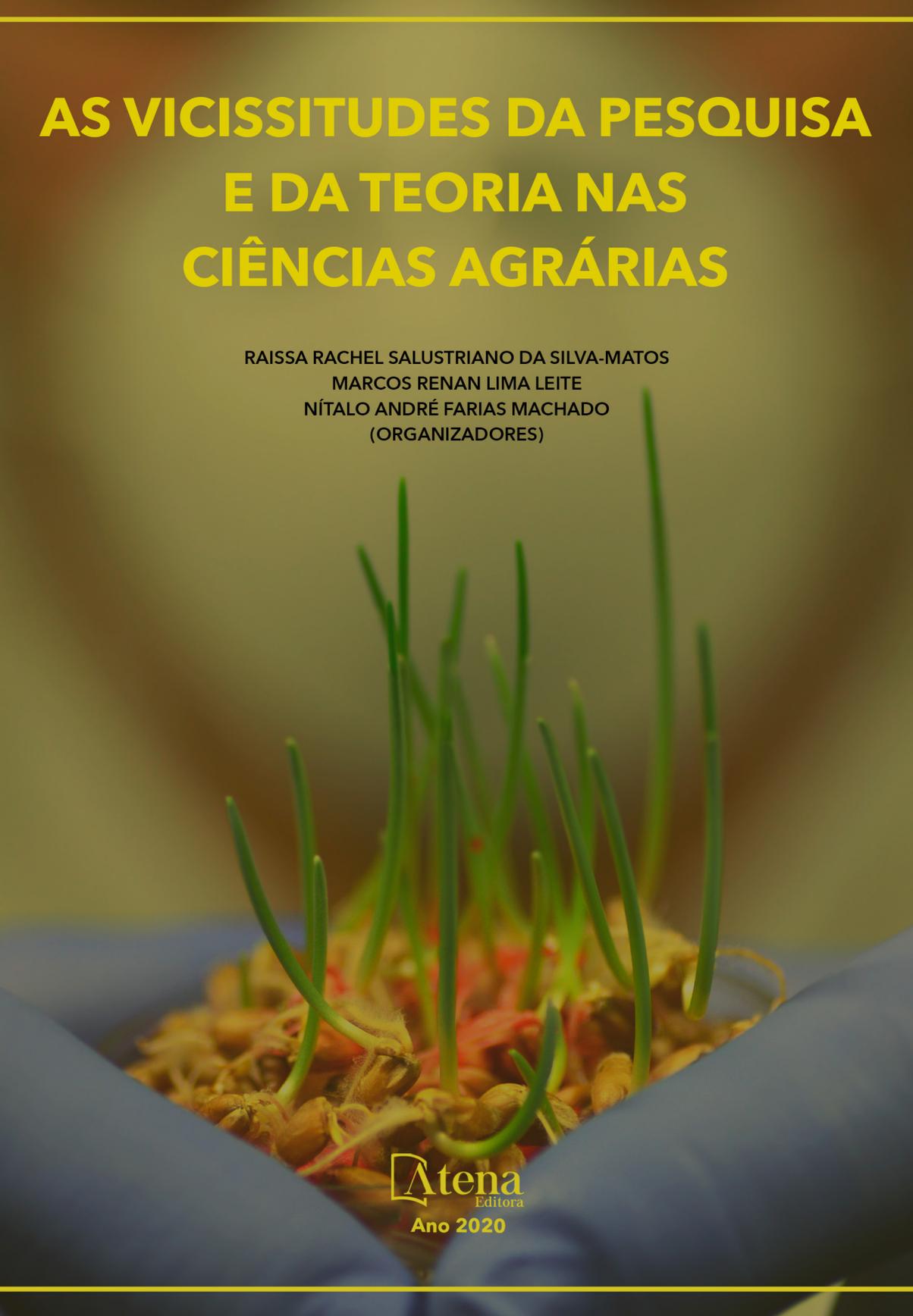


# AS VICISSITUDES DA PESQUISA E DA TEORIA NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS  
MARCOS RENAN LIMA LEITE  
NÍTALO ANDRÉ FARIAS MACHADO  
(ORGANIZADORES)



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

# AS VICISSITUDES DA PESQUISA E DA TEORIA NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS  
MARCOS RENAN LIMA LEITE  
NÍTALO ANDRÉ FARIAS MACHADO  
(ORGANIZADORES)

Atena  
Editora

Ano 2020

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena

Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

### **Conselho Editorial**

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

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
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  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
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  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
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  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
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  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
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  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **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. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª 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  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª 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  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
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  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
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  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. 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. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## As vicissitudes da pesquisa e da teoria nas ciências agrárias

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremona  
**Correção:** Vanessa Mottin de Oliveira Batista  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Marcos Renan Lima Leite  
Nitalo André Farias Machado

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V635 As vicissitudes da pesquisa e da teoria nas ciências agrárias  
/ Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-  
Matos, Marcos Renan Lima Leite, Nitalo André Farias  
Machado. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-552-5

DOI 10.22533/at.ed.525200411

1. Ciências Agrárias. 2. Pesquisa. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Leite, Marcos Renan Lima (Organizador). III. Machado, Nitalo André Farias (Organizador). IV. Título.

CDD 338.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

No cenário atual, as interrelações entre população, recursos naturais e desenvolvimento, têm ocupado espaço de grande evidência no mundo, principalmente em função da necessidade do aumento na produção de alimentos aliada a preservação do meio ambiente. Nesse aspecto, as Ciências Agrárias que possui caráter multidisciplinar, e abrange diversas áreas do conhecimento, tem como principais objetivos contribuir com o desenvolvimento das cadeias produtivas tanto agrícola quanto pecuária, considerando sua inserção nos vários níveis de mercado, além de inserir o conceito de sustentabilidade nos múltiplos processos de produção.

A obra “As Vicissitudes da Pesquisa e da Teoria nas Ciências Agrárias”, em seus volumes 1 e 2, reúne em seus 35 capítulos textos que abordam temas como o aproveitamento de resíduos, conservação dos recursos genéticos, manejo e conservação do solo e água, produção e qualidade de grãos, produção de mudas e bovinocultura de corte e leite. Esse compilado de informações traz à luz questões atuais e de importância global, perante os desafios impostos para atender as demandas complexas dos sistemas de produção.

Vale ressaltar o empenho dos autores dos diversos capítulos, que possibilitaram a produção desse material, que retrata os avanços técnico-científicos nas Ciências Agrárias, pelo qual agradecemos profundamente.

