

Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e
seu Desenvolvimento

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)



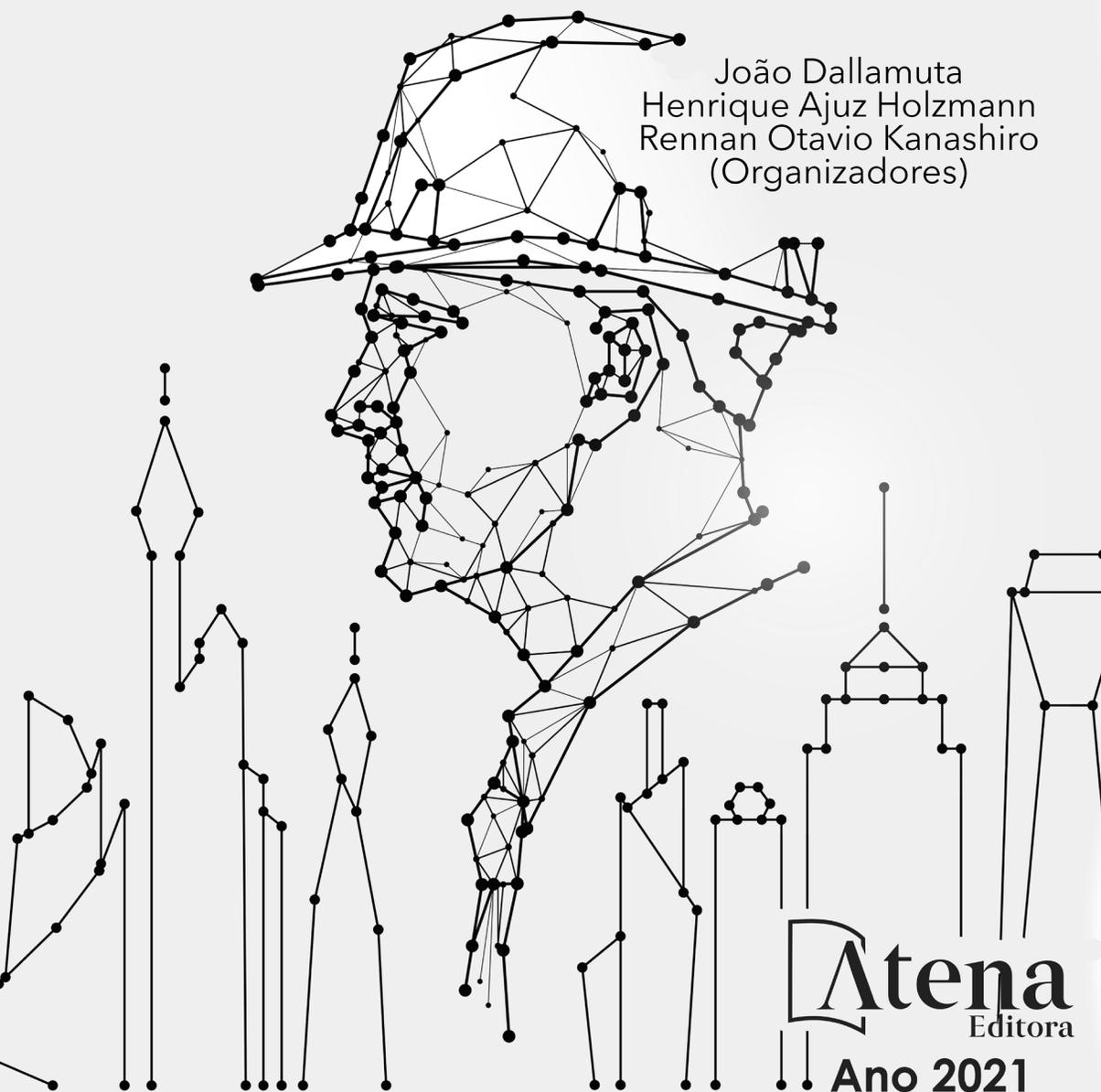
Atena
Editora

Ano 2021

Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e
seu Desenvolvimento

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)



Atena
Editora

Ano 2021

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

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

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
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – 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 Internazionale 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
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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 Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
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 Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
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 Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
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 Federacl 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
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
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
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
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
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Miraniide 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. 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
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza 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. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
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
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
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/UFGA
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 Fenomenología & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
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
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
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

Engenharias: da genialidade à profissão e seu desenvolvimento

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharias: da genialidade à profissão e seu desenvolvimento / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann, Rennan Otavio Kanashiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-071-8
DOI 10.22533/at.ed.718211205

1. Engenharia. I. Dallamuta, João (Organizador). II. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). III. Kanashiro, Rennan Otavio (Organizador). IV. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

Neste livro optamos por uma abordagem multidisciplinar por acreditarmos que esta é a realidade da pesquisa em nossos dias.

A realidade é que não se consegue mais compartimentar áreas do conhecimento dentro de fronteiras rígidas, com a mesma facilidade do passado recente. Se isto é um desafio para trabalhos de natureza mais burocrática como métricas de produtividade e indexação de pesquisa, para os profissionais modernos está mescla é bem-vinda, porque os desafios da multidisciplinariedade estão presentes na indústria e começam a ecoar no ambiente mais ortodoxo da academia.

Aos pesquisadores, editores e aos leitores para quem, em última análise todo o trabalho é realizado, agradecemos imensamente pela oportunidade de organizar tal obra.

Boa leitura!

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANALYSIS OF ELEVATOR HINGE MOMENT IN AN UNMANNED AERIAL VEHICLE DESIGNED FOR SAE AERODESIGN COMPETITION USING CFD SIMULATION

Bruno Santos Junqueira
Daniel Coelho de Oliveira
Turan Dias Oliveira
Vinícius Carneiro Rios Machado

DOI 10.22533/at.ed.7182112051

CAPÍTULO 2..... 10

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DE UM AEROMODELO ATRAVÉS DO SOFTWARE XFLR5

Marcos Paulo Azevedo
Igor Felice Souza Mosena
Renato de Sousa Maximiano
Erika Peterson Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.7182112052

CAPÍTULO 3..... 18

IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS ATRIBUTOS PARA O PROJETO DE UMA REDE CICLOVIÁRIA

Taiany Richard Pitilin
Luciana Mação Bernal
Otavio Henrique da Silva
Suely da Penha Sanches

DOI 10.22533/at.ed.7182112053

CAPÍTULO 4..... 32

ANÁLISE DE INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA UTILIZANDO AS FERRAMENTAS DE ECOEFICIÊNCIA

Filipe Batista Ribeiro
Bruno Guida Gouveia
Filipe Almeida Corrêa do Nascimento
Marcelino Aurélio Vieira da Silva
Antônio Carlos Rodrigues Guimarães
Priscila Celebrini de Oliveira Campos

DOI 10.22533/at.ed.7182112054

CAPÍTULO 5..... 49

DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE PASSAGEM EM JORNADA de SERVIÇO DE MAQUINISTAS

Marina Donato
Caio Almeida Arêas Reis
Paulo Roberto Borges
Mayara Souza Gomes
Débora Dávila Cruz Santos

Ana Flávia Moraes de Souza

DOI 10.22533/at.ed.7182112055

CAPÍTULO 6..... 63

PROJETO DE UM SISTEMA AUTÔNOMO PURO CC DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Eliamare Alves da Silva

Danilo Medeiros de Almeida Cardins

Lizandra Vitória Gonçalves dos Santos

Kelvonn Henrique Matos de Oliveira Xavier

Jalberth Fernandes de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.7182112056

CAPÍTULO 7..... 75

APLICABILIDADE DE GEOSSINTÉTICOS EM OBRAS DE ENGENHARIA

Marcus Gabriel Souza Delfino

Juliângelo Kayo Sangi de Oliveira

Gabriela Callegario Santolin

DOI 10.22533/at.ed.7182112057

CAPÍTULO 8..... 87

ESTABILIZAÇÃO DE UM SOLO PLÁSTICO COM O USO DO RESÍDUO DE GESSO ACARTONADO DA INDÚSTRIA DE DRYWALL PARA APLICAÇÃO EM PAVIMENTAÇÃO

Lourena Ferreira Uchôa

Lilian Medeiros Gondim

DOI 10.22533/at.ed.7182112058

CAPÍTULO 9..... 102

POTENCIAL DA APLICAÇÃO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ALTERNATIVAS E SUSTENTABILIDADE

Aline Viancelli

Antônio Cristiano Lara Sampaio

Christian Antônio dos Santos

Daniel Celestino Fornari Bocchese

Denilson Lorenzatto

Helton Araujo Couto Carneiro

Luiz Fernando Broetto

Patrícia Aparecida Zini

Paula Roberta Silveira Málaga

Robison Ranieri Martins

Thiago Demczuk

William Michelin

DOI 10.22533/at.ed.7182112059

CAPÍTULO 10..... 109

THE PILOTIS AS SOCIOSPATIAL INTEGRATOR: THE URBAN CAMPUS OF THE CATHOLIC UNIVERSITY OF PERNAMBUCO

Andreyra Raphaella Sena Cordeiro de Lima

Maria de Lourdes da Cunha Nóbrega

Robson Canuto da Silva

DOI 10.22533/at.ed.71821120510

CAPÍTULO 11..... 124

DESAFIOS DO MUNICÍPIO DE SÃO DESIDÉRIO PARA PROMOÇÃO DO DIREITO AO SANEAMENTO BÁSICO SOB A ÓTICA DA POLÍTICA PÚBLICA MUNICIPAL

Amanda dos Santos Carteado Silva

Luiz Roberto Santos Moraes

DOI 10.22533/at.ed.71821120511

CAPÍTULO 12..... 132

DEGRADAÇÃO DE FACHADAS COM REVESTIMENTO CERÂMICO EM BRASÍLIA: ESTUDO DE CASO

Lukas Augusto Moreira

Nathaly Sarasty Narváez

Vanessa Nupán Narváez

DOI 10.22533/at.ed.71821120512

CAPÍTULO 13..... 151

EFEITO DE VARIÁVEIS-CHAVE DA MISTURA SOLO-CIMENTO NA DOSAGEM FÍSICO-QUÍMICA E COMPORTAMENTO MECÂNICO PARA BASE DE PAVIMENTOS

José Wilson dos Santos Ferreira

Diego Manchini Milani

Michéle Dal Toé Casagrande

Raquel Souza Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.71821120513

CAPÍTULO 14..... 165

SERENS: DISCUTINDO O PRESENTE PARA TRAÇAR O FUTURO

Rosângela de Araújo Santos

Teresinha de Quadros Guilherme dos Santos

Jarbas Cordeiro Sampaio

Ernando Ferreira

Elisa Cristina de Barros Casaes

Aline Rita Pereira Hohenfeld

Eleilson Santos Silva

DOI 10.22533/at.ed.71821120514

CAPÍTULO 15..... 175

DIRT AND ABSORPTION TESTS IN PROTECTIVES FILMES APPLIED TO PHOTOVOLTAIC PANELS: A SYSTEMATIC REVIEW

Luciano Teixeira dos Santos

Alex Álisson Bandeira Santos

Joyce Batista Azevedo

Paulo Roberto Freitas Neves

DOI 10.22533/at.ed.71821120515

CAPÍTULO 16.....	183
DISPOSITIVOS PARA DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CRISTAIS DE GELO EM SOLUÇÃO DE GELO LÍQUIDO	
Ricardo Santos Nascimento	
Rennan Yie Yassu Nishimori	
Vivaldo Silveira Junior	
DOI 10.22533/at.ed.71821120516	
CAPÍTULO 17.....	196
VISÃO GERAL DOS INIBIDORES BIFUNCIONAIS A BASE DE TERRAS RARAS E SUAS APLICAÇÕES	
Célia Aparecida Lino dos Santos	
Fabiana Yamasaki Vieira Martins	
Rafael Augusto Camargo	
Zehbour Panossian	
DOI 10.22533/at.ed.71821120517	
CAPÍTULO 18.....	211
VARIABILIDADE GENÉTICA EM PROGÊNIES DE <i>Parkia platycephala</i> Benth	
Dandara Yasmim Bonfim de Oliveira Silva	
Séfora Gil Gomes de Farias	
Lucas Ferraz dos Santos	
Romário Bezerra e Silva	
Moema Barbosa de Sousa	
Grazielle Nunes Lopes dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.71821120518	
CAPÍTULO 19.....	224
LAPSUS TRÓPICUS E A DIALÉTICA DO ANTROPOCENO	
Karen Aune	
DOI 10.22533/at.ed.71821120519	
CAPÍTULO 20.....	240
TESTES DE CISALHAMENTO SIMPLES PARA ANÁLISE DA INTERFACE ADESIVA CONCRETO/ PRF ATRAVÉS DE ESTUDOS NUMÉRICOS	
Maicon de Freitas Arcine	
Nara Villanova Menon	
DOI 10.22533/at.ed.71821120520	
SOBRE OS ORGANIZADORES	259
ÍNDICE REMISSIVO.....	260

