

## EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA DESIDRATAÇÃO CONVECTIVA DE KIWI

*Francisco de Paulo R. GOMES<sup>1</sup>; Aline Ledorina Pereira PAULO<sup>2</sup>; Guilherme Cañete VEBBER<sup>3</sup>; Cleber Rabelo da ROZA<sup>4</sup>; Adriana Cibele Mesquita DANTAS<sup>5</sup>; Jacinto da Silva ESTEVES<sup>6</sup>.*

<sup>1</sup>Bolsista de iniciação científica, Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS); <sup>2</sup> Aluna colaboradora no projeto. Unidade de Caxias do Sul. UERGS;

E-mails: [francisco-gomes@uergs.edu.br](mailto:francisco-gomes@uergs.edu.br); [aline-paulo@uergs.edu.br](mailto:aline-paulo@uergs.edu.br); [guilherme-vebber@uergs.edu.br](mailto:guilherme-vebber@uergs.edu.br); [cleber-roza@uergs.edu.br](mailto:cleber-roza@uergs.edu.br); [adriana-dantas@uergs.edu.br](mailto:adriana-dantas@uergs.edu.br); [jacinto-esteves@uergs.edu.br](mailto:jacinto-esteves@uergs.edu.br).

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar que fatores tornam o processo de desidratação mais eficiente em relação ao consumo de energia. Foi construído um desidratador para verificar a influência do método de pré-tratamento, umidade do ar, temperatura, energia consumida e a vazão do ar na eficiência energética do aparelho. O consumo de energia foi avaliado em função da abertura de entrada de ar no equipamento, utilizando aberturas de 9, 18, 27 e 36 cm<sup>2</sup>, variação na vazão do ar dentro da câmara de desidratação. Foi analisado o consumo de energia elétrica por quantidade de água removida. Foram utilizadas duas contraprovas, uma com pré-tratamento osmótico e outra sem pré-tratamento. Os menores consumos de energia observados foram os das contraprovas sem pré-tratamento, com um consumo de 12,56 kJ/g, depois com pré-tratamento por osmose, que resultou em um consumo de 13,69 kJ/g, e com pré-tratamento por branqueamento, com um consumo de 14,26 kJ/g.

### INTRODUÇÃO

Originário da Ásia, o fruto kiwi (*Actinidia deliciosa*, A. Chev.) é rico em vitamina C e fibras que contribuem para o funcionamento do sistema digestivo humano, e a sua cultura vem se destacando pela crescente elevação de consumo e incremento de área cultivada, em especial nos estados do sul do Brasil, a partir de 1985 (SOQUETTA et al., 2016).

De acordo com Bezerra (2007), a demanda cada vez maior de alimentos saudáveis por um consumidor cada vez mais exigente, somado a diversidades como as condições climáticas e as longas distâncias entre os centros produtores e consumidores, são fatores que justificam o uso de tecnologias como métodos de conservação.

O branqueamento é um processo térmico de curto tempo de aplicação, com características de pré-tratamento, pois precede o início de outros processos de elaboração industrial. Seu objetivo é desenvolver ações como: produzir a inativação de enzimas que afetam a qualidade dos produtos, causando a sua degradação; ajudar na higienização do alimento, reduzindo a quantidade de microrganismos; amolecer e inchar os tecidos vegetais; desprender os gases contidos nos tecidos vegetais, reduzindo a corrosão das embalagens metálicas e facilitando a obtenção de vácuo no espaço livre; e favorecer a fixação da coloração de certos pigmentos de vegetais (SILVA, et. al., 2005).

Alimentos desidratados proporcionam produtos compactos, fáceis de transportar e com valor nutricional concentrado, já que neste processo a água é removida. A retirada da água, através da secagem, é um método eficaz de controle do desenvolvimento microbiano, o que proporciona estabilidade no armazenamento (PENA et al., 2008).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Um desidratador foi desenvolvido e montado na unidade, utilizando como fonte de aquecimento partes de um aquecedor de quartzo, e equipado com aparelhos para o monitoramento de temperatura, umidade e velocidade do ar. As amostras de kiwi foram cedidas pela empresa “Silvestrin Frutas” e, devido a sua padronização, utilizadas aleatoriamente. Para o pré-tratamento de branqueamento, foi utilizada glucose de milho “arcolor” a 20% em solução com água. Para o pré-tratamento osmótico, foi utilizada sacarose comercial na mesma proporção, de 20% em solução com água. O experimento foi realizado no laboratório da UERGS, em Caxias do Sul.

## MÉTODOS

### Tratamento das frutas

As frutas foram higienizadas, descascadas e lavadas em água corrente. Em seguida, foram fatiadas com um fatiador manual. Para o pré-tratamento de branqueamento, foram submetidas, após higienização, a um choque térmico de branqueamento, mergulhando os kiwis em solução de glucose fervida por 3 minutos e, em seguida, em água gelada por 2 minutos, e colocadas em grades para retirada do excesso de água. No pré-tratamento osmótico, as frutas foram preparadas no dia anterior, submergidas na solução de sacarose por 14 horas e colocadas em grades para retirada do excesso de líquido. E as frutas sem pré-tratamento foram simplesmente colocadas nas grades do desidratador logo após serem higienizadas e fatiadas.

### Desidratador

Para regular a entrada de ar no equipamento, foi utilizada uma tampa e variada a abertura em 9 cm<sup>2</sup>, 18 cm<sup>2</sup>, 27 cm<sup>2</sup> e 36 cm<sup>2</sup>. Os termômetros utilizados foram: um termômetro digital LCD com sonda, para medir a temperatura na entrada; dois higrômetros-termômetros digitais (umidade e temperatura), um colocado após a passagem pelo aquecedor do ar (antