

# APLICAÇÃO DE AQUECIMENTO ÔHMICO PARA TRATAMENTO TÉRMICO DE POLPAS DE FRUTAS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
Laboratório de Tecnologia e Processamento de Alimentos



Débora Pez Jaeschke, Giovana D. Mercali, Júlia R. Sarkis, Ligia D. Ferreira Marczak e Isabel C. Tessaro

## Introdução

O aquecimento ôhmico (AO) é uma técnica de processamento aplicada a alimentos que consiste na passagem de corrente elétrica alternada através de uma amostra, transformando energia elétrica em energia térmica, promovendo um aumento de temperatura no interior da mesma. *O objetivo deste trabalho foi projetar, construir e validar um sistema de aquecimento ôhmico em escala de bancada para pasteurização de polpas de mirtilo e acerola.*

## Metodologia

O Sistema de aquecimento ôhmico e a interface do software utilizado para aquisição de dados estão apresentados nas Figuras 1 e 2.

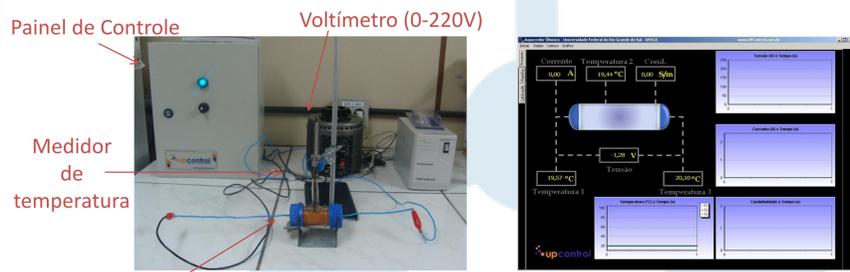


Figura 1 – Sistema de aquecimento ôhmico. Figura 2 - Interface do software de aquisição de dados.

### Célula 1

Dimensões: 8,47 cm de comprimento e 3,2 cm de diâmetro.

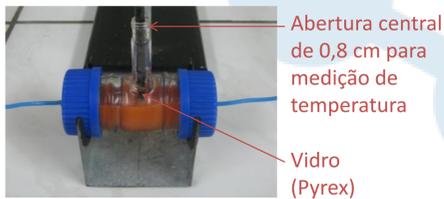


Figura 3 – Fotografia da célula 1.

### Célula 2

Dimensões: 2 cm de comprimento, 3 cm de diâmetro e área de seção transversal de 7,06 cm<sup>2</sup>.

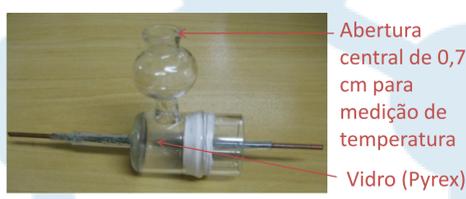


Figura 4 – Fotografia da célula 2.

A célula 2 foi modificada adicionando-se um orifício em uma de suas extremidades, para controle da temperatura neste ponto. Com isso, a célula ôhmica passou a ter 3,6 cm de comprimento.

### Cálculo da condutividade elétrica

Calculada a partir da equação:

$$\sigma = \frac{L \cdot I}{A \cdot V}$$

$\sigma$  = condutividade elétrica (S/m)  
L = espaço entre os eletrodos (m)  
A = área da seção transversal da amostra (m<sup>2</sup>)  
I = corrente através da amostra (A)  
V = voltagem através da amostra (V)

### Obtenção das polpas

**Polpa de acerola:** fornecida pela Empresa *Mais Fruta*.

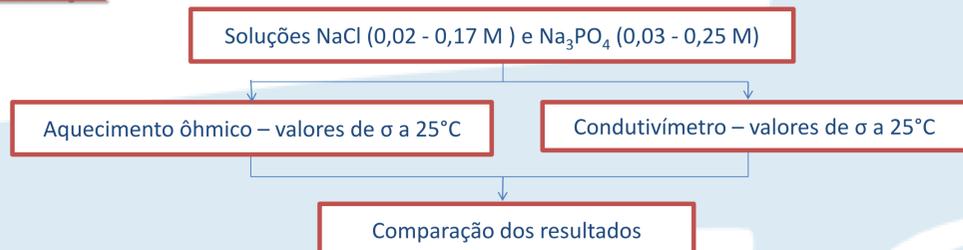
**Polpa de mirtilo:** elaborada através da trituração dos frutos adquiridos da empresa *Italbraz*.

### Desaeração

Para eliminar as bolhas de ar oclusas nas polpas foi realizado o seguinte procedimento:



### Validação



### Determinação de diferenças de temperatura

Foram realizados testes utilizando sensores de temperatura portáteis tipo Pt-100 em dois locais diferentes da célula:

- Soluções de NaCl 0,16M - tensão de 80V;
- Polpa de acerola - tensão de 90V.

O teste foi realizado para avaliar a hipótese de ocorrência de zonas mais quentes no interior da célula que promoveriam a ebulição das polpas, o que seria uma possível explicação para a formação das bolhas de ar.

