

**NELSON DE SOUZA AMORIM  
FERNANDO MANUEL ARAÚJO MOREIRA  
CARLOS CÉLIO SOUSA DA CRUZ  
UBIRAEALSON DE LIMA RUELA  
PAULA RENATHA NUNES DA SILVA  
JOSÉ ROBERTO BRANCO RAMOS FILHO  
VICENTE MOREIRA RODRIGUES  
THIAGO AUGUSTO DE SOUSA MOREIRA  
GILSON FERNANDES BRAGA JUNIOR  
ESTEFANY COUTO MILÉO  
(ORGANIZADORES)**

# **ANAIS DO XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA FÍSICA**



**Atena**  
Editora

Ano 2020

**NELSON DE SOUZA AMORIM  
FERNANDO MANUEL ARAÚJO MOREIRA  
CARLOS CÉLIO SOUSA DA CRUZ  
UBIRAEALSON DE LIMA RUELA  
PAULA RENATHA NUNES DA SILVA  
JOSÉ ROBERTO BRANCO RAMOS FILHO  
VICENTE MOREIRA RODRIGUES  
THIAGO AUGUSTO DE SOUSA MOREIRA  
GILSON FERNANDES BRAGA JUNIOR  
ESTEFANY COUTO MILÉO  
(ORGANIZADORES)**

# **ANAIS DO XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA FÍSICA**



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

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

**Diagramação:** Geraldo Alves

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



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

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

### **Conselho Editorial**

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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

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

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

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

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

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

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

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

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

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

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

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

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

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

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

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

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

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

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
S612a	<p>           Simpósio Brasileiro de Engenharia Física (14 : 2019 : Santarém)            Anais [...] / XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia Física, 23-25            outubro 2019, Santarém, PA; organizadores Nelson de Souza            Amorim... [et al.]. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.         </p> <p>           Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            ISBN 978-65-86002-15-7            DOI 10.22533/at.ed.157200203         </p> <p>           1. Engenharia física – Congressos. I. Título.         </p> <p style="text-align: right;">CDD 573.724</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

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

## APRESENTAÇÃO

O curso de Engenharia Física da Universidade Federal de São Carlos foi criado no ano 1999 e foi pioneiro nesta área no Brasil. No ano de 2019, o curso de engenharia física no Brasil completou 20 anos. Nesse contexto, a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e a Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPa) promoveram o XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia Física que foi realizado na cidade de Santarém-PA no período de 23 a 25 de Outubro de 2019 na Universidade Federal do Oeste do Pará – Campus Tapajós com o tema “Jubileu de 20 anos da Engenharia Física no Brasil”.

Com a proposta de promover o conhecimento científico e inovação tecnológica bem como a integração entre especialistas, docentes e discentes da área, foram discutidos os 20 anos de existência do curso no Brasil e o intercâmbio de informações técnicas-científicas através de minicursos e palestras relacionados as diferentes temáticas da Engenharia Física e suas perspectivas futuras.

A coleção Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia Física é uma obra que tem como objetivo divulgar os diversos trabalhos que participaram do evento através de trabalhos acadêmicos que abordaram diferentes temas, tais como: termodinâmica, propriedades dielétricas de materiais, ciência dos dados e machine learning, internet das coisas, deep learning, processos oxidativos avançados, energia solar, gerenciamento de projetos, física quântica e automação. Deste modo a obra contribui para disseminar os resultados obtidos pelos acadêmicos e fortalecer a diversidade científica no país, de forma multidisciplinar.