VARIABILIDADE GENÉTICA EM PROGÊNIES DE *Parkia platycephala* Benth

Data de aceite: 03/05/2021

Dandara Yasmim Bonfim de Oliveira Silva

Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” (Unesp/FCA)
Botucatu – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/0590440452925137>

Séfora Gil Gomes de Farias

Universidade Federal do Piauí (UFPI/CPCE)
Bom Jesus-Piauí
<http://lattes.cnpq.br/7848698203929245>

Lucas Ferraz dos Santos

Doutor em Genética e Biologia Molecular
Bom Jesus-Piauí
<http://lattes.cnpq.br/8936752447215722>

Romário Bezerra e Silva

Universidade Federal do Piauí (UFPI/CPCE)
Bom Jesus-Piauí
<http://lattes.cnpq.br/4645114173190392>

Moema Barbosa de Sousa

Universidade Federal Rural de Pernambuco
(UFRPE)
Recife - Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/1125900782225064>

Graziele Nunes Lopes dos Santos

Universidade Federal Rural de Pernambuco
(UFRPE)
Recife - Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/9365623624676245>

RESUMO: *Parkia platycephala* é uma espécie florestal nativa de grande importância socioeconômica e ambiental. Objetivou-se com

o estudo verificar a dissimilaridade genética entre árvores matrizes de *P. platycephala*, a partir da avaliação de suas progênies. O estudo foi realizado adotando-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 12 tratamentos (matrizes/progênies) e quatro repetições. Para as análises foram avaliadas variáveis de germinação e vigor de sementes e plântulas. As análises de dissimilaridade genética foram realizadas com base na matriz de distância genética, usando o programa R. As distâncias entre os pares de matrizes variaram de 2,92 a 45,94. Pelos agrupamentos UPGMA, Tocher e análise de componentes principais, as progênies de *P. platycephala*, de acordo com o seu grau de dissimilaridade, se dividiram em três grupos, indicando significativa divergência genética entre as árvores matrizes estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Dissimilaridade genética, Reflorestamento, Fava de bolota, Qualidade de sementes.

GENETIC VARIABILITY IN *Parkia platycephala* Benth PROGENIES

ABSTRACT: *Parkia platycephala* is a native forest species of great economic and environmental importance. The aim of the study was to verify the genetic dissimilarity between *P. platycephala* parent trees, based on the evaluation of their progenies. The study was carried out using a completely randomized design (DIC), with 12 treatments (matrices/progenies) and four replications. For the analysis, variables of germination and vigor of seeds and seedlings were evaluated. The genetic dissimilarity analyzes were performed based on the genetic

distance matrix, using the program R. The distances between the pairs of matrices ranged from 2.92 to 45.94. For the UPGMA, Tocher clusters and principal component analysis, the *P. platycephala* progenies according to their degree of dissimilarity, were divided into three groups, indicating significant genetic divergence between the studied matrices trees.

KEYWORDS: Genetic dissimilarity, Reforestation, Fava de bolota, Seed quality.

1 | INTRODUÇÃO

Dentre as espécies florestais que ocorrem no Estado do Piauí, destaca-se a *Parkia platycephala* Benth., trata-se de uma espécie nativa de grande potencial socioeconômico e ambiental, pertencente à família Fabaceae, popularmente conhecida como fava-de-bolota e/ou fava de boi, ocorre em áreas de transição cerrado-caatinga, regiões elevadas de até 900 m de altitude e em campinas da região Amazônica (Lorenzi, 2013).

O potencial nutritivo de suas vagens tem atraído atenção de muitos pesquisadores. Alves et al. (2007) e Araújo et al. (2019) reportaram o valor nutritivo e potencial utilização na suplementação alimentar de ruminantes. Tal utilização é realidade no Estado do Piauí, principalmente no período de seca. Os frutos coletados na época da safra são armazenados para alimentação do rebanho no período de menor disponibilidade de forragem (época seca). Porém, a grande preocupação é que a intensificação de tal prática venha futuramente resultar em impactos negativos relacionados à conservação genética, perpetuação e regeneração natural da espécie.

Nessa perspectiva, dentre as possíveis medidas mitigadoras que podem ser realizadas para evitar e/ou amenizar tal cenário, destacam-se a utilização desta espécie em programas de reflorestamento, recuperação/restauração e sistemas consorciados. Tais ações geram grandes demandas por sementes de qualidade.

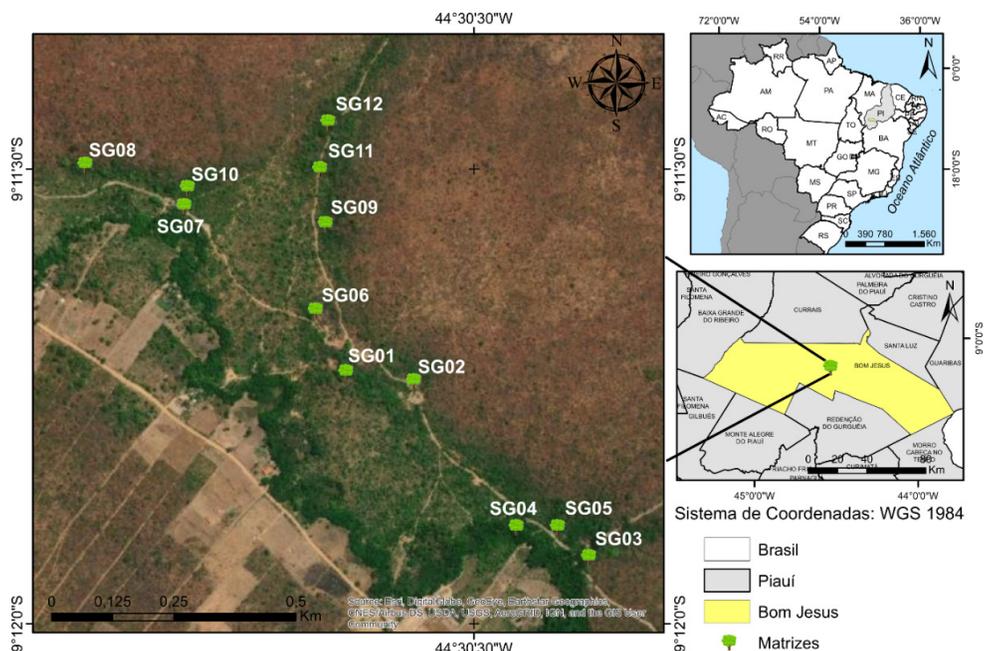
Quando se visa sementes de espécies florestais nativas para fins de reflorestamentos e/ou programas de recuperação/restauração florestal, um dos grandes desafios é a obtenção de sementes que atendam os critérios de qualidade física, fisiológica, e, principalmente, genética (Silva et al., 2014). Logo, para assegurar a qualidade genética dos propágulos a serem coletados, faz-se necessário o conhecimento da variabilidade genética existente em populações naturais. Tais informações também são fundamentais para a conservação e melhoramento genético das espécies (Kampa et al., 2020; Aguiar et al., 2019; Zaruma et al., 2015; Otsubo et al., 2015).

