é a parte com a maior quantidade de fósforo, cálcio e ferro, enquanto a clara possui o sódio e o potássio em maior volume sódio (MEDEIROS & ALVES, 2014).

## 8 | CONSUMO DE OVOS

Os ovos da de aves da espécie *Gallus gallus* correspondem a um dos alimentos mais consumidos no Brasil. Estes podem ser ingeridos tanto fritos como cozidos, além de ser ingredientes de bolos, pães, salgados, pizzas, dentre outros alimentos. O ovo oferece à dieta humana uma porção considerável de nutrientes e pode ser consumido em todas as faixas etárias. Destaca-se o valor de seu consumo durante a fase de crescimento, uma vez que se acredita em sua contribuição significativa para as necessidades cotidianas individuais de nutrientes essenciais. Além disso, o mesmo possui uma baixa proporção de calorias (ALCÂNTARA, 2012). Este fato pode elucidar o crescente consumo de ovo pela população de modo geral.

O ovo também é um alimento de baixo custo, o que permite o aumento do consumo de um componente com elevado valor nutricional pela população de baixa renda (BARBOSA et al., 2008). Firma-se, assim, a importância socioeconômica de grande valor do produto, não só para a nação brasileira, mas para todos os países.

## 9 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais constituintes estruturais dos ovos são: a casca, a clara, a gema e as membranas. A coloração da casca dos ovos varia entre grupos genéticos, nos quais, em geral, podem ser observadas as cores brancas, vários tons de marrom, vermelho, verde e azul. Ovos são considerados alimentos nutricionais completos, pois são rico em proteína, vitaminas A, D, E, K, B2 (riboflavina) e B12 e também em minerais.

A qualidade dos ovos para os produtores relaciona-se com o peso do ovo e resistência da casca. Já para os consumidores, a qualidade advém da durabilidade do produto, combinada com características sensoriais. O conhecimento a respeito das características genéticas que compõem o padrão fenotípico, a composição e a qualidade dos ovos de galinhas é primordial para uma produção de sucesso, de modo a atender as demandas e exigências do mercado consumidor.

## REFERÊNCIAS

ALBINO, L.F.T.; VARGAS J.R. J.G.; SILVA, J.H.V. **Criação de frango e Galinha Caipira - Avicultura Alternativa**. Viçosa - MG: Aprenda Fácil Editora, 124 p, 2001.

ALCÂNTARA, J.B. **Qualidade Físico-Química de Ovos Comerciais: Avaliação e Manutenção da Qualidade**. 2012. 24p. (Seminário) - Curso de Doutorado em Ciência Animal, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2012.

ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES A. J. **Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração**. Scientia Agrícola, v.58, n.4, p.681-685, 2001.

ALMEIDA, E. C. J. et al. **Incubabilidade e coloração da casca dos ovos de reprodutoras Peloco (*Gallus gallus domesticus*)**. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal, vol.2, p. 99-102, 2012.

BARBOSA, N. A. A. et al. **Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes**. Ars Veterinária, v.24, n.2, p. 127-133, 2008.

CAROLINO, I. et al. **Características físicas dos ovos de galinhas de raças autóctones**. Agrociência. III Voz do campo. 2017.

CARVALHO, D. A. **Caracterização Fenotípica e Genotípica de Galinhas Nativas Canelas-Preta**. 2016. 75p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Zootecnia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2016.

CARVALHO, D. A. et. al. **Caracterização fenotípica de Galinhas Caipiras comercializadas como nativas no Ceasa de Teresina-PI**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RAÇAS NATIVAS, 1, 2015, Teresina. **Anais**. Teresina - PI, 2015.

CID, J. F. S. **Características físicas e químicas de ovos produzidos por galinhas de Raças Portuguesas**. 2017. 84p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia zootécnica/ produção animal) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

DUMAN, M. et al. **Relation Between Egg Shape Index And Egg Quality Characteristics**. European Poultry Science. v. 80, p. 01-09, 2016.

FAO. **Poultry Meat & Eggs**. 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/012/al175e/al175e.pdf>. Acesso em: 25 maio 2019.

GRANER, E. A.; TRIVELIN, A. P. **Análise do tamanho e da forma do ovo em galinhas das raças Rhode Island Red e Light Sussex e do híbrido entre essas duas raças**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, p. 294-402. 1947.

GRANER, E. A. **Estudos sobre a coloração da gema de ovo de galinhas - IV. Efeito da raça e da quantidade de milho amarelo na ração**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, p. 42-45. 1950.

MEDEIROS F. M.; ALVES, M. G. M. **Qualidade de Ovos Comerciais**. Revista Eletrônica Nutritime, v. 11, p. 3515- 3524, 2014.

ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética: Seleção e Preparo de Alimentos**. 7. ed. São Paulo: Editora Metha, 330 p. 2001.

RAMOS, B. F. S. **Gema de Ovo Composição em Aminas Biogénicas e Influência da Gema na Fração Volátil de Creme de Pasteleiro**. 2008. 111f. Dissertação (Mestrado em Controlo de qualidade) - Curso de Farmácia, Universidade do Porto, Porto, 2008.