Comitê Organizador

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A IMPORTÂNCIA DO REALIMENTADOR NA EFICIÊNCIA DE UM CICLO DE RANKINE UTILIZANDO O EES	
Muller Gabriel da Silva Chaves Carlos Eduardo Ribeiro Silva Vitor Azevedo Pinto Carlos Célio Sousa da Cruz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
ANÁLISE TEÓRICA DAS PROPRIEDADES DIELÉTRICAS DA MACAÚBA ( <i>Acrocomia acuelata</i> )	
Alex Torres da Silva Nelson de Souza Amorim	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE DATA SCIENCE E MACHINE LEARNING EM UM PROBLEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE UM DATASET DE MARKETING BANCÁRIO	
Yasmin Braga Teixeira João Vitor Rebelo Viana Josecley Fialho Góes Anderson Alvarenga de Moura Meneses	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>28</b>
AQUISIÇÃO DE DADOS DO CONSUMO ELÉTRICO EM UMA EDIFICAÇÃO DA UFOPA UTILIZANDO CONCEITOS DE IOT	
Leonardo Paz Amoêdo Dalton Felipe Silva Varão João Elias Brasil Bentes Júnior Anderson Alvarenga de Moura Meneses	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>37</b>
DEEP LEARNING PARA REGRESSÃO DE POTÊNCIA ELÉTRICA DE UMA USINA DE ENERGIA DE CICLO COMBINADO	
Mauro Sérgio dos Santos Moura Anderson Alvarenga de Moura Meneses	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002035</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>46</b>
DEGRADAÇÃO DE CORANTES EM MEIO AQUOSO EMPREGANDO DIÓXIDO DE TITÂNIO NA FORMA DE FILMES FINOS PREPARADOS SOBRE SUBSTRATO CERÂMICO COMERCIAL	
Graziele Daiana Sena de Sousa Adriano Cesar Rabelo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002036</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>59</b>
FATORES CRÍTICOS QUE INTERFEREM NO GERENCIAMENTO DO TEMPO EM PROJETOS DE ENGENHARIA: ESTUDO DE CASO EM SANTARÉM – PA	
Raíssa Coelho Almeida Kevin de Matos Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002037</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>70</b>
OBTENÇÃO DA EQUAÇÃO DE KLEIN-GORDON-FOCK EM COORDENADAS DO CONE DE LUZ	
Jorge Kysnney Santos Kamassury Damião Pedro Meira Filho Sérgio Antônio de Souza Farias Natalie Von Paraski	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002038</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>83</b>
RÁPIDO RECONHECIMENTO DE MODULAÇÕES ANALÓGICAS E DIGITAIS VIA REDES RESIDUAIS PROFUNDAS	
Jorge Kysnney Santos Kamassury Vinícius Felipe de Oliveira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1572002039</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>98</b>
REVISÃO DE LITERATURA SOBRE A AUTOMAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL	
Davi Henrique da Silva Pedroso Gabriel Gonçalves da Silva Gilson Fernandes Braga Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.15720020310</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>109</b>
DIAGNÓSTICO DOS MICROSSISTEMAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICO INSTALADOS NAS COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SANTARÉM	
Fabiane da Conceição Almeida Manoel Roberval Pimentel Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.15720020311</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>119</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>121</b>



## ANÁLISE TEÓRICA DAS PROPRIEDADES DIELÉTRICAS DA MACAÚBA (*Acrocomia acuelata*)

Data de aceite: 27/01/2020

Data de submissão: 17/11/2019

### Alex Torres da Silva

Instituto de Engenharia e Geociência,  
Universidade Federal do Oeste do Pará.

Santarém - Pará.

<http://lattes.cnpq.br/7767758510451405>

### Nelson de Souza Amorim

Instituto de Engenharia e Geociência,  
Universidade Federal do Oeste do Pará.

Santarém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/8046892199808707>

**RESUMO:** O conhecimento das propriedades dielétricas de materiais quando submetidos a um campo elétrico é fundamental em diferentes áreas da engenharia, tais como: conservação de alimentos, transmissão de energia, telecomunicações e eletrônica. As propriedades dielétricas são definidas em termos de constante dielétrica ( $k'$ ) e fator de perda dielétrica ( $k''$ ). O comportamento das propriedades dielétricas da Macaúba (*Acrocomia Acuelata*) em função de parâmetros importantes, tais como: temperatura, teor de umidade e teor de cinzas, foram analisados teoricamente. Para a constante dielétrica ( $k'$ ) foi observado que para a frequência de 2450 MHz esta diminui com o aumento da temperatura, aumenta com o teor

de umidade e uma baixa influência do teor de cinzas. Foi observado que o fator de perda ( $k''$ ) aumenta com a temperatura, teor de umidade e teor de cinzas.

