



Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País 2

Francisco Odécio Sales
(Organizador)


Atena
Editora
Ano 2021



Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País 2

Francisco Odécio Sales
(Organizador)

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 Cremo

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

Ciências exatas e da terra: conhecimentos estratégicos para o desenvolvimento do país 2

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Francisco Odécio Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas e da terra: conhecimentos estratégicos para o desenvolvimento do país 2 / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-210-1

<https://doi.org/10.22533/at.ed.101212506>

1. Ciências Exatas e da Terra. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 551.1

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

O desenvolvimento socioeconômico do País está assentado primordialmente na inovação baseada no seu desenvolvimento científico e tecnológico.

É notado, principalmente nos últimos anos, que há grande necessidade de fortalecimento e expansão da capacidade de pesquisa e de inovação, bem como o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos pela sociedade.

Neste contexto, o E-book “Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País 2” foi composto por uma coletânea de trabalhos relacionados às Ciências Exatas e da Terra que contemplam os mais variados temas ligados ao desenvolvimento.

Os 16 capítulos que constituem a presente obra, elaborados por pesquisadores de diversas instituições de pesquisa, permitem aos leitores analisar e discutir assuntos tais como: importância das ondas eletromagnéticas e transmissão na camada da ionosfera, produção de filmes de polímeros a partir de diferentes complexos para aplicação em células solares, estudo de diferentes metodologias na caracterização de material polimérico, utilização de modelagem numérica na investigação da dispersão de plumas poluentes, aplicação de malhas computacionais para a verificação do transporte de doenças de plantas pelo ar, dentre outros assuntos de relevância para as Ciências Exatas e da Terra.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores e instituições envolvidas nos trabalhos que compõe a presente obra.

Por fim, esperamos que este E-book possa proporcionar reflexões significativas que contribuam para o aprimoramento do conhecimento e desenvolvimento de novas pesquisas.

Boa leitura!

Francisco Odécio Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A ATRIBUIÇÃO EMINENTE DA GEOGRAFIA NO CONHECIMENTO CIENTÍFICO A PARTIR DA VISÃO INTEGRADORA E HOLÍSTICA NAS ANÁLISES AMBIENTAIS

Matheus Seiji Bonfim Takiuchi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125061>

CAPÍTULO 2..... 7

A INFLUÊNCIA DA SOJA TRANSGÊNICA À SAÚDE E AO MEIO AMBIENTE

Leandro Moreira Maciel

Lilian Vanussa Madruga de Tunes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125062>

CAPÍTULO 3..... 15

ANÁLISE DA DISCIPLINA QUÍMICA INORGÂNICA NO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DAS IES PÚBLICAS NO ESTADO DO AMAZONAS

Pamela Pereira Nunes

Pedro Campelo de Assis Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125063>

CAPÍTULO 4..... 20

CARACTERIZAÇÃO GEMOLÓGICA DAS ESMERALDAS DE PINDOBAÇU/BAHIA-BRASIL

Sirlene Barboza Mendonça

Daniela Teixeira Carvalho de Newman

José Albino Newman Fernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125064>

CAPÍTULO 5..... 43

CATALISADORES DE NÍOBIO E TERRAS RARAS PARA A PRODUÇÃO DE BODIESEL: UMA REVISÃO

Caio Barbosa e Souza

Anderson Felipe Sant'Anna Moreira

Vanessa Santos Antunes

Rosane Aguiar da Silva San Gil

Elizabeth Roditi Lachter

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125065>

CAPÍTULO 6..... 57

COMBATE ÀS PERDAS DE ÁGUA – IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONSERVAÇÃO DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

Ana Cândida de Paula Ribeiro e Arruda Campos

Liliane Bonadio Terra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125066>

CAPÍTULO 7..... 66

CONSIDERAÇÕES RELATIVAS AS DISCIPLINAS DE CADASTRO NAS ENGENHARIAS DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA

Cesar Rogério Cabral
Everton da Silva
Markus Hasenack

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125067>

CAPÍTULO 8..... 79

DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE DE DISPOSITIVOS MECÂNICOS E ELÉTRICOS QUE EXIBEM COMPORTAMENTO DINÂMICO NÃO LINEAR

Vinícius Guilherme Esmeraldino Galvão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125068>

CAPÍTULO 9..... 93

ESTUDOS PEDOLÓGICOS E GEOLÓGICOS: UMA NOVA ABORDAGEM COM IMAGEADORES HIPERESPECTRAIS

Guilherme Fernando Capristo Silva
Marcos Rafael Nanni
Renato Herrig Furlanetto
Luis Guilherme Teixeira Crusiol
Everson Cezar
Cassiele Uliana Facco
Carlos Antonio da Silva Junior
José Alexandre Melo Demattê
Jessica Saldanha Souza
Taiana Loan de Lima Campos
Glaucio Leboso Alemparte Abrantes dos Santos
Marlon Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125069>

CAPÍTULO 10..... 101

ENTREVISTA COMO FERRAMENTA: MAPEAMENTO DO PROCESSO PROJETUAL DE PRODUTOS FEITOS COM RESÍDUOS TÊXTEIS

Dayane Cabral Ziegler
Sydney Fernandes de Freitas
Gisela Costa Pinheiro Monteiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250610>

