



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ – UFOPA
INSTITUTO DE ENGENHARIA E GEOCIÊNCIAS – IEG
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

ALEX TORRES DA SILVA

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

SANTARÉM

2022

ALEX TORRES DA SILVA

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

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia na Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências.

Orientador: Nelson de Souza Amorim

SANTARÉM

2022

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
Cinzas (%)	3,22	2,03	1,54	1,29
Umidade (%)	45,86	45,42	4,42	3,18

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.

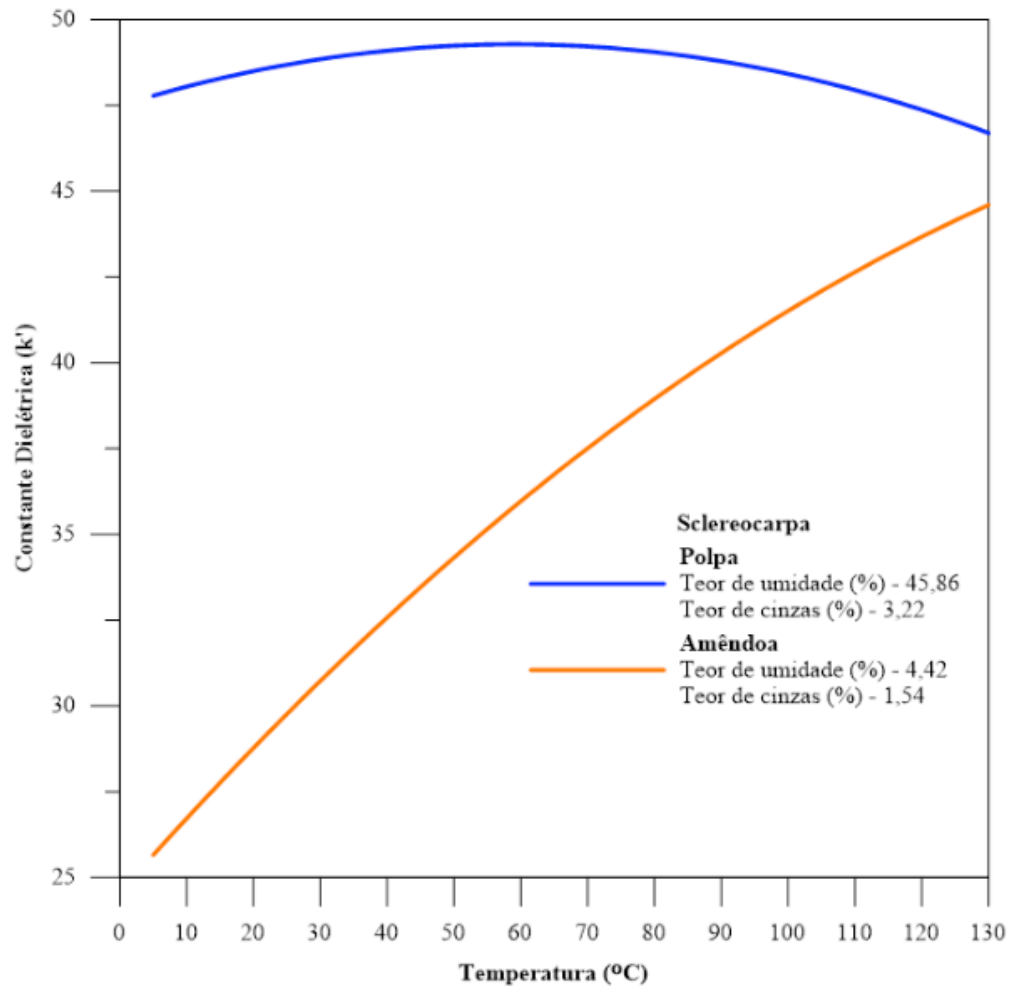


Figura 2- Constante dielétrica *Sclerocarpa*

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.