Dessa maneira, espera-se que a presente obra possibilite ao leitor ampliar seu conhecimento sobre o avanço das pesquisas no ramo das Ciências Agrárias, bem como incentivar o desenvolvimento de estudos que promovam a inovação tecnológica e científica, o manejo e conservação dos recursos genéticos, que culminem em incremento na produção de alimentos de maneira sustentável.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Marcos Renan Lima Leite

Nítalo André Farias Machado

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **APROVEITAMENTO E VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS NA FILETAGEM DE TILÁPIA**

Marcos Antonio Matiucci  
Giovanna Caputo dos Anjos Alemida  
Jiuliane Martins da Silva  
Kamila de Cássia Spacki  
Ana Paula Sartório Chambo  
Elder dos Santos Araujo  
Beatriz de Souza Gonçalves Proença  
Angélica Marquetotti Salcedo Vieira

**DOI 10.22533/at.ed.5252004111**

### **CAPÍTULO 2..... 15**

#### **AVALIAÇÃO DAS PERDAS DE GRÃOS NA CULTURA DA CANOLA (*Brassica napus*) EM UMA PROPRIEDADE RURAL, NO MUNICÍPIO DE TUPARENDI - RS, 2018**

Fernanda Grings  
Gabriel Rossi Padoin  
Laís Ciekorski  
Maicon Mangini  
Valberto Muller

**DOI 10.22533/at.ed.5252004112**

### **CAPÍTULO 3..... 22**

#### **BACURIZEIRO**

Edvan Costa da Silva  
Nei Peixoto  
Léo Vieira Leonel  
Michel Anderson Masiero  
Wagner Menechini  
Luciana Sabini da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.5252004113**

### **CAPÍTULO 4..... 33**

#### **PIMENTAS *CAPSICUM* L.: ASPECTOS BOTÂNICOS, CENTRO DE ORIGEM, DIVERSIFICAÇÃO E DOMESTICAÇÃO, IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E PROPRIEDADES TERAPÊUTICAS (PARTE I)**

Breno Machado de Almeida  
Verônica Brito da Silva  
Ângela Celis de Almeida Lopes  
Regina Lúcia Ferreira Gomes  
Lívia do Vale Martins  
Sérgio Emílio dos Santos Valente  
Ana Paula Peron  
Lidiane de Lima Feitoza

**CAPÍTULO 5..... 48**

**PIMENTAS *Capsicum* L.: CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS GENÉTICOS, CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E CITOGENÉTICA E SEQUENCIAMENTO GENÔMICO (PARTE II)**

Breno Machado de Almeida  
Ângela Celis de Almeida Lopes  
Regina Lúcia Ferreira Gomes  
Lívia do Vale Martins  
Sérgio Emílio dos Santos Valente  
Ana Paula Peron  
Verônica Brito da Silva  
Lidiane de Lima Feitoza

**DOI 10.22533/at.ed.5252004115**

**CAPÍTULO 6..... 62**

**CONSERVAÇÃO DE BATATA DOCE MINIMAMENTE PROCESSADA COM O USO DE ANTIOXIDANTES**

Daniel César Sausen  
Júlio Cezar Minetto Brum  
Marcos Joel Koscheck  
Ana Paula Cecatto  
Claudinei Márcio Schmidt

**DOI 10.22533/at.ed.5252004116**

**CAPÍTULO 7..... 71**

**CORRELAÇÃO ENTRE ELEMENTOS METEOROLÓGICOS E TEOR DE UMIDADE DO SOLO EM PLANTIO DE AÇAIZEIRO EM CASTANHAL, PARÁ**

Matheus Yan Freitas Silva  
Matheus Lima Rua  
Carmen Grasiela Dias Martins  
Deborah Luciany Pires Costa  
Denilson Barreto da Luz  
Bruno Gama Ferreira  
Bianca Nunes dos Santos  
Maria de Lourdes Alcântara Velame  
Vandeilson Belfort Moura  
Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes  
Augusto José Silva Pedroso  
Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.5252004117**

**CAPÍTULO 8..... 81**

**INOVAÇÃO AGRONÔMICA NO PLANTIO DE SOJA PRECOCE, GENETICAMENTE MODIFICADA EM DIFERENTES ARRANJOS ESPACIAIS**

Joaquim Júlio Almeida Júnior  
Katya Bonfim Ataides Smiljanic

Alexandre Caetano Perozini  
Armando Falcão Mendonça  
Edson Lazarini  
Gustavo André Simon  
Suleiman Leiser Araújo  
Winston Thierry Resende Silva  
Ricardo Gomes Tomáz  
Vilmar Neves de Rezende Júnior  
Victor Júlio Almeida Silva  
Beatriz Campos Miranda  
Adriel Rodrigues da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.5252004118**

**CAPÍTULO 9..... 99**

**MANEJO DE ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO SOBRE O TEOR FOLIAR DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA CRAMBE**

Andressa Caroline Zang  
Alfredo Richart  
Bruna Guedes de Oliveira  
Bruna de Paula Souza

**DOI 10.22533/at.ed.5252004119**

**CAPÍTULO 10..... 108**

**REDUÇÃO DE CUSTOS NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS CONFINADOS POR MEIO DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS E SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA DO BIODIESEL**

Wander Matos de Aguiar  
Luís Carlos Vinhas Ítavo  
Eduardo Souza Leal  
Camila Celeste Brandão Ferreira Ítavo  
Alexandre Menezes Dias

**DOI 10.22533/at.ed.52520041110**

**CAPÍTULO 11..... 122**

**TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO E A SUA CORRELAÇÃO COM O POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA**

Thaís Cavalieri Matera  
Lucas Caiubi Pereira  
Alessandro Lucca Braccini  
Francisco Carlos Krzyzanowski  
Larissa Vinis Correia  
Rayssa Fernanda dos Santos  
Renata Cristiane Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.52520041111**

**CAPÍTULO 12..... 134**

**USO DE ARAÇÁ NO COMBATE AO NEMATOIDE DAS GALHAS DAS**

## GOIABEIRAS NO PROJETO PÚBLICO DE IRRIGAÇÃO (PPI) DE BEBEDOURO

Elijalma Augusto Beserra

Maria Helena Maia e Souza

Maria Augusta Maia e Souza Beserra

**DOI 10.22533/at.ed.52520041112**

### **CAPÍTULO 13..... 148**

#### **VALORES BIOMÉTRICOS NA MODALIDADE DE SEMEADURA EM CONSORCIAÇÃO DE MILHO COM FORRAGEIRAS E FEIJOEIRO EM SUCESSÃO**

Joaquim Júlio Almeida Júnior

Katya Bonfim Ataides Smiljanic

Alexandre Caetano Perozini

Armando Falcão Mendonça

Edson Lazarini

Gustavo André Simon

Suleiman Leiser Araújo

Winston Thierry Resende Silva

Ricardo Gomes Tomáz

Vilmar Neves de Rezende Júnior

Victor Júlio Almeida Silva

Beatriz Campos Miranda

Adriel Rodrigues da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.52520041113**

### **CAPÍTULO 14..... 164**

#### **VARIABILIDADE DE FLUXO DE CALOR NO SOLO EM UM PLANTIO COMERCIAL DE AÇAIZEIRO, CASTANHAL-PA**

Deborah Luciany Pires Costa

Carmen Grasiela Dias Martins

Bruno Gama Ferreira

Erika de Oliveira Teixeira

Igor Cristian de Oliveira Vieira

Matheus Yan Freitas Silva

João Vitor de Nóvoa Pinto

Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes

Vivian Dielly da Silva Farias

Whesley Thiago dos Santos Lobato

Denis de Pinho Sousa

Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.52520041114**

### **CAPÍTULO 15..... 175**

#### **EFEITO DA VELOCIDADE E SENTIDO DA SEMEADURA NA DISTRIBUIÇÃO DE ADUBO E SEMENTES FORRAGEIRAS**

Maurício Renan Huber

Valberto Müller

**DOI 10.22533/at.ed.52520041115**

**CAPÍTULO 16..... 189**

**EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE UMA UNIDADE DIDÁTICA DE BOVINOCULTURA LEITEIRA**

Gabriel Vinicius Bet Flores  
Igor Gabriel Modesto Dalgallo  
Willian Daniel Pavan  
Carla Fredrichsen Moya