CAPÍTULO 11..... 112

MODELAGEM MATEMÁTICA DO PRÉ-TRATAMENTO HIDROTÉRMICO DA PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR CONSIDERANDO A FRAÇÃO RECALCITRANTE DA CELULOSE

Gustavo Batista
Martha Suzana Rodrigues dos Santos Rocha
Cristiane Sanchez Farinas
Antonio José Gonçalves da Cruz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250611>

CAPÍTULO 12.....	117
MODIFICAÇÃO DE AMIDO DE BATATA DOCE E MANDIOCA POR TRATAMENTO HIDROTÉRMICO	
Carmen Cecília Gomes Borges Padula Ana Paula Cerino Coutinho	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250612	
CAPÍTULO 13.....	128
NON-OMNIDIRECTIONAL ANTENNA EFFECTS ON INDOOR CELL PLANNING AT 700 MHZ	
Maria do Carmo de Luna Malheiros Frazão Niedson Almeida Lemos Jefferson Costa e Silva Alfredo Gomes Neto Custódio José de Oliveira Peixeiro	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250613	
CAPÍTULO 14.....	143
SAÚDE UNIVERSITÁRIA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA UNIVERSIDADE DA AMAZÔNIA	
Iranira Geminiano de Melo Célio José Borges Berenice Perpétua Simão Aroní Matos de Oliveira Clarides Henrich de Barba	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250614	
CAPÍTULO 15.....	152
UTILIZAÇÃO DE UM ALGORITMO GENÉTICO PARA OTIMIZAR TRANSFERÊNCIAS INTERPLANETÁRIAS	
Guilherme Marcos Neves Denilson Paulo Souza dos Santos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250615	
CAPÍTULO 16.....	161
VALIDAÇÃO E PROJEÇÃO CLIMÁTICA DO MODELO ETA-HADGEM2-ES PARA O MUNICÍPIO DE CONCÓRDIA, SANTA CATARINA	
Gerson Conceição Claudia Guimarães Camargo Campos Mario Francisco Leal de Quadro	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250616	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	172
ÍNDICE REMISSIVO.....	173

MODIFICAÇÃO DE AMIDO DE BATATA DOCE E MANDIOCA POR TRATAMENTO HIDROTÉRMICO

Data de aceite: 21/06/2021

Data de submissão: 05/04/2021

Carmen Cecília Gomes Borges Padula

Graduada pelo Centro Universitário Sagrado
Coração (UNISAGRADO)
Bauru - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/8821145848259027>

Ana Paula Cerino Coutinho

Docente do Centro Universitário Sagrado
Coração (UNISAGRADO)
Bauru - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/8490860179561406>

RESUMO: O amido nativo apresenta certas limitações que dificultam a sua utilização; assim, podem ser modificados visando adquirir características desejáveis às exigências industriais. A modificação física do amido, anelamento, vem crescendo devido à demanda por produtos mais naturais, e também por induzir modificações estruturais que melhoram suas características funcionais. O objetivo deste trabalho foi produzir amidos modificados de batata-doce e de mandioca por tratamento hidrotérmico (anelamento) e verificar a sua estabilidade ao congelamento e descongelamento, poder de inchamento e índice de solubilização. Os amidos das diferentes fontes botânicas foram suspensos em água (50% p/v) por 48 horas, a 50, 55 e 60° C. As amostras úmidas foram depositadas em uma bandeja e depois foram colocadas em estufa nas diferentes

temperaturas. Em seguida, as amostras foram recuperadas e secas em estufa a 40°C, por 24 horas, e o produto foi armazenado em temperatura até a realização das análises. Após análise dos resultados concluiu-se que a modificação física de anelamento dos amidos de mandioca e batata doce influenciou as propriedades dos amidos. O poder de inchamento foi influenciado pela temperatura e também pelas espécies botânicas dos amidos. Também se verificou que com o aumento da temperatura aumentou o índice de solubilidade em todos os amidos estudados. Na sinérese foi possível observar que os amidos de mandioca apresentaram maiores valores quando comparado com a batata doce, verificando que esse amido possui maior estabilidade aos ciclos de congelamento e descongelamento devido à menor liberação de água.

PALAVRAS-CHAVE: Anelamento, amido, propriedades físicas.

MODIFICATION OF SWEET POTATO AND CASSAVA STARCH BY HYDROTHERMAL TREATMENT

ABSTRACT: Native starch has limitations that make it difficult to use, so it can be modified to acquire desirable characteristics to industrial requirements. The physical modification, annealing, has been growing due to the demand for more natural products, and for inducing structural modifications in the granules of starches that improve their functional characteristics. The objective of this study was to produce modified sweet potato and cassava starches by hydrothermal treatment (annealing) and verify their stability to freezing and thawing, swelling

power and solubilization index. Starches from the different botanical sources were suspended in water (50% w/v) for 48 hours at 50, 55 and 60 ° C. The wet samples were put on a tray and then placed in an oven at different temperatures. Following that, the samples were recovered and dried in an oven at 40 ° C for 24 hours, and the product was stored in temperature until the analyzes were carried out. After analysis of the results, it was concluded that the physical modification of the annealing of the cassava and sweet potato starches influenced the properties of the starches. The swelling power was influenced by the temperature, and also by the botanical species of the starches. It has also been found that with increasing temperature, the solubility index increases in all studied starches. In the syneresis, it was possible to observe that cassava starches presented higher values when compared to sweet potatoes, verifying that this starch has greater stability to the cycles of freezing and thawing due to the lower water release.

