

WESCLEN VILAR NOGUEIRA
ORGANIZADOR

TÓPICOS EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

VOLUME III



Pantanal Editora

2021

Wesclen Vilar Nogueira
Organizador

Tópicos em ciência dos alimentos
volume III



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Prof. Msc. Adriana Flávia Neu
Prof. Dra. Albys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Prof. Msc. Aris Verdecia Peña
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. Msc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto
Prof. Msc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentele-Martínez
Prof. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Prof. Msc. Mary Jose Almeida Pereira
Prof. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Prof. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Prof. Dra. Patrícia Maurer
Prof. Msc. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira
Prof. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

T673 Tópicos em ciência dos alimentos [livro eletrônico] : volume III / Organizador
Wesclen Vilar Nogueira. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021.
77p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-81460-08-2

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460082>

1. Alimentos – Análise. 2. Tecnologia de alimentos. I. Nogueira, Wesclen
Vilar.

CDD 664.07

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

APRESENTAÇÃO

À medida que a população aumenta, cresce também a necessidade de pensar a produção alimentícia. Além disso, deve ser levado em consideração as mudanças de hábitos dos consumidores, que, cada vez mais, buscam itens saudáveis e de boa qualidade. Nesse contexto, surgem alguns desafios relacionados ao processamento de alimentos para que sejam contempladas as exigências dos consumidores e as legislações vigentes.

Desta forma, o volume 3 do e-book “*Tópicos em Ciência dos Alimentos*” aborda pontos importantes para produção alimentícia, como: sistemas de produção; qualidade microbiológica; degradação de corantes utilizados na indústria; processamento de alimentos por meios alternativos; tecnologias para obtenção de novos produtos; instrumentos regulatórios, seus avanços e perspectivas. Além de caracterizar e descrever a atividade anti-inflamatória de frutos *in natura* da biodiversidade brasileira, principalmente aqueles ainda pouco conhecidos.

O conteúdo abordado em cada capítulo, demonstra os diferentes aspectos e realidades da Ciência de Alimentos, de modo a suprir a escassez de material na literatura para assuntos muitas vezes desconhecidos. Além disso, contribui para acesso ao conhecimento numa linguagem contextualizada e de fácil compreensão aos leitores. Assim, espero que os temas sejam de grande proveito e ofereçam subsídios teóricos para profissionais da área de Ciência dos Alimentos e áreas afins.

Wesclen Vilar Nogueira


SUMÁRIO

Apresentação	4
Capítulo I.....	6
Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de méis inspecionados e não inspecionados comercializados no município Picos-Pi.....	6
Capítulo II	15
Panorama da produção do leite de búfala.....	15
Capítulo III.....	21
Frutos de babaçu: Um referencial teórico sobre sua composição química e aplicações nos alimentos	21
Capítulo IV	37
Aquecimento por radiofrequência no processamento de alimentos.....	37
Capítulo V.....	52
Degradação de corantes alimentícios: uma eficiente metodologia através da aplicação de processo avançado de oxidação	52
Capítulo VI	60
Frutas da biodiversidade do Rio Grande do Sul: composição química e potencial anti-inflamatório...	60
Índice Remissivo	76
Sobre o organizador.....	77

Aquecimento por radiofrequência no processamento de alimentos

Recebido em: 14/09/2021

Aceito em: 15/09/2021

 10.46420/9786581460082cap4

Wesclen Vilar Nogueira^{1*} 

Rute Bianchini Pontuschka² 

Jaqueline Garda Buffon³ 

Carlos Prentice Hernández⁴ 

INTRODUÇÃO

Os processos térmicos são as principais tecnologias utilizadas no processamento de alimentos (Misra et al., 2017; Shewale et al., 2021). Esses processos objetivam estender a vida útil dos alimentos sem comprometer suas características físico-químicas, valor nutritivo, sabor ou cor e sua segurança. Esses tratamentos são selecionados com base na severidade do tratamento a ser realizado e da finalidade pretendida (Torrão et al., 2010). Em primeiro lugar, espera-se que o produto final tenha qualidade nutricional e organoléptica. Em segundo, espera-se que o mesmo seja econômico em relação ao consumo de energia, capital de investimento e que possa operar o maior tempo possível com o mínimo de manutenção (Selbach, 2016).

Vários fatores podem influenciar na qualidade do produto final e, por isso, é de extrema importância a escolha de um processamento adequado. Desta forma, a redução de micro-organismos, a qualidade e os custos, bem como a viabilidade prática dos processos empregados, devem ser levados em consideração (Iqbal et al., 2019). Todavia, os tratamentos térmicos convencionais muitas vezes são limitados pela distribuição irregular de calor, gerando gradientes de temperatura, e como resultado, o alimento deve ser submetido novamente pelo processo, podendo ocasionar danos térmicos por superaquecimento, acarretando mudanças químicas em sua composição, alterando de forma indesejada sua qualidade sensorial e valor nutritivo (Torrão et al., 2010).

A limitação dos métodos convencionais está sendo minimizada através de desenvolvimento de sistemas de controle e monitoramento das linhas de processamento alimentício, designs inteligentes de equipamentos e instalações, reciclagem de calor e medidas de isolamento, porém, tais medidas representam altos custos adicionais (Pereira; Vicente, 2010). Essas limitações são foco de novos estudos, tendo como

¹ Universidade Federal do Rio Grande - FURG.

² Universidade Federal de Rondônia - UNIR.

³ Universidade Federal do Rio Grande - FURG.

⁴ Universidade Federal do Rio Grande - FURG.