**PALAVRAS-CHAVE:** macaúba, propriedades dielétricas, constante dielétrica, fator de perda

### THEORETICAL ANALYSIS OF DIELECTRIC PROPERTIES

#### OF MACAUBA (*Acrocomia acuelata*)

**ABSTRACT:** The knowledge of the dielectric properties of materials when subjected to an electric field is fundamental in different areas of engineering such as food conservation, power transmission, telecommunications and electronics. Dielectric properties are defined in terms of dielectric constant ( $k'$ ) and dielectric loss factor ( $k''$ ). The behavior of dielectric properties of Macaúba (*Acrocomia Acuelata*) as a function of important parameters such as temperature, moisture content and ash content were theoretically analyzed. For the dielectric constant ( $k'$ ) it was observed that for the frequency of 2450 MHz it decreases with increasing temperature, increases with moisture content and a low influence of ash content. It was observed that the loss factor ( $k''$ ) increases with temperature, moisture content and ash content.

**KEYWORDS:** macauba, dielectric properties,

dielectric constant, dielectric loss factor.

## 1 | INTRODUÇÃO

Materiais dielétricos são importantes para diversas aplicações tecnológicas, tais como: atuadores, geradores, estruturas inteligentes, componentes ópticos, dispositivos ultrassônicos, comunicação e micro-ondas. Além disso, as propriedades dielétricas fornecem informações úteis para a melhoria do controle de processamento e qualidade de produtos alimentícios e materiais. Uma fruta com potencial econômico-tecnológico promissor conhecida como Macaúba (*Acrocomia Acuelata*), com enfoque em suas propriedades físico-químicas, tem sido amplamente estudada (Teixeira *et.al.*, 2018; Batista *et.al.*, 2019; Queiroz *et.al.*, 2014). A macaúba é uma palmeira nativa de florestas tropicais e abrange 15 espécies diferentes (Lira *et.al.* (2014)).

Segundo Flaker (2018), com ênfase no conhecimento das propriedades dielétricas baseado no tratamento térmico por micro-ondas de alimentos, este é caracterizado pela constante dielétrica ( $k'$ ) e fator de perda ( $k''$ ), fornecendo como informação, a forma como o alimento absorve/armazena energia e dissipa na forma de calor. As propriedades dielétricas de diferentes alimentos líquidos e semissólidos para diferentes faixas de temperatura e frequência, teor de umidade e teor de cinzas, vêm sendo estudadas experimentalmente por (Sipahioglu e Barringer, 2003; Calay *et.al.*, 1995; Nelson, 2015). Desta forma, o objetivo deste estudo é avaliar o comportamento teórico das propriedades dielétricas da polpa e amêndoa da Macaúba (*Acrocomia Acuelata*) em função de parâmetros importantes, como: temperatura, teor de umidade e teor de cinzas.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O material utilizado para a estimativa das propriedades dielétricas: constante dielétrica ( $k'$ ) e fator de perda dielétrica ( $k''$ ) foi a Macaúba (*Acrocomia Acuelata*), conforme a figura 1.



Figura 1 - Macaúba (*Acrocomia Acuelata*).

Fonte: Autor.

Para a estimativa teórica da constante dielétrica ( $k'$ ) e fator de perda ( $k''$ ) foram utilizadas as equações 1 e 2 respectivamente, obtidas a partir do trabalho experimental para uma frequência de 2450 MHz [4].

#### Equação 1:

$$k' = 22,12 + 0,2379 \times T + 0,5532 \times M - 0,0005134 \times T^2 - 0,003866 \times M \times T \quad (1)$$

#### Equação 2:

$$k'' = 33,41 - 0,4415 \times T + 0,001400 \times T^2 - 0,01746 \times M + 1,438 \times A + 0,001578 \times M \times T + 0,2289 \times A \times T \quad (2)$$

onde T é a temperatura (°C), M é o teor de umidade (%) e A o teor de cinzas (%).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a estimativa teórica da constante dielétrica ( $k'$ ) e para o fator de perda dielétrica ( $k''$ ) foram avaliadas duas subespécies da Macaúba (*Acrocomia Acuelata*), *Sclereocarpa* (A) e *Totali* (B) através de suas composições centesimais obtidas experimentalmente por Lira *et.al.* (2013), conforme a tabela 1.