SARCINELLI, M. F.; VENTUNINI, K. S.; SILVA, L. C. **Boletim Técnico - PIE-UFES:00707**. (Pró-Reitoria de Extensão - Programa Institucional de Extensão), Universidade Federal do Espírito Santo, 2007.

SEIBEL, N. F. **Transformações bioquímicas durante o processamento do ovo**. In: SOUZ-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. (Orgs). Aves e ovos. Pelotas: UFPEL, p. 77-90. 2005.

TARRICONE, G.P.S. et al. **Avaliação de Proteína Bruta em Diferentes Tipos de Ovos Comercializados**. In: Congresso brasileiro de química, 53, 2013, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro, 2013.

## CURVA DE CRESCIMENTO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA EM AVES CAIPIRAS

Data de aceite: 19/03/2020

Timon, Maranhão.

<http://lattes.cnpq.br/2626571824977848>

### **Leandra Polliny Morais Machado**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/3509442107764565>

### **José Lindenberg Rocha Sarmiento**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/1991742176699922>

### **Antônio de Sousa Júnior**

Colégio Técnico de Teresina  
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/6712903538352484>

### **Tatiana Saraiva Torres**

Doutora em Ciência Animal

<http://lattes.cnpq.br/7543772200171055>

### **Luciano Silva Sena**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/2693515715136985>

### **Diego Helcias Cavalcante**

Universidade Federal do Piauí, *Campus*  
Cinobelina Elvas  
Bom Jesus, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/8640046016188507>

### **Marcelo Richelly Alves de Oliveira**

Instituto de ensino superior (IESM)

### **Laylson da Silva Borges**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/0513203254812286>

### **Débora Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portella  
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/5713516699845140>

**RESUMO:** O processo de crescimento das galinhas é um fenômeno de grande relevância, e conhecer o desempenho das aves é importante para o produtor planejar o desenvolvimento da atividade. Quando se conhece a curva de crescimento tem-se um auxílio importante na escolha dos melhores animais e manejá-los a fim de otimizar a produção sempre priorizando as necessidades nutricionais de cada fase de crescimento, estabelecendo programas alimentares específicos. Também é necessário cuidado na definição da melhor idade para o abate. Além do processo de crescimento, o rendimento de carcaças, juntamente com o rendimento dos cortes considerados nobres,

também devem ser levados em consideração, pois são critérios de seleção em programas de melhoramento genético animal. Pouco se sabe sobre desempenho produtivo de aves caipiras. Diante disso, é relevante a busca por conhecimentos mais aprofundados quanto à produção e a produtividade desses animais, para que possam ser propostas práticas de manejo adequadas, servindo também para a manutenção e conservação de características desejáveis que se enquadrem com a finalidade da criação e com a exigência do mercado consumidor. Uma vez que as galinhas caipiras são muito apreciadas pela população e a demanda por seus produtores é crescente, objetivou-se com este capítulo realizar uma revisão de literatura sobre os instrumentos relevantes para investigações da curva de crescimento de galinhas caipiras e rendimento de carcaça como critério de produtividade na produção de galinhas caipiras, no intuito de auxiliar da caracterização do desempenho e em futuros programas de melhoramento genético sem perda da rusticidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desempenho, Galinha Nativas, Melhoramento Genético, Modelos não Lineares.

## GROWTH CURVE AND HOUSING CHARACTERISTICS IN CAIPIRAS CHICKENS

**ABSTRACT:** The chicken growth process is a phenomenon of great relevance, knowing the performance of the birds is important for the producer to plan and develop the activity. When the growth curve is known, it helps to choose the best animals and how to manage them to optimize production. You should always prioritize the nutritional needs of each growth stage, and establish specific dietary programs, in addition to scheduling the best age at slaughter. In addition to the growth process, the carcass yield and the cuts considered noble must also be taken into account, as they are selection criteria in breeding programs. Little is known about the productive performance of free-range birds, therefore, it is relevant to search for more in-depth knowledge regarding the production and productivity of these animals so that appropriate management practices can be proposed. Thus, serving for the maintenance and conservation of desirable characteristics that fit the purpose of creation and the demand of the consumer market. While free-range chickens are highly appreciated by the population and the demand for their producers is growing. The objective of this chapter was to carry out a literature review on the relevant instruments for investigating the growth curve of chickens and carcass yield as a criterion for productivity in breeding, in order to assist in the characterization of performance and future breeding programs without losing rusticity.

**KEYWORDS:** Performance, Native chicken, Genetic Improvement, Nonlinear Models.

## 1 | INTRODUÇÃO

A partir dos anos 60, ocorreu expansão mundial e brasileira da produção avícola. Tal crescimento pode ser justificado, principalmente, pela evolução de

áreas do conhecimento como genética, nutrição, ambiência e até mesmo sanidade. Dentro dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos direcionados aos mais variados setores das atividades agropecuárias, surgiram os sistemas alternativos de produção, como os utilizados na criação de galinhas caipiras. Esses modelos vieram para atender às novas demandas dos consumidores, preocupados com a saúde, a segurança alimentar e até mesmo com a sustentabilidade (CARIOCA JUNIOR et al., 2015).

De início, não existiam ambientes adequados nem equipamentos apropriados para a criação de aves caipiras. Por isso, esses animais eram submetidos ao estresse climático e aos ataques de predadores. Também faltavam práticas de manejo apropriadas, que contemplassem de forma efetiva e positiva aspectos importantes de produção, tais como fatores nutricionais, reprodutivos e sanitários. Essas condições resultavam em índices zootécnicos inexpressivos, como por exemplo o baixo ganho de peso. A não adoção de critérios técnicos tornava a criação de galinhas caipiras uma atividade incapaz de gerar lucros e satisfazer às necessidades alimentares das famílias. Ou seja, impossibilitava a criação dessas aves de se tornar um processo cada vez mais competitivo e economicamente viável ao produtor (ALMEIDA et al., 2013).

A criação de galinhas caipiras é uma atividade considerada produtiva, desde que seja planejada e administrada de forma correta, oferecendo oportunidades de trabalho, principalmente para os pequenos produtores. No Brasil, a oferta desse produto é menor que a demanda, tornando-se uma atividade de mercado promissor. Um exemplo disso é que as galinhas caipiras não competem com o frango industrial em escala de produção e custo, mas competem em termos de sabor e qualidade da carne, atendendo uma gama grande de consumidores que pagam mais por essas características (CARIOCA JUNIOR et al., 2015).

Pouco se sabe sobre essas aves caipiras. Diante disso, é relevante a busca por conhecimentos mais aprofundados quanto à produção e a produtividade desses animais para que possam ser realizadas as práticas de manejo adequadas, servindo também para a manutenção e conservação de características desejáveis que se enquadrem com a finalidade da criação e com a exigência do mercado consumidor.

O processo de crescimento, por exemplo, é um fenômeno de grande relevância, e conhecer o desempenho das aves é importante para o produtor planejar o desenvolvimento da atividade (LOPES et al., 2011). Sobre as galinhas Canelas-Preta, em particular, não se tem nenhum estudo específico voltado à curva de crescimento e à caracterização de sua carcaça.

Quando se conhece a curva de crescimento tem-se um auxílio importante na escolha dos melhores animais e de manejos adequados que otimizem a produção. É importante, ainda, sempre priorizar as necessidades nutricionais de cada fase

de crescimento, estabelecendo programas alimentares específicos, assim como cuidados na definição da melhor idade para o abate (LOPES et al., 2011). As curvas de crescimento são estimadas por meio dos chamados modelos não lineares, os quais relacionam dados de peso e idade, possibilitando descrever o padrão de crescimento (OLIVEIRA et al., 2000) e estimar taxa de crescimento e peso na idade adulta.

Além do processo de crescimento, o rendimento de carcaça, juntamente com o rendimento dos cortes considerados nobres (caracterização de carcaças), também devem ser levados em consideração, pois são critérios de seleção em programas de melhoramento genético animal (KGWATALALA et al., 2012). Dado o exposto, objetivou-se com esta pesquisa realizar uma revisão de literatura sobre os instrumentos relevantes para investigações da curva de crescimento de galinhas, bem como rendimento de carcaça, como critério de produtividade na produção de galinhas caipiras, no intuito de auxiliar futuros programas de melhoramento genético.

## 2 | CRESCIMENTO ANIMAL

O crescimento é um processo relevante para a produção animal, no qual o entendimento e o controle de como esse fenômeno ocorre pode ser usado como auxílio no desenvolvimento de pesquisas que contribuam para aspectos como o manejo nutricional dos animais mais eficiente e a determinação do tempo ideal para o abate do animal. Além disso, esse conhecimento proporciona subsídios a programas de seleção animal, visando o melhoramento de características de crescimento relacionadas às diversas raças (LOPES et al., 2011).

O aumento de peso, juntamente com o comprimento, altura e circunferência em função da idade, é o que caracteriza o crescimento de um animal. Já o desenvolvimento é caracterizado pelas mudanças que ocorrem na conformação corporal e das funções do organismo (NEME et al., 2006).

A curva de crescimento animal possui três fases: ascendente, estabilização e descendente. Nas aves, a fase inicial é prolongada após a eclosão, desacelerando com o passar da idade e diminuindo o ganho de massa corpórea de forma progressiva. O ponto de inflexão é a mudança de padrão entre ascendência e descendência dentro de uma curva (BRITO, 2007). Os hormônios do crescimento são substituídos pelos hormônios da reprodução e, a partir deste ponto, o ganho de peso se dará pela maior deposição de gordura, resultando em mudanças conformacionais no indivíduo (OBA et al., 2012).

Os tecidos possuem velocidade diferente durante o crescimento. O primeiro tecido a ser depositado é o tecido nervoso, depois o tecido ósseo, o muscular e, por

fim, o tecido adiposo. Diante disso, percebe-se que o teor de gordura na carcaça se eleva com o avançar da idade (TOLEDO et al., 2007).