* Autor correspondente: wesclenvilar@gmail.com

objetivo atender às exigências dos consumidores por alimentos de alta qualidade. Paralelo a isso, as preocupações com o meio ambiente e o progresso tecnológico aliado a uma melhor percepção nutritiva, desencadearam o desenvolvimento de abordagens tecnológicas emergentes de transformação de produtos alimentares. Dentre as tecnologias, as eletromagnéticas ganharam maior interesse industrial no processamento de alimentos. Tais tecnologias têm como finalidade melhorar, substituir ou complementar as tecnologias de processamentos convencionais. Dentre as tecnologias emergentes para processamento e transformação de produtos alimentícios, destaca-se as tecnologias por radiação não ionizante, mais especificamente a radiofrequência (RF) (Boreddy et al., 2019).

A RF proporciona um aquecimento rápido, especialmente para alimentos sólidos, nos quais a transferência de calor ocorre por condução, de forma que o aquecimento do produto é mais uniforme (Kar et al., 2020). O processamento por RF é atrativo devido à sua origem volumétrica, rápido aumento da temperatura e depósito de calor, sendo neste processo a energia térmica gerada diretamente dentro do alimento (Marra et al., 2009). Este padrão de formação de calor permite superar tempos de cocção excessivos, podendo ter implicações diretas em termos de eficiência energética e de aquecimento (Pereira; Vicente, 2010). Apesar da RF ser utilizada apenas em escala industrial, ao contrário do aquecimento por micro-ondas que pode ter uso doméstico (Marra et al., 2009), o interesse por esta tecnologia de processamento tem sido evidenciado nos últimos anos tendo como foco os aspectos tecnológicos e as aplicações da RF para o processamento e preservação de alimentos.

O processamento por RF pode ser adequado para produtos cárneos (Hafezparast-Moadab et al., 2018; Laycock et al., 2003), processamento de produtos cárneos curados (Mckenna et al., 2006), tratamento pós-colheita e desinfestação de frutos e grãos (Ballom et al., 2021; Birla et al., 2005; Monzon et al., 2006; Boreddy et al., 2019), secagem de ervas (Chen et al., 2019; Ribeiro et al., 2020; Wei et al., 2019), processamento de alimentos líquidos (Awuah et al., 2005). Além de apresentar aplicações para pasteurização e (Ribeiro et al., 2020; Orsat et al., 2004) e esterilização, tendo como objetivo a redução da carga microbiana, proporcionando uma melhor qualidade ao produto final (Jantapirak et al., 2021).

A RF é um método promissor para fins de pasteurização e esterilização em relação ao aquecimento convencional. Este método apresenta capacidade de reduzir a umidade do produto de dentro para fora, igualando-a em todo o produto, evitando o superaquecimento e a desidratação de sua superfície (Orsat; Raghavan, 2005). No entanto, para a implementação total desta tecnologia no processamento de alimentos, o conhecimento das propriedades dielétricas dos alimentos a serem utilizados é um fator chave para um aquecimento eficaz (Kar et al., 2020).

O objetivo deste capítulo é abordar a RF no processamento de alimentos. A fim de garantir uma visão geral e abrangente, este capítulo incluirá uma definição, um histórico, uma descrição do mecanismo de aquecimento por RF. Além disso, são abordados exemplos de aplicações do aquecimento por RF em

processamento de alimentos que foram propostos na literatura, descrevendo os efeitos do tratamento por RF sobre os atributos de qualidade dos produtos. Além de alguns fatores que influenciam na radiação por RF.

RADIOFREQUÊNCIA

É uma técnica de aquecimento rápido por meio de radiações eletromagnéticas que oscilam simultaneamente no campo elétrico e magnético. Radiação é uma forma de transmissão espacial de energia, efetuada mediante ondas eletromagnéticas ou partículas materiais emitidas por átomos instáveis. Desta forma, radiação é uma propagação de energia e pode ser dividida pelo elemento condutor (eletromagnética, corpuscular, gravitacional), pela fonte de radiação (solar, Cherenkov, radioativa), pelos seus efeitos (ionizantes e não ionizante) e pelos tipos de radiação (alfa, beta, gama) (Simas, 2010). Porém, neste capítulo iremos nos deter às radiações eletromagnéticas caracterizadas por seus efeitos.

RADIAÇÕES IONIZANTES E NÃO IONIZANTES

Radiações se constituem em uma forma de energia, produzida por ondas eletromagnéticas ou partículas que se propagam em certa velocidade, que em contato com uma determinada matéria produz efeitos sobre ela (Lucena et al., 2017). As radiações podem ter origem a partir de fontes naturais como átomos ou por dispositivos como rádios e fornos micro-ondas (Guleria et al., 2019).

A radiação se subdivide em ionizante, que possui energia suficiente para ionizar os átomos e moléculas com os quais interage, sendo o raio X e raio gama (radiações eletromagnéticas), raio alfa, raio beta, nêutrons, prótons (radiações corpusculares) os mais conhecidos. E radiações não ionizantes, que não possuem energia suficiente para ionizar os átomos e as moléculas com as quais interagem, sendo as mais conhecidas: luz visível, infravermelho, ultravioleta, micro-ondas de aquecimento, radiofrequência e corrente elétrica (Geofery et al., 2015). As radiações que pertencem ao espectro eletromagnético ocupam diferentes posições de acordo com a sua energia e comprimento de onda (Guleria et al., 2019).