KEYWORDS: Annealing, starch, physical properties.

1 | INTRODUÇÃO

O amido pode ser encontrado em abundância na estrutura de todos os vegetais, ou seja, raízes, caules, sementes e frutas. Para a planta tem a função de fornecer energia, principalmente nos períodos de dormência e germinação, e na dieta humana o amido é a principal fonte de carboidrato (ALMEIDA, 2009). As fontes mais comuns de amido são o milho, a batata, o trigo, a mandioca e o arroz.

Industrialmente, o amido é considerado como uma matéria prima abundante, e está disponível em quantidades suficientes para ser extraído por processos industriais com elevada pureza. Trata-se de uma matéria-prima renovável e não tóxica (SANTOS, 2012).

Na indústria de alimentos, o amido confere várias características físicas no produto final gerando alterações ou controlando suas características funcionais. Dentre elas estão a textura, aparência, umidade, consistência e estabilidade no tempo de prateleira. O amido ainda pode ser usado como auxiliar em processos, na composição de embalagens e na lubrificação (CEREDA, 2002).

As propriedades físico-químicas e funcionais dos amidos são influenciadas pela fonte botânica que o originou e a estrutura granular e molecular (SINGH *et al.*, 2003).

Estruturalmente, o amido é um polissacarídeo que, por hidrólise, originam uma grande quantidade de monossacarídeos, a glicose. Os grânulos de amido são compostos por cadeias de amilose e amilopectina (ALMEIDA, 2013).

Inicialmente acreditava-se que a amilose possuía estrutura exclusivamente linear, mas admite-se que algumas de suas moléculas possuem ramificações, semelhantes à amilopectina. As proporções em que estas estruturas aparecem diferem entre as diversas fontes, entre variedades de uma mesma espécie e, ainda, em uma mesma variedade, de acordo com o grau de maturação da planta. Estas variações podem resultar em grânulos de amido com propriedades físico-químicas e funcionais diferenciadas, o que pode afetar

sua utilização em alimentos ou aplicações industriais (ALMEIDA, 2009).

Apesar da composição do amido ser apenas de carboidratos, são encontrados lipídios, proteínas e cinzas, que são originárias da própria planta. Estes interferentes são relacionados com as quantidades da composição da planta e do método de extração e purificação (CEREDA, 2002).

O amido *in natura*, quando extraído diretamente de plantas, sem alteração nenhuma é denominado amido nativo. Na sua forma nativa o amido possui diversas aplicações em vários setores da indústria, como a têxtil, de papel, farmacêutica, siderúrgica, plástica e alimentícia.

Industrialmente o amido pode ser utilizado na forma nativa e modificado. Na forma nativa, os amidos têm uso limitado, pois os grânulos hidratam facilmente, intumescem rapidamente, rompem-se, perdem viscosidade e produzem uma pasta pouco espessa, bastante elástica e coesiva. Sendo assim, muitas vezes a modificação estrutural é necessária para incrementar ou inibir suas características originais e adequá-lo as aplicações específicas, tais como promover espessamento, melhorar retenção, aumentar estabilidade, melhorar sensação ao paladar e brilho, gelificar, dispersar ou conferir opacidade (QUIROGA, 2015).

As modificações nos amidos nativos podem ser feitas por processos físicos e químicos, como a esterificação, ligação cruzada, hidrólise ácida ou enzimática e oxidação e também pelo aquecimento e umidificação. Essas modificações alteram profundamente a gelatinização dos grânulos, assim como seu comportamento na formação de pasta e retrogradação originando um produto com novas propriedades (CEREDA, 1983; SINGH; INOUCHI; NISHINAKI, 2006).

A maioria das modificações utilizadas é química. Entretanto, em países desenvolvidos o interesse pela modificação física vem crescendo gradualmente, pois há um aumento na demanda por produtos naturais (BEMILLER, 1997).

A modificação hidrotérmica, ou anelamento, é um processo físico no qual uma suspensão de amido é exposta à temperatura superior àquela de transição vítrea e ligeiramente inferior à temperatura de gelatinização, e esse tratamento hidrotérmico permite uma discreta reorganização molecular com formação de uma estrutura mais organizada de menor energia livre. As propriedades funcionais do amido, tais como propriedades de pasta e térmicas são afetadas por esse processo e as temperaturas de gelatinização são aumentadas, enquanto a faixa de temperatura de gelatinização e a mudança de entalpia diminuem com o tratamento (JACOBS *et al*, 1998; TESTER; DEBON, 2000).