**DOI 10.22533/at.ed.52520041116**

**CAPÍTULO 17..... 199**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO TRADICIONAL**

Claudete Rosa da Silva  
Daniel Vítor Mesquita da Costa  
Eline Gomes Almeida  
Crissogno Mesquita dos Santos  
Leomara Pessoa Brito  
Anna Thereza Santos Morais  
Daylon Aires Fernandes  
Gislayne Farias Valente  
Tiago de Souza Santiago  
Kessy Jhonnes Soares da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.52520041117**

**SOBRE OS ORGANIZADORES .....211**

**ÍNDICE REMISSÍVO..... 212**

# CAPÍTULO 5

## PIMENTAS *Capsicum* L.: CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS GENÉTICOS, CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E CITOGENÉTICA E SEQUENCIAMENTO GENÔMICO (PARTE II)

Data de aceite: 03/11/2020

### **Breno Machado de Almeida**

Universidade Federal do Piauí, Campus  
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN  
Teresina, Piauí, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/1573949472165597>

### **Ângela Celis de Almeida Lopes**

Universidade Federal do Piauí, Campus  
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCA  
Teresina, Piauí, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2718756494613870>

### **Regina Lúcia Ferreira Gomes**

Universidade Federal do Piauí, Campus  
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCA  
Teresina, Piauí, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6938362260541348>

### **Lívia do Vale Martins**

Universidade Federal do Piauí, Campus  
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN  
Teresina, Piauí, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4724630636740677>

### **Sérgio Emílio dos Santos Valente**

Universidade Federal do Piauí, Campus  
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN  
Teresina, Piauí, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7385571738745879>

### **Ana Paula Peron**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
UTFPR-DABIC, Campus de Campo Mourão  
Campo Mourão, Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3605560420792065>

### **Verônica Brito da Silva**

Universidade Federal do Piauí, Campus  
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCA  
Teresina, Piauí, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4033727779816712>

### **Lidiane de Lima Feitoza**

Universidade Federal do Piauí, Campus  
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN  
Teresina, Piauí, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5456816132715008>

**RESUMO:** O Brasil é considerado um centro de diversidade para espécies domesticadas e silvestres das pimentas *Capsicum*. Contudo, ações antrópicas ao longo dos anos vêm causando processos de desequilíbrios ecológicos, além da deterioração dos recursos genéticos, com consequências incalculáveis para biodiversidade e a sociedade humana. Uma forma alternativa para contornar esse problema é a conservação de recursos genéticos *in situ* e *ex situ*. A possibilidade conservação por meio de bancos de germoplasma, tem constituído uma alternativa de conservação e recuperação das espécies vegetais. Somado a isso, conhecimento acerca da diversidade genética é essencial para o desenvolvimento de programas de conservação e melhoramento genético. Nesse contexto, o objetivo desta revisão foi reunir de forma atualizada informações gerais sobre a manutenção em bancos de germoplasma bem como o conhecimento genético atual das pimentas *Capsicum*, destacando assim a sua conservação, caracterização morfológica e citogenética, e sequenciamento dos genomas de

*Capsicum*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Recursos genéticos, Bancos de germoplasma, citogenética, genômica.

## *Capsicum* L. PEPPERS: GENETIC RESOURCES CONSERVATION, MORPHOLOGICAL AND CYTOGENETIC CHARACTERIZATION AND GENOMIC SEQUENCING (PART II)

**ABSTRACT:** Brazil is considered a diversity center of wild and domesticated species of *Capsicum* peppers. However, anthropic actions during the years have been causing ecological disequilibrium processes, besides the deterioration of the genetic resources with incalculable consequences for the biodiversity and human community. An alternative way to deal with its problem is the *in situ* and *ex situ* genetics resources conservation. Moreover, understanding the genetic diversity is essential for the development of genetics breeding and conservation programs. In this sense, the aim of this review is to collect updated and general information about the maintenance of germplasm banks together with the genetic knowledge of *Capsicum* peppers, highlighting the conservation, morphological and cytogenetics characterization, and genome sequencing of *Capsicum* species.

**KEYWORDS:** Genetic resources, germplasm banks, cytogenetic, genomic.

### 1 | INTRODUÇÃO

As pimentas são os frutos de algumas espécies inclusas no gênero *Capsicum* conhecidas no mundo inteiro pelo seu ardor característico. Pertencem à mesma família do tabaco, batata e berinjela, fazendo parte da família Solanaceae, e compõem a subfamília Solanoideae, tribo Capsiceae e gênero *Capsicum* (OLMSTEAD et al., 2008).

Apresenta cinco espécies domesticadas e economicamente importantes: *C. annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens*. O Brasil, por sua vez, é reconhecido por ser um centro de diversidade de espécies domesticadas, semidomesticadas e silvestres (BARBOZA et al., 2020; BIANCHI et al., 2020).

As espécies domesticadas estão entre as olerícolas mais consumidas no mundo e não são relacionadas às pimentas negras ou do reino (gênero *Piper*) e pimenta guiné ou grão do paraíso (gênero *Aframomium*) (BOSLAND; VOTAVA, 2012). Além disso, estão inseridas em diferentes culturas de plantas ornamentais e medicinais como visto no capítulo anterior (parte I) (BOSLAND; VOTAVA, 2012; COSTA et al., 2019).

Apesar da multiplicidade de usos e aproveitamento dos frutos de *Capsicum* o mercado de pimentas no Brasil permanece com potencial inexplorado. A ampla adaptabilidade e variabilidade de tipos regionais em todo o território nacional fazem do Brasil um centro de diversidade do gênero, e é necessário que haja condições que

favoreçam a implementação e o desenvolvimento de programas de melhoramento genético de *Capsicum* no país (BENTO et al., 2007; BARBOZA et al., 2020; RIBEIRO et al., 2020).

A partir do conhecimento gerado sobre bancos de germoplasma é possível a utilização e aproveitamento de recursos genéticos provenientes de espécies domesticadas e silvestres e a exploração consciente do potencial econômico da utilização destes recursos. O emprego de metodologias genéticas associadas à explanação de dados morfológicos auxilia o trabalho de preservação e conhecimento acerca do material biológico conservado e seu futuro manejo para programas de melhoramento (BOSLAND; VOTAVA, 2012; COSTA et al., 2019; BIANCHI et al., 2020).

Os recursos genéticos de *Capsicum* já foram utilizados, com sucesso, em programas de melhoramento no desenvolvimento de cultivares com características agrônômicas e nutricionais desejadas no mercado (RIBEIRO et al., 2020). Diante disso, surge a necessidade de adotar estratégias de conservação dos recursos genéticos vegetais, tais como, a conservação *in situ* (reservas naturais etc.) e *ex situ* (bancos de germoplasma etc). Somado a isso, é essencial uma caracterização da variabilidade genética de *Capsicum*, abrangendo, dados geográficos, morfológicos, moleculares e citogenéticos (MARTINS et al., 2018; COSTA et al., 2019; MAGDY; OUYANG, 2020).

Diante da importância desse grupo vegetal, em especial para o Brasil, a revisão que segue reúne informações gerais e atualizadas sobre as pimentas *Capsicum*, assim como aborda tópicos de conservação, caracterização morfológica e citogenética, e sequenciamento dos genomas de *Capsicum*.

## 2 | CONSERVAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS E BANCOS DE GERMOPLASMA DE PIMENTAS

O *pool* gênico de *Capsicum* é vasto em comparação a outras culturas.