Para as radiações não ionizantes, as movimentações de cargas elétricas são a origem comum a toda as radiações eletromagnéticas, variando de acordo com sua frequência, comprimento de onda e nível energético, produzindo assim diferentes efeitos físicos e biológicos (Meneses; Almeida, 2012). A frequência é medida em Hertz (Hz), sendo 1 Hz correspondente à mudança de sentido da corrente em cada segundo. Para frequências mais elevadas são utilizadas as seguintes unidades: quilohertz (kHz) = 1000 Hz, mega-hertz (MHz) = 1000.000 Hz e giga-hertz (GHz) = 1000.000.000 Hz. Comprimento de onda é outra forma de caracterizar a variação do sentido da corrente. A energia eletromagnética não precisa de um meio material para se propagar, sendo definida como uma energia que se move na forma de ondas eletromagnéticas à velocidade da luz (300.000 km/s). A velocidade de propagação das ondas

eletromagnéticas é diretamente proporcional à sua frequência e comprimento de onda (Meneses; Almeida, 2012).

Tecnologias envolvendo o uso de ondas eletromagnéticas resultaram em imensos benefícios para a humanidade, modificando a comunicação, a medicina (Mortazavi et al., 2013), os negócios, a manufatura de bens, e outros (Meneses; Almeida, 2012; Bisht et al., 2021). Enquanto parte do espectro eletromagnético foi extensamente estudada sob o ponto de vista dos possíveis efeitos à saúde das pessoas expostas, outra parte deste espectro, com frequências muito menores, foi menos pesquisada, com resultados ainda em parte controversos (Mortazavi et al., 2013). O espectro eletromagnético é o intervalo completo da radiação eletromagnética, que contém desde as ondas de rádio, as micro-ondas, o infravermelho, a luz visível, a radiação ultravioleta, os raios X, até a radiação gama. De acordo com a frequência e comprimento de onda das ondas eletromagnéticas, pode-se definir um espectro com várias zonas (podendo haver alguma sobreposição entre elas) (Guleria et al., 2019).

HISTÓRICO DO AQUECIMENTO POR RADIOFREQUÊNCIA

Por volta de 1832, Michael Faraday descobriu a existência dos campos eletromagnéticos. Anos mais tarde, James Clerk Maxwell estabeleceu através de fórmulas matemáticas a existência e o comportamento das ondas de rádio. Em seguida, Heinrich Hertz, verificou experimentalmente a teoria de Maxwell. Porém, foi Jacques Arsene d'Arsonval quem usou o primeiro equipamento (oscilador) de alta frequência de Hertz para verificar seus efeitos em animais. E constatou que o efeito principal da radiação por RF sobre os animais era a produção de calor, tal descoberta levou à primeira unidade de terapia com uso do calor de alta frequência no Hospital Hotel Dieu, em Paris, em 1895 (Marra et al., 2009).

O uso desta tecnologia para processamento de alimentos foi reconhecido somente após a Segunda Guerra Mundial. Sherman (1946) descreveu o "calor elétrico", e como ele é produzido, sugerindo possíveis aplicações desta tecnologia para o processamento de alimentos. A radiação por RF é descrita pelo emprego na a cocção de produtos cárneos processados, aquecimento de pães, desidratação e branqueamento de vegetais. No entanto, sua aplicação na indústria de alimentos é limitada ou ausente devido ao alto custo operacional, principalmente em relação ao consumo de energia.

Na década de 1960, surgiram novos estudos em relação a aplicação da radiação por RF em alimentos, tais estudos se concentraram no processo de degelo, resultando em uma boa aceitação, com a geração de várias linhas de produção comercial (Jason; Sanders, 1962). Demeczky (1974) relatou a eficiência da radiação por RF em relação a qualidade microbiológica e sensorial quando aplicada em sucos de pêssego e laranja comparado a métodos convencionais, sugerindo potencial aplicação no processamento e preservação de alimentos.

Já na década de 1980, as aplicações comerciais para a radiação por RF na indústria de alimentos se concentraram na secagem pós-cocção de biscoitos (Rice, 1993; Mermelstein, 1998). Mais tarde, em 1990, a radiação por RF foi estudada na pasteurização, tendo como objetivo melhorar a eficiência energética e resolver problemas técnicos deste processo (Zhao et al., 2000). Apesar de a RF estar disponível na indústria alimentícia há muitos anos, sua utilização foi vagarosa. Entretanto, devido aos benefícios únicos, a RF estendeu suas aplicações e, hoje apresenta aplicações direta na indústria de alimentos (Hafezparast-Moadab et al., 2018; Boreddy et al., 2019; Chen et al., 2019; Wei et al., 2019; Ribeiro et al., 2020; Ballom et al., 2021).

PRINCÍPIOS DO AQUECIMENTO POR RADIOFREQUÊNCIA

Neste sistema, um gerador de radiofrequência cria um campo elétrico alternativo entre dois eletrodos paralelos denominados placas capacitantes (Orsat; Raghavan, 2005), unidas a um gerador alternativo de alta frequência e capacidade. Do mesmo modo que nos fornos micro-ondas, o calor é gerado por fricção das moléculas dipolares como resposta à aplicação de um campo elétrico alternativo (Ordoñez et al., 2005). A energia originada causa uma polarização, forçando as moléculas polares, como a água e as espécies iônicas, a se realinharem constantemente para enfrentar polos opostos, revertendo o campo elétrico em torno do produto (Pereira; Vicente, 2010).