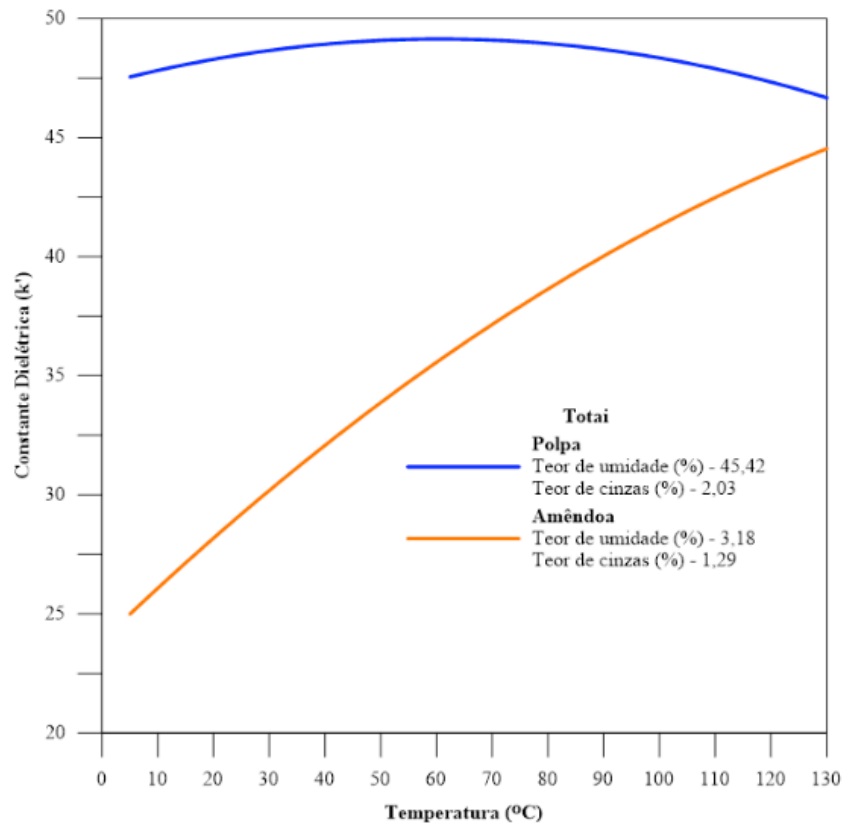


Figura 3 - Constante dielétrica espécie *Totai*.

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.