Brito (2007) afirma que a deposição de proteína no corpo das aves é crescente na fase ascendente da curva, atinge seu máximo na fase linear ou na inflexão e passa a ser reduzida na fase descendente. O autor afirma, ainda, que a deposição de gordura corporal é sempre crescente e consegue superar a deposição de proteínas a partir do ponto de inflexão da curva. Ou seja, o crescimento da deposição de proteína e de gordura corporal só se mantém equilibrados enquanto a capacidade do consumo é apenas suficiente para manter as taxas de crescimento da massa magra.

Porém, existem vários fatores que podem influenciar o crescimento dos animais: a genética, o sexo, a nutrição, a ambiência e a sanidade animal. (VELOSO et al., 2015). Um exemplo disso é o grupo das aves em que existem algumas espécies que possuem taxa de crescimentos diferentes. Pode-se dizer, a partir dessa constatação, que houve variação em decorrência da seleção natural por animais que tem a taxa e o tipo de crescimento ajustados às condições ambientais. Nas galinhas, grupo no qual a fêmea é mais leve que o macho, a velocidade de maturação é mais alta. Enquanto isso, em espécies nas quais a fêmea é maior que o macho, a exemplo das codornas, ocorre um menor valor da velocidade de crescimento inicial, ponto de inflexão e peso assintótico (THOLON e QUEIROZ, 2009).

O crescimento da maioria das espécies de animais, inclusive o das aves, pode ser representado como uma curva sigmoide, sendo esta ajustada por modelos não lineares, também chamados de regressões não lineares (DE LIMA SILVA et al., 2011).

### **3 | MODELOS NÃO-LINEARES EM ESTUDOS DE CURVA DE CRESCIMENTO**

Os modelos não lineares são considerados um instrumento nas diversas atividades da produção animal. Hirara et al. (2014) afirmam que a ocorrência e desenvolvimento de determinadas enfermidades, as projeções de futuras incidências ou até mesmo os efeitos como mortalidade podem ser estimados através de modelos estatísticos. Sá et al. (2015) afirmam que os modelos estimam principalmente os fenômenos biológicos (intracelulares e fisiológicos) e até mesmo os mais complexos, como o crescimento ou a reprodução.

Segundo Rondon et al. (2002), estudos com modelos não-lineares são de grande relevância para poder descrever os fenômenos biológicos dentro da produção animal, principalmente em pesquisas que envolvam certas situações em que as unidades experimentais ou indivíduos de diversas subpopulações ou tratamentos (sexo, raça, etc.) são analisados ao longo de várias condições de avaliação, como

tempo, doses, entre outros.

Dentro dos programas de melhoramento genético animal, os modelos não lineares têm sido muito utilizados (SELVAGGI et al., 2015). A grande razão de se utilizar esses modelos não-lineares em estudos das curvas de crescimento está na informação existente nos parâmetros. Os parâmetros estimados para cada modelo, juntamente aos registros de peso e idade dos animais, permitem sintetizar o padrão de crescimento de uma população em apenas três ou quatro parâmetros. Além disso, também possibilitam a descrição dos pesos de indivíduos em função de sua idade, abrindo espaço para comparações de animais distintos que estejam em estados fisiológicos semelhantes. Seguindo esses parâmetros, pode-se ainda planejar melhor as estratégias de manejo alimentar e processo de seleção dos animais, bem como acessar informações de variações ambientais, ou até mesmo genéticas, que acontecem entre as avaliações seguintes (RONDON et al., 2002). Outra vantagem é a detecção de animais com maior peso em idades precoces de uma população (THOLON; QUEIROZ, 2009).

Para a obtenção de informações que descrevam a curva de crescimento animal é necessária a obtenção de dados de peso e idade de cada indivíduo no dia da pesagem. Isso pode ser feito por meio do registro de informações tomadas em diversos momentos ao longo da vida dos animais (Controle de Desenvolvimento Ponderal), podendo estes estarem submetidos a diferentes grupos de manejo e/ou a diferentes ambientes e sistemas de criação (LOPES et al., 2011). De modo geral, as curvas de crescimento são analisadas pelo ajuste de funções não lineares, de modo a compilar dados de todo o ciclo de vida do animal, facilitando a compreensão do processo de crescimento (MALHADO et al., 2008).

Lôbo et al. (2006) afirmaram que os modelos não-lineares mais utilizados para a modelagem de curvas de crescimento de diversas espécies são: Gompertz (MALHADO et al. 2009), Logístico (Ó et al., 2012), Richards (SARMENTO et al., 2006) e Von Bertalanffy (DRUMOND et al., 2013). Esses modelos têm sido testados ao longo do tempo em várias pesquisas para descrever o crescimento de aves (Tabela 1). Isso significa que ainda existem divergências entre os estudos realizados, no sentido de determinar o modelo que melhor se ajusta às populações em questão. Diante disso, a escolha do modelo não adequado pode gerar equívocos nas estratégias a serem tomadas no manejo geral e prejuízos aos programas de melhoramento genético animal (THOLON e QUEIROZ, 2009; SELVAGGI et al., 2015).

Modelos	Fórmula geral
Brody III <sup>1</sup>	$Y = A(1 - Be^{-kt}) + \varepsilon$
Polinomial Inverso <sup>2</sup>	$Y = t(\beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2)^{-1}$
Quadrático Logarítmico <sup>3</sup>	$Y = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \beta_3 \ln(t) + \varepsilon$
Papajcsik e Boderó <sup>4</sup>	$Y_t = at^* e^{-kt} + \varepsilon$
Logístico <sup>5</sup>	$Y = A/(1 - be^{-kt}) + \varepsilon$
Richards <sup>6</sup>	$Y = A(1 - Be^{-kt})^{-m} + \varepsilon$
Bertalanffy <sup>7</sup>	$Y = A(1 - Be^{-kt})^3 + \varepsilon$
Gompertz <sup>8</sup>	$Y = Ae^{Be^{-kt}} + \varepsilon$
Função Gama Incompleto <sup>9</sup>	$Y = At^B e^{-kt} + \varepsilon$
Linear Hiperbólico <sup>10</sup>	$Y = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 1/t + \varepsilon$

Tabela 1. Modelos não-lineares utilizados para descrever a curva de crescimento de aves

<sup>1</sup>Brody (1945), <sup>2</sup>Nelder (1966), <sup>3</sup>Bianchini Sobrinho (1984), <sup>4</sup>Papajcsik e Boderó (1988), <sup>5</sup>Nelder (1961), <sup>6</sup>Richards (1959), <sup>7</sup>Von Bertalanffy (1957), <sup>8</sup>Laird (1966), <sup>9</sup>Wood (1967 e <sup>10</sup>Bianchini Sobrinho (1984).

#### 4 | RENDIMENTO DE CARÇAÇA E CORTES NOBRES DE AVES

O rendimento de carcaças, produção de cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) e qualidade da carcaça e da carne são os critérios de produtividade que a produção de frangos de cortes levam em consideração (MIKULSKI et al., 2011). Castillo (2001) afirma ainda que, devido a diversas mudanças no hábito alimentar como, por exemplo, o consumo por carnes desossadas e carnes temperadas (alimentos com preparo rápido), a qualidade da carcaça e da carne passa a ser mais exigida. Portanto, se torna necessário conhecer as variáveis envolvidas no crescimento corporal e de carcaça.

A carcaça dos animais, cabe destacar, é uma expressão da variabilidade fenotípica decorrente da genética e interação com o meio ambiente. Esta pode ser influenciada pela raça, sexo, idade, manejo nutricional e manejo de pré-abate (CRUZ et al., 2018). Estes aspectos, portanto, são fundamentais para o produtor poder planejar sua criação (VELOSO et al., 2014).

Coelho et al. (2007) avaliaram diversas linhagens de frangos coloniais e perceberam que havia efeito significativo de grupo genético no rendimento de carcaça. Nessa análise, a linhagem Embrapa 041 obteve uma média menor quando comparada com a linhagem 7p. Esse resultado não foi semelhante ao verificado por Dourado et al. (2009): estes avaliaram as linhagens ISA Label JA57 e Sasso e observaram que não houve diferenças no rendimento de carcaças e nem entre sexos desses animais.

Mitrovic et al. (2011) também observaram que não houve diferenças quanto ao

rendimento de carcaças entras as duas linhagens analisadas (White Naked Neck e a Black Svrljig). Porém, entre os sexos, encontrou-se maior valor de rendimento de carcaças nas fêmeas quando comparadas com os machos. Este resultado foi justificado pelo comportamento de crescimento das linhagens avaliadas em relação ao sexo, pois existem algumas linhagens de aves, como as White Naked Neck e a Black Svrljig, em que as fêmeas se mostram superiores aos machos por possuir um desenvolvimento ósseo e muscular maior.

Santos et al. (2005), ao analisarem as linhagens Cobb, Paraíso Pedrês e ISA Label, encontraram nas aves Cobb um maior rendimento de carcaça, peito e sobrecoxa em relação às aves caipiras. Hellmeister Filho et al. (2003) avaliaram o rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos caipiras, sendo duas de crescimento lento e as outras duas de crescimento rápido, criadas em sistema intensivo e semi-intensivo. Estes autores observaram que as aves de crescimento lento criadas no sistema semi-intensivo demoraram a atingir o peso estipulado quando comparadas com as de crescimento rápido. Em contrapartida, tiveram o rendimento de carne de peito superior.

Já Takahashi et al. (2006) não encontraram efeito de sistema de criação para rendimento de peito ao avaliarem diferentes linhagens de frangos de corte criadas em sistema intensivo e semi-intensivo. Esses resultados são divergentes, mostrando que o valor do rendimento de carcaça é influenciado pela linhagem, sexo, raça, idade, manejo nutricional, manejo de criação, entre outros fatores (DOURADO et al., 2009).

Machado (2016), estudando galinhas da raça nativa Canela-Preta, concluiu que fatores como sexo e sistema de criação influenciam significativamente no crescimento das aves. As taxas de crescimentos observadas indicaram que estratégias de manejo podem ser realizadas de forma a aumentar a eficiência produtiva de galinhas Canela-Preta. Quanto ao peso de cortes e das carcaças, os machos tiveram peso superior às fêmeas. Isso acontece devido à maior deposição de tecido muscular existente nos machos, principalmente nas partes mais valorizadas da carcaça. O sistema de criação mais adequado para esses animais, com base nessas informações, seria o semi-confinado.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda são poucos os trabalhos de curva de crescimento de aves caipiras. Contudo, eles são necessários para auxiliar a produção a fim de atender a demanda de mercado, cada dia mais exigente. O crescimento das aves, pode ser representado como uma curva sigmoide, sendo está ajustada por modelos não lineares, também chamados de regressões não lineares. Estes modelos são considerados um

instrumento nas diversas atividades da produção animal.

Os modelos não-lineares mais utilizados para a modelagem de curvas de crescimento das aves são: Gompertz, Logístico, Richards e Von Bertalanffy. O rendimento de carcaças, produção de cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) e qualidade da carcaça e da carne são os critérios de produtividade que a produção de aves de cortes levam em consideração.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. C. J. et al. **Características de carcaça de galinha naturalizada Peloco comparada a linhagens de frango caipira**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.48, n.11, p.1517-1523, 2013.

BIANCHINI SOBRINHO, E. **Estudo da curva de lactação de vacas da raça Gir**. 1984. 88f. Tese (Doutorado em Genética) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto -SP, 1984.

BRITO, C. O. **Desempenho e avaliação de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis e estimativas de crescimento e da deposição de tecido corporal utilizando equações matemáticas**. 2007. 162 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2007.

BRODY, S. **Bio energetics and growth**. New York: Reinhold Publishing Corporation, 645p. 1945.

CARIOCA JÚNIOR. et al. **Efeito da granulometria do milho sobre o desempenho zootécnico e rendimento de carcaça de frangos de corte de linhagem caipira**. Centro Científico Conhecer, v.11, n.21, p.851-860, 2015.

CASTILLO, C. J. C. **Qualidade de carcaça e carne de aves**. In: Congresso brasileiro de ciência e tecnologia de carnes, São Pedro. Anais. São Pedro: ITAL, p. 79-99, 2001.

COELHO, A. A. D. et al. **Características da carcaça e da carne de genótipos de frangos caipiras**. Brazilian Journal of Food Technology, v.10, n.267, p.9-15, 2007.

CRUZ, F. L. et al. **Características de crescimento e carcaça de diferentes cruzamentos de frangos criados em sistema alternativo**. Semina: Ciências Agrárias, v.39, n.1, p.317-328, 2018.

DE LIMA SILVA, F. et al. **Curvas de crescimento em vacas de corte de diferentes tipos biológicos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, n.3, p.262-271. 2011.

DOURADO, L. R. B. et al. **Crescimento e desempenho de linhagens de aves pescoço pelado criadas em sistema semi-confinado**. Ciência e Agrotecnologia, v.33, n.3, p.875-881, 2009.

DRUMOND, E. S. C. et al. **Curvas de crescimento para codornas de corte**. Ciência Rural, v.43, n.10, p.1872-1877, 2013.

HELLMEISTER FILHO, P. et al. **Efeito de genótipo e do sistema de criação sobre o desempenho de frangos tipo caipira**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.6, p.1883-1889, 2003.

HIRARA, T. et al. **Mathematical model of caprine arthritis encephalitis considering the seasonal breeding**. Animal and Veterinary Sciences, v.2, n.3, p.70-74, 2014.

KGWATALALA, P. M.; NOGAYAGE, M.; NSOSO, S. J. **Growth performance of different trains**

**of indigenous Tswana chicken under intensive management system.** Journal of Agricultural Research, v.7, n.16, p.2438-2445, 2012.

LÔBO, R. N. B. et al. **Parâmetros genéticos de características estimadas de curva de crescimento de ovinos da raça Santa Inês.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.3, p.1012-1019, 2006.

LOPES, F. B. et al. **Ajustes de curvas de crescimento em bovinos Nelore da região Norte do Brasil.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.12, n.3, p.607-617, 2011.

MACHADO, L. P. M. **Curva de crescimento e características de carcaças de galinhas canela-preta em diferentes sistemas de criação.** 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Zootecnia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2016.

MALHADO, C. H. M. et al. **Curva de crescimento em ovinos mestiços Santa Inês x Texel criados no Sudoeste do Estado da Bahia.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.9, n.2, p.210-218, 2008.

MALHADO, C.H.M. et al. **Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês.** Small Ruminant Research, v.84, p.16- 21, 2009.

MITROVIC, S. et al. **Carcass characteristic of two strains of native broilers (White Naked Neck and Black Svrljig) fattened under a semi-intensive system.** African Journal of Biotechnology, v.10, n.70, p.15813-15818, 2011.