Este movimento molecular é extremamente rápido devido à alta frequência do campo, que pode variar de 1 a 300 MHz (Ribeiro, 2010; Wang et al., 2002). O atrito molecular produzido pela rotação do dipolo e pela migração dos íons sob a influência do campo eletromagnético oscilante, gera calor no interior do alimento por dissipação de energia (Pereira; Vicente, 2010). Esse aquecimento ocorre quando o campo elétrico chega a 27,12 MHz, alternando mais de 100 000 000 de ciclos por segundo, fazendo com que toda a massa do alimento se aqueça de forma rápida (Guleria et al., 2019).

A quantidade de calor gerada no produto é determinada pela frequência, pela tensão aplicada, pelas dimensões do produto e pelo fator de perda dielétrica do alimento, sendo essa uma medida da facilidade com que o material pode ser aquecido por ondas de rádio (Orsat et al., 2001). A principal diferença entre o aquecimento por micro-ondas e RF é que o primeiro é um fenômeno de radiação, já o segundo é um fenômeno eletrostático (Ordoñez et al., 2005).

AQUECIMENTO POR RADIOFREQUÊNCIA NO PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS

A RF tem uma variedade de aplicações industriais como pasteurização, secagem e a cura de alimentos. Entretanto, a maioria dos estudos usando o aquecimento por radiofrequência foram desenvolvidos com produtos cárneos, tanto em termos de processamento como em relação aos efeitos do aquecimento sobre a qualidade dos alimentos (Mckenna et al., 2006; Farag et al., 2008; Hafezparast-Moadab et al., 2018; Traffano-Schiffo et al., 2018; Traffano-Schiffo, 2021; Jantapirak et al., 2021). Porém,

o aquecimento por radiofrequência já foi empregado na desinfestação de frutos e processamento de alimentos: líquidos, em pó (Dag et al., 2020; Ballom et al., 2021; Wei et al., 2021) e grãos e derivados (Sacilik et al., 2006; Wang et al., 2010; Berbert et al., 2019; Boreddy et al., 2019; Ambreena et al., 2020; Hussain et al., 2021; Indumathi et al., 2021) e alimentos diversos como soro de leite, macarrão e molho de queijo (Wang et al., 2003b), solução de amido (Piyasena et al., 2003b), pudim e massas (Zhang et al., 2004), sementes (Sacilik, 2007), legumes (Sacilik, 2007; Zhang et al., 2017), especiarias (Wang et al., 2014; Guo; Zhu, 2014; Shewale; Hebbar, 2021).

Produtos cárneos

Laycock et al. (2003) compararam a taxa de aquecimento e a qualidade de três produtos cárneos cozidos com aquecedor por RF. Os autores concluíram que o processo de cocção utilizando o aquecimento por RF reduzia o tempo em até 25 min em comparação aos métodos convencionais de cocção. Além disso, os autores observaram que a carne processada por RF apresentava menores perdas de suco, melhores níveis de cor e melhor capacidade de retenção de água em comparação aos métodos tradicionais. Orsat et al. (2004) utilizaram aquecimento por radiofrequência para pasteurizar fatias de presunto embaladas a vácuo. Posteriormente examinaram a umidade, a cor e a presença de micro-organismos, além dos atributos sensoriais. As fatias de presunto foram embaladas em três películas plásticas distintas (polietileno, polipropileno e polietileno de alta densidade), em seguida foram aquecidas por radiofrequência a temperaturas internas de 75 e 85 °C por 5 min. Os autores concluíram que o aquecimento por RF, quando combinado com os diferentes tipos de embalagens, poderia melhorar a capacidade de armazenamento do presunto, diminuindo sua carga microbiana, perda de umidade, mantendo a aceitação sensorial do produto.

Guo et al. (2006) compararam a eficácia do aquecimento por RF em relação ao banho de água quente sobre a inativação de *Escherichia coli* em carne moída. Os autores fizeram uso da mesma técnica empregada por Laycock et al. (2003). Ao final do processo constataram que a aplicação de aquecimento por RF reduziu o tempo de cocção do produto em aproximadamente 30 min em relação ao tempo de cocção por imersão. Porém, quando levaram em consideração a redução de *E. coli*, os autores observaram que ambos os métodos reduziram significativamente o micro-organismo. Além disso, o aquecimento por RF foi responsável por prolongar a vida útil do produto. Os autores sugeriram que o aquecimento por RF possui grande potencial alternativo para cocção em relação ao método tradicional utilizado.

Traffano-Schiffo (2021) analisaram os espectros dielétricos durante o tempo pós-morte em carne de frango. Os autores buscaram compreender e relacionar cada fenômeno de dispersão com o metabolismo bioquímico. Após os estudos, os autores constataram que a amplitude da constante dielétrica na dispersão β é capaz de determinar a degradação do sistema actina-miosina e também, propriedades

dielétricas em α . Jantapirak et al. (2021), avaliaram o efeito do aquecimento por RF no processamento de salsichas. Os autores constaram que o aquecimento por RF proporcionou um menor tempo para processamento do alimento, redução da microbiota (*Bacillus subtilis*) e melhor textura quando comparado ao processamento tradicional. Além disso, os autores constataram que o crescimento micro-organismos não foram detectados após 42 dias.

Frutos

O aquecimento por RF é considerado um método alternativo para a eliminação de micro-organismos e insetos presentes em frutas após a colheita (Birla et al., 2005). Isso se deve ao fato de os pesticidas tradicionais utilizados, como o bromometano, ter seu uso interrompido devido às preocupações ambientais saúde e segurança de humanos e animais. Wang et al. (2003a), estudaram de forma complexa as propriedades do tratamento da radiação por RF sobre frutos infestados com insetos. Através dos resultados os autores constataram que o tratamento por radiação age de forma rápida na eliminação das pragas. Wang et al. (2002) processaram nozes por meio RF tendo como objetivo regular as temperaturas letais para três insetos diferentes. Os autores constataram que o aquecimento igual ou superior a 55 °C resultou em 100% de mortalidade de *Amyelois transitella*, sendo está a espécie mais resistente entre os três insetos.

