



**Benedito Rodrigues da Silva Neto**  
**(Organizador)**

# **Inventário de Recursos Genéticos**



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Benedito Rodrigues da Silva Neto  
(Organizador)

# Inventário de Recursos Genéticos

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

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

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
162	<p>Inventário de recursos genéticos [recurso eletrônico] / Organizador Benedito Rodrigues da Silva Neto. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-486-3 DOI 10.22533/at.ed.863191807</p> <p>1. Evolução humana. 2. Genética da população humana. I. Silva Neto, Benedito Rodrigues da.</p> <p style="text-align: right;">CDD 575.1</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

O termo “genética” nos últimos anos ganhou uma conotação cada vez mais importante e acessível à população. Podemos dizer que a genética saiu da rotina laboratorial e da sala de aula para adentrar as casas da população, seja por informação ou na forma de produto. Isso porque a revolução tecnológica contribuiu grandemente com o avanço no campo da pesquisa básica e aplicada à genética, e as descobertas propiciadas por tecnologias mais apuradas possibilitaram um entendimento mais amplo desta importante área.

A genética como sabemos possui um campo vasto de aplicabilidades que podem colaborar e cooperar grandemente com os avanços científicos e tecnológicos. O acelerado mundo das descobertas científicas caminha a passos largos e rápidos no sentido de transformar a pesquisa básica em aplicada, portanto é relevante destacar que investimentos e esforços nessa área contribuem grandemente com o desenvolvimento de uma nação.

O livro “Inventários e Recursos Genéticos” aqui apresentado, aborda assuntos relativos aos avanços e dados científicos publicados de cunho voltado para a utilização dos recursos genéticos disponíveis na área ambiental, microbiológica dentre outras diversas que cientistas tem gastado esforços para compreender. Assim, são diversas as possibilidades de aplicações genéticas em diversos campos, neste livro tentaremos otimizar os conceitos dos recursos genéticos abordando plantas medicinais, segurança alimentar, sanidade animal, microrganismos patogênicos, identificação molecular, caracterização morfoagronômica, Banco de DNA, metabólitos secundários, melhoramento genético, análise multivariada, bioinformática, expressão de genes, viabilidade polínica, Germoplasma, recursos genéticos, cultivares, Qualidade de sementes; seleção de plantas; melhoramento genético da mamoneira, simulações em Easypop, fluxo gênico, fragmentação florestal, análise de diversidade genética de Nei, Coeficientes de endogamia, demonstrando ferramentas genéticas e moleculares usadas em diferentes estudos que estão diretamente relacionados ao dia-a-dia da população.

Desejamos que este material possa somar de maneira significativa aos novos conceitos aplicados à genética. Parabenizamos cada autor pela teoria bem fundamentada aliada à resultados promissores, e principalmente à Atena Editora por permitir que o conhecimento seja difundido e disponibilizado para que as novas gerações se interessem cada vez mais pelo ensino e pesquisa em genética.

Benedito Rodrigues da Silva Neto

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
CARACTERIZAÇÃO CITOGENÉTICA EM GENÓTIPOS DE TRIGO: PRESENÇA DE MICRONÚCLEOS E VIABILIDADE POLÍNICA	
Sandra Patussi Brammer Patrícia Frizon Elizandra Andréia Urio	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8631918071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA DA PARTE AÉREA DE ACESSOS DE <i>Psychotria ipecacuanha</i> (IPECA)	
Raphael Lobato Prado Neves Osmar Alves Lameira Ana Paula Ribeiro Medeiros Helaine Cristine Gonçalves Pires Mariana Gomes de Oliveira Carolina Mesquita Germano Fábio Miranda Leão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8631918072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>25</b>
CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE <i>Staphylococcus aureus</i> E <i>Escherichia coli</i> ISOLADOS EM MEIOS CROMOGÊNICOS ORIUNDOS DE LEITE DE VACAS COM MASTITE SUBCLÍNICA	
Clarissa Varajão Cardoso Eunice Ventura Barbosa Alcir das Graças Paes Ribeiro Rossiane de Moura Souza Helena Magalhães Helena Carla Castro Maíra Halfen Teixeira Liberal	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8631918073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>38</b>
CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE MICRORGANISMOS ASSOCIADOS À PRODUÇÃO DE COMPOSTOS VOLÁTEIS	
Mariely Cristine dos Santos Juliana Vitória Messias Bittencourt Mariana Machado Fidelis Nascimento Luciano Medina-Macedo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8631918074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>47</b>
CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR DE UMA POPULAÇÃO NATURAL DE <i>Physalis angulata</i> L. EM TERESINA-PI VISANDO A SELEÇÃO DE GENÓTIPOS SUPERIORES	
Hortência Kardec da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8631918075</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 53**

COLEÇÕES DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

Thiago Serravalle de Sá  
Carolina Santos Pinho  
Maíra Miele Oliveira Rodrigues de Souza  
Suzelir Souza Nascimento  
Adrielle Matos de Jesus  
Izabela Santos Dias de Jesus  
Jozimare dos Santos Pereira  
Maria Luiza Silveira de Carvalho  
Alessandra Selbach Schnadelbach  
José Geraldo de Aquino Assis

**DOI 10.22533/at.ed.8631918076**

**CAPÍTULO 7 ..... 66**

COMPARAÇÃO DE TEMPO E CUSTOS DE PROTOCOLOS DE EXTRAÇÃO DE DNA DE PLANTAS DO CERRADO: SUBSÍDIO PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DO BIOMA

Diego Cerveira de Souza  
Terezinha Aparecida Teixeira  
Carla Ferreira de Lima  
Vanessa Aparecida Caetano Alves

**DOI 10.22533/at.ed.8631918077**

**CAPÍTULO 8 ..... 76**

CORRELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE CARACTERES VEGETATIVOS E REPRODUTIVOS DE PIMENTEIRAS (*Capsicum* spp.)

Joanderson Marques Silva  
Allana Tereza Mesquita de Lima  
Alaide Silva de castro  
Ivanayra da Silva Mendes  
Larissa Pinheiro Alves  
Mayara Cardoso Araújo Lima  
Ramile Vieira de Oliveira  
Raquel Sobral da Silva  
Jardel Oliveira Santos

**DOI 10.22533/at.ed.8631918078**

**CAPÍTULO 9 ..... 84**

DESEMPENHO AGRONÔMICO E SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE MAMONEIRA PARA ALTA PRODUTIVIDADE

Sebastião Soares de Oliveira Neto  
Odila Friss Ebertz  
Maria Márcia Pereira Sartori  
Maurício Dutra Zanotto

**DOI 10.22533/at.ed.8631918079**

**CAPÍTULO 10 ..... 93**

DIVERSIDADE FENOTÍPICA DE SUBAMOSTRAS DE PIMENTEIRAS (*Capsicum* spp.)  
CONSERVADAS EX SITU NO MARANHÃO

Joanderson Marques Silva  
Ivanayra da Silva Mendes  
Gabriela Nunes da Piedade  
Raquel Sobral da Silva  
Alaide Silva de Castro  
Allana Tereza Mesquita de Lima  
Larissa Pinheiro Alves  
Mayara Cardoso Araújo Lima  
Ramile Vieira de Oliveira  
Jardel Oliveira Santos

**DOI 10.22533/at.ed.86319180710**

**CAPÍTULO 11 ..... 106**

DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DO BANCO DE GERMOPLASMA DE MACIEIRA DA  
EPAGRI

Filipe Schmidt Schuh  
Pedro Soares Vidigal Filho  
Marcus Vinicius Kvistchal  
Gentil Carneiro Gabardo  
Danielle Caroline Manenti  
Giseli Valentini

**DOI 10.22533/at.ed.86319180711**

**CAPÍTULO 12 ..... 118**

DOF: FATOR DE TRANSCRIÇÃO IMPORTANTE EM PLANTAS DE INTERESSE AGRONÔMICO

Tiago Benedito dos Santos  
Sílvia Graciele Hulse de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.86319180712**

**CAPÍTULO 13 ..... 130**

FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Quassia amara* L. (SIMAROUBACEAE)

Ana Paula Ribeiro Medeiros  
Osmar Alves Lameira  
Raphael Lobato Prado Neves  
Carolina Mesquita Germano  
Helaine Cristine Gonçalves Pires  
Fábio Miranda Leão  
Mariana Gomes de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.86319180713**

**CAPÍTULO 14 ..... 138**

IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR DE ESPÉCIES DO GÊNERO RHINELLA (BUFONIDAE) DE  
OCORRÊNCIA NOS BIOMAS DO MEIO NORTE DO BRASIL

Sulamita Pereira Guimarães  
Aryel Moraes de Queiroz  
Elmary da Costa Fraga  
Maria Claudene Barros

**DOI 10.22533/at.ed.86319180714**

**CAPÍTULO 15 ..... 148**

INCIDÊNCIA DE ESPINHA BÍFIDA NO ESTADO DO MARANHÃO, PRÉ- E PÓS-FORTIFICAÇÃO DE FARINHAS COM ÁCIDO FÓLICO

Rômulo Cesar Rezzo Pires  
Vanalda Costa Silva  
Beatriz Fernanda Santos da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.86319180715**

**CAPÍTULO 16 ..... 155**

MARCADORES MOLECULARES CONFIRMAM A OCORRÊNCIA DA OSTRA *Crassostrea rhizophorae* (GUILDING, 1828) NO LITORAL MARANHENSE

Rodolf Gabriel Prazeres Silva Lopes  
Ícaro Gomes Antônio  
Lígia Tchaika  
Maria Claudene Barros  
Elmary da Costa Fraga

**DOI 10.22533/at.ed.86319180716**

**CAPÍTULO 17 ..... 167**

PADRÕES PARA O CULTIVO DE HORTALIÇAS EM ESPAÇOS RESIDENCIAIS NO INTERIOR DO MARANHÃO

Alaide Silva de castro  
Larissa Pinheiro Alves  
Mayara Cardoso Araújo Lima  
Ramile Vieira de Oliveira  
Allana Tereza Mesquita de Lima  
Ivanayra da Silva Mendes  
Gabriela Nunes da Piedade  
Joanderson Marques Silva  
Raquel Sobral da Silva  
Jardel Oliveira Santos

**DOI 10.22533/at.ed.86319180717**

**CAPÍTULO 18 ..... 174**

RECEPTIVIDADE ESTIGMÁTICA, VIABILIDADE E GERMINAÇÃO *IN VITRO* DO PÓLEN DA ESPÉCIE *Delonix regia* (Bojerex Hook.) Raf. NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA – UEFS

Hortência Kardec da Silva  
Jéssica Barros Andrade  
Joseane Inácio da Silva Moraes  
Katiane Oliveira Porto

**DOI 10.22533/at.ed.86319180718**

**CAPÍTULO 19 ..... 185**

RECURSOS GENÉTICOS DE VIDEIRA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Patrícia Coelho de Souza Leão