	Polpa		Amêndoa	
	A	B	A	B
<b>Cinzas (%)</b>	<b>3,22</b>	<b>2,03</b>	<b>1,54</b>	<b>1,29</b>
<b>Umidade (%)</b>	<b>45,86</b>	<b>45,42</b>	<b>4,42</b>	<b>3,18</b>

Tabela 1: Composição Centesimal

Fonte: Lira *et.al.* (2013).

#### Constante Dielétrica

A figura 2, mostra o comportamento da constante dielétrica da polpa e amêndoa para a subespécie da Macaúba, *Sclereocarpa* utilizando a equação 1. Foi observado que a constante dielétrica tende a diminuir com o aumento da temperatura, pois segundo Flaker (2018), a água presente nos alimentos está sob a forma de água livre, e a agitação das moléculas da água simultaneamente esta dificulta o alinhamento dos dipolos com o campo elétrico, resultado na diminuição deste parâmetro. O máximo valor para a constante dielétrica para a polpa foi na temperatura de 59°C, isto é,

49,2783. Para a amêndoa, o valor foi de 44,5943 na temperatura de 130°C. Quanto a influência do teor de umidade, a constante dielétrica aumenta com o aumento do teor de umidade para a polpa e diminui os valores de umidade para a amêndoa, isto se deve ao fato da água apresentar uma alta polaridade e reorientar-se em resposta ao campo magnético aplicado. Quanto a influência do teor de cinzas, a constante dielétrica da polpa não foi afetada de forma significativa.

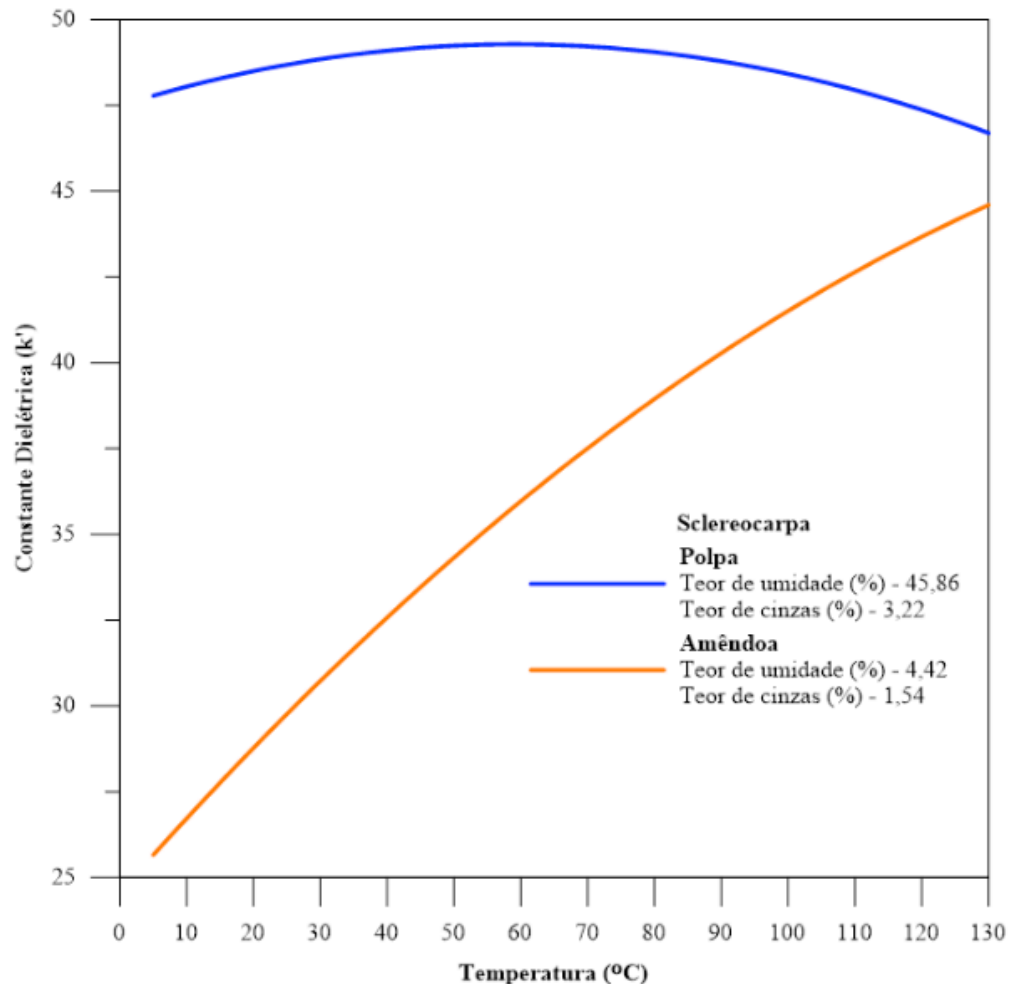


Figura 2- Constante dielétrica *Sclerocarpa*

A figura 3, mostra o comportamento da constante dielétrica para a espécie *Totai* a partir da equação 1. De forma semelhante à figura 1, a constante dielétrica diminui com o aumento da temperatura e aumenta com o aumento do teor de umidade, para a polpa e amêndoa respectivamente. O máximo valor para a constante dielétrica foi de 49,1367 na temperatura de 61°C para polpa. Para a amêndoa, o valor máximo foi de 44,5315 na temperatura de 130°C. Novamente, a influência do teor de cinzas sobre a constante dielétrica para a espécie *Totai*, não foi afetada de forma significativa.

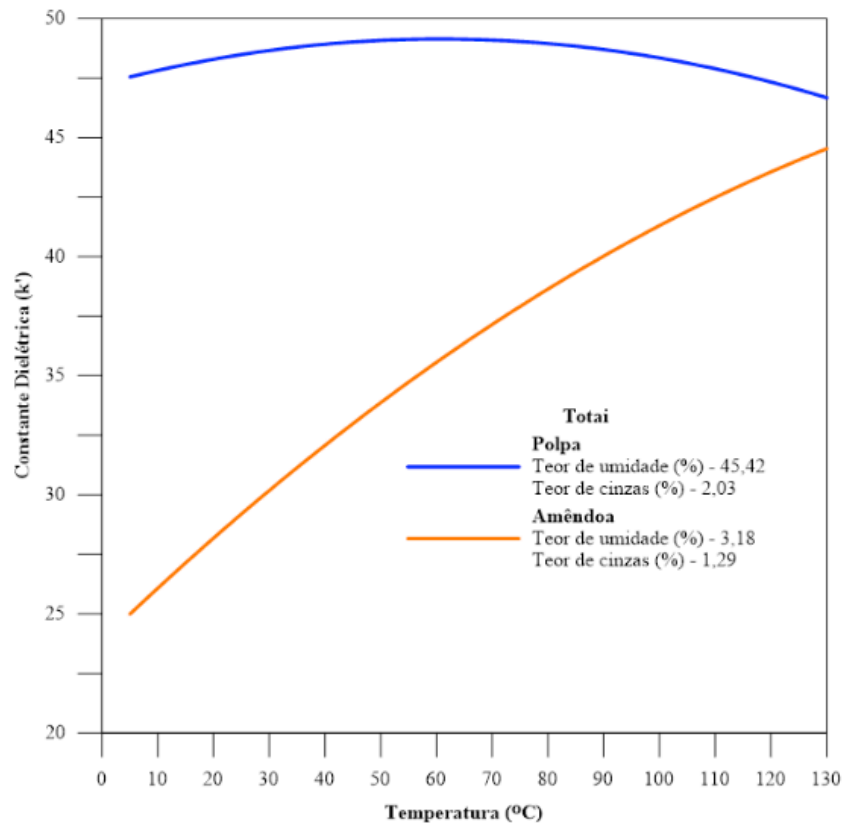


Figura 3 - Constante dielétrica espécie *Total*.

### Fator de Perda

A figura 4, mostra o comportamento do fator de perda dielétrica para a espécie *Sclereocarpa* usando a equação 2 para a polpa e amêndoa respectivamente. Para o teor de umidade, a influência sobre o fator de perda dielétrica é baixa para temperaturas abaixo de 10°C. Acima desta temperatura, o fator de perda aumenta devido à condutividade iônica com o aumento do teor de umidade. Para a polpa, o máximo valor do fator de perda foi de 101,523 e para a amêndoa foi de 47,8503 ambos para a temperatura de 130°C. Para o teor de cinzas, existe um aumento influenciado pelo teor de cinzas, devido ao aumento da componente iônica do fator de perda.