Nessa perspectiva, objetivou-se com a realização do estudo verificar a dissimilaridade genética entre árvores matrizes de *P. platycephala* a partir da avaliação de suas progênies.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As sementes que constituem o material genético desta avaliação foram coletadas de 12 árvores matrizes de *P. platycephala*, em remanescente de transição cerrado-caatinga,

Bom Jesus-PI (Figura 1).



O teste de germinação foi conduzido no Laboratório de Ecofisiologia Florestal da Universidade Federal do Piauí, Campus Profa. Cinobelina Elvas, adotando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com 12 tratamentos (matrizes/progênes) e quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram submetidas à escarificação mecânica, com lixa nº 80, do lado oposto à micrópila (Nascimento et al., 2009), posteriormente, desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 5%, durante 5 minutos e, lavadas com água destilada. A semeadura foi realizada em caixas gerbox, preenchidas com o substrato vermiculita (autoclavado a 120°C durante duas horas), umedecido com solução de nistatina a 0,2%, sendo o volume correspondente a 60% de sua capacidade de retenção. A germinação ocorreu em germinador tipo B.O.D, regulado à temperatura alternada de 25-35 °C, sob luz contínua (Silva et al., 2017).

A variabilidade genética entre as progênes de *P. platycephala* foi determinada a partir das seguintes variáveis: **germinação (%)** - sendo considerado para tal, o número de sementes germinadas aos 10 dias após instalação do teste, adotando-se como critério de germinação o surgimento do hipocótilo e emergência dos cotilédones; **teor de água das sementes**- determinado utilizando-se o método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas

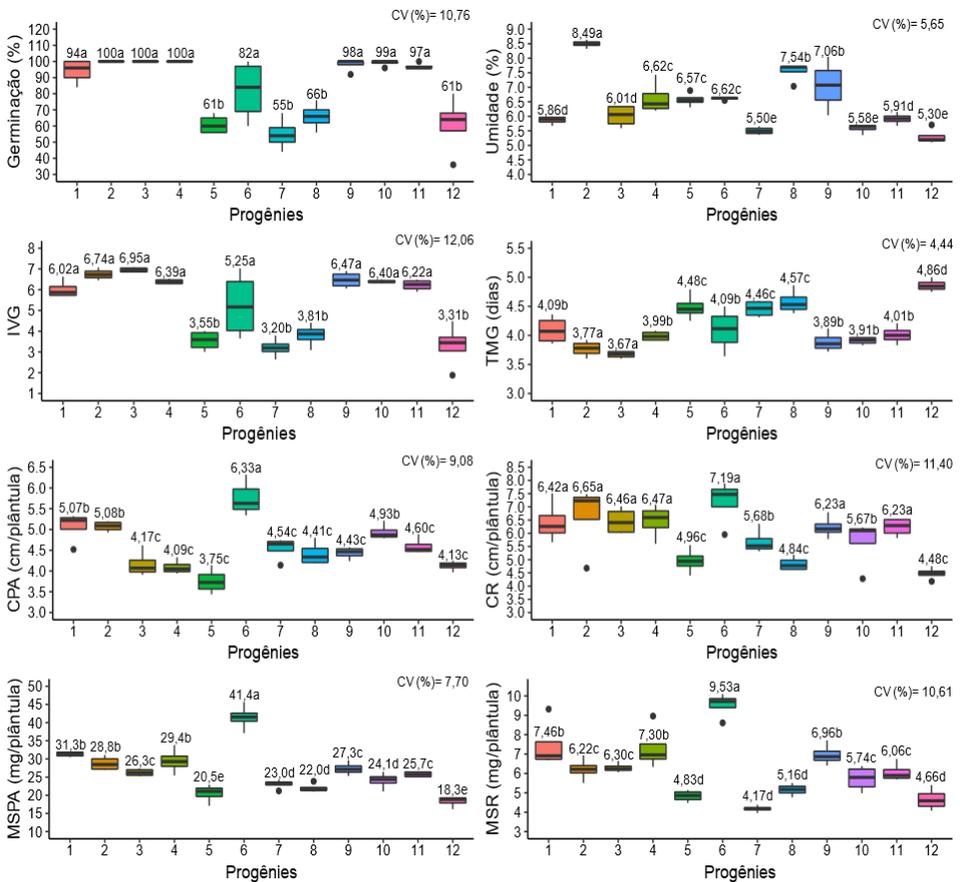
(Brasil, 2009); índice de velocidade de germinação - calculado conforme Maguire (1962); **tempo médio de germinação** – obtido de acordo com Labouriau e Valadares (1976); **comprimento da parte aérea e da raiz primária de plântulas** - realizou-se a mensuração com uso de uma régua, sendo os resultados expressos em cm plântula⁻¹; **matéria seca da parte aérea e do sistema radicular** - as plântulas separadas em raiz e parte aérea, foram colocados em sacos de papel kraft, levados à estufa regulada a 60 °C durante 24 horas, decorrido esse período, foram pesadas e os resultados expressos em mg plântula⁻¹.

Os dados foram submetidos a análises descritivas, de variância (ANOVA) e dissimilaridade genética. A análise de variância foi realizada usando o pacote estatístico *Exp.Des* (Ferreira et al., 2013), e quando significativa pelo teste F ($p < 0,05$), as médias fenotípicas foram agrupadas pelo teste ScottKnott ($p < 0,05$). As estimativas de dissimilaridade foram realizadas com base na matriz de distâncias genéticas, a qual foi obtida a partir da distância Euclidiana média. Para isso foi utilizado o pacote estatístico *Vegan* (Oksanen et al., 2018). Para as análises de agrupamento pelo método hierárquico UPGMA (*Unweighted Pair Group Using an Arithmetic Average*), utilizou-se o pacote estatístico *Vegan* (Oksanen et al., 2018), para o método de Tocher, o pacote usado foi o *Biotoools* (Silva et al., 2017), e como forma de complementar as análises realizadas e extrair mais informações do conjunto de dados, foi realizado a análise componentes principais (ACP), com os pacotes estatísticos *FactoMineR* (Lê et al., 2008) e *Factorextra* (Kassambara; Mundt, 2020).

Todas as análises realizadas nesse trabalho foram efetuadas em ambiente estatístico R (R Core Team, 2018). Na elaboração das figuras e gráficos, utilizou-se o pacote estatístico *ggplo2* (Wickham, 2016).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precisão nas estimativas de dissimilaridade genética das progênies de *P. platycephala*, foi assegurada pelos baixos valores de coeficientes de variação fenotípica ($CV_{(\%)} \leq 12\%$), observado para todas as variáveis analisadas (Figura 2).



Germinação (%) [Porcentagem de germinação]; Umidade (%) [Teor de água das sementes]; IVG [índice de velocidade de germinação]; TMG [Tempo médio de germinação (dias)]; CPA [Comprimento de parte aérea (cm.plântula⁻¹); CR [Comprimento da raiz principal (cm.plântula⁻¹); MSPA [Matéria seca da parte aérea (mg plântula⁻¹); MSR [Matéria seca do sistema radicular (mg plântula⁻¹)].

Figura 2: Análise descritiva e estatística das variáveis quantitativas de germinação e vigor de plântulas das progênes de *Parkia platycephala* Benth., coletada de 12 árvores matrizes.

As progênes de *P. platycephala* apresentaram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) quanto as médias fenotípicas de germinação, teor água das sementes, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, comprimento e matéria seca da parte aérea e sistema radicular das plântulas. Ao observar a figura 2, observa-se que as progênes de *P. platycephala* apresentaram variabilidade tanto dentro, como entre as árvores matrizes avaliadas, para a germinação e vigor de plântulas, no entanto, quando se visa a obtenção de sementes para fins de restauração e/ou reflorestamento, além da diferença fenotípica, conhecer o grau de divergência genética entre as árvores selecionadas como porta

sementes é essencial.

As estimativas de distâncias genéticas e análises de agrupamento (UPGMA, Tocher e Componentes Principais), são técnicas quantitativas que possibilitam evidenciar o parentesco existente entre progênies, de modo que, progênies de um mesmo grupo apresentam similaridades genéticas para os devidos caracteres avaliados (Silva, 2020). As distâncias genéticas das 12 árvores matrizes de *P. platycephala*, com base na avaliação de suas progênies, variaram de 2,92 a 45,95 (Tabela 1), o que indica divergência entre elas, e consequentemente, significativa variabilidade genética no material coletado.

	SG01	SG02	SG03	SG04	SG05	SG06	SG07	SG08	SG09	SG10	SG11	SG12
SG01		7,25	8,27	7,08	35,19	16,73	40,56	30,60	9,91	12,73	11,91	37,42
SG02			3,78	3,22	40,23	22,80	45,94	35,40	7,65	9,85	10,32	41,98
SG03				3,58	39,69	24,14	45,51	34,88	6,56	7,55	8,62	41,08
SG04					40,23	22,00	45,80	35,26	5,84	8,42	8,60	41,62
SG05						30,27	7,01	6,13	38,03	38,65	37,02	7,51
SG06							33,30	25,91	21,87	25,07	22,67	32,50
SG07								11,38	43,50	44,26	42,43	9,26
SG08									32,66	33,31	31,56	7,77
SG09										4,09	3,10	38,49
SG10											2,92	38,67
SG11												36,98

Tabela 1. Matriz de dissimilaridade genética de 12 árvores matrizes de *Parkia platycephala* Benth.

As maiores distâncias genéticas foram encontradas entre as progênies das matrizes SG02 e SG07 (45,95) e SG04 e SG07 (45,80) (Tabela 1). Já as menores distâncias, foram observadas entre as progênies coletadas das árvores matrizes SG10 e SG11 (2,92), e SG09 e SG11 (3,10). Ao observar a figura 1 e a tabela 2, esperava-se que as progênies coletadas de árvores mais próximas geograficamente, apresentassem maior grau de similaridade genética entre si, porém, com exceção das matrizes SG09 e SG11 (3,10; 112 m), esse comportamento foi diferente para as árvores matrizes SG10 e SG07 (44,26; 35 m), SG11 e SG12 (36,98; 98 m), SG06 e SG01 (16,73; 139 m), SG01 e SG02 (7,25; 140 m), SG04 e SG05 (40,23; 84 m) e SG03 e SG05 (39,69; 85 m).

Matrizes mais dissimilares possíveis são as mais interessantes para a formação de áreas de coletas de sementes com fins para conservação e programas de recuperação e/ou restauração florestal, uma vez que poderão contribuir para a formação de populações com base genética mais ampla. O mesmo tratamento deve ser dispensado para as matrizes

com dissimilaridades baixas, as quais devem ser desconsideradas a fim de evitar perdas genéticas desnecessárias.

O agrupamento pelo método de UPGMA possibilitou a formação de três grupos, demonstrando que para este conjunto de árvores matrizes há divergência genética (Figura 3). O grupo I foi o que apresentou maior número de matrizes (SG01, SG02, SG03, SG04, SG09, SG10 e SG11), o grupo II apenas a matriz SG06 e o grupo III com quatro matrizes (SG05, SG08, SG07e SG12). Como ressaltado anteriormente ao analisar a matriz de distâncias genéticas entre as árvores matrizes (Tabela 1), a formação dos grupos não ocorreu como o esperado, pois indivíduos mais próximos geograficamente se agruparam tanto no mesmo grupo, como em grupos diferentes, conforme sua similaridade genética.

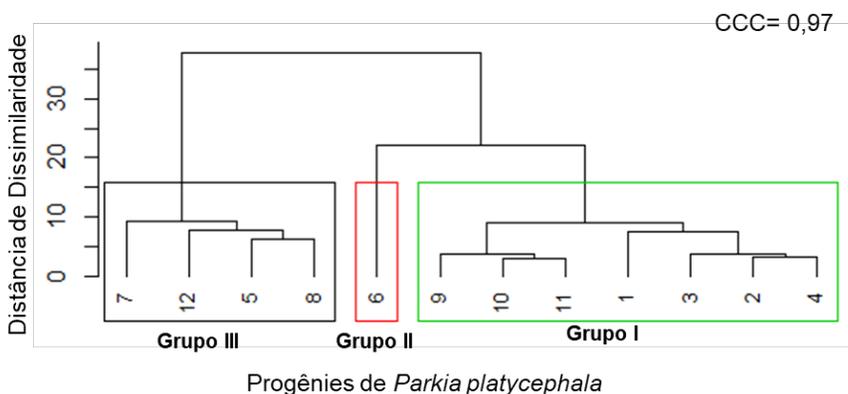


FIGURA 3: Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre 12 matrizes de *Parkia platycephala* Benth.