**DOI 10.22533/at.ed.86319180719**

<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>194</b>
SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE MAMONEIRA PARA ALTA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES	
Sebastião Soares de Oliveira Neto	
Odila Friss Ebertz	
Larissa Chamma	
Maria Márcia Pereira Sartori	
Maurício Dutra Zanotto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86319180720</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>204</b>
USO DE DADOS DE MARCADORES MOLECULARES EM SIMULAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO DE FRAGMENTOS DE LUEHEA DIVARICATA MART. & ZUCC. NO BIOMA PAMPA	
Caetano Miguel Lemos Serrote	
Lia Rejane Silveira Reiniger	
Valdir Marcos Stefenon	
Aline Ritter Curti	
Leonardo Severo Da Costa	
Aline Ferreira Paim	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86319180721</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>226</b>
USO DE DADOS GENÔMICOS COMO INDICADORES DE IDENTIDADE E QUALIDADE NA GESTÃO DE COLEÇÕES MICROBIOLÓGICAS	
Luciana de Almeida	
Mariely Cristine dos Santos	
Mariana Machado Fidelis Nascimento	
Luciano Medina-Macedo	
Juliana Vitória Messias Bittencourt	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86319180722</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>233</b>
VARIABILIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS ESPONTÂNEOS DE MAMONEIRA COLETADOS EM DIFERENTES REGIÕES BRASILEIRAS	
Sebastião Soares de Oliveira Neto	
Odila Friss Ebertz	
Maria Márcia Pereira Sartori	
Maurício Dutra Zanotto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86319180723</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>244</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>245</b>

## COMPARAÇÃO DE TEMPO E CUSTOS DE PROTOCOLOS DE EXTRAÇÃO DE DNA DE PLANTAS DO CERRADO: SUBSÍDIO PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DO BIOMA

### **Diego Cerveira de Souza**

Laboratório de Genética Molecular, Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas/MG.

### **Terezinha Aparecida Teixeira**

Laboratório de Genética Molecular, Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas/MG.

### **Carla Ferreira de Lima**

Laboratório de Microbiologia, Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas/MG.

### **Vanessa Aparecida Caetano Alves**

Laboratório de Genética Molecular, Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas/MG.

**RESUMO:** As plantas do Cerrado são geralmente ricas em metabólitos secundários, que dificultam a extração de DNA em quantidade e qualidade suficiente para estudos genéticos em nível molecular, de grande valia para programas de conservação da biodiversidade do bioma. Somente três protocolos já foram descritos como eficientes para extração de DNA de um maior número de plantas do Cerrado. Como, para caracterização de populações vegetais, o número de indivíduos que precisa ser avaliado geralmente é elevado, identificar protocolos que extraiam DNA com menor custo e em menor tempo é de fundamental importância.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou a comparação do tempo de execução e dos custos de reagentes e mão de obra dos três protocolos já descritos para extração de DNA de plantas do Cerrado. Os resultados mostraram que, por meio do protocolo baseado no uso conjunto de SDS e Triton X-100, a extração de DNA ocorre em cerca de 29 minutos, com gastos de R\$ 0,895 e R\$ 7,39 por amostra com reagentes e mão de obra, respectivamente. Com os demais protocolos são gastos de 80 a 242 minutos para extração e de R\$ 1,135 a R\$ 1,178 e R\$ 20,28 a R\$ 61,15 por amostra com reagentes e mão de obra, respectivamente. Portanto, o protocolo baseado no uso conjunto de SDS e Triton X-100 mostrou-se mais rápido e barato que os demais, sendo uma importante ferramenta para estudos genético-moleculares de espécies vegetais do Cerrado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estudos genéticos. Metabólitos secundários. SDS. Triton X-100

### COMPARISON OF TIME AND COSTS OF DNA EXTRACTION PROTOCOLS FOR CERRADO PLANTS: SUBSIDY FOR BIOME BIODIVERSITY CONSERVATION

**ABSTRACT:** Cerrado plants are generally rich in secondary metabolites, which make it difficult to extract DNA in sufficient quantity and quality

for genetic studies at the molecular level, which are of great value for biome biodiversity conservation programs. Only three protocols have been described as efficient for extracting DNA from a larger number of Cerrado plants. As for the characterization of plant populations, the number of individuals that need to be evaluated is generally high, identifying protocols that extract DNA with less cost and time is of fundamental importance. In this context, the present work aimed at comparing the execution time and the costs of reagents and labor of three protocols already described for the extraction of DNA from Cerrado plants. The results showed that, through the protocol based on the joint use of SDS and Triton X-100, DNA extraction occurs in about 29 minutes, with expenditures of R\$ 0.895 and R\$ 7.39 per sample with reagents and labor respectively. The other protocols spent from 80 to 242 minutes for extraction and from R\$ 1.135 to R\$ 1.178 and R\$ 20.28 to R\$ 61.15 per sample with reagents and labor, respectively. Therefore, the protocol based on the joint use of SDS and Triton X-100 proved to be faster and cheaper than the others, being an important tool for genetic-molecular studies of Cerrado plant species.

**KEYWORDS:** Genetic diversity. Secondary compounds. SDS. Triton X-100.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Cerrado é composto por um mosaico de formações vegetais, que formam um gradiente de áreas florestais a campestres, ocupando cerca de 25 % do território brasileiro (DURIGAN; RATTER, 2016). Mais da metade dessa área já foi desmatada para implantação de pastagens e campos agrícolas (KLINK, 2013). Estima-se que, considerando a taxa atual de degradação, o restante do bioma estará destruído até 2050 (STRASSBURG et al., 2017). O Cerrado abriga mais de 11.000 espécies vegetais, das quais mais de 4.400 são endêmicas, além de uma grande variedade de vertebrados terrestres e aquáticos e elevado número de invertebrados (MEDEIROS, 2011). Perante a sua riqueza de espécies, o seu alto grau de endemismo e a sua crescente taxa de degradação, o Cerrado é considerado como um dos 35 *hotspots* mundiais, sendo a única savana entre eles (MITTERMEIER et al., 2011).

A adoção de estratégias de conservação do Cerrado é essencial para manutenção da sua biodiversidade. Para isso, é crucial a avaliação da variabilidade genética entre e dentro das populações, o que já passou a ter um papel de destaque na definição das estratégias de conservação e manejo de populações naturais (RIBEIRO; RODRIGUES, 2006). Quanto maior a variabilidade genética existente nas populações, maiores são as chances de perpetuação da espécie (RODRIGUES, 2015). Uma maior diversidade genética assegura às populações altos potenciais adaptativo e evolutivo para contrapor os efeitos gerados pelas estocasticidades ambientais, bem como permite que populações se adaptem a ambientes em transformação e indivíduos sobrevivam e se reproduzam em situações novas (MIRANDA, 2014).

Até meados da década de 60, a avaliação da diversidade genética era realizada tendo como base caracteres morfológicos, em geral, fenótipos de fácil identificação

visual (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998). Todavia, com o desenvolvimento de novas tecnologias no campo da biologia molecular, especialmente a reação em cadeia da polimerase, foram criados diversos métodos moleculares para detecção da variabilidade existente diretamente em nível de DNA (CRUZ; FERREIRA; PESSONI, 2011). Para o sucesso destas análises, o primeiro passo é a obtenção de DNA em quantidade suficiente e com boa qualidade, ou seja, íntegro e livre de contaminantes (DEHESTANI; TABAR, 2007). Entretanto, as espécies vegetais do Cerrado em sua grande maioria são ricas em metabólitos secundários, especialmente compostos fenólicos, como flavonoides, polifenóis, fenóis e taninos, que dificultam a extração de DNA em quantidade e qualidade para análises moleculares (SILVA, 2010; MOREIRA; OLIVEIRA, 2011).

O uso de kits comerciais é uma alternativa para extração de DNA de plantas, entretanto, estes kits são caros, o que dificulta a sua utilização em laboratórios de pesquisa com poucos recursos financeiros ou mesmo para aqueles cujo número de amostras a ser analisado é elevado (AHMADI et al., 2018). Até hoje, apenas três estudos descreveram protocolos de extração adaptados para uma maior variedade de espécies vegetais do Cerrado: Faleiro et al. (2003), Silva (2010) e Souza e Teixeira (2019).

Faleiro et al. (2003) e Silva (2010) apresentaram métodos derivados do protocolo descrito por Doyle e Doyle (1987), com o uso de brometo de hexadeciltrimetilamônio (CTAB), que consiste em uma metodologia que envolve diversas etapas de purificação e precipitação e usa compostos tóxicos, como clorofórmio e  $\beta$ -mercaptoetanol (TAMARI et al., 2013). Já Souza e Teixeira (2019) descreveram um método de extração baseado no uso conjunto de dodecilsulfato de sódio (SDS) e Triton X-100 para lise celular, eliminando a necessidade de realização de etapas de purificação pós-extração e o uso dos reagentes tóxicos usados na metodologia CTAB.

Em estudos moleculares com espécies vegetais, geralmente é necessária a avaliação de um grande número de indivíduos, muitas vezes em laboratórios que não possuem mão de obra e recursos financeiros abundantes, nem mesmo estrutura básica que garanta a segurança dos trabalhadores. Portanto, um bom protocolo de extração de DNA, além de ser capaz de extrair DNA puro, íntegro e em boa quantidade, deve ser seguro, rápido e barato (ANTANAVICIUTE et al., 2015).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo a análise do tempo de execução e dos custos gastos com reagentes e mão de obra nos protocolos cuja eficiência de extração de DNA em qualidade e quantidade para um maior número de espécies vegetais do Cerrado já foi descrita, a fim de auxiliar na escolha da metodologia de extração mais rápida e barata para estudos genético-moleculares com plantas do bioma.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Protocolos testados

As principais etapas dos três protocolos de extração de DNA testados estão descritas a seguir:

- I. Faleiro et al. (2003) – Colocar material foliar macerado em um microtubo de 2,0 mL, ocupando 1/5 do seu volume. Adicionar 800  $\mu$ L de tampão de extração (100 mM Tris-HCl; 20 mM EDTA; 1,3 M NaCl; CTAB 2,8 %; PVP 1 %;  $\beta$ -mercaptoetanol 0,2 %). Incubar os microtubos em banho-maria a 70 °C por 60 minutos, agitando-os a cada 10 minutos. Adicionar 700  $\mu$ L de CIA – clorofórmio:álcool isoamílico (24:1 v/v). Agitar com suaves inversões por 10 minutos e centrifugar a 4 °C a 18.845 g por 10 minutos. Transferir o sobrenadante para novos microtubos de 2,0 mL. Adicionar 55  $\mu$ L de CTAB 7 % e repetir a etapa de limpeza com CIA. Adicionar ao sobrenadante 700  $\mu$ L de isopropanol gelado. Manter os tubos a – 20 °C por duas horas e centrifugar como na etapa de limpeza. Descartar o sobrenadante, lavar o *pellet* com etanol 70 % (v/v) e secar a temperatura ambiente. Ressuspender o *pellet* em 150  $\mu$ L de água contendo RNase na concentração de 40  $\mu$ g/mL. Colocar em banho-maria a 37 °C até a completa ressuspensão. Precipitar, centrifugar e ressuspender o *pellet* em 150  $\mu$ L de água, como já descrito.
- II. Silva (2010) – Colocar material foliar macerado em um microtubo de 2,0 mL. Adicionar 700  $\mu$ L do tampão de extração pré-aquecido (100 mM Tris-HCl; 20 mM EDTA; 1,4 M NaCl; CTAB 2 %; PVP 1 %;  $\beta$ -mercaptoetanol 1 %). Incubar em banho-maria a 60-65 °C por 30 minutos. Retirar os microtubos do banho-maria e resfriar em temperatura ambiente. Adicionar 600  $\mu$ L de CIA – clorofórmio:álcool isoamílico (24:1 v/v). Agitar com suaves inversões por 10 minutos e centrifugar a 13.000 rpm por 5 minutos. Transferir o sobrenadante para um novo microtubo de 2,0 mL, adicionar 1/10 do volume de CTAB 10 % e homogeneizar por inversão. Repetir a limpeza com 600  $\mu$ L de CIA por mais duas vezes. Adicionar 2/3 do volume do sobrenadante de isopropanol gelado e centrifugar a 7.000 rpm por 5 minutos. Descartar o sobrenadante, lavar o *pellet* duas vezes em 1,0 mL de etanol 70 % e uma vez em 1,0 mL de etanol absoluto por 5 minutos. Secar o *pellet* em temperatura ambiente. Ressuspender em 100  $\mu$ L de tampão TE e armazenar a – 20 °C.
- III. Souza e Teixeira (2019) – Colocar cerca de 100 mg de material triturado em um tubo de 15 mL. Adicionar o tampão de extração pré-aquecido (100 mM Tris-HCl; 20 mM EDTA; 1,4 M NaCl; SDS 5 %; Triton X-100 5 %) até aproximadamente 5 mL e incubar em banho-maria a 65 °C por 15 minutos. Transferir o sobrenadante para um microtubo de 2 mL e centrifugar a 13.000

rpm por 7 minutos. Transferir o sobrenadante para um novo microtubo de 2 mL, adicionar o mesmo volume de etanol absoluto gelado e centrifugar a 13.000 rpm por 7 minutos. Descartar o sobrenadante, secar o pellet em temperatura ambiente e ressuspender em 100  $\mu$ L de tampão Tris-HCl e armazenar.

## 2.2 Análise dos dados

O tempo gasto para extração de DNA por meio de cada método foi determinado considerando o tempo para execução das principais etapas de cada um, desde a incubação em banho-maria com o tampão de extração, desconsiderando etapas anteriores para preparação do material vegetal, até a obtenção do *pellet*, desconsiderando etapas posteriores para limpeza deste. Ações rápidas, como a simples adição e mistura de reagentes e o uso do vórtex e/ou spin, por não exercerem grande influência no tempo total, não foram consideradas.

Para determinação do custo total de extração de cada método foram estimados os custos dos reagentes e da mão de obra gasta nas principais etapas descritas nos protocolos, nos termos apresentados para determinação do tempo. Os custos referentes aos equipamentos (aquisição e desgaste) e outros materiais do laboratório foram excluídos. Os custos de todos os reagentes foram calculados com base no valor dos reagentes da empresa Sigma-Aldrich®. Para cálculo do valor da mão de obra foi considerado o salário mensal de R\$ 2.446,97, correspondente ao salário inicial de um técnico de laboratório do governo federal (nível D-I), sendo 20 dias trabalhados/mês e 8 horas/dia.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria das plantas do Cerrado possui elevados teores de metabólitos secundários, especialmente terpenos e compostos fenólicos, como taninos, flavonoides, alcaloides, cumarinas, saponinas, fenóis e ligninas (SILVA; MIRANDA; CONCEIÇÃO, 2010), que dificultam o processo de extração e purificação de DNA e, conseqüentemente, a realização de estudos moleculares para conservação e aproveitamento econômico destas espécies.

As condições de baixa disponibilidade de recursos dos ambientes de Cerrado explicam o fato de as plantas do bioma possuírem estes elevados teores de metabólitos secundários. Estudos mostram que existe uma relação estreita entre a disponibilidade de nutrientes minerais e a concentração de metabólitos secundários, sendo que plantas que vivem em solos com baixa fertilidade, como os do Cerrado, acumulam grandes quantidades de compostos fenólicos e terpenos, devido à abundância de compostos orgânicos, produzidos pelo metabolismo primário e à menor disponibilidade de nutrientes minerais (NOLETO, 2010). Plantas que crescem em locais com limitações

de nutrientes também têm maior dificuldade em repor material vegetal perdido por herbivoria, o que as obriga a apresentarem maior investimento em compostos de defesa (COLEY; BRYANT; CHAPIN, 1985), sendo os metabólitos secundários algumas destas ferramentas de proteção das plantas (SANTOS, 2015).

Na maioria dos protocolos de extração de DNA de plantas, os tampões de extração possuem  $\beta$ -mercaptoetanol para eliminação de compostos fenólicos, polissacarídeos e outros contaminantes, sendo ainda necessária uma ou mais etapas de purificação para remoção de proteínas com clorofórmio e álcool isoamílico (RODRIGUES; VENÂNCIO; LIMA, 2017). Embora estes reagentes realmente promovam a melhora da qualidade do DNA extraído, são altamente tóxicos, reduzindo a segurança dos processos de extração. Os kits comerciais são uma alternativa para eliminar o uso destes reagentes e obter DNA de plantas com boa qualidade e em boa quantidade, mas são caros (SHI; PANTHEE, 2017), podendo chegar a cerca de R\$ 16,00 por amostra (US\$ 4,37), valor inviável de ser gasto para boa parte dos laboratórios de análises moleculares de plantas (ANTANAVICIUTE et al., 2015). Já o protocolo descrito por Souza e Teixeira (2019) não utiliza os principais reagentes tóxicos usados nos demais protocolos já testados para espécies vegetais do Cerrado ( $\beta$ -mercaptoetanol e clorofórmio), o que o torna mais seguro.