Shewale et al. (2021), avaliaram a secagem de maçãs utilizando RF. A eficácia do emprego de RF foi responsável por reduziu o tempo de secagem em 37% e o consumo de energia em 52%. Os autores também constataram que as fatias de maçãs preservaram bem os polifenóis, flavonóides e ácido ascórbico. Além disso, o uso de RF não afetou a cor e também melhorou a taxa de reidratação. Os autores concluíram que a aplicação de RF na etapa de secagem acelera o processo de secagem e reduz a necessidade de energia com melhor retenção dos atributos de qualidade do produto.

Alimentos líquidos

A esterilização geralmente depende de água quente pressurizada ou vapor é uma forma comum de industrialização de alimentos líquidos. E, em alguns casos pode demandar longos períodos para o processamento dos alimentos. Entretanto, estudos que fizeram uso do aquecimento por radiofrequência, demonstram os alimentos líquidos podem ser processados com regimes de tempo-temperatura mais suaves que os exigidos pelas técnicas convencionais. Além de apresentar capacidade efetiva na eliminação de micro-organismos e modificação mínima dos atributos sensoriais e nutritivos (Rosa et al., 2018).

Awuah et al. (2005) utilizaram irradiação por RF, tentando encontrar as melhores condições para inativar micro-organismos como *Listeria* e *E. coli* no leite. O impacto do tratamento com RF também foi testado na inativação microbiana em sucos de laranja e maçã (Geveke; Brunkhorst, 2004; Geveke et al.,

2007; Geveke; Brunkhorst, 2008). Os tratamentos de RF neste caso foram avaliados em um intervalo de frequência (15 kHz a 41 kHz) que permitia um aumento suave da temperatura do produto, que ao término do processo atinge ao máximo de 65 °C. Sob as condições experimentais, os resultados demonstraram que a radiação por RF apresentava potencial de inativação para *E. coli* tanto no suco de laranja quanto no suco de maçã. Além de avaliar a inativação microbiana, os autores observaram que não houve perda de ácido ascórbico no suco de laranja tratado com radiação por RF.

Rosa et al. (2018) utilizaram a combinação de RF e temperatura para esterilizar leite cru e avaliaram o impacto desta técnica na qualidade do leite e nos aspectos de segurança e qualidade, durante um período de armazenamento de 55 dias a 4 °C. Após o período dos experimentos, os autores constataram que o leite apresentava características físico-químicas e microbiológicas aceitáveis. Além disso, quando avaliado o sabor e a aparência, verificou-se que as modificações nas propriedades sensoriais eram mínimas. Os autores concluíram que o aquecimento por RF é adequado para o processamento de leite com uma vida útil de até 45 dias sem alterações significativas dos atributos organolépticos e nutricionais

O PAPEL DA GEOMETRIA, DA FORMA E DA POSIÇÃO DO PRODUTO NO AQUECIMENTO POR RF

Diversos estudos mostram interesse em compreender o papel da geometria, da forma, da posição e orientação do produto em relação aos eletrodos no aquecimento por RF. Orsat et al. (2001) processaram bastões de cenoura em um sistema de aquecimento por RF. Na primeira experiência, que foi realizada com bastões de cenoura de 2 cm, eles observaram que o experimento produziu um aumento de temperatura muito lento dentro do produto, demorando 5 minutos para atingir 40 °C a partir de uma temperatura inicial de 6 °C. No segundo experimento, os autores aumentaram a espessura dos bastões 2 para 5 cm, e relataram que a temperatura interna aumentou de 6 para 60 °C num intervalo entre 2 e 7 min. Dependendo da posição do alimento, porém, algumas regiões da amostra foram aquecidas de forma irregular. Em um terceiro experimento, com bastões de 6,5 cm de espessura a temperatura interna de 60 °C foi alcançada entre 80 e 140 s. Em geral, pode perceber que um aumento na massa provocou melhor aquecimento por RF.

Wang et al. (2005) submetem nozes em casca ao aquecimento por RF. Porém, para que o aquecimento das nozes fosse uniforme, foi utilizado agitação devido às diferenças de orientação e localização. Os autores avaliaram os efeitos da quantidade de nozes, orientação e posição sobre os padrões de aquecimento durante os tratamentos RF por simulação computacional. Os autores constataram que o aumento no desvio padrão das temperaturas das nozes em qualquer etapa do uso do aquecimento de RF aumentou linearmente com o aumento da temperatura média. E, observaram que a uniformidade das nozes tem influência significativa no número de agitações necessárias para atingir o objetivo do estudo.

Romano e Marra (2008), propôs uma análise teórica de fenômenos físicos durante o aquecimento de RF de um alimento, em forma de cubo, cilindro ou esfera. O objetivo foi analisar os efeitos da forma e orientação da amostra sobre a taxa de aquecimento e a distribuição de temperatura. A matéria-prima utilizada para o desenvolvimento foram amostras de carne cortadas como cubo, cilindro e esfera. Os resultados relatados mostraram uma grande influência da forma da amostra na taxa de aquecimento e na distribuição da temperatura dentro da amostra. Dentre as formas investigadas pelos autores, os cubos foram mais adequados para o tratamento de RF, uma vez que os produtos em forma cúbica sofriam um aquecimento rápido e uniforme, com uma boa absorção de energia. No caso de produtos de forma cilíndrica, os autores recomendaram uma orientação vertical durante o tratamento, uma vez que os cilindros orientados horizontalmente apresentaram um aquecimento mais lento, caracterizado por distribuição de temperatura irregular.