De fato, as espécies domesticadas, semidomesticadas e silvestres formam três complexos gênicos (*annuum*, *baccatum* e *pubescens*) baseados na sua morfologia, citogenética, proximidade genética e no potencial reprodutivo. Esses complexos são as bases para os *pools* genéticos primários, secundários e terciários, importantes para os melhoristas de plantas (Figura 1) (KHOURY et al., 2020).

No *pool* gênico primário (GP1), incluem-se membros pertencentes à mesma espécie ou espécies intimamente relacionadas, que podem hibridizar, gerando indivíduos férteis e com vigor híbrido. O *pool* gênico secundário (GP2) abrange espécies domesticadas e silvestres do mesmo complexo.

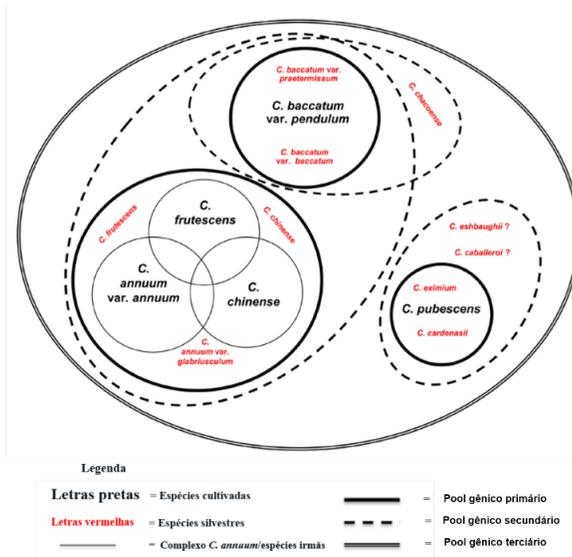


Figura 1. Representação esquemática dos três pools gênicos de *Capsicum*. Adaptado de Zonneveld et al. (2015).

O cruzamento interespecífico é possível, porém é mais difícil usando técnicas convencionais de melhoramento. Além disso, os descendentes são frequentemente inférteis e com baixo vigor. O *pool* gênico terciário (GP3) integra espécies que podem se intercruzar, porém só é possível por meio de técnicas sofisticadas, tais como resgate de embriões e fusão de protoplastos. Por fim, o *pool* gênico quaternário (GP4) engloba espécies cuja introgressão gênica só é possível por meio de técnicas de transgenia (GEPTS; PAPA, 2003; MAXTED et al., 2006).

A crescente população humana junto aos efeitos negativos das mudanças climáticas têm gerado complexos desafios de segurança alimentar. O aumento de secas, altas temperaturas, enchentes, geadas, salinidade do solo, desertificação, surgimento e intensificação de pragas e doenças requer dos melhoristas o desenvolvimento de novos cultivares com maior resiliência às adversidades citadas (PROHENS et al., 2017; BAILEY-SERRES et al., 2019). Contudo, este fato baseia-se que essa diversidade estará prontamente acessível para os programas de pesquisa e melhoramento vegetal. Sendo assim, faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias de conservação dos recursos genéticos para uso futuro (COSTA; SPHAR, 2012; RIBEIRO et al., 2020).

A conservação de recursos genéticos tem sido amplamente abordada através de duas formas complementares: a conservação *in situ* e *ex situ*. A conservação *in situ* refere-se às espécies silvestres no seu hábitat natural (COSTA; SPHAR, 2012). Contudo, poucos esforços foram realizados nas últimas décadas para proteger os

locais naturais onde às espécies silvestres estão inseridas e ainda faltam muitas informações sobre o estado de conservação para grande parte das espécies de *Capsicum*. De acordo com a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2020), existem apenas dados de conservação para cinco (*C. caatingae*, *C. rhomboideum*, *C. annuum*, *C. frutescens* e *C. lanceolatum*) representantes do gênero.

Um método complementar de conservação, a *ex situ*, aborda a manutenção de unidades biológicas da biodiversidade vegetal, animal, microbiana, em ambientes fora da sua ocorrência natural. A conservação *ex situ* deve ser realizada em ambientes específicos que preservem as propriedades proliferativas e genéticas do material armazenado, sendo classificado como banco de germoplasma (COSTA; SPEHAR, 2012; RIBEIRO et al., 2020). Os bancos de germoplasma constituem-se de unidades físicas destinadas a manter coleções de acessos de espécies ou gêneros provenientes de diferentes localidades geográficas, com o intuito de conservar a variabilidade genética e de utilizá-la com matéria para programas de conservação e melhoramento genético (CASTAÑEDA-ÁLVAREZ et al., 2016; MIGICOVSKY et al., 2019).

Existem diversas coleções de germoplasma de *Capsicum* a níveis nacionais e internacionais. As duas maiores estão localizadas no World Vegetable Center (WorldVeg) localizada em Shanhua (Taiwan) e em United States Department of Agriculture (USDA) localizado em Griffin, no estado Geórgia (EUA) com, respectivamente, 9.209 e 4.877 de acessos provenientes de vários continentes (BARCHENGER; NARESH; KUMAR, 2019).

O Brasil, por sua vez, também possui instituições e organizações com acervos de germoplasma de *Capsicum*, com destaque para o Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças (Brasília-DF), com mais de 4 mil acessos, com híbridos, linhagens, cultivares de polinização aberta, materiais domesticados e silvestres (COSTA; SPEHAR, 2012). Por fim, a Universidade Federal do Amazonas (UFAM), a Universidade do Estado de Mato Grosso do Sul (UEMS), a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal do Maranhão e a Universidade Federal do Piauí (UFPI) também são fundações conservadoras de germoplasma de pimentas (COSTA; SPHEAR, 2012; COSTA et al., 2019).

### 3 I DIVERSIDADE GENÉTICA POR MEIO DE MARCADORES MORFOLÓGICOS

As atividades de melhoramento genético têm gerado a perda de variabilidade genética, comumente denominada de erosão genética, sobretudo o desaparecimento de variedades crioulas com alelos raros (COSTA; SPHEAR; 2012; FRANKIN et al., 2019). Uma forma alternativa para contornar esse problema é a conservação de

recursos genéticos em bancos de germoplasma.

Com base na diversidade genética em *Capsicum*, a *International Plant Genetic Resources Institute* (IPGRI, 1995) desenvolveu uma lista padronizada de 50 descritores, os quais têm auxiliado nos estudos na caracterização morfológica. Os descritores são características mensuráveis ou subjetivas de um indivíduo, como altura da planta, cor da corola, formato do fruto etc. Esses possuem alta herdabilidade, são expressos em todos os ambientes, com pouca interação genótipo e ambiente, e de fácil identificação e diferenciação (COSTA; SPEHAR, 2012).

Resistência a pragas e a doenças, tolerância a estresses abióticos, ornamentação, arquitetura, precocidade, alta produtividade, uniformidade, fácil manejo de colheita, assim como tamanho, peso, formato, cor, aroma, sabor, grau de pungência dos frutos são os principais objetivos nos programas de pesquisa e melhoramento genético de *Capsicum* (RIBEIRO et al., 2015, 2018; COSTA et al., 2019; RIBEIRO et al., 2020).