MIKULSKI, D. et al. **Growth performance, carcass traits and meat quality of slower-growing and fast-growing chickens raised with and without outdoor access.** Asian-Australian Journal of Animal Sciences, v.24, n.10, p.1407-1416, 2011.

NELDER, J.A. **The fitting of a generalization of the logistic curve.** Biometrics, v.17, p.89-94, 1961.

NELDER, J.A. **Inverse polynomials a useful group of multi-factor response functions.** Biometrics, v.22, n.1, p.128-141, 1966.

NEME, R. et al. **Curvas de crescimento e de deposição dos componentes corporais em aves de postura de diferentes linhagens.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.3, p.1091-1100, 2006.

OBA, A. et al. **Características produtivas e imunológicas de frangos de corte submetidos a dietas suplementadas com cromo, criados sob diferentes condições de ambiente.** Revista Brasileira de Zootecnia. v.41, p.1186-1192, 2012.

OLIVEIRA, H. N.; LOBÔ, R. B.; PEREIRA, C. F. **Comparação de modelos não lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.9, p.1843-1851, 2000.

PAPAJCSIK, I.A.; BODERO, J. **Modelling lactation curves of Friesian cows in a subtropical climate.** Animal Production, v.47, p.201-207, 1988.

RICHARDS, F.J. **A flexible growth function for empirical use.** Journal of Experimental Botany, v.10, p.290-300, 1959.

RONDON, E. O. O.; MURAKAMI, A. E.; SAKAGUTI, E. S. **Modelagem computacional para produção e pesquisa em avicultura.** Revista Brasileira de Ciência Avícola, v.4, n.1, p.199-207, 2002.

SÁ, J. V.; DUARTE, T. M.; CARRONDO, M. J. T. **Metabolic flux analysis: a powerful tool in animal cell culture.** Cellengine, v.9, p.521-539, 2015.

SANTOS, A. L. et al. **Estudos do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.5, p.1589-1598, 2005.

SARMENTO, J. L. R. et al. **Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.2, p.435-442, 2006.

SELVAGGI, M. et al. **Modeling Growth Curves in a Non-descript Italian Chicken Breed: an Opportunity to Improve Genetic and Feeding Strategies.** The Journal of Poultry Science, v.52, n.4, p.288-294, 2015.

TAKAHASHI, S. E. et al. **Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.58, n.4, p.624-632, 2006.

TOLEDO, A.L. et al. **Níveis dietéticos de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 1 a 11 dias de idade: desempenho e composição corporal.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.4, p.1090-1096, 2007.

THOLON, P.; QUEIROZ, S. A. **Modelos matemáticos utilizados para descrever curvas de crescimento em aves aplicadas ao melhoramento genético animal.** Ciência Rural, v.39, n.7, p.2261-2269, 2009.

Ó, A. O. et al. **Curva de crescimento de ovinos Santa Inês no vale do Gurgueia.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.133, n.4, p.912-922, 2012.

VELOSO, R. C. et al. **Parâmetros de Desempenho e Carcaça de Genótipos de Frangos Tipo Caipira.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.66, n.4, p.1251-1259, 2014.

VELOSO, R. C. et al. **Crescimento de genótipos de frangos tipo caipira.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.67, n.5, p.1361-1371, 2015.

VON BERTALANFFY, L. **Quantitative laws in metabolism and growth.** Quarterly Review of Biology, v.32, p.218, 1957.

WOOD, P. D. P. **Algebraic Model of the Lactation Curve in Cattle.** Nature, [s.l.], v. 216, n. 5111, p. 164-165. Springer Science and Business Media LLC. out. 1967.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**DÉBORA ARAÚJO DE CARVALHO** - Possui formação acadêmica superior no curso Bacharelado em Zootecnia pelo Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM em Timon /MA (2013). Mestre em Zootecnia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM em Diamantina – MG (2016). Realizou doutorado Sanduíche em Universidade de Córdoba – UCO em Córdoba - Espanha (2018). Doutora em Ciência Animal pela Universidade Federal do Piauí – UFPI em Teresina – Piauí (2020), atuando na sub-área de Genética e Melhoramento Animal, com ênfase em Biologia Molecular aplicada na conservação de recursos genéticos animais. Atualmente é membro oficial da Red CONBIAND (*Red Iberoamericana Sobre la Conservación de la Biodiversidad de Animales Domésticos Locales para el Desarrollo Rural Sostenible*). Possui experiência na área de Conservação e Utilização de Recurso Genético Animal e capacitação de pequenos produtores da região Semiárida e Meio-Norte do Brasil, quanto a produção de galinhas caipiras da raça Canela-Preta. Também tem experiência pelo projeto “Produtores do Futuro” na transferência de tecnologias, consultorias e análise de adoção e impacto da Produção de galinhas caipiras Canela-Preta em escolas Agrícolas nos estados do Piauí e Maranhão.