De acordo com Araújo et al. (2020), estimativas como essas possibilitam delinear estratégias para a coleta de sementes mais eficientes, de modo que, a coleta de sementes seja realizada em árvores matrizes mais distantes geneticamente. Além disso, o agrupamento por meio do método UPGMA, também pode ser utilizado como auxílio para a seleção de genótipos dissimilares, e estes podem ser usados em intercruzamentos visando o aumento da variabilidade genética, uma vez que esta é fundamental em programas de melhoramento, conservação genética e amostragem para coleta de sementes com maior variabilidade genética (Cruz et al., 2012).

O agrupamento das árvores matrizes, com base no desempenho germinativo de suas progênies, pelo método de Tocher (Tabela 2), foi similar ao agrupamento apresentado no dendrograma (FIGURA 3). O grupo I foi formado com 58,30% das progênies, grupo II com 33,30% e no grupo III, apenas as progênies coletadas na árvore matriz SG06.

Grupos	Árvores Matrizes						
I	SG10	SG11	SG09	SG03	SG04	SG02	SG01
II		SG05	SG08	SG12	SG07		
III			SG06				

Tabela 2. Agrupamento de 12 árvores matrizes de *Parkia platycephala* pelo método de Tocher, baseado na matriz de distância genética. CCC= 0,97.

Diferente do método UPGMA, que a divisão dos grupos pode ser realizada de forma subjetiva, uma observação mais visual do número de grupos (Cruz et al., 2012), o método de Tocher é mais objetivo, sua interpretação é mais fácil, sendo, portanto, o mais indicado quando se avalia grandes números de genótipos (Rocha et al., 2007). O método de Tocher constitui um método de agrupamento simultâneo, no qual, tem-se a separação dos genótipos avaliados em grupos de uma única vez (Bispo et al., 2020).

Os coeficientes de correlação cofenética (CCC) dos agrupamentos utilizados para análise da dissimilaridade genética das 12 progênes de *P. platycephala* foram de 0,97. Esse valor indica que os métodos utilizados foram adequados, assim como apresentaram uma boa representatividade entre a matriz de distância genéticas e os agrupamentos (método UPGMA (dendrograma) e Tocher), e menor distorção entre as distâncias de dissimilaridade genética e os agrupamentos (Cruz et al., 2012).

A estimativa dos componentes principais (ACP) também foi realizada para complementar as análises de agrupamentos. Os autovalores e porcentagens da variância explicada por cada componente principal estão apresentados na tabela 3.

Componentes	Estimativas de Autovalores		
	Raiz	Proporção (%)	Proporção Acumulada (%)
1	5,10	63,73	63,73
2	1,51	18,87	82,60
3	0,91	11,34	93,94
4	0,26	3,26	97,20
5	0,19	2,35	99,55
6	0,03	0,40	99,95
7	3,00 10 ⁻³	0,03	99,98
8	1,00 10 ⁻³	0,02	100

Tabela 3. Estimativa dos autovalores associados aos componentes principais, importância relativa e acumulada referente as oito variáveis avaliadas em progênes de 12 árvores matrizes de *Parkia platyvephala* Benth.

Com a ACP, foi possível verificar que, com apenas os dois primeiros componentes principais é possível explicar 82,60% de toda a variação existente entre as 12 progênies de *P. platycephala* (Tabela 3). Quando a variação acumulada nos dois primeiros componentes principais for superior a 80%, de acordo com Hongyu et al. (2016), a ACP com os dois componentes já é eficiente para explicar a variância total da amostra de trabalho.

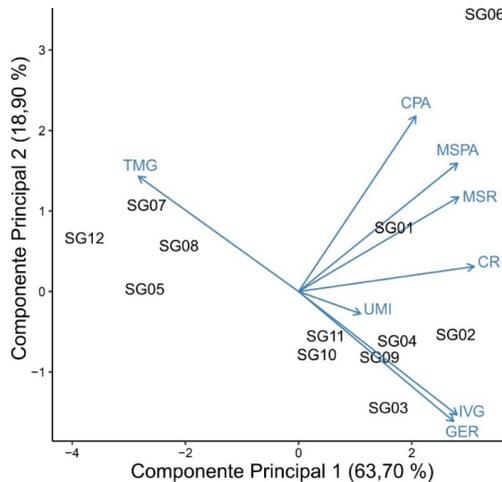
A variável mais correlacionada com o componente principal 1 (CP1) foi o comprimento de raiz primária (=0,95), e com o componente principal 2 (CP2), o comprimento de parte aérea (=0,67), conforme apresentado na tabela 4. Na mesma tabela estão apresentadas ainda as correlações das demais variáveis com os dois componentes principais.

Variáveis	CP 1	CP 2
GER	0,84**	-0,49 ^{ns}
UMI	0,34 ^{ns}	-0,08 ^{ns}
IVG	0,86**	-0,49 ^{ns}
TMG	-0,87**	0,44 ^{ns}
CPA	0,63**	0,67*
CR	0,95**	0,10 ^{ns}
MSPA	0,86**	0,49 ^{ns}
MSR	0,87**	0,36 ^{ns}

GER [Porcentagem de germinação]; UMI [Teor de água das sementes]; IVG [índice de velocidade de germinação]; TMG [Tempo médio de germinação (dias)]; CPA [Comprimento de parte aérea (cm plântula⁻¹)]; CR [Comprimento da raiz principal (cm .plântula⁻¹)]; MSPA [Matéria seca da parte aérea (mg plântula⁻¹)]; MSR [Matéria seca do sistema radicular (mg plântula⁻¹)].

Tabela 4. Correlações das oito variáveis avaliadas com os dois primeiros componentes principais.

Dentre as variáveis analisadas o teor de água das sementes foi a variável que menos contribuiu para a variação total das 12 matrizes de *P. platycephala*, tal resultado poder ser verificado na sua correlação não significativa com os componentes principais (Tabela 4), e pelo seu vetor (UMI), que em relação aos demais, apresenta menor comprimento (Figura 4).



GER [Porcentagem de germinação]; UMI [Teor de água das sementes]; IVG [índice de velocidade de germinação]; TMG [Tempo médio de germinação (dias)]; CPA [Comprimento de parte aérea (cm plântula⁻¹)]; CR [Comprimento da raiz principal (cm plântula⁻¹)]; MSPA [Matéria seca da parte aérea (mg plântula⁻¹)]; MSR [Matéria seca do sistema radicular (mg plântula⁻¹)].