Os amidos modificados hidrotermicamente apresentam vantagens em relação aos amidos nativos devido ao aumento na estabilidade térmica, redução na capacidade de retrogradação e poder de inchamento, deste modo, as indústrias alimentícias demonstram um grande interesse na utilização dessas propriedades no processamento de alimentos enlatados ou congelados (ADEBOWALE *et al.*, 2005; JAYAKODY, HOOVER, 2008;

CEREDA, 2002)

Gunaratne e Hoover (2002) realizaram o tratamento hidrotérmico (30% de umidade a 100°C/ 10 horas) em amidos de taro, mandioca e batata e verificaram que a suscetibilidade enzimática aumentou quando utilizado α -amilase. O rompimento dos cristais próximos da superfície do grânulo pode facilitar o ataque da α -amilase no interior do grânulo, fato que pode explicar o aumento significativo na porcentagem de hidrólise dos amidos tratados termicamente em baixa umidade. Os autores também afirmam que mesmo quando os cristais não são quebrados pelo tratamento, o aumento da suscetibilidade ocorre devido ao número de duplas hélices rompidas pelo tratamento nas regiões amorfas dos grânulos, que facilita o acesso das enzimas aos sítios da cadeia e à interação que ocorre entre as cadeias de amilose durante o rearranjo das cadeias poliméricas.

Em busca de aplicações de amidos tratados hidrotérmicamente, Tester, Debon e Sommmerville (2000), utilizaram o amido de milho e de batata e constataram uma melhora no desempenho e da qualidade do amido de batata para a panificação, além de verificar a estabilidade para o congelamento e descongelamento em alimentos infantis. Com isso, também se observou a importância em se pesquisar amidos de diferentes fontes botânicas.

O objetivo deste trabalho foi realizar modificações hidrotérmicas em amido de batata-doce e mandioca, além de avaliar as características físico-químicas, como a estabilidade ao congelamento e descongelamento, poder de inchamento e índice de solubilização nos amidos *in natura* e modificados.

2 | MÉTODO

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados amidos de batata-doce e mandioca adquiridos em fecculárias do interior do estado de São Paulo.

2.1 Modificação física

Os tratamentos hidrotérmicos foram realizados em triplicatas nos Laboratórios do Centro Universitário Sagrado Coração (UNISAGRADO). Os amidos foram armazenados à temperatura ambiente.

Porções de 200g (b.s.) de amido foram suspensas em água (50% p/v) por 48 horas, a 50, 55 e 60° C. As amostras úmidas foram depositadas em uma bandeja para ficarem dispersas, e depois foram colocadas em estufa nas diferentes temperaturas. Após o período de anelamento, as amostras foram recuperadas e secas em estufa a 40°C, por 24 horas.

As temperaturas foram escolhidas devido à temperatura inicial de gelatinização do amido de mandioca (MUCCILLO, 2009).

2.2 Caracterizações físicas

As análises de estabilidade ao congelamento e descongelamento, poder de

inchamento (PI) e índice de solubilização (IS) foram realizadas em triplicatas nos Laboratórios do Centro Universitário Sagrado Coração (UNISAGRADO).

A avaliação da estabilidade do gel de amido ao congelamento e descongelamento foi realizada através do método de White et al. (1989), com modificações. Para isso, uma suspensão de amido em água a 5% foi aquecida a 95°C com agitação, por 30 minutos. A seguir 10 g do gel obtido foram colocados em um tubo de centrifuga e submetido a 3 ciclos sucessivos de congelamento e descongelamento. Cada ciclo consistiu no congelamento a -18°C por 24 horas e o descongelamento foi feito em banho termostático a 30°C por 90 minutos. Após o último ciclo, o gel foi centrifugado a 4.000 rpm por 15 minutos.

O sobrenadante foi pesado e a extensão da sinérese foi calculada conforme a equação (1). Os valores foram expressos em porcentagem de água exsudada, em relação à massa inicial.

$$\text{sinérese (\%)} = \frac{\text{Massa de água do sobrenadante (g)}}{\text{Massa total da pasta (g)}} \times 100 \quad (1)$$

O poder de inchamento foi determinado segundo metodologia descrita por AACC (1995). As suspensões aquosas de 8g de amido (base seca) em 100 mL de água destilada foram submetidas a diferentes temperaturas (50, 60, 70, 80 e 90°C) em banho termostático por 30 minutos e com agitação a cada 5 minutos. O material resultante foi centrifugado a 2500 rpm por 5 minutos. A massa do resíduo da centrifugação (gel) foi coletada. O sobrenadante foi reservado para ser utilizado na análise de índice de solubilização, sendo o poder de inchamento calculado através da equação (2)

$$\text{Poder de inchamento (PI)} = \frac{\text{Massa do gel (g)}}{\text{Massa da Amostra em base seca (g)}} \quad (2)$$

O índice de solubilização foi determinado segundo metodologia descrita por AACC (1995). Uma alíquota do sobrenadante proveniente da centrifugação foi colocada em placas de petri e seca em estufa à 105°C, até atingir massa constante, ou seja, por um período de 18 horas. Essa massa foi pesada e a porcentagem do índice de solubilização foi calculada pela equação (3).