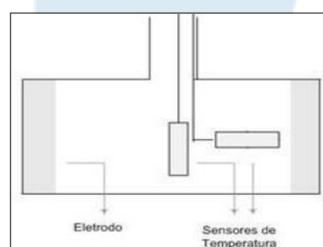


Figura 5 – Esquema do posicionamento dos sensores dentro da Célula Ôhmica.

## Resultados e Discussão

### Validação

A diferença entre as medidas do aquecedor ôhmico e do condutivímetro, para as duas células, foi inferior a 5% para todas as soluções salinas analisadas.

### Experimentos com a Célula 1

Na Figura 7 observam-se os experimentos realizados com as polpas de acerola e mirtilo para avaliar a aplicabilidade do sistema no tratamento térmico de alimentos.

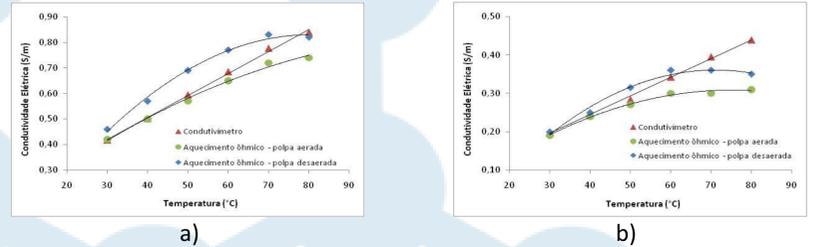


Figura 6 – Gráfico da condutividade elétrica das polpas de a) acerola e b) mirtilo em função da temperatura, utilizando a célula 1.

O comportamento da condutividade elétrica com a temperatura foi linear para análises com o condutivímetro e quadrático para os valores obtidos no AO. O comportamento quadrático, visualizado na Figura 7, é devido a formação de bolhas que podem ser originárias de três fenômenos distintos:

- bolhas presentes na polpa incorporadas durante o processamento;
- bolhas de hidrogênio decorrentes da dissociação iônica;
- bolhas de ar formadas pela ebulição da água contida nas polpas, devido a uma diferença de temperatura entre o centro e as extremidades da célula.

### Diferença de temperatura

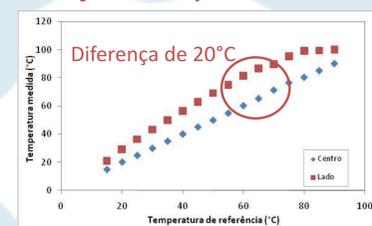


Figura 7 – Diferença de temperatura entre dois pontos da célula ôhmica utilizando solução de NaCl 0,16M.

Para minimizar a diferença de temperatura encontrada na célula foi elaborada uma nova célula com menor comprimento.

### Experimentos com a Célula 2

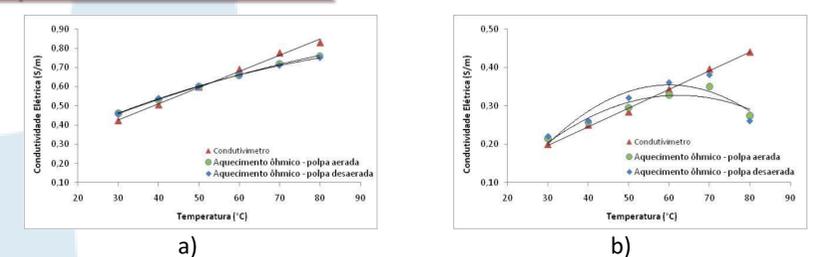


Figura 8 – Gráfico da condutividade elétrica da polpa de acerola em função da temperatura da polpa de a) acerola e b) mirtilo, utilizando a célula 2.

Assim como para a célula 1, os testes realizados com a célula 2 apresentaram comportamento quadrático para as polpas de acerola e de mirtilo devido a formação de bolhas de ar.

### Diferença de temperatura

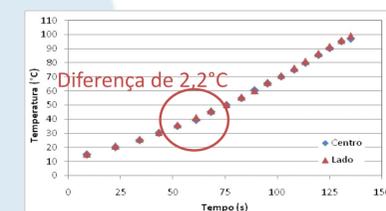


Figura 9 – Diferença de temperatura entre dois pontos da célula ôhmica 2 utilizando solução de NaCl 0,16M.

Em comparação com a célula ôhmica 1, menores diferenças de temperatura foram observadas.

## Conclusão

O equipamento desenvolvido apresentou desempenho satisfatório com relação à aquisição de dados e ao aquecimento das substâncias testadas. Os testes com as soluções salinas validaram o aparato experimental, com erro inferiores a 5%.

As polpas de acerola e mirtilo mostraram um comportamento quadrático da condutividade elétrica com a temperatura, diferente do comportamento linear obtido com o uso do condutivímetro. A desaeração das polpas mostrou-se insuficiente para explicar esta diferença.

Testes de monitoramento de temperatura em diferentes pontos da célula ôhmica 1 demonstraram diferenças de temperatura de até 27°C. Na célula 2 esta diferença foi reduzida para 6°C.

Atualmente uma nova célula está sendo desenvolvida. Esta possui um sistema de agitação que permitirá uma melhor uniformidade de aquecimento.

## CONTATOS

- e-mail: debora\_jaeschke@hotmail.com
- Telefone: (51) 9121-7668 ou (51) 3308-3638



## AGRADECIMENTOS