Figura 4: Dispersão gráfica dos escores de 12 árvores matrizes de *Parkia platycephala* Benth., estimadas a partir de 8 variáveis quantitativas de germinação e vigor de plântulas de suas progênes.

Assim como nos agrupamentos UPGMA e Tocher, pela dispersão dos pontos (matrizes) no gráfico, observa-se que as matrizes mais próximas são as mais similares geneticamente, e a mais distante, como a SG06, que ficou mais isolada, é a mais divergente geneticamente das demais matrizes.

Além disso, pela análise de componentes principais (Figura 4), é possível identificar com maior facilidade as árvores matrizes que apresentam as progênes com qualidade fisiológica de sementes e plântulas superiores. A exemplo temos, as progênes coletadas nas matrizes SG02, SG03, SG04, SG09, SG10 e SG11, que apresentaram maior porcentagem de germinação ($GER \geq 98\%$) e maiores índice de velocidade de germinação ($IVG \geq 6,22$), como observado na figura 2.

A seleção de pais mais divergentes implicará em progênes de maior variabilidade genética (Manfio et al., 2012). Quando se visa programas de conservação e a formação de população base para o pré-melhoramento genético, a coleta de sementes de árvores matrizes com alto grau de parentesco não é desejável, pois posteriormente, cruzamentos entre as plantas aparentadas tendem a favorecer a depressão por endogamia e consequentemente redução da variabilidade genética da população instalada (Tambarussi et al., 2017).

A utilização conjunta dos métodos de agrupamento realizados, além de complementar os resultados e auxiliar na melhor diferenciação dos grupos formados (Ramalho et al., 2016),

impedem inferências errôneas quanto a alocação das progênes de determinada matriz dentro de um dado subgrupo (Arriel et al., 2006). No caso desse estudo, as progênes de *P. platycephala* que ficaram reunidas no mesmo grupo, apresentam similaridade genética para as variáveis de germinação e vigor de suas sementes e plântulas, deste modo, visando formar lotes com maior variabilidade genética, recomenda-se coletar sementes de árvores matrizes de grupos diferentes.

4 | CONCLUSÃO

Há significativa dissimilaridade genética entre as progênes de *P. platycephala*, sendo recomendado que sejam priorizados os indivíduos mais distantes geneticamente como matrizes fornecedoras de sementes para projetos de restauração florestal, bem como para fins de conservação e melhoramento genético da espécie.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) projeto “Definição de zonas de coleta de sementes de *Parkia platycephala* Benth., no sul do Piauí, com base em parâmetros genéticos de caracteres juvenis de progênes” - processo: 461950/2014-6.

A Universidade Federal do Piauí/Campus Professora Cinobelina Elvas e aos membros do grupo de pesquisa Tecnologia, produção e fisiologia de sementes e mudas de espécies florestais.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR. B.I.; FREITAS. M.L.M.; TAVARES. Y.R.; TAMBARUSSI. E.V.; ZANATTO. B.; GANDARA. F.B.; PALUDETO. J.G.Z.; SILVA. D.Y.B.O.; SILVA. J.R.; MORAES. M.L.T.; LONGUI. E.L.; ZANATA. M.; SEBBENN. A.M. Genetic control of silvicultural traits in *Balfourodendron riedelianum* (ENGL.) ENGL.. **Silvae Genetica**, v.68, n.1, p.73 - 78, 2019.
- ALVES, A.A.; SALES, R.O.; NEIVA, J.N.; MEDEIROS, A.N.; BRAGA, A.P.; AZEVEDO, A.R. Degradabilidade ruminal *in situ* de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em diferentes tamanhos de partículas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, p. 1045-1051, 2007.
- ARAUJO, F. D. S.; FELIX, F. C.; FERRARI, C. D. S.; VIEIRA, F. D. A.; PACHECO, M. V. SEED QUALITY AND GENETIC DIVERSITY OF A CULTIVATED POPULATION OF *Mimosa caesalpinifolia* BENTH. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 4, p. 1000-1006, 2020.
- ARAÚJO, M. J.; MIRANDA, H. H.; MARQUES, C. A. T.; BATISTA, I. L.; CARVALHO, F. J. V.; JÁCOME, D. L. S.; EDVAN, R. L.; SILVA, T. P. D.; BEZERRA, L. R.; LIMA, A. G. V. O.; OLIVEIRA, R. L. Effect of replacing ground corn with *Parkia platycephala* pod meal on the performance of lactating Anglo-Nubian goats. **Animal Feed Science and Technology**, v. 258, p. 114313. 2019.

ARRIEL, N. H. C.; DI MAURO, A. O.; DI MAURO, S. M. Z.; BAKKE, O. A.; UNÉDA-TREVISOLI, S. H.; COSTA, M. M.; CAPELATO, A.; CORRADO, A. R. Técnicas multivariadas na determinação da diversidade genética em gergelim. usando marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p.801-809, 2006.

BISPO, R. B.; DARDENGO, J. D. F. E.; BISPO, R. B.; BISPO, R. B.; ROSSI, A. A. B. Divergência genética entre genótipos de *Mauritia flexuosa* L. f. por meio de morfometria de frutos e sementes. **Nativa**, v. 8, n. 4, p. 585-590, 2020.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa: UFV, 2012. 514p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P. NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt**: Experimental Designs package (Portuguese). R package version 1.1.2. 2013. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt>>. Acesso em: 25 Jan 2021.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; JUNIOR, G. J. O. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **E&S - Engineering and Science**, v. 5, n. 1, p. 83-90, 2016.

KAMPA, M. B.; HOMCZINSKI, I.; ROQUE, R. H.; FIGUEIREDO FILHO, A.; PERES, F. S. B.; TAMBARUSSI, E. V. Genetic variability in nursery-grown progenies of *Campomanesia xanthocarpa* Mart. ex O. Berg. **Scientia Forestalis**, v. 48, n. 125, p. 1-10, 2020.

KASSAMBARA, A.; MUNDT, F. **Package 'factoextra'**. Extract and visualize the results of multivariate data analyses, 2020. Disponível em: <http://www.sthda.com/english/rpkgs/factoextra>. Acesso em: 20 jan. 2021

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro. v.48, n.2, p. 263-284, 1976.

LÊ, S.; JOSSE, J.; HUSSON, F. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. **Journal of Statistical Software**, v. 25, n. 1, p.1-18. 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2013. 384p.