**JOSÉ LINDENBERG ROCHA SARMENTO** - Graduado em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba (2001), mestre em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (2003) e doutor em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa (2007). Atualmente é professor Associado do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Piauí, na área de Genética e Melhoramento Animal. Integra o corpo docente permanente dos programas de Pós-Graduação em Zootecnia Tropical e do programa Tecnologias Aplicadas a Animais de Interesse Regional desta IFES, compõe Comissões Editoriais de periódicos científicos da área e Coordena o Laboratório de Genética Animal do DZO/CCA/UFPI. Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Melhoramento Genético de caprinos, ovinos, aves e bovinos. Atua, principalmente, em pesquisas voltadas para metodologias e modelos de estimação de componentes de variância e avaliação genética, bioinformática aplicada a pequenos ruminantes e genômica aplicada ao melhoramento genético de animais de interesse zootécnico. Possui vários trabalhos publicados na área.

**MARCOS JACOB DE OLIVEIRA ALMEIDA** - Possui graduação em graduação em ciências biológicas pela Universidade Federal do Piauí (1996), Especialização em Conservação e Utilização de Raças Nativas Animais pela Universidade de Córdoba/ Espanha (2004), mestrado em Ciência Animal pela Universidade Federal do Piauí (2002) e doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba (2007). Atualmente é Analista A da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tem experiência na área de Conservação e Utilização de Recursos Genéticos Animais, com ênfase em raças nativas, atuando principalmente nos seguintes temas: caprinos, bovinos, galinhas caipiras, alimentos, raças nativas, ovinos, convivência com a seca, Semiárido, agricultura Familiar, sementes crioulas.

## ÍNDICE

### A

Acasalamento 19, 20, 23, 24, 25

Avicultura 2, 3, 9, 20, 22, 28, 30, 41, 45, 46, 52, 59, 62, 63, 73, 79, 88, 99

### C

Caipira 4, 5, 9, 17, 20, 26, 28, 30, 39, 41, 43, 45, 46, 49, 50, 59, 61, 62, 63, 71, 78, 79, 81, 82, 88, 98, 100

Conservação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 24, 33, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 48, 50, 59, 67, 79, 91, 92, 101

Conservation 2, 9, 11, 16, 17, 19, 25, 26, 38, 47, 49, 91

Crossing 19

Cruzamento 19, 21, 24, 25

### D

Desempenho 22, 24, 35, 38, 43, 66, 71, 90, 91, 92, 98, 100

Diversidade 3, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 33, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 87

D-Loop 73, 75

### E

Endogamia 19, 23, 25

Endogamy 19

### F

Free-range chickens 11, 19, 28, 91

FRLP 28, 29

### G

Galinha Nativas 91

Galinhas caipiras 1, 4, 5, 7, 8, 11, 16, 18, 20, 21, 22, 25, 27, 30, 33, 34, 41, 45, 46, 51, 59, 70, 73, 74, 76, 80, 82, 91, 92, 93, 101

Gallus gallus 4, 11, 15, 38, 49, 59, 64, 68, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 88, 89

Genética 6, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 30, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 59, 73, 74, 76, 78, 79, 81, 82, 85, 86, 92, 94, 96, 98, 101

Genética de populações 11, 12, 13, 16

Genetic Improvement 28, 62, 69, 91  
Genetic Resources 2, 9, 19, 25, 49, 60  
Genetic variability 8, 11, 25, 38, 79

## L

LEP 28, 29, 30, 33  
LEPR 28, 29, 30, 32, 33, 35

## M

Marcadores moleculares 3, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 38, 44, 62, 68, 72, 73, 74, 75, 79  
Material Biológico 62, 63, 76  
Mating 19  
Melhoramento Genético 3, 4, 14, 22, 23, 26, 27, 30, 35, 39, 44, 61, 63, 91, 93, 95, 100, 101  
Mercado consumidor 5, 22, 25, 39, 81, 88, 91, 92  
Microsatellites 11, 16, 17, 38, 46  
Microsatélites 3, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 31, 34, 38, 44, 45, 46  
Modelos não Lineares 91, 93, 94, 95, 97, 99  
Morfometria 38  
mtDNA 13, 14, 72, 73, 74, 75, 76

## N

Native breeds 2, 11, 19, 28, 38, 49, 62  
Native chicken 11, 38, 49, 79, 91  
Nonlinear Models 91

## O

Ovos caipira 81

## P

PCR 15, 31, 35, 44, 62, 68, 70, 71, 73, 74, 75, 77, 78  
Performance 35, 38, 91, 98, 99  
Population genetics 11  
Poultry 2, 8, 9, 17, 25, 26, 28, 33, 34, 35, 47, 71, 79, 81, 89, 100

## Q

Qualidade de ovos 80, 81, 82, 88, 89

## R

Raça Nativa 8, 25, 28, 33, 38, 43, 62, 97

Raças nativas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 52, 59, 61, 62, 63, 74, 89, 101

Recursos genéticos 2, 6, 7, 11, 13, 15, 19, 20, 25, 38, 39, 43, 45, 46, 48, 49, 50, 73, 79, 101

## V

Variabilidade genética 3, 7, 8, 11, 12, 13, 21, 30, 31, 33, 38, 39, 43, 44, 46, 74, 82

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**