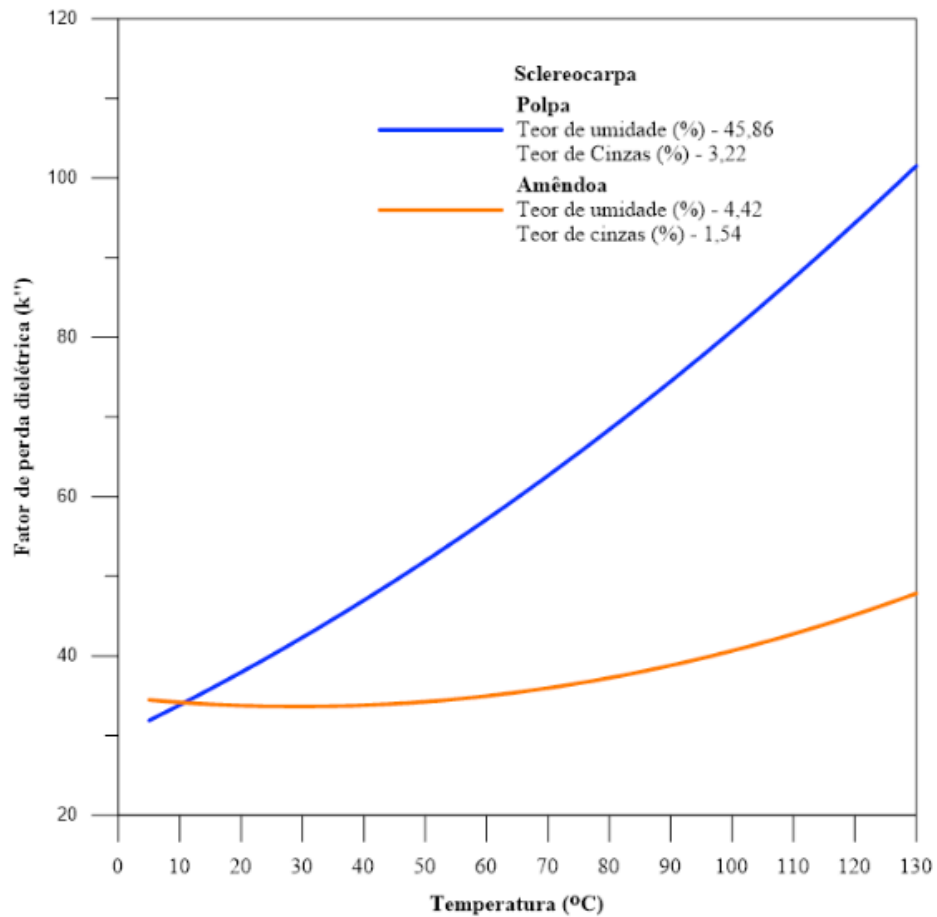


Figura 4 - Fator de perda espécie *Sclereocarpa*.

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.

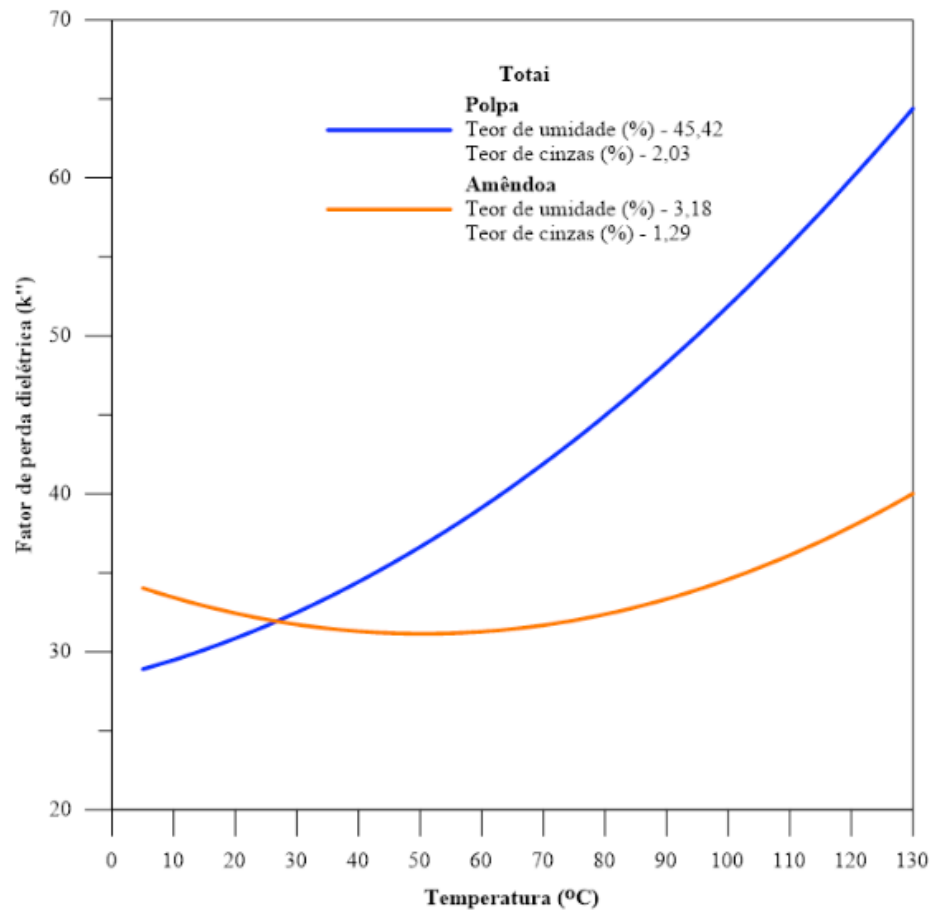


Figura 5 - Fator de perda espécie *Total*.

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.