VANTAGEM E LIMITAÇÕES DO AQUECIMENTO POR RF

A radiação por RF tem sido usada com sucesso para o aquecimento, secagem e esterilização de muitos produtos alimentícios. Comparado com os métodos convencionais (e.g. micro-ondas e aquecimento ôhmico), o processamento por RF oferece as seguintes vantagens (Luechapattanaporn et al., 2005; Marra et al., 2009): I - Não existe contato direto entre o produto e os eletrodos, pois as ondas de RF penetram através de embalagens convencionais de papelão ou plástico, ocasionando o aquecimento do produto; II - A radiação por RF garante um aquecimento mais uniforme e com maior profundidade de penetração devido sua faixa de frequência ser mais baixa e os comprimentos de onda mais longos em relação aos métodos convencionais como as micro-ondas e; III - Tem-se pouca perda de energia nesse processo, são mínimas quando comparadas aos métodos convencionais. Além de reduzir a deterioração térmica dos alimentos.

Entretanto, as propriedades dos alimentos desempenham um papel importante na radiação por RF, mas são influenciadas por uma variedade de fatores que podem limitar seu uso (Piyasena et al., 2003a). Dentre as limitações podem ser citadas: o teor de umidade é um fator crítico (Tang, 2005), a frequência do campo eletromagnético, a temperatura do material, a densidade, a composição química e a estrutura do material também possuem influência (Piyasena et al., 2003b).

Além disso, uma vez que a RF está dentro da faixa de radar, as bandas de frequência que podem ser utilizadas para aplicações diferentes das comunicações são limitadas por regulamentos de Compatibilidade Eletromagnética, sendo estas estabelecidas por regulamentos específicos, como consequência direta do uso de frequências para outras aplicações, tais como comunicação militar, canais de rádio e telefonia móvel. Apesar de as bandas no aquecimento por radiofrequência variarem de 1 a 300

MHz, apenas as bandas de 13,56; 27,12 e 40,68 MHz são utilizadas para aplicações industriais, científicas e na área da saúde (Wang et al., 2002).

CONCLUSÃO

Nos últimos anos foram produzidos inúmeros trabalhos utilizando o aquecimento de RF e é provável que os estudos nesta área continuem levando em consideração que o método apresenta aquecimento rápido, oferecendo uma vantagem de velocidade considerável em relação aos métodos de aquecimento convencionais. No entanto, mesmo apresentando esta vantagem e o fato de esta tecnologia estar disponível há muitos anos, a sua utilização pela indústria tem sido relativamente lenta.

Essa falta de aceitação até o momento deve-se: I - À falta de informação aprofundada disponível sobre o seu impacto em todos os aspectos da qualidade do produto. Nas duas últimas décadas, verificou-se um número substancial de publicações na área da qualidade das carnes processadas por RF, mas isto deve ser replicado numa gama mais vasta de produtos alimentares. A disponibilidade de tais informações ajudará a convencer os processadores dos benefícios desta tecnologia; II - Como potencial técnica de pasteurização/esterilização, é necessário ampliar estudos sobre a eficácia da RF para inativar microorganismos e seu impacto na qualidade do produto e na vida útil. Além disso, é necessário desenvolver uma maior compreensão da distribuição da temperatura dentro dos produtos; III - Avaliar os custos de capital reais para instalações iniciais e estimar os custos de energia envolvidos em tratamentos específicos, a fim de investigar mais a eficiência e economia do processamento RF; IV - Necessidade contínua de produção de dados dielétricos sobre os gêneros alimentícios e as embalagens potenciais. Esta informação é a chave para melhorar a compreensão da distribuição de temperatura para a aplicação de sistemas de aquecimento de RF.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ambreena N et al. (2020). Physicochemical and microbial stability of wheat bread as influenced by the supplementation of radiofrequency stabilized rice bran. *Applied Biological Research*, 22(2): 147-157.
- Awuah GB et al. (2005). Inactivation of *Escherichia coli* K-12 and *Listeria innocua* in milk using radio frequency (RF) heating. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6(4): 396-402.
- Ballom K et al. (2021). Radiofrequency pasteurization against *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* in cocoa powder. *LWT - Food Science and Technology*, 145(1): 111490.
- Berbert PA et al. (2019). Predicting sorghum moisture content with radiofrequency dielectric functions. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 12(2): 222-231.
- Birla SL et al. (2005). Quality of oranges as influenced by potential radio frequency heat treatments against Mediterranean fruit flies. *Postharvest Biology and Technology* 38(1): 66-79.