$$\text{Índice de Solubilização (IS)(\%)} = \frac{\text{Massa Final (g)}}{\text{Massa da Amostra em Base Seca (g)}} \times 100 \quad (3)$$

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os grânulos de amido apresentam áreas cristalinas e amorfas, que estão relacionadas com a presença de macromoléculas ramificadas e lineares. As áreas cristalinas mantêm a integridade dos grânulos, permitindo o inchamento, mas não a completa dispersão das macromoléculas. Durante o aquecimento de uma suspensão aquosa de amido, as áreas

amorphas absorvem água rapidamente e incham, permanecendo unidas pelas regiões cristalinas. Os grânulos inchados são elásticos, responsáveis pela viscosidade das pastas obtidas. Então, o poder de inchamento e a solubilidade são informações importantes a respeito da integridade granular (LEACH; McCOWEN; SCHOCH, 1959).

O poder de inchamento e o índice de solubilidade nas temperaturas de 50, 60, 70, 80 e 90 °C dos amidos de mandioca e de batata doce *in natura* e modificado estão demonstrados nas Tabelas 1 e 2.

Amostra	50 °C		60 °C	
	PI	IS (%)	PI	IS (%)
M IN	3,82 ± 0,20	3,22 ± 0,36	13,19 ± 0,28	-
M 60 °C	3,36 ± 0,12	3,14 ± 0,29	13,33 ± 0,74	-
M 55 °C	6,41 ± 0,62	7,84 ± 0,72	13,21 ± 0,03	-
M 50 °C	5,42 ± 1,17	6,42 ± 1,40	13,25 ± 0,24	-
BD IN	2,09 ± 0,10	0,35 ± 0,00	2,71 ± 0,12	1,19 ± 0,14
BD 60 °C	2,13 ± 0,05	0,41 ± 0,02	13,25 ± 0,33	0,50 ± 0,12
BD 55 °C	2,10 ± 0,02	0,36 ± 0,02	13,11 ± 0,66	0,49 ± 0,25
BD 50 °C	2,03 ± 0,02	0,31 ± 0,03	2,80 ± 0,07	0,88 ± 0,05

Legenda: M IN: mandioca *in natura*; BD IN: batata doce *in natura*.

Tabela 1. Poder de inchamento (PI) e índice de solubilização (IS) nas temperaturas de 50 e 60 °C dos amidos de mandioca (M) e batata doce (BD) *in natura* e modificados a 60, 55 e 50 °C.

Amostra	70 °C		80 °C		90 °C	
	PI	IS (%)	PI	IS (%)	PI	IS (%)
M IN	13,61 ± 0,06	-	12,82 ± 0,08	-	12,51 ± 0,00	-
M 60 °C	13,26 ± 0,14	-	12,57 ± 0,18	-	12,19 ± 0,09	-
M 55 °C	13,18 ± 0,09	-	13,36 ± 0,18	-	12,57 ± 0,18	-
M 50 °C	13,32 ± 0,22	-	13,51 ± 0,15	-	13,19 ± 0,16	-
BD IN	13,44 ± 0,22	-	13,59 ± 0,13	-	13,08 ± 0,34	-
BD 60 °C	12,85 ± 0,14	-	12,91 ± 0,26	-	12,32 ± 0,30	-
BD 55 °C	12,67 ± 0,20	-	13,11 ± 0,09	-	12,71 ± 0,14	-
BD 50 °C	13,78 ± 0,15	-	13,75 ± 0,23	-	11,88 ± 0,27	-

Legenda: M IN: mandioca *in natura*; BD IN: batata doce *in natura*.

Tabela 2. Poder de inchamento (PI) e índice de solubilização (IS) nas temperaturas de 70, 80 e 90 °C dos amidos de mandioca (M) e batata doce (BD) *in natura* e modificados a 60, 55 e 50 °C.

De acordo com os resultados obtidos notou-se que os amidos de mandioca *in natura* e modificados apresentaram maior poder de inchamento nas temperaturas acima de 60°C. Já nos amidos de batata doce *in natura* e modificado a 50 °C esse aumento só

foi observado nas temperaturas de inchamento acima de 70 °C. Entretanto, para todos os amidos estudados o poder de inchamento acima de 70 °C aumentou sutilmente, como pode ser observado nas Figuras 1 e 2.

O súbito aumento no poder de inchamento (entre 50 e 60 °C) nos amidos de mandioca sugeriu que estes apresentam forças associativas internas frágeis e uniformes, as quais foram rompidas a baixas temperaturas.