O tempo de extração de DNA dos protocolos testados variou de 29 a 242 minutos, sendo o protocolo descrito por Souza e Teixeira (2019) o mais rápido e o descrito por Faleiros et al. (2003) o mais demorado (Tabela 1). Enquanto os outros protocolos usam de 30 a 60 minutos de incubação em banho-maria, no protocolo de Souza e Teixeira (2019) são apenas 15 minutos. Além disso, ambos os protocolos baseados em CTAB exigem mais de uma etapa de limpeza com CIA e CTAB, o que aumenta consideravelmente o seu tempo de execução. O tempo total de extração do protocolo de Faleiros et al. (2003) foi ainda superior ao descrito por Silva (2010) devido à etapa de precipitação, uma vez que no primeiro as amostras são mantidas a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  por duas horas para precipitação do DNA, o que não é necessário no segundo.

Procedimento	Protocolo		
	Souza e Teixeira (2019) <sup>1</sup>	Faleiro et al. (2003) <sup>2</sup>	Silva (2010) <sup>3</sup>
Extração	15	60	30
Purificação	7	50	45
Precipitação	7	130	5
<b>Tempo total</b>	<b>29</b>	<b>242</b>	<b>80</b>

Tabela 1 – Tempo gasto, em minutos, nas principais etapas dos protocolos de extração de DNA estudados.

<sup>1</sup> Extração: incubação em banho-maria; Purificação: centrifugação para separação do sobrenadante com o DNA; Precipitação: centrifugação para precipitação do pellet.

<sup>2</sup> Extração: incubação em banho-maria; Purificação: duas limpezas com CIA (homogeneização e centrifugação) e uma limpeza com RNase (centrifugação); Precipitação: manutenção em baixa temperatura e centrifugação para precipitação do pellet.

<sup>3</sup> Extração: incubação em banho-maria; Purificação: limpeza com CIA por três vezes (homogeneização e centrifugação); Precipitação: centrifugação para precipitação do pellet.

Os custos dos reagentes variaram de R\$ 0,895 a R\$ 1,178 por amostra (Tabela 2). Embora o processo de obtenção de DNA pelo método de Souza e Teixeira (2019) tenha apresentado maior custo na etapa de extração, o seu custo total foi inferior 21 e 24 %, respectivamente, quando comparado aos protocolos descritos por Faleiros et al. (2003) e Silva (2010), pelo fato de não usar reagentes no processo de purificação, que é composto apenas por centrifugação. Estudos futuros devem testar o uso de microtubos de 2 mL na etapa de extração do protocolo de Souza e Teixeira (2019), a fim de buscar a redução de custos, com adaptações eventualmente necessárias para não redução de sua eficiência.

Procedimento	Protocolo		
	Souza e Teixeira (2019)	Faleiro et al. (2003)	Silva (2010)
Extração	0,762	0,113	0,093
Purificação	-	0,704	0,861
Precipitação	0,133	0,361	0,181
<b>Custo total</b>	<b>0,895</b>	<b>1,178</b>	<b>1,135</b>

Tabela 2 – Custos dos reagentes utilizados nas principais etapas dos protocolos de extração de DNA estudados (R\$)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Valor de cada reagente por quilograma ou litro: SDS (R\$ 2.039,00/kg), Triton X-100 (R\$ 403,00/L), NaCl (R\$ 496,00/kg), EDTA (R\$ 641,00/kg), NaOH (R\$ 779,00/kg), Tris-base (R\$ 1.102,00/kg); Precipitação: etanol absoluto (R\$ 133,00/L), CTAB (R\$ 2.068,00/kg), PVP (R\$ 1.569,00/kg), β-mercaptoetanol (R\$ 774,00/L), clorofórmio (R\$ 476,00/L), álcool isoamílico (R\$ 380,00/L), RNase (R\$ 5.846,00/kg), isopropanol (R\$ 258,00/L).

A etapa de purificação foi responsável por 60 e 76 % dos custos totais dos protocolos de Faleiro et al. (2003) e Silva (2010), respectivamente, sendo que no primeiro são realizadas duas limpezas com CIA, uma com CTAB e uma com RNase, enquanto que no segundo, além da limpeza por CTAB, a limpeza com CIA é repetida por três vezes, o que aumenta o gasto com estes reagentes.

Como o tempo total gasto no protocolo de Souza e Teixeira (2019) foi inferior aos demais, conseqüentemente, os custos com mão de obra também foram inferiores (Tabela 3). Enquanto no protocolo de Souza e Teixeira (2019) são gastos apenas R\$ 7,39 para execução de suas principais etapas, no protocolo descrito por Faleiro et al. (2003) esse custo chegou a R\$ 61,15.

Procedimento	Protocolo		
	Souza e Teixeira (2019)	Faleiro et al. (2003)	Silva (2010)
Extração	3,82	15,29	7,64
Purificação	1,78	12,74	11,47
Precipitação	1,78	33,12	1,27
<b>Custo total</b>	<b>7,39</b>	<b>61,15</b>	<b>20,38</b>

Tabela 3 – Custos com mão de obra para realização das principais etapas dos protocolos de extração estudados (R\$)<sup>1</sup>.