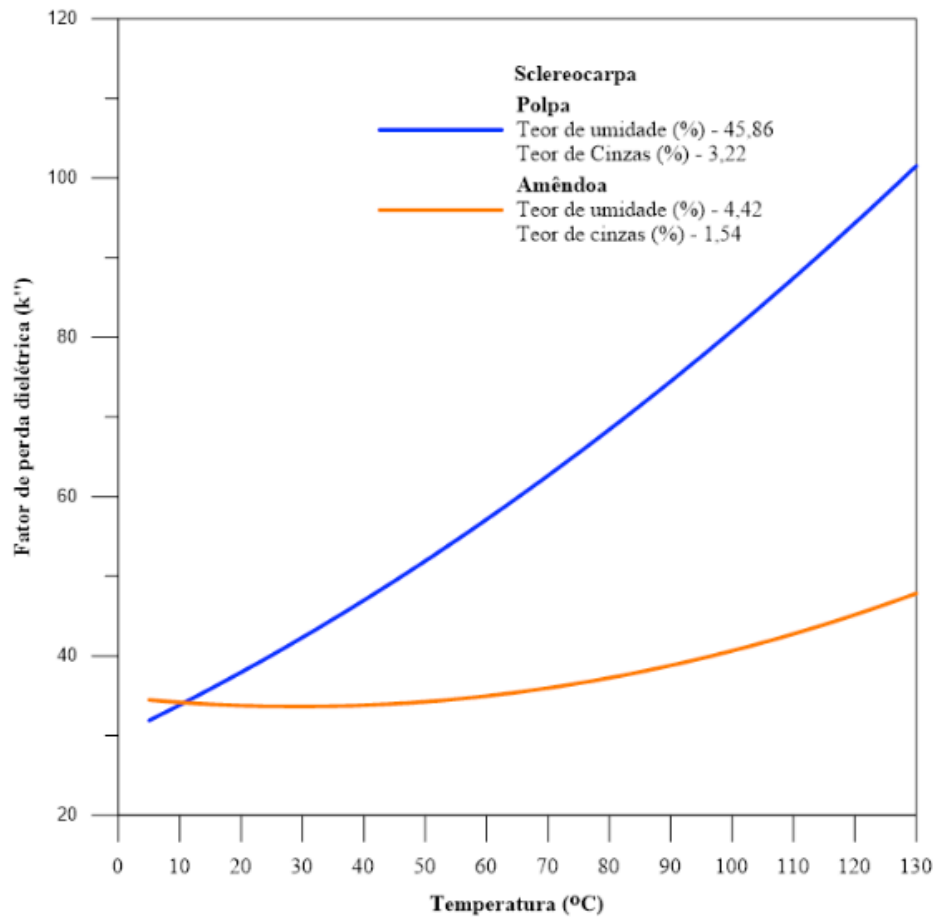


Figura 4 - Fator de perda espécie *Sclereocarpa*.

A figura 5, mostra o comportamento do fator de perda dielétrica para a espécie *Totai* a partir da equação 2 para a polpa e amêndoa respectivamente. Um comportamento semelhante a espécie *Sclereocarpa* foi observado, onde a influência do teor de umidade sobre o fator de perda dielétrica é pequena para temperaturas abaixo de 5°C. Acima desta temperatura, o fator de perda aumenta com o aumento do teor de umidade, onde o valor máximo do fator de perda foi de 64,388 para a polpa e para a amêndoa foi de 40,0137, ambos para a temperatura de 130°C, devido a condutividade iônica. Para o teor de cinzas, este aumenta com o aumento do teor de cinzas.