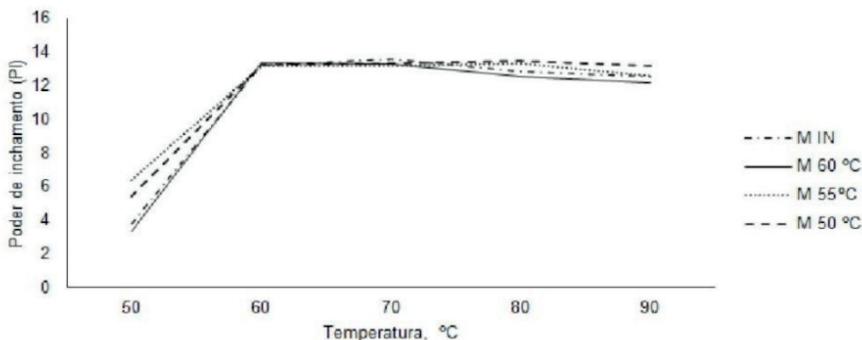


Figura 1. Poder de inchamento da mandioca *in natura* e modificada.

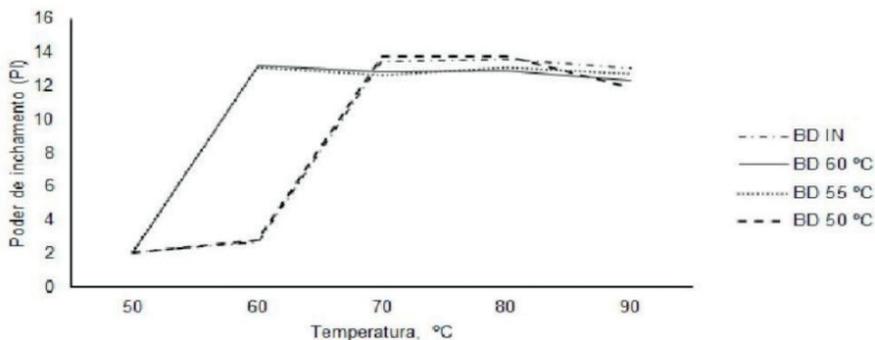


Figura 2. Poder de inchamento da batata doce *in natura* e modificada.

Nesse estudo também observou-se diferenças em relação às espécies de amidos. Também notou-se que somente o amido de mandioca modificada a 50 e 55 °C apresentou aumento no poder de inchamento a 50 °C quando comparado com o amido *in natura*. Os amidos de mandioca apresentaram valores mais elevados quando comparados com os amidos de batata doce.

De acordo com as Tabelas 1 e 2 observa-se que só foi possível estudar o índice de solubilidade nas temperaturas de 50 e 60 °C. Sendo assim, verificou-se que o índice de solubilização nos amidos de mandioca e batata doce *in natura* apresentaram valores distintos, onde os índices de solubilidade no amido de mandioca foram superiores aos da batata doce.

Também se constatou que houve um aumento no índice de solubilidade a 50 °C nos amidos de mandioca modificados a 50 e 55 °C quando comparado com o amido *in natura*. Já nos amidos de batata doce isso não foi observado, ou seja, todos os valores encontrados foram semelhantes. Entretanto, verificou-se uma elevação nos índices de solubilidade a 60°C nos amidos de batata doce modificados a 60 e 55 °C.

Com o aumento da temperatura houve um aumento no índice de solubilidade em todos os amidos estudados.

Segundo Marcon, Avancini, Amante (2007) a solubilidade é um fator que contribui para a entrada de água no interior do grânulo pela amilose referente à fonte botânica.

Nos amidos estudados observou-se uma pequena diminuição do poder de inchamento a 90°C em relação ao crescimento gradual. Segundo Sandhu, Singh, Lim (2007) isso ocorre pelo fato das cadeias que compõe o amido, principalmente a amilose, serem fragmentadas e assim formarem uma estrutura desorganizada que com o aumento da temperatura não mais retém água em seu interior.

Hasjim et al (2013) verificaram que no amido de milho *in natura* a interferência da temperatura no poder de inchamento foi observada a partir dos 50°C, isso pode ser explicado em razão do grânulo de amido ter uma restrição ao inchamento, pois somente uma pequena quantidade de carboidratos é solubilizada durante a faixa de temperatura de gelatinização, porém a medida que a temperatura aumenta, ocorre a elevação do poder de inchamento e da quantidade de carboidratos que é lixiviada no grânulo.

Segundo Marcon, Avancini, Amante (2007) a discrepância nas porcentagens de amilose, amilopectina, tamanho e compactação de grânulos interferem diretamente na diferença encontrada nos valores de poder de inchamento para as espécies estudadas. Contudo variações genéticas, condições climáticas, de solo e fonte botânica vêm sendo demonstradas por estudos que também podem afetar as características reológicas, principalmente viscosidade, poder de inchamento e retrogradação.

Os valores do poder de inchamento e índice solubilidade mostram a relação da absorção de água e a estrutura molecular dos amidos. Sendo que, o aumento da temperatura é o principal fator da alteração do amido.

De acordo com Peroni (2003), os amidos de mandioca e batata doce são de diferentes fontes botânicas e, portanto, suas reações de acordo com poder de inchamento e índice de solubilização são diferentes.

Segundo Rocha, Demiate, Franco (2008), os valores do poder de inchamento da mandioquinha-salsa são bem próximos ao da mandioca, tendo um aumento também nas temperaturas entre 60 e 70 °C e uma leve diminuição nas temperaturas de 80 a 90 °C.