O uso de descritores multicategóricos em estudos de divergência genética possuem diversas vantagens, como várias classes para cada caráter avaliado, sua coleta é rápida, prática e econômica, sendo uma alternativa para caracterização de germoplasma em programas de pesquisa que carecem de subsídios financeiro e profissional. Nesse contexto, o uso de técnicas multivariadas para quantificar a dissimilaridade genética tem sido amplamente empregado em diversas culturas, tais como, feijão-comum e em solanáceas. Bento et al. (2007), estudando a diversidade genética e fenotípica em 29 acessos de pimentas por meio de 37 descritores morfoagronômicos, observaram diversidade fenotípica entre os acessos estudados, com potencial uso para programas de melhoramento vegetal. Ademais, os autores destacaram que a análise de variáveis multicategóricas eficaz no agrupamento dos genótipos estudados, indicando-a em trabalhos de quantificação de dissimilaridade genética e na identificação de grupos heteróticos auxiliando, desse modo, o manejo e a utilização dos recursos genéticos em bancos de germoplasma.

Gomes et al. (2019) avaliaram diferentes técnicas de agrupamento para caracterização e avaliação de acessos de pimentas *Capsicum* utilizando diferentes combinações de medidas específicas para variáveis quantitativas e qualitativas. Foram caracterizados 56 acessos de *Capsicum* por meio de 25 descritores morfoagronômicos. Os autores concluíram que a maioria das distâncias utilizadas combinadas com o agrupamento UPGMA foram eficientes na separação das amostras em relação às espécies utilizando, respectivamente, dados quantitativos e qualitativos.

Portanto, os dados de caracterização dos acessos é possível realizar análises multivariadas, as quais permitirão que seja estimada a divergência genética entre os acessos do banco de germoplasma. Este estudo possibilita que se conheça

melhor o germoplasma disponível, facilitando o trabalho de conservação, pois é possível descartar acessos que sejam muito próximos geneticamente, reduzindo o tamanho dos bancos de germoplasma, além de possibilitar escolher os caracteres mais importantes para serem utilizados na caracterização de acessos (Mariot et al., 2010).

#### 4 I CARACTERIZAÇÃO CITOGÊNÉTICA DE PIMENTAS *Capsicum*

O gênero *Capsicum* tem a presença universal de dois números básicos cromossômicos,  $2n = 2x = 24$  e  $2n = 2x = 26$ , sendo o último presente apenas nas espécies silvestres. Para espécies *Capsicum*  $2n = 24$ , os cariótipos são relativamente simétricos, geralmente com 11 pares metacêntricos e 1 par subteloentríco (submetacêntrico), cromossomos pequenos, baixo conteúdo de DNA e padrões simples de heterocromatina. Em contraste, as espécies  $2n = 26$  exibem cariótipos mais assimétricos, cromossomos submetacêntricos (subtelocêntricos) e, frequentemente, um par telocêntrico, cromossomos maiores, maior conteúdo de DNA e padrões complexos de heterocromatina (MOSCONE et al., 2007; SCALDAFERRO et al., 2013).

Dentre as técnicas citogenéticas disponíveis, o bandeamento com fluorocromos permite a obtenção de padrões diferenciais de bandas fluorescentes nos cromossomos, possibilitando uma análise mais detalhada e refinada dos cariótipos. Nesse contexto, destaca-se a técnica dupla coloração CMA/DAPI. A utilização dos corantes fluorescentes cromomicina A<sub>3</sub> (CMA) e 4'-6- diamidino-2, fenilindol (DAPI), que se ligam preferencialmente em regiões ricas em bases guanina e citosina (GC), adenina e timina (AT), respectivamente, fornecem informações sobre a composição e distribuição da heterocromatina constitutiva (GUERRA, 2000).

As técnicas de bandeamento cromossômico com fluorocromos têm sido úteis na caracterização da composição e distribuição da HC permitindo, desse modo, fazer comparações entre espécies ou táxons relacionados, como observado nos estudos do gênero *Solanum* (MOYETTA et al 2016; CHIARINI; SAZATORNIL; BERNARDELLO, 2018).

De acordo com bandeamento cromossômico, verificou-se a existência de quatro tipos de heterocromatina constitutiva em *Capsicum*: (1) heterocromatina altamente rica em GC e reduzida em AT (CMA<sup>++</sup>/DAPI<sup>-</sup>); (2) heterocromatina altamente rica em AT e reduzida em GC (CMA<sup>-</sup>/DAPI<sup>++</sup>), presente apenas em *C. campylopodium*, *C. pereirae* e *C. pubescens*; (3) heterocromatina moderadamente rica em GC e neutra em AT (CMA<sup>+</sup>/DAPI<sup>0</sup>); (4) heterocromatina moderadamente rica em GC e moderadamente rica em AT (CMA<sup>+</sup>/DAPI<sup>+</sup>), reportada apenas em *C. campylopodium* e *C. praetermissum* (SCALDAFERRO et al., 2013; MARTINS et al.,

2018).

Moscone et al. (1996) utilizando a tripla coloração sequencial (CMA/DA/DAPI) para avaliar o tipo, a quantidade e a distribuição de heterocromatina em 15 acessos pertencentes a cinco espécies cultivadas (*C. annuum*; *C. chinense*; *C. frutescens*, *C. baccatum* e *C. pubescens*). Todos os táxons analisados apresentavam  $2n = 2x = 24$  e cariótipo uniforme composto de 11M + 1ST, exceto *C. annuum* var. *annuum*, com 10M + 1SM+ 1ST. Foi observada a presença dominante de bandas terminais heterocromáticas ricas em GC (CMA<sup>++</sup>DAPI). *C. pubescens* apresentou uma maior quantidade de heterocromatina, assim como um padrão assimétrico de distribuição nos dois braços de cada cromossomo. Essa espécie exibe grandes blocos terminais de CMA<sup>++</sup>DAPI, além de um padrão adicional de banda altamente rica em AT (CMA-/DAPI<sup>++</sup>), presente na região terminal ou subterminal do braço longo do par número 10.

## 5 | CITOGENÉTICA MOLECULAR

A Hibridização *In Situ* Fluorescente (FISH) é uma importante ferramenta citomolecular para mapeamento citogenético. Os genes ribossomais (18S, 5.8S, 25S) são compostos por centenas a milhares de sequências repetidas em tandem, dispostas em sítios de DNAr 35S e DNAr 5S, localizados independente no genoma de determinada espécie (ROA; GUERRA, 2015).

Em um recente estudo, Grabiele et al. (2018) utilizaram um conjunto de sondas de diferentes regiões da unidade DNAr 18S-25S em oitos espécies do gênero *Capsicum* que apresentavam diferenças no número básico de cromossomos, simetria cariotípica, tipo, número, quantidade, distribuição e tamanho de blocos heterocromáticos. Os autores reportaram a caracterização de um novo tipo de DNA satélite composto por toda a unidade de DNAr 18S-25S. A unidade completa de DNAr 18S-25S está amplificada, dispersa e organizada em tandem nos genomas de espécies  $n = 12$ , sendo o principal constituinte da heterocromatina GC, exceto para as espécies  $n = 13$  analisadas. Nas espécies silvestres ( $n = 13$ ), a hibridização das sondas de DNAr ocorreu apenas nas regiões organizadoras de nucléolos (NORs) ativas, sugerindo que o principal componente da heterocromatina rica em GC nessas espécies é diferente das sequências de DNAr 18S-25S.