Considerando o tempo de execução das três principais etapas dos métodos de extração testados e o uso de uma micro centrífuga com capacidade para 24 amostras, como à usada em boa parte dos laboratórios, por meio do protocolo de Souza e Teixeira (2019), 384 amostras de DNA podem ser extraídas por uma pessoa durante um dia de trabalho. Já para os protocolos de Faleiros et al. (2003) e Silva (2010), a capacidade de extração diária por uma pessoa, nas mesmas condições, é reduzida para cerca de 48 e 144 amostras, respectivamente, o que dificulta a aplicação destes métodos quando a análise de um elevado número de indivíduos é requerida.

## 4 | CONCLUSÕES

Diante do exposto, conclui-se que o protocolo apresentado por Souza e Teixeira (2019), além de eficiente na extração de DNA em qualidade e quantidade suficiente para análises moleculares, é mais seguro, rápido e barato, quando comparados aos demais protocolos já descritos para extração de DNA de um maior número de espécies vegetais do Cerrado. Assim, em estudos genéticos de plantas do bioma, onde geralmente o número de indivíduos a ser avaliado é elevado, o uso do protocolo de Souza e Teixeira (2019) mostra-se uma importante ferramenta para redução de custos e tempo para obtenção de DNA vegetal.

## REFERÊNCIAS

- AHMADI, E.; KOWSARI, M.; AZADFAR, D.; JOUZANI, G. S. Rapid and economical protocols for genomic and metagenomic DNA extraction from oak (*Quercus brantii* Lindl.). **Annals of Forest Science**, v.75, n.43, p.1-14, 2018.
- AMBAWAT, S.; KUMAR, R.; SINGH, S.; YADAV, R. An easy, quick and cost effective method of high quality DNA extraction from Mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] without liquid nitrogen. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.6, n.9, p.2695-2703, 2017.
- ANTANAVICIUTE, L.; HARRISON, N.; BATTEY, N. H.; HARRISON, R. J. An inexpensive and rapid genomic DNA extraction protocol for rosaceous species. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v.90, n.4, p.427-432, 2015.
- COLEY, P. D.; BRYANT, J. P.; CHAPIN, F. S. Resource availability and plant antiherbivore defenses. **Science**, v.230, n.4728, p.895-899, 1985.
- CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011.
- DEHESTANI, A.; TABAR, S. K. K. A rapid and efficient method for DNA isolation from plants with high levels of secondary metabolites. **Asian Journal of Plant Sciences**, v.6, n.6, p.977-981, 2007.
- DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue.

**Phytochem Bull**, v.19, p.11-15, 1987.

DURIGAN, G.; RATTER, J. A. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. **Journal of Applied Ecology**, v.53, p.11-15, 2016.

FALEIRO, F. G.; FALEIRO, A. S. G.; CORDEIRO, M. C. R.; KARIA, C. T. **Metodologia para operacionalizar a extração de DNA de espécies nativas do Cerrado visando a análises moleculares**. Comunicado Técnico nº 92. Planaltina: Embrapa, 2003.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. Brasília: Embrapa-Cenargen, 1998. 220 p.

KLINK, C. A. Policy intervention in the Cerrado savannas of Brazil: changes in land-use and effects on conservation. In: CONSORTE-MCCREA, A. G.; SANTOS, E. F. (Eds.). **Ecology and conservation of the maned wolf: multidisciplinary perspectives**. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group, 2013.

MEDEIROS, J. D. **Guia de campo: vegetação do Cerrado 500 espécies**. Brasília: MMA/SBF, 2011.

MIRANDA, E. A. G. C. **Transferibilidade e validação de marcadores microssatélites derivados de EST para duas espécies de *Campomanesia* (Myrtaceae) do Cerrado**. 2014. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2014.

MITTERMEIER, C. G.; TURNER, W. R.; LARSEN, F. W.; BROOKS, T. M.; GASCON, C. Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In: ZACHOS, F. E.; HABEL, J. C. (Eds.). **Biodiversity hotspots: distribution and protection of priority conservation areas**. Berlin: Springer-Verlag, 2011. p.3-22.

MOREIRA, P. A.; OLIVEIRA, D. A. Leaf age affects the quality of DNA extracted from *Dimorphandra mollis* (Fabaceae), a tropical tree species from the Cerrado region of Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v.10, n.1, p.353-358, 2011.

NOLETO, M. G. **Longevidade foliar, compostos fenólicos e nitrogenados em árvores e lianas d um fragmento de Cerrado na Estação Experimental de Itirapina, São Paulo**. 2010. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

RIBEIRO, R. A.; RODRIGUES, F. M. Genética da conservação em espécies vegetais do cerrado. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v.5, n.3, p.253-260, 2006.

RODRIGUES, E. B. **Variabilidade genética populacional em variedades botânicas de *Hancornia speciosa* Gomes (Apocynaceae): estratégias para conservação no cerrado**. 2015. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

RODRIGUES, P.; VENÂNCIO, A.; LIMA, N. Toxic reagents and expensive equipment: are they really necessary for the extraction of good quality fungal DNA? **Letters in Applied Microbiology**, v.66, p.32-37, 2017.

SANTOS, D. Y. A. C. **Botânica aplicada: metabólitos secundários na interação planta-ambiente**. 2015. Tese (Livre Docência em Recursos Econômicos Vegetais) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SHI, R.; PANTHEE, D. R. A novel plant DNA extraction method using filter paper-based 96-well spin plate. **Planta**, v.246, p.579–584, 2017.

SILVA, M.N. Extração de DNA genômico de tecidos foliares maduros de espécies nativas do cerrado. **Revista Árvore**, v.34, n.6, p.973-978, 2010.

SILVA, N. L. A.; MIRANDA, F. A. A.; CONCEIÇÃO, G. M. Triagem fitoquímica de plantas de Cerrado, da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão. **Scientia Plena**, v.6, n.2, p.1-17, 2010.