O conhecimento da estabilidade ao congelamento e descongelamento é de suma importância para identificar a liberação de água do amido, sabendo que é prejudicial para a qualidade do alimento. (APLEVICZ, 2007)

A Tabela 3 mostra a estabilidade de congelamento e descongelamento dos amidos

de mandioca e batata doce *in natura* e modificados.

Amostra	Sinerese (%)
M in	31,65 ± 0,13
M 60 °C	43,86 ± 0,31
M 55 °C	42,68 ± 0,42
M 50°C	44,96 ± 0,43
BD in	-
BD 60 °C	11,97 ± 1,65
BD 55 °C	12,28 ± 1,04
BD 50 °C	18,60 ± 2,99

Legenda: M in: mandioca *in natura*; BD in: batata doce *in natura*.

Tabela 3. Estabilidade de congelamento e descongelamento dos amidos de mandioca e batata doce.

Pelos valores descritos na Tabela 3 nota-se que amidos de diferentes fontes botânicas apresentam valores muito distintos.

A estabilidade dos amidos de batata doce modificados manteve constante, não apresentou liberação de água em todos os ciclos de congelamento e descongelamento. Mas os amidos de mandioca apresentaram maiores perda de água durante os ciclos.

Os resultados encontrados por Stahl et al (2007) para os amidos nativos de pinhão e milho (submetidos a três ciclos de congelamento (-18°C) e descongelamento (30°C), foi de aproximadamente 77% e 82%, respectivamente, sendo que a diferença entre as fontes botânicas foi de 5%.

Aplevicz (2007) estudou amidos modificados por oxidação com peróxido de hidrogênio e verificou que o amido de mandioca apresentou maior alteração ao decorrer dos ciclos, principalmente os amidos modificados. Já a batata doce não teve alterações significantes, mostrando certa resistência na sua estrutura molecular.

4 | CONCLUSÃO

O presente estudo concluiu que a modificação física de anelamento dos amidos de mandioca e batata doce influenciou as propriedades dos amidos.

O poder de inchamento foi influenciado pela temperatura devido à capacidade de retenção da água dos amidos nativos e modificados e, nas temperaturas de inchamento de 50 °C e 60 °C foram observadas diferenças em relação às espécies botânicas dos amidos.

Nesse estudo só foi possível avaliar o índice de solubilidade nas temperaturas de 50 e 60 °C, e os amidos de mandioca apresentaram maiores valores em relação ao amido de batata doce. Também concluiu que com o aumento da temperatura aumenta o índice de solubilidade em todos os amidos estudados.

Os amidos de mandioca e batata doce apresentaram diferenças na sinérese após os ciclos de congelamento e descongelamento.

O amido de mandioca *in natura* apresentou menor % sinérese quando comparado com os amidos modificados de mandioca. Entretanto, verificou-se que as diferentes temperaturas de modificação não influenciaram na sinérese. Também notou-se que a batata doce modificada possui maior estabilidade aos ciclos de congelamento e descongelamento devido à menor liberação de água.

REFERÊNCIAS

AACC - American Association Cereal Chemists. Approved methods. 8. Ed. 1995.

ADEBOWALE, K. O. et al. Effect of heat moisture treatment and annealing on physicochemical properties of red sorghum starch. **African Journal of Biotechnology**, v.4, n.9, p.928-933, 2005.

ALMEIDA, M. C. B. M. **Estudo para fins industriais das propriedades funcionais do amido nativo e modificado hidrotermicamente, provenientes de banana verde, variedade 'prata'**, Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais), Universidade Federal de Campina Grande. Pombal, Paraíba, 2013.

ALMEIDA, L. F. Amidos: Fontes, estruturas e propriedades funcionais. **Aditivos Ingredientes**. Editora Insumos, n. 63, 2009.

APLEVICZ, K. S. Caracterização de amidos de mandioca nativos e modificados e utilização em produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 27(3): 478-484, setembro, 2007.

BEMILLER, J. N. Starch modification: Challenges and prospects. **Starch/Stärke**, 49, 127 – 131. 1997.

CEREDA, M. P. et al. Biotecnologia industrial. In: **Modificação de fécula por fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher. 2001. p.413-460, 2002.

CEREDA, M. P. Determinação de viscosidade da fécula fermentada de mandioca (polvilho azedo). **Boletim da Sociedade de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 17, 15-24. 1983

GUNARATNE, A.; HOOVER, R. Effect of heat-moisture treatment on the structure and physicochemical properties of tuber and root starches. **Carbohydrate Polymers**, v.49, n.4, p.425-437, 2002.

HASJIM, J. et al. Milling of rice grains: Effects of starch/flour structures on gelatinization and pasting properties. **Carbohydrate Polymers**. v. 92, n 1, p. 682-690 2013.

JACOBS, H. et al. Acid hydrolysis of native and annealed wheat, potato and pea starches – DSC melting features and chain length distributions of lintnerised starches. **Carbohydrate Research**, 308, 359-371. 1998

JAYAKODY, L.; HOOVER, R. Effects of *annealing* on molecular structure and physicochemical properties of starches from different botanical origins – A Review. **Carbohydrate Polymers**, v. 74, p. 691-703, 2008.