Em *Capsicum*, por meio da técnica FISH, verificou-se que os genes ribossomais 35S e 5S apresentam grande diversidade em número, tamanho e localização entre as espécies domesticadas e silvestres (SCALDAFERRO et al., 2013; 2016). Os sítios de DNAr 35S variam entre um único par em *C. rhomboideum* a 30 pares em *C. villosum*. Em *C. annuum*, variaram de um a seis pares, cinco pares em *C. chinense* nove pares em *C. frutescens*, 14 pares em *C. pubescens* e variação

entre 14 a 15 pares de sítios 35S em *C. baccatum*. O lócus DNAr 5S possui apenas um único par, localizado principalmente em posição intercalar em um cromossomo mediano metacêntrico (AGUILERA et al., 2016; SCALDAFERRO et al., 2016).

A técnica FISH permite a detecção exata de genes ribossomais (DNAr 35S e 5S). Por sua vez, o bandeamento por nitrato de prata (AgNORs) possibilita detectar quais sítios de DNAr 35S estão transcricionalmente ativos por meio de detecção de regiões organizadoras de nucléolos (NORs) (SCALDAFERRO et al., 2013, 2016).

Scaldaferro et al. (2016), por meio do bandeamento de nitrato de prata identificaram, que as RONS ativas em *Capsicum* variam entre um a quatro pares. A espécie *C. annum* exibe variação entre um e quatro pares. *C. chinense* e *C. frutescens* apresentam, por sua vez, dois pares, enquanto *C. baccatum* exibe quatro pares ativos. As RONS são evidenciadas como constrições secundárias pelo bandeamento por fluorocromos, e estão localizadas, em sua maioria, no braço curto, variando a localização do par cromossômico entre e dentro espécies (SCALDAFERRO et al., 2013).

A imunocoloração de proteínas histonas é outra técnica citomolecular aplicada na compreensão do genoma de plantas. Essa técnica usa anticorpos específicos capazes de reconhecer determinadas modificações pós-traducionais presentes nos aminoácidos nas caudas das histonas. Essas alterações químicas incluem metilação, acetilação, fosforilação, ubiquitinação, entre outras, e regulam importantes processos moleculares, tais como replicação, reparo, condensação, recombinação, transcrição e repressão gênica. Um exemplo de modificação de histonas é a acetilação da lisina 5 na histona H4 (H4K5ac), uma marca epigenética universalmente associada à expressão gênica, sendo observada amplamente em eucariotos e bem estudada em plantas (revisado por FEITOZA; COSTA; GUERRA., 2017). Ao contrário, a metilação de histonas e de DNA está relacionada com o silenciamento gênico em plantas (FONSÊCA et al., 2014). A fosforilação da serina 10 na histona H3 (H3S10ph) tem sido correlacionada à condensação cromossômica e coesão entre cromátides-irmãs em plantas (revisado por MARCON-TAVARES et al., 2014).

Em *Capsicum*, até o presente momento, foi relatado um único trabalho identificando os padrões de modificações de histonas. Martins et al. (2018) verificaram que o padrão de marcação H4K5ac ocorreu na cromatina difusa dos núcleos interfásicos e na cromatina terminal descondensada desde a prófase até a metáfase, não exibindo correlação com as fases do ciclo celular. Segundo os autores, esse padrão de marcação pode estar correlacionado com regiões cromossômicas ricas em genes e potencialmente ativas. Já a marcação H3S10ph ocorreu apenas na região pericentromérica em metáfase mitótica, não sendo observada marcação em núcleo interfásico.

## 6 | SEQUENCIAMENTO GENÔMICO DE *Capsicum*

Nos últimos anos, o avanço da bioinformática e das plataformas de sequenciamento de nova geração (NGS) tem revolucionado os estudos de genômica de plantas. A plataforma *online Sol Genomics Network* (<https://solgenomics.net/>) armazena dados genômicos, fenotípicos, projetos e ferramentas potentes para análise de espécies da família Solanaceae, tais como, batata, tomate, berinjela, tabaco e pimenta. Essa integração de dados abre novas possibilidades para pesquisas genéticas de solanáceas, acelerando as pesquisas de genômica e evolução, assim como o desenvolvimento de novas ferramentas de bioinformática (FERNANDEZ-POZO et al., 2015).

Dentre as espécies do gênero *Capsicum*, o genoma de *C. annuum* foi o primeiro a ser publicado por dois grupos de pesquisa de forma paralela. Kim et al. (2014) publicaram as sequências do genoma completo de *C. annuum* (CM334) e *C. chinense* (PI 159236). No mesmo ano, Qin et al. (2014) realizaram a montagem *de novo* do genoma de *Zunla-1* (*C. annuum* L.), e da pimenta silvestre *chiltepin* (*C. annuum* var. *glabriusculum*). Ambos os estudos destacaram que o tamanho do genoma de *Capsicum* é de ~3–3,5 Gb, com cerca de 35 mil genes e alta porcentagem de elementos repetitivos (~80%).

Qin et al. (2014) identificaram que mais de 81% do genoma de *C. annuum* é composto por diferentes classes de DNA transponíveis, valor significativamente maior que os TEs (~61%) em batata (*Solanum tuberosum*) e tomate (*S. lycopersicum*). Recentemente, Kim et al. (2017) demonstraram que o genoma de *C. chinense* e *C. baccatum* são compostos por cerca de 81% e 82% de elementos móveis, respectivamente.

Kim et al. (2017) também realizaram a montagem de alta qualidade dos genomas *de C. baccatum* (~3,9 Gb) e *C. chinense* (~3,2 Gb) com base no genoma de referência de *C. annuum* (CM334). Esses autores ainda publicaram uma versão melhorada do genoma de referência “CM334” e “PI 159236”. Esse trabalho contribuiu significativamente na compreensão das relações evolutivas e no tempo de divergência entre as três espécies. A divergência ocorreu primeiro entre a linhagem *Baccatum* e o ancestral comum de *C. annuum* e *C. chinense*, há ~1,7 milhões de anos (Mya), seguido pela divergência entre as linhagens *Annuum* e *Chinense* há cerca de 1,1 Mya.

Os estudos supracitados confirmam que o genoma das pimentas *Capsicum* é de três a quatro vezes maior do que o genoma da batata (*Solanum tuberosum*) e tomate (*S. lycopersicum*). Por exemplo, o tamanho do genoma de *C. baccatum* é de ~3,9 Gb, ou seja, contém 3 bilhões e 900 milhões de pares de bases, enquanto o tamanho dos genomas do tomate e batata estão na faixa de 900 Mb e 844 Mb,

respectivamente (XU et al., 2011; SATO et al., 2012).

Por fim, destaca-se a importância dos estudos sobre os genomas de cloroplastos (plastomas) e mitocôndrias (mitogenomas) de *Capsicum*. Os conteúdos dos genomas organelares representam uma rica fonte de informações para avaliar as relações filogenéticas e compreender a dinâmica evolutiva das mais diferentes espécies, assim como, no conhecimento da função de genes importantes. Somado a isso, podem fornecer informações valiosas para programas de melhoramento genético voltados para o gênero (MAGDY et al., 2019; MAGDY; OUYANG, 2020).