- Bisht B et al. (2021). Food irradiation: Effect of ionizing and non-ionizing radiations on preservation of fruits and vegetables - a review. *Trends in Food Science & Technology*, 114(1): 372-385.
- Boreddy SR et al. (2019). Radiofrequency-assisted thermal processing of soft wheat flour. *Journal of Food Science*, 1(1):1-9.
- Chen L et al. (2019). Inactivation of *Salmonella enterica* and *Enterococcus faecium* NRRL B-2354 in cumin seeds by radiofrequency heating. *Food Control*, 103(1): 59-69.
- Dag D et al. (2020). Developments in radio frequency pasteurization of food powders. *Food Reviews International*, 1(1): 1-18.
- Demeczky M (1974). Continuous pasteurization of bottled fruit juices by high frequency energy. In: *Proceedings of IV international congress on food science and technology*, 4(Anais): 11-20.
- Farag KW et al. (2008). A comparison of conventional and radio frequency tempering of beef meats: Effects on product temperature distribution. *Meat Science*, 80(2): 488-495.
- Geofery L et al. (2015). Evaluation of the knowledge and awareness of non-ionizing radiation among final year students of college of medical science University of Maiduguri. *International Research Journal of Pure and Applied Physics*, 3(3): 8-14.
- Geveke DJ; Brunkhorst C (2004). Inactivation of *Escherichia coli* in apple juice by radio frequency electric fields. *Journal of Food Science*, 69(3): 134-138.
- Geveke DJ et al. (2007). Radio frequency electric fields processing of orange juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8(4): 549-554.
- Geveke DJ, Brunkhorst C (2008). Radio frequency electric fields inactivation of *Escherichia coli* in apple cider. *Journal of Food Engineering*, 85(2): 215-221.
- Guleria R et al. (2019). Harmful effects of ionizing radiation. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 7(12): 2-4.
- Guo et al. (2006). Efficacy of radio frequency cooling in the reduction of *Escherichia coli* and shelf stability of ground beef. *Food Microbiology*, 23(2): 112-118.
- Guo W, Zhu X (2014). Dielectric Properties of Red Pepper Powder Related to Radiofrequency and Microwave Drying. *Food and Bioprocess Technology*, 7(1): 3591-3601.
- Hafezparast-Moadab N et al. (2018). Effects of radiofrequency-assisted freezing on microstructure and quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 47(1): 81-87.
- Hussain SZ et al. (2021). Effect of radiofrequency induced accelerated ageing on physico-chemical, cooking, pasting and textural properties of rice. *LWT - Food Science and Technology*, 139(1): 110595.

- Iqbal A et al. (2019). Activation and inactivation mechanisms of polyphenol oxidase during thermal and non-thermal methods of food processing. *Food and Bioproducts Processing*, 117(1): 170-182.
- Indumathi C et al. (2021). Impact of radiofrequency disinfestation on *Tribolium castaneum* (Herbst) in wheat flour and its influence on the functional characteristics of wheat flour. *Journal of Food Processing and Preservation*, 1(1): e15770.
- Jantapirak S et al. (2021). Effect of radiofrequency heating of vacuum-packed nitrite-free sausage on quality properties and microorganism inactivation. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 85(4): 907-915.
- Jason AC, Sanders HR (1962). Dielectric thawing of fish. II. Experiments with frozen white fish. *Food Technology*, 16(6): 107-112.
- Kar A et al. (2020). Effect of traditional and radiofrequency assisted thermal processing on the gel firmness of egg white powder. *LWT - Food Science and Technology*, 133(1): 110091.
- Laycock L et al. (2003). Radio frequency cooking of ground, comminuted and muscle meat products. *Meat Science*, 65(3): 959-965.
- Lucena EA et al. (2017). Radiação ionizante, energia nuclear e proteção radiológica para a escola. *Brazilian Journal of Radiation Sciences*, 5(1): 1-17.
- Luechapattanaporn K et al. (2005). Sterilization of scrambled eggs in military polymeric trays by radio frequency energy. *Journal of Food Science*, 70(4): 288-294.
- Marra F et al. (2009). Radio frequency treatment of foods: Review of recent advances. *Journal of Food Engineering*, 91(4): 497-508.
- Mckenna BM et al. (2006). Advances in radio frequency and ohmic heating of meats. *Journal of Food Engineering*, 77(2): 215-229.
- Meneses PR, Almeida T (2012). Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. 1 ed. Brasília: UNB. 277p.
- Mermelstein NH (1998). Microwave and radio frequency drying. *Food Technology*, 52(11): 84-86.
- Misra NN et al. (2017). Landmarks in the historical development of twenty first century food processing technologies. *Food Research International*, 97(1): 318-339.
- Monzon ME et al. (2006). Effect of radio frequency heating as a potential quarantine treatment on the quality of 'Bing' sweet cherry fruit and mortality of codling moth larvae. *Postharvest Biology and Technology*, 40(2): 197-203.
- Mortazavi SMJ et al. (2013). The study of the effects of ionizing and non-ionizing radiations on birth weight of newborns to exposed mothers. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine*, 4(1): 213-217.