LEACH, H. W.; McCOWEN, L. D.; SCHOCH, T. J. Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. **Cereal Chemistry**, v.36, n.6, p.534-544, 1959.

MARCON, M. J. A.; AVANCINI, S. R. P.; AMANTE, E. R. **Propriedades químicas e tecnológicas do amido de mandioca e do polvilho azedo**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2007. 101p.

MUCCILO, R. C. S. T. **Caracterização e avaliação de amido nativo e modificado de Pinhão mediante provas funcionais e térmicas**. 2009. 156 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

PERONI, F. H. G. **Características estruturais e físico-químicas de amidos obtidos de diferentes fontes botânicas**. Junho, 2003. (Dissertação pós graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos) – UNESP, São José do Rio Preto.

QUIROGA, A. L. Amidos. **Food Ingredients Brasil**, nº 35, p.31-56, 2015.

ROCHA, T. S.; DEMIATE, I. M.; FRANCO, C. M. L. **Características estruturais e físico-químicas de amidos de mandiocaquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*)**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 28(3):620-628, setembro, 2008.

SANTOS, T. P. R. **Produção de amido modificado de mandioca com propriedade de expansão**, 2012.

SANDHU, K. S.; SINGH, N.; LIM, S. T. A comparison of native and acid thinned normal and waxy corn starches: Physicochemical, thermal, morphological and pasting properties. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, 40, 1527 – 1536. 2007

STAHL, J. A., LOBATO L. P., BOCHI V. C., KUBOTA, E. H., GUTKOSKI, L. C., EMANUELLI T. Physicochemical properties of pinhão (*Araucaria angustifolia*, Bert, O. Ktze) starch phosphates. **LWT-Food Science and Technology**, 40, 1206-1214, 2007.

SINGH, N. et al. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 81, n. 2, p.219-231, maio 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0308-8146\(02\)00416-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0308-8146(02)00416-8).

SINGH, N.; INOUCI, N.; NISHINARI, K. Structural, thermal and viscoelastic characteristics of starches separated from normal, sugary and waxy maize. **Food Hydrocolloids**, 20, 923-935. 2006

TESTER, R.F.; DEBON, S. J.J. *Annealing* of starch – a review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 27, p. 1-12, 2000.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Algoritmo genético 152, 155, 156

Amido 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127

Análise de incerteza 161

Anelamento 117, 119, 120, 125

Assinatura espectral 94

Avaliação de modelo 161

B

Bacia do Rio São Francisco 57, 58, 61, 63

Biodiesel 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

C

Cell planning 128

Celulose recalcitrante 112, 113, 114, 115

Circuito de Chua 79, 81, 84, 87, 88, 89, 91, 92

Classificação dos solos 94

D

Design e sustentabilidade 101, 107

E

Economia circular 101, 102, 103, 104, 107

Engenharia de agrimensura e cartográfica 66, 68, 69, 77, 78

Esmeraldas 20, 21, 42

Esterificação 43, 45, 46, 47, 48, 49, 52, 119

G

Geossistema 1, 2, 3, 5, 6

I

IMC 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150

Inclusões 20, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Indoor environments 128, 142

Influências 7, 8, 10, 12, 13

L

Licenciatura em química 15, 16, 17, 19

M

Manobras orbitais 152

Mapeamento digital 94

Matriz curricular 15, 16, 17

Modelagem matemática 112

Mudança climática 161, 162

Multidisciplinariedade 1

N

Nióbio 43, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55

O

Otimização 152, 159

P

Paisagem 1, 2, 3, 4, 5, 6, 100

Palha de cana-de-açúcar 112, 113, 114, 116

Pêndulo duplo 79, 81, 84, 85, 87, 91

Perdas de água 57, 58, 60, 61, 63, 64

Pesquisa e metodologia do design 101

Pindobaçu 20, 21, 22, 23, 28, 41

Políticas públicas 57, 58, 63, 64, 143, 144, 150

Preservação 11, 57, 62, 63, 103

Pré-tratamento hidrotérmico 112, 113, 114, 116

Projeção climática 161

Propagation measurements 128

Propagation models 128, 129, 141

Propriedades físicas 27, 117

Q

Qualidade de vida 143, 144, 146, 150, 151

Química inorgânica 15, 16, 17, 18

R

Ray tracing method 128, 133, 141

Reaproveitamento de resíduos 101

S

Saúde 7, 8, 10, 11, 13, 143, 144, 145, 146, 148, 149, 150, 151

Saúde e meio ambiente 7, 8, 10, 13

Sensor Aisafenix 94

Sistemas caóticos 79, 80, 81, 83

Sistemas não-lineares 79, 81, 92

Soja transgênica 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Swing by 152, 153, 154, 155, 156, 159

T

Terras raras 43, 47, 51, 52, 53, 54

Têxteis 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 110

Transesterificação 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 facebook.com/atenaeditora.com.br

Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País 2



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 facebook.com/atenaeditora.com.br

Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País 2