## REFERÊNCIAS

- AGUILERA, P. M. *et al.* FISH-mapping of the 5S rDNA locus in chili peppers (*Capsicum*-Solanaceae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 88, n. 1, p. 117-125, 2016.
- BAILEY-SERRES, J. *et al.* Genetic strategies for improving crop yields. *Nature*, v. 575, p. 109-118, 2019.
- BARBOZA, G. E.; BIANCHETTI, L. D. B.; STEHMANN, J. R. *Capsicum carassense* (Solanaceae), a news species from the Brazilian Atlantic Forest. *PhytoKeys*, v. 140, p. 125-138, 2020.
- BARCHENGER, D. W.; NARESH, P.; KUMAR, S. Genetic Resources of *Capsicum*. In: *The Capsicum Genome*. Switzerland: Springer, Cham, 2019, cap. 2, p. 9-23.
- BENTO, C. S. *et al.* Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. *Scientia Agraria*, v. 8, n. 2, p. 149-156, 2007.
- BIANCHI, P. A. *et al.* Biomorphological characterization of Brazilian *Capsicum chinense* Jacq. Germplasm. *Agronomy*, v. 10, n. 3, p. 1-17, 2020.
- BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. *Peppers: Vegetable and Spice Capsicums*. 2nd ed. Wallingford: CABI, 2012. 230p.
- CASTAÑEDA-ÁLVAREZ, N. P. *et al.* Global conservation priorities for crop wild relatives. *Nature Plants*, v. 2, p. 1-6, 2016.
- CHIARINI, F.; SAZATORNIL, F.; BERNADELLO, G. Data reassessment in a phylogenetic context gives insight into chromosome evolution in the giant genus *Solanum* (Solanaceae). *Syst. and Biodiversity*, v. 16, n. 4, p. 397-416, 2018.
- COSTA, A. M.; SPEHAR, C. R. Base da diversidade genética. In: *Conservação de Recursos Genéticos no Brasil*. Brasília, DF: Embrapa, 2012, cap.1, p. 28-65.
- COSTA, G, N. *et al.* Selection of pepper accessions with ornamental potential. *Revista Caatinga*, v. 32, n. 2, p. 566-574, 2019.
- FERNANDEZ-POZO, N. *et al.* The Sol Genomics Network (SGN)—from genotype to phenotype to breeding. *Nucleis Acids Research*, v. 43, p. 1306-1041, 2014.

FEITOZA, L.; COSTA, L.; GUERRA, M. Condensation patterns of prophase/prometaphase chromosome are correlated with H4K5 histone acetylation and genomic DNA contents in plants. *PLoS ONE*, v.12,n.8, p.1-14, 2017.

FONSÊCA, A. et al. Epigenetic Analyses and the Distribution of Repetitive DNA and Resistance Genes Reveal the Complexity of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae) Heterochromatin. *Cytogenetic and Genome Research*, v. 143, p. 168–178, 2014.

FRANKIN, S. *et al.* The Israeli–Palestinian wheat Landraces collection: restoration and characterization of lost genetic diversity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 99, n. 7, p. 1-10, 2019.

GEPTS, P.; PAPA, R. Possible effects of (trans) gene flow from crops on the genetic diversity from landraces and wild relatives. *Environmental Biosafety Research*, v. 2, p. 89-103, 2003.

GOMES, G. P. *et al.* Combinations of distance measures and clustering algorithms in pepper germplasm characterization. *Horticultura Brasileira*, v. 37, n. 2, p. 172-179, 2019.

GRABIELE, M. *et al.* Highly GC-rich heterochromatin in chili peppers (*Capsicum*-Solanaceae): A cytogenetic and molecular characterization. *Scientia Horticulturae*, v. 238, p. 391-399, 2018.

GUERRA, M. Patterns of heterochromatin distribution in plant chromosomes. *Genetics and Molecular Biology*, v. 23, n. 4, p. 1029-1041, 2000.

Internacional Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), 1995. Descriptors for *Capsicum* (*Capsicum* spp.). Disponível em: < <https://bit.ly/2tvUmyC> >. Acesso: 21 de jan. 2020.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). The IUCN red list of threatened species. Disponível em: < <https://www.iucnredlist.org/> >. Acesso: 28 de ago. 2020.

KIM, S. *et al.* Genome sequence of the hot pepper provides insights into the evolution of pungency in *Capsicum* species. *Nature Genetics*, v. 46, n. 3, p. 270–278, 2014.

KIM, S. *et al.* New reference genome sequences of hot pepper reveal the massive evolution of plant disease-resistance genes by retroduplication. *Genome biology*, v. 18, n. 210, p. 1-11, 2017.

KHOURY, C. K. *et al.* Modelled distributions and conservation status of the wild relatives of chile peppers (*Capsicum* L.). *Diversity and Distribution*, v. 26, p. 209-225, 2020.

MAGDY, M. *et al.* Pan-plastome approach empowers the assessment of genetic variation in cultivated *Capsicum* species. *Horticulture Research*, v. 6, n. 108, p. 1-15, 2019.

MAGDY, M.; OUYANG, B. The complete mitochondrial genome of the chiltepin pepper (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*), the wild progenitor of *Capsicum annuum* L. *Mitochondrial DNA Part B*, v. 5, p. 683-684, 2020.

MARCON-TAVARES, A. *et al.* Different patterns of chromosomal histone H3 phosphorylation in land plants. *Cytogenetic and Genome Research*, v. 143, p. 136-143, 2014.

- MARTINS, L. *et al.* Heterochromatin distribution and histone modification patterns of H4K5 acetylation and phosphorylation in *Capsicum* L. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 18, p. 161-168, 2018.
- MAXTED, N. *et al.* Towards a definition of a crop wild relative. *Biodiversity and Conservation*, v. 15, p. 2673-2685, 2006.
- MIGICOVSKY, Z. *et al.* Using Living Germplasm Collections to Characterize, Improve, and Conserve Woody Perennials. *Crop Science*, v.59, p.2365-2380, 2019.
- MOSCONE, E. A. *et al.* Fluorescent chromosome banding in the cultivated species of *Capsicum* (Solanaceae). *Plant Systematics And Evolution*, v. 202, p. 37-63, 1996.
- MOSCONE, E. A. *et al.* The Evolution of Chili Peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a Cytogenetic Perspective. *Acta Horticulturae*, v.745, p.137-170, 2007.
- MOYETTA, N. R. *et al.* Heterochromatin and rDNA patterns in *Solanum* species of the Moreloid and Dulcamaroid clades (Solanaceae). *Plant Biosystems*, p. 539-547, 2016.
- OLMSTEAD, R.G. *et al.* A molecular phylogeny of the Solanaceae. *Taxon*, v. 57, n. 4, p. 1159-1181, 2008.
- PROHENS, J. *et al.* Introgressomics: a new approach for using crop wild relatives in breeding for adaptation to climate change. *Euphytica*, v. 213, p. 1-19, 2017.
- QIN, C. *et al.* Whole-genome sequencing of cultivated and wild peppers provides insights into *Capsicum* domestication and specialization. *PNAS*, v. 111, n. 14, p. 5135-5140, 2014.
- RIBEIRO, C. S. C. *et al.* BRS Juruti: the first Brazilian habanero-type hot pepper cultivar. *Horticultura Brasileira*, v. 33, n. 4, p. 527-529, 2015.
- RIBEIRO, C. S. C. *et al.* BRS Tui: a new Biquinho-type pepper cultivar released by Embrapa. *Horticultura Brasileira*, v. 36, n. 4, p. 526-528, 2018.
- RIBEIRO, C. *et al.* Embrapa's *Capsicum* Breeding Program— Looking back ... into the Future. *Crop Breeding, Genetics and Genomics*, v. 2, p. 1-26, 2020.
- ROA, F.; GUERRA, M. Non-Random Distribution of 5S rDNA Sites and Its Association with 45S rDNA in Plant Chromosomes. *Cytogenetic and Genome Research*, v. 146, p. 243-249, 2015.
- SATO, S. *et al.* The tomato genome sequence provide insights into fleshy fruit evolution. *Nature*, v. 485, p. 635-641, 2012.
- SCALDAFERRO, M. A. *et al.* Heterochromatin type, amount and distribution in wild species of chili peppers (*Capsicum*, Solanaceae). *Genetic Resources and Crop Evolution*, v 60, p. 693-709, 2013.
- SCALDAFERRO, M. A. *et al.* FISH and AgNor mapping of the 45S and 5S rRNA genes in wild and cultivated species of *Capsicum* (Solanaceae). *Genome*, v. 59, p. 95-113, 2016.