MANFIO, C. E.; MOTOIKE, S. Y.; DE RESENDE, M. D. V.; DOS SANTOS, C. E. M.; SATO, A. Y. Evaluation of macaw palm progenies in juvenile phase and estimates of genetic parameters and genetic diversity. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 32: 63-68, 2012.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

NASCIMENTO, I. L. D.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. D. L. A.; GONÇALVES, E. P.; COLARES, P. N. Q.; MEDEIROS, M. S. D. Superação da dormência em sementes de faveira (*Parkia platycephala* Benth). **Revista Árvore**, v. 33, n. 1, p. 33-45, 2009.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; HENRY, M.; STEVENS, H.; SZOECs, E.; WAGNER, H. The vegan Package - Community Ecology Package. **R package Version 2.5-2**. 295p. 2018. Disponível em: <https://cran.r-project.org>, <https://github.com/vegandevs/vegan>. Acesso em: 08 de março. 2019.

OTSUBO, H.C.B.; MORAES, M.L.T.; MORAES, M.A.; JOSÉ NETO, M.; FREITAS, M.L.M.; COSTA, R.B.; RESENDE, M.D.V.; SEBBENN, A.M. Variação genética para caracteres silviculturais em três espécies arbóreas da região do bolsão sul-mato-grossense. **Cerne**, v. 21, n. 4, p. 535-544, 2015.

RAMALHO, A. B.; ROSSI, A. A. B.; DARDENGO, J. F. E.; ZORTÉA, K. É. M.; TIAGO, A. V.; MARTINS, K. C. Diversidade genética entre genótipos de *Bertholletia excelsa* por meio de marcadores moleculares ISSR. **Floresta**, v. 46, n. 2, p. 207-214, 2016.

ROCHA, M.G.B.; PIRES, I.E.; ROCHA, R.B.; XAVIER, A.; CRUZ, C.D. Seleção de genitores de *Eucalyptus grandis* e de *Eucalyptus urophylla* para produção de híbridos interespecíficos utilizando REML/BLUP e informação de divergência genética. **Revista Árvore**, v. 3, n. 6, p. 977-987, 2007.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. Vienna. Áustria: R Foundation for Statistical Computing. 2018. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

Silva, D. Y. B. D. O. **Variabilidade genética de teste de procedências e progênies de *Parkia platycephala* Benth.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2020.

SILVA, R.B.; MATOS, V.P.; FARIAS, S.G.G.; SENA, L.H.M.; SILVA, D.Y.B.O. Germinação e vigor de plântulas de *Parkia platycephala* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 48, n. 1, p. 142-150, 2017.

SILVA, A. R.; MALAFAIA, G.; MENEZES, I. P. P. biotools: an R function to predict spatial gene diversity via an individual-based approach. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, p. gmr16029655, 2017.

SILVA, R.J.N.; SILVA, I.; MARTINS, C.C. Formação de coletores de sementes nativas da Mata Atlântica. **Revista NERA**, v.17, n.24, p.122- 132, 2014.

TAMBARUSSI, E. V.; BOSHIER, D.; VENCOVSKY, R.; FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M. Inbreeding depression from selfing and mating between relatives in the Neotropical tree *Cariniana legalis* Mart. Kuntze. **Conservation Genetics**, v. 18, p. 225–234, 2017.

ZARUMA, D.U.G.; CANUTO, D.; PUPIN, S.; CAMBUIM, J.; SILVA, A.M.; MORI, E.S.; SEBBENN, A.M.; MORAES, M.L.T. Variabilidade genética em procedências e progênies de *Dipteryx alata* vogel para fins de conservação genética e produção de sementes. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 107, p. 609-615, 2015.

WICKHAM, H. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**. Springer-Verlag New York. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-98141-3>.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aerodesign 1, 2, 3, 9

Aeronave 10, 11, 12, 14, 16

Análise CFD 1

Articulação 1, 168

C

Construção sustentável 103

D

Degradação 36, 103, 126, 132, 133, 135, 136, 137, 143, 144, 145, 149, 150, 175, 243

Direito ao saneamento básico 124, 125, 126, 128, 129, 130

Dosagem físico-química 151, 152, 154, 155, 159, 160, 161, 162, 163, 164

Drywall 87, 88, 89, 100

E

Eficiência energética 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 173

Energia solar fotovoltaica 63, 64, 174, 180

Energias renováveis 63, 73, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 173

Estabilidade 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 35, 36, 78, 79, 81, 152, 186

Estabilização 78, 84, 86, 87, 88, 94, 96, 97, 100, 101, 152, 159, 160, 161, 162, 163, 199, 205

F

Fachada 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 232

G

Geossintéticos 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Geotecnia 17, 75, 76, 82, 84

Gesso 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 105

Gestão 35, 44, 103, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 172, 259

H

Headcount 49, 53, 55, 57, 60, 61

L

LED 63, 64, 65, 66, 67, 68, 72, 73

Logística ferroviária 49

M

Melhoramento de solos 75

Momento 1, 13, 16, 50, 171, 227

P

Passagem em jornada 49, 51

Pavimento 20, 22, 26, 27, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 45, 46, 48, 76, 81, 84, 105, 151, 152, 163, 164

Plasticidade 78, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 99, 100, 101, 154, 242

Projeto 1, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 19, 21, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 44, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 76, 79, 85, 126, 127, 130, 133, 136, 163, 168, 169, 209, 221, 224

R

Resíduo de construção civil 151, 154

Resíduos 56, 58, 59, 60, 83, 87, 88, 89, 102, 103, 104, 105, 106, 205, 206

Resíduos plásticos 102, 103, 104, 105, 106

Resistência à compressão simples 151, 152, 157, 161, 162, 163

Revestimento cerâmico 132, 133, 137, 138, 139, 140, 142, 143, 144, 147

S

Saneamento básico em São Desidério 124

SERENS 165, 166, 167, 169, 170, 171, 172, 173, 174

Serviços públicos de saneamento básico 124, 125, 127, 128, 130, 131

Simulação numérica 1, 240

Sistemas autônomos puros CC 63

Solo-cimento 151, 152, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164

Solos 35, 46, 47, 75, 76, 78, 80, 85, 87, 89, 90, 91, 93, 96, 97, 101, 151, 153, 154, 156, 158, 159, 161, 162, 163, 164

Sustentabilidade 30, 33, 34, 48, 102, 106, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 180

T

Transporte hidroviário 32

V

Volume de cargas 49

X

XFLR5 10, 11, 12, 16

Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e
seu Desenvolvimento

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e
seu Desenvolvimento



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021