- Ordoñez JA et al. (2005). Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. 1 ed. Porto Alegre: Artmed. 294p.
- Orsat V et al. (2001). Radio-frequency treatment for ready-to-eat fresh carrots. *Food Research International*, 34(1): 527-536.
- Orsat V et al. (2004). Radio-frequency heating of ham to enhance shelf-life in vacuum packaging. *Journal of Food Process Engineering*, 27(1): 267-283.
- Orsat V, Raghavan GSV (2005). Radio-Frequency Processing. *Emerging technologies for food processing*, 17(1): 445-468.
- Pereira RN; Vicente AA (2010). Environmental impact of novel thermal and non-thermal technologies in food processing. *Food Research International*, 43(1): 1936-1943.
- Piyasena P et al. (2003a). Radio frequency heating of foods: principles, applications and related properties. A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43(6): 587-606.
- Piyasena P et al. (2003b). Dielectric properties of starch solutions as influenced by temperature, concentration, frequency and salt. *Journal of Food Process Engineering*, 26(1): 93-119.
- Rice J (1993). RF technology sharpens bakery's competitive edge. *Food Processing* 6(1): 18-24.
- Ribeiro NG et al. (2020). Tecnologias Emergentes: Úteis Para Estabilidade De Prebióticos? *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, 1(8): 30-54.
- Ribeiro EP (2010). Processos - Tecnologias Inovadoras. FIESP e ITAL (org.). *Brazil Food Trends*. São Paulo: Gráfica Ideal, 129-143p.
- Romano V, Marra F (2008) A numerical analysis of radio frequency heating of regular shaped foodstuff. *Journal of Food Engineering*, 84(3): 449-457.
- Rosa ARD et al. (2018). Radio frequency heating of milk—effects on quality, safety, and shelf life assessed using artificial senses and chemometric tools. *Electronics*, 7(12):1-12.
- Sacilik K et al. (2006). Dielectric properties of flaxseeds as affected by moisture content and bulk density in the radio frequency range. *Biosystems Engineering*, 93(2): 153-160.
- Sacilik K (2007). Effect of drying methods on thin-layer drying characteristics of hull-less seed pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Journal of Food Engineering*, 79(1): 23-30.
- Sacilik K et al. (2007). Moisture content and bulk density dependence of dielectric properties of safflower seed in the radio frequency range, *Journal of Food Engineering*, 78(4): 1111-1116.
- Selbach CM (2016). Avaliação do efeito da aplicação de aquecimento ôhmico na qualidade do leite de castanha de caju. *UFRGS*, 12(1): 1-46.
- Simas MMS (2010). Efeitos da radiação gama sobre microbiota fúngica e micotoxinas encontradas em ração de frango de corte. Programa de Pós-Graduação do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (Tese), São Paulo. 63p.

- Sherman VW (1946). Food Industry. 1 ed. 628p.
- Shewale SR et al. (2021). Application of radiofrequency heating and low humidity air for sequential drying of apple slices: Process intensification and quality improvement. *LWT - Food Science and Technology*, 135(1): 109904.
- Shewale SR, Hebbar HU (2021). Low humidity air and radiofrequency wave based sequential drying of *Rosmarinus officinalis* for improvement of quality. *Industrial Crops and Products*, 162(1): 113303.
- Tang J (2005). Dielectric properties of foods. Schubert H e Regier M (org.). *The Microwave Processing of Foods*. Cambridge: Woodhead Publishing, 22-40p.
- Torrão et al. (2010). Processamento geral de alimentos: microndas. Instituto Politécnico de Coimbra, 3(1): 1-29.
- Traffano-Schiffo MV et al. (2018). Innovative photonic system in radiofrequency and microwave range to determine chicken meat quality. *Journal of Food Engineering*, 239(1): 1-7.
- Traffano-Schiffo MV (2021). New methodology to analyze the dielectric properties in radiofrequency and microwave ranges in chicken meat during postmortem time. *Journal of Food Engineering*, 292(1): 110350.
- Wang S et al. (2002). Process protocols based on radio frequency energy to control field and storage pests in in-shell walnuts. *Postharvest Biology and Technology*, 26(3): 265-273.
- Wang S et al. (2003a). Dielectric properties of fruits and insect pests as related to radio frequency and microwave treatments. *Biosystems Engineering*, 85(2): 201-212.
- Wang Y et al. (2003b). Sterilization of foodstuffs using radio frequency heating. *Journal of Food Science*, 68(2): 539-544.
- Wang S et al. (2005). Mathematical modelling of heating uniformity for in-shell walnuts subjected to radio frequency treatments with intermittent stirrings. *Postharvest Biology and Technology*, 35(1): 97-107.
- Wang S et al. (2010). Developing postharvest disinfection treatments for legumes using radio frequency energy. *Bio systems Engineering*, 105(3): 341-349.
- Wang Y et al. (2014). Developing hot air-assisted radio frequency drying for in-shell macadamia nuts. *Food and Bioprocess Technology*, 7(1): 278-288.
- Wei X et al. (2019). Radiofrequency pasteurization process for inactivation of *Salmonella* spp. and *Enterococcus faecium* NRRL B-2354 on ground black pepper. *Food Microbiology*, 82(1): 388-397.
- Wei X et al. (2021). Heating of milk powders at low water activity to 95°C for 15 minutes using hot air-assisted radio frequency processing achieved pasteurization. *Journal of Dairy Science*, 104(9): 9607-9616.
- Zhang L et al. (2004). Effect of radio frequency cooking on texture, colour and sensory properties of a large diameter comminuted meat product. *Meat Science*, 68(2): 257-268.

Zhang Z et al. (2017). Pilot-scale radiofrequency blanching of potato cuboids: heating uniformity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(1): 1-21.

Zhao Y et al. (2000). Using capacitive (radio frequency) dielectric heating in food processing and preservation – a review. *Journal of Food Process Engineering*, 23(1): 25-55.

ÍNDICE REMISSIVO

A

alimentos, 43
aquecimento, 37, 41
Attalea speciosa, 22

B

butiá, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 70, 71

C

carotenoides, 60, 62, 64, 66, 67, 68, 70
composição, 17

D

degradação, 52

F

fenólicos, 60, 62, 64, 66, 67, 69, 70
físico-química, 6, 8, 11

Foto-Fenton, 53, 55, 56, 57

J

jaboticaba, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71

M

mel, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
microbiológica, 6, 8, 10

P

picos, 6, 8, 10
pitanga, 60, 61, 63, 64, 67, 68, 69, 70, 71

Q

qualidade, 6, 8, 11, 12

R

radiofrequência, 39, 40, 41

SOBRE O ORGANIZADOR



 Wesclen Vilar Nogueira

Graduado em Engenharia de Pesca pela UNIR. Mestre e doutorando em Engenharia e Ciência de Alimentos pela FURG.



ISBN 978-658146008-2



9

786581

460082

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br