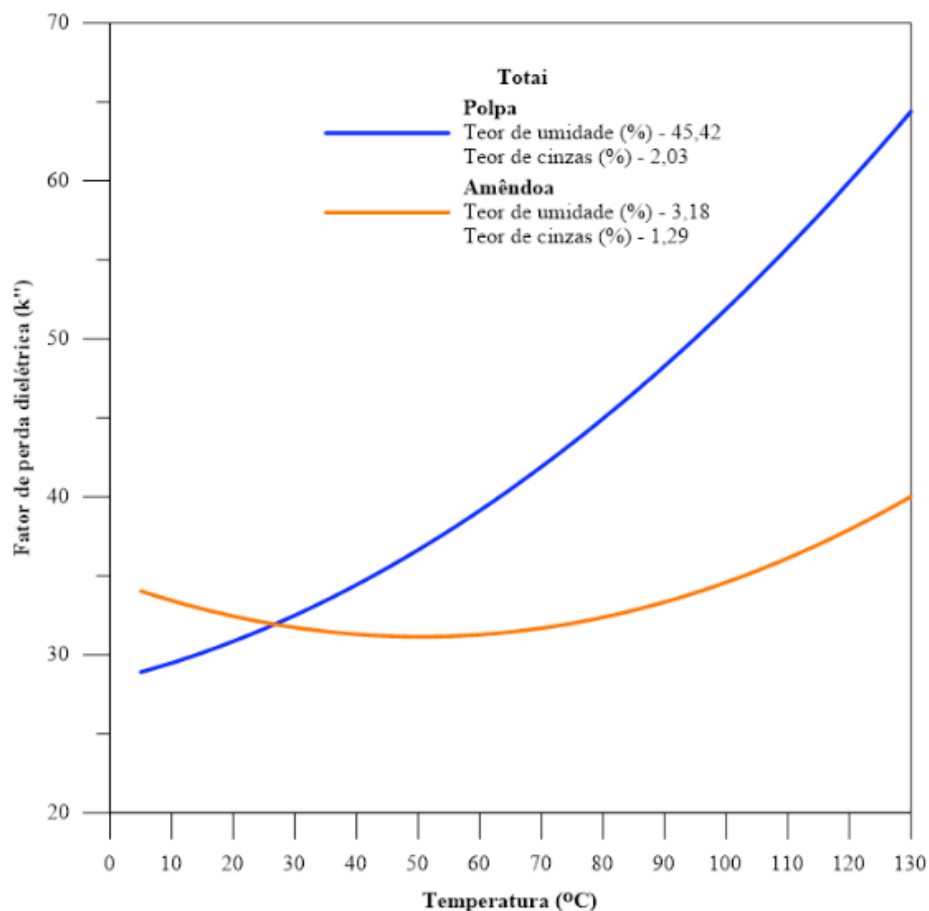


Figura 5 - Fator de perda espécie *Total*.

#### 4 | CONCLUSÃO

A avaliação teórica das duas espécies da Macaúba, *Sclereocarpa* e *Total*, mostra que a constante dielétrica ( $k'$ ) diminuem com o aumento da temperatura e aumentam com o teor de umidade em decorrência da alta polaridade da água livre. Em ambos os casos, a influência do teor de cinzas foi praticamente insignificante. Por outro lado, para o fator de perda dielétrica ( $k''$ ), levando em consideração as duas espécies, a perda dielétrica aumenta com a temperatura, com aumento do teor de umidade e também com o teor de cinzas, isso ocorre porque os três são influenciados pela condutividade iônica.

#### REFERÊNCIAS

Batista, D. E. C.; Fabris, D. J.; Cavalcante, D. C. L.; Ferraz, P. V.; Junior, A. C. B.; Ardisson, D. J.; Lemos, R. L.; Damasceno, M. S. **Monitoramento da Composição em Ésteres do Biodiesel do Óleo de Amêndoa da Macaúba (*Acrocomia acuelata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart.) em Contato Direto com Aço Carbono e o Aço Carbono Galvanizado**, Química Nova, Vol. 42, No. 4, 387-396, Belo Horizonte, 2019.

Calay, K. R.; Newborough, M.; Probert D.; Calay, S. P. Predictive Equations for the Dielectric Properties of Foods, International **Journal of Food Science and Technology**, Vol. 29, p. 699-713, 1995.