XU, X. et al. Genome sequence and analysis of the tuber crop potato. *Nature*, v. 475, p. 189-197, 2011.

ZONNEVELD, M. V. *et al.* Screening Genetic Resources of *Capsicum* Peppers in Their Primary Center of Diversity in Bolivia and Peru. *PLoS ONE*, v. 10, n. 9, p. 1-23, 2015.

MARIOT et al. Divergência genética entre acessos de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek e *M. aquifolium* Mart.) com base em caracteres morfológicos e fisiológicos. *Revista brasileira plantas medicinais* v.12 n.3 p. 243-249, 2010

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Açaizeiro 71, 72, 73, 74, 76, 77, 79, 164, 165, 166, 168, 169, 170, 171, 172, 173  
Acidez 8, 62, 65, 67, 101  
Aclive 175, 178, 179, 180, 181, 182, 184, 185, 186  
Agroindústria 32, 65, 69, 108, 110, 117  
Água no solo 71, 72, 73, 77, 78, 79, 182  
Antioxidantes 43, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69  
Araçá 134, 135, 136, 140, 141, 145, 146, 179, 182  
Arranjos de plantio 82  
Arranjos espaciais 81, 82, 84  
Árvore 22, 208  
Aspectos botânicos 30, 33, 35, 36

### B

Bacurizeiro 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32  
Bancos de germoplasma 48, 49, 50, 52, 53, 54  
Batata doce 62, 65, 66, 67  
Batatas 62, 63, 65, 67, 68, 69, 70  
Bebedouro 111, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 142, 143, 146  
Biodiesel 17, 106, 107, 108, 109, 110, 117, 118, 119, 120  
Bovinocultura leiteira 189  
*Brassica napus* 15, 17, 101  
Brix 62, 63

### C

Canola 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 101  
*Capsicum* 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 147  
Caracterização morfológica 48, 50, 53  
Citogenética 48, 49, 50, 54, 55  
Colheita 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 29, 42, 53, 62, 65, 69, 87, 92, 100, 124, 157, 160, 208  
Concentração foliar de N 99  
Co-produto 2

Crambe 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119

*Crambe abyssinica* Hochst 99, 100, 119

## D

Declive 17, 175, 178, 179, 180, 181, 182, 184, 185, 186

Densidade de plantas 89, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 102, 175

Desempenho econômico 108, 117

Diversidade genética 33, 48, 52, 53, 58

Domesticação 33, 34, 35, 38, 173

## E

Eficiência reprodutiva 189, 190, 191, 194, 197, 198

Emergência 102, 104, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 153, 156, 200, 201, 202, 203, 204, 207, 208

*Euterpe oleracea* 78, 165, 173

## F

Feijão 53, 97, 129, 131, 148, 149, 151, 152, 156, 157, 161, 162, 206, 210

Filetagem 1, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14

Fluxo de calor 164, 165, 166, 168, 170, 171, 173

Forrageira 156, 160, 175

Fósforo 24, 99, 106

## G

Genômica 49, 57

Germinação 26, 27, 30, 85, 91, 101, 122, 123, 124, 126, 127, 129, 130, 132, 199, 200, 201, 202, 204, 205, 207

*Glycine max* 122, 123, 125, 131, 132

Grãos 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 83, 87, 88, 89, 94, 95, 96, 100, 101, 104, 105, 123, 125, 130, 149, 150, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 204, 208

## I

*Ipomoea* 62, 63, 69, 70

## L

Latossolo amarelo 74, 165, 166

Leite 2, 34, 40, 45, 175, 176, 189, 191, 192, 196, 197, 211

## M

Microclima 72, 165

Milho 17, 97, 106, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 173, 177, 187, 191, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209

## N

Nativa 22, 26, 72, 165

Nematoide 134, 136, 144, 145, 146

Nitrogênio 99, 100, 107, 154

Nível 37, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 105, 110, 114, 123, 143, 175, 178, 179, 180, 181, 182, 184, 185, 186, 199, 203, 205, 206

## O

Operação de semeadura 175, 176

*Oreochromis niloticus* 2, 4, 11, 13

## P

Perdas 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 29, 73, 92, 143, 182, 187, 205

Pimenta 34, 35, 39, 40, 41, 42, 44, 46, 49, 57

Plantio comercial 73, 74, 76, 77, 78, 164, 166, 173

*Platonia insignis* Mart 22, 23, 24, 25, 28, 30, 31, 32

Pós-colheita 29, 62, 65, 69

Potássio 99, 101, 102, 104, 107

Potencial 1, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 15, 20, 22, 31, 49, 50, 53, 75, 85, 94, 95, 99, 100, 110, 115, 116, 118, 122, 123, 124, 125, 128, 133, 139, 140, 155, 163, 190, 200, 205, 207

Processamento mínimo 62, 64, 65, 67, 68, 69, 70

Produção 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 26, 27, 29, 31, 41, 42, 43, 62, 63, 64, 67, 70, 82, 83, 84, 85, 88, 90, 91, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 104, 106, 107, 109, 110, 116, 118, 119, 120, 123, 124, 135, 136, 141, 142, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 159, 160, 161, 162, 163, 166, 175, 177, 182, 187, 189, 191, 192, 194, 195, 196, 200, 211

Produção de palha 148, 149, 163

Produtividade 15, 42, 53, 72, 73, 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 97, 98, 100, 101, 104, 106, 123, 130, 134, 137, 141, 142, 145, 149, 150, 153, 155, 156, 157, 160, 161, 162, 163, 166, 176, 182, 187, 188, 192, 203

## Q

Qualidade fisiológica 122, 124, 125, 126, 128, 129, 131, 199, 200, 201, 205, 207, 208, 209, 210

## R

Rapidez de deslocamento 175

Recursos genéticos 33, 34, 44, 48, 49, 50, 51, 53, 58, 209

Reprodução 22, 26, 28, 146, 189, 190, 191, 196

Resíduos 1, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 18, 108, 109, 110, 117, 154, 211

Rotação de cultura 149

## S

Semeadora para plantio direto 149

Semeadura simultânea 149

Semente 19, 31, 36, 83, 91, 110, 124, 128, 130, 131, 132, 156, 157, 178, 179, 181, 183, 185, 200, 202, 203, 204, 206, 207

Sequenciamento genômico 48, 57

Soja 16, 17, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 94, 97, 98, 106, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 119, 122, 123, 124, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 160, 162, 187, 188, 209

Subproduto 2, 4, 7, 10, 11, 110, 114, 116

## T

Tecido vegetal 99, 105

Tensiometria 72

Teste de envelhecimento 122, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132

Tilápia 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

## U

Umidade do solo 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 176

Unidade didática 189, 191

## V

Vigor 50, 51, 94, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 144, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210

## Z

*Zea mays* 132, 160, 162, 163, 199, 200, 205, 208, 209

# AS VICISSITUDES DA PESQUISA E DA TEORIA NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