SOUZA, D. C.; TEIXEIRA, T. A. A simple and effective method to obtain high DNA quality and quantity from Cerrado plant species. **Molecular Biology Reports**, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11033-019-04845-0>.

STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; OLIVEIRA-FILHO, F. J. B.; SCARAMUZZA, C. A. M.; SCARANO, F. R.; SOARES-FILHO, B. S.; BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v.1, p.1-3, 2017.

TAMARI, F.; HINKLEY, C. S.; RAMPRASHAD, N. A comparison of DNA extraction methods using *Petunia hybrida* tissues. **Journal of Biomolecular Techniques**, v.24, p.113-118, 2013.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**BENEDITO RODRIGUES DA SILVA NETO** Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Mato Grosso (2005), com especialização na modalidade médica em Análises Clínicas e Microbiologia. Em 2006 se especializou em Educação no Instituto Araguaia de Pós graduação Pesquisa e Extensão. Obteve seu Mestrado em Biologia Celular e Molecular pelo Instituto de Ciências Biológicas (2009) e o Doutorado em Medicina Tropical e Saúde Pública pelo Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública (2013) da Universidade Federal de Goiás. Pós-Doutorado em Genética Molecular com concentração em Proteômica e Bioinformática. Também possui seu segundo Pós doutoramento pelo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Aplicadas a Produtos para a Saúde da Universidade Estadual de Goiás (2015), trabalhando com Análise Global da Genômica Funcional e aperfeiçoamento no Institute of Transfusion Medicine at the Hospital Universitätsklinikum Essen, Germany. Palestrante internacional nas áreas de inovações em saúde com experiência nas áreas de Microbiologia, Micologia Médica, Biotecnologia aplicada a Genômica, Engenharia Genética e Proteômica, Bioinformática Funcional, Biologia Molecular, Genética de microrganismos. É Sócio fundador da “Sociedade Brasileira de Ciências aplicadas à Saúde” (SBCSaúde) onde exerce o cargo de Diretor Executivo, e idealizador do projeto “Congresso Nacional Multidisciplinar da Saúde” (CoNMSaúde) realizado anualmente no centro-oeste do país. Atua como Pesquisador consultor da Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de Goiás - FAPEG. Coordenador do curso de Especialização em Medicina Genômica e do curso de Biotecnologia e Inovações em Saúde no Instituto Nacional de Cursos. Como pesquisador, ligado ao Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública da Universidade Federal de Goiás (IPTSP-UFG), o autor tem se dedicado à medicina tropical desenvolvendo estudos na área da micologia médica com publicações relevantes em periódicos nacionais e internacionais.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ácido fólico 148  
Análise de diversidade genética de Nei 205  
Análise Multivariada 93

### B

Bahia 24, 53, 54, 57, 60, 63, 64, 151, 188  
Banco de DNA 5, 54, 57, 63  
Bioaromas 38, 39  
Bioinformática 118, 244

### C

Camapu 47, 48, 59  
Capsicum sp. 93, 94, 95, 103  
Capsicum spp. 7, 8, 76, 77, 78, 81, 82, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104  
Caracterização morfoagronômica 47  
Coeficientes de endogamia 5, 205  
COI 140, 141, 144, 147, 155, 156, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165  
Componentes principais 201  
Conservação de RGV 167  
Crassostrea 9, 155, 156, 158, 160, 162, 163, 164, 165, 166  
Cultivares 5, 7, 86, 114, 196  
Cultivo urbano 167

### D

Dissimilaridade 104, 116  
Divergência 23, 104, 113, 115, 143, 162, 192, 193  
DNA Mitoconrial 155  
Dof (DNA-binding with One Zinc Finger) 118

### E

Epidemiologia 148  
Espécies Negligenciadas e Subutilizadas 54  
Espinha bífida 148, 149, 151  
Estabilidade genética 10  
Estudos genéticos 66  
Expressão de genes 118

## F

Fenofase reprodutiva 130  
Flamboyant 174, 175  
Fluxo gênico 205, 214, 216  
Fragmentação florestal 205

## G

Germinação in vitro 174, 177, 178  
Germoplasma 5, 1, 3, 11, 13, 15, 16, 61, 62, 64, 93, 106, 108, 113, 114, 116, 117, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 192, 242  
Gower 106, 107, 110, 117

## H

Herbário 53, 54, 57, 61, 132  
Hortaliças 61, 62, 64, 65, 167, 172

## I

Identificação Molecular 38, 40

## L

Leveduras não-Saccharomyces 38

## M

Malus spp. 107, 115  
Maranhão 9, 75, 76, 78, 80, 82, 93, 94, 95, 103, 131, 138, 140, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 155, 156, 157, 158, 160, 162, 164, 165, 167, 168, 169, 170  
Melhoramento genético 76  
Metabólitos secundários 66  
Microrganismos Patogênicos 25

## P

PANC 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64  
Plantas medicinais 51, 182  
Precipitação 71, 72

## Q

Qualidade de sementes 5

## R

Receptividade estigmática 174

*Ricinus communis* L. 84, 85, 92, 126, 194, 195, 233, 234, 242, 243

Rubiaceae 13, 14, 16, 23, 59, 61

## S

Sanidade Animal 25

Sapo-cururu 138

SDS 66, 67, 68, 69, 72

Segurança Alimentar 25, 173

Seleção direta 76

Simulações em Easypop 205

Sistemática 138

## T

*Triticum aestivum* 1, 2, 11

Triton X-100 66, 67, 68, 69, 72

## U

Uva 115, 185, 186

## V

Variabilidade 47, 74, 104, 114, 192

Viabilidade Polínica 174

Videira 187, 188, 189

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-486-3



9 788572 474863