Flaker, C. H. C. **Propriedades dielétricas de suco de laranja, goiabada em pasta e filmes de gelatina**, Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

Lira, F. F.; Machado, W.; Santos, F. V. J.; Takahashi, A. S.; Guimarães, F. M.; Leal, C. A. **Avaliação da Composição Centesimal de Frutos da Macaúba**, Anais do III Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia, Vol. 2, No. 3, p. 17-20, Londrina, 2013.

Nelson, O. S. Dielectric Properties of Agricultural Materials and Their Applications, **Academic Press**, 2015.

Penãta, F. P. A. **Estudo das propriedades dielétricas de água de coco verde e suco de frutas cítricas relevantes para o aquecimento por microondas**, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

Queiroz, L. A. L.; Nascimento, C. S.; Silveira, A. L. M.; Fonseca, R. M.; Cren, E. C.; Andrade, M. H. C. **Caracterização das Propriedades Físico-Químicas da Polpa da Macaúba (Acrocomia Acuelata) após Diferentes Tratamentos Pós-Colheita e Armazenamento**, XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis, 2014.

Sipahioglu, O.; Barringer, S. A. Dielectric Properties of Vegetables and Fruits as a Function of Temperature, Ash, and Moisture Content, **Journal of Food Science**, Vol. 68, p. 234-239, 2003.

Teixeira, L. V.; Carneiro, O. C. A.; Evaristo, B. A.; Faria, H. F. B.; Donato, B. D.; Magalhães, A. M. Potential of Macauba Epicarp (Acrocomia Acuelata (Jacq.) Lodd. Ex Martius) for Briquettes Production, **Revista Floresta**, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2018.



## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acompanhamento do consumo 28, 30  
Aprendizado de máquina 19, 20, 21, 22, 37, 38, 83  
Aprendizagem profunda 37

### C

Campo eletromagnético clássico 70, 72, 79, 81  
Ciclo de rankine 1, 4  
Ciência de dados 19, 20  
Comunidades rurais 109, 110  
Constante dielétrica 11, 12, 13, 14, 15, 17  
Coordenadas do cone de luz 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81  
Cronogramas 59, 60, 61, 62, 67

### E

Ees 1, 2, 4, 5, 9  
Eficiência 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 28, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 46, 50, 56, 84, 111, 115, 119  
Eficiência energética 28, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 119  
Energia 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 44, 49, 50, 75, 109, 110, 111, 112, 116, 117, 118, 119, 120  
Energia elétrica 2, 3, 28, 29, 36, 37, 41, 44, 109, 110, 111, 117, 120  
Energia solar 109, 110, 111, 117  
Engenharia 7, 10, 11, 18, 36, 37, 44, 46, 58, 59, 62, 69, 103, 107, 108, 117, 119, 120  
Ensino-aprendizado 98  
Equação de klein-gordon-fock 70  
Experimento 98, 100, 102, 104, 107

### F

Falhas 61, 109, 115, 116, 117, 119  
Fator de perda 11, 12, 13, 15, 16, 17  
Filmes finos 46, 50, 51  
Fotocatálise heterogênea 46, 47, 48

### G

Gerenciamento 28, 29, 33, 59, 60, 61, 62, 63, 68, 69

### I

Interdisciplinaridade 98, 102, 103, 106  
Internet das coisas 26, 28, 30, 36, 44

## **K**

K-nearest neighbors 19, 20, 21

## **M**

Macaúba 11, 12, 13, 17, 18

Marketing bancário 19

Ms project 63

## **P**

Potência elétrica 37

Processos oxidativos avançados 46, 47, 48, 57, 58

Projetos 30, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 100, 103, 106, 120

Propriedades dielétricas 11, 12, 18

## **R**

Realimentador 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9

Reconhecimento automático de modulações 83

Redes neurais 19, 21, 25, 38, 83, 84, 85, 87

Regressão 20, 37, 38, 43, 44, 89

Resnet 89, 90, 91

## **S**

Substrato cerâmico 46

## **T**

Tecnologia 1, 29, 36, 56, 57, 69, 70, 84, 98, 99, 100, 104, 105, 106, 107, 117, 120

Tempo de treinamento 83, 85, 92, 94

Tratamento de águas residuais 46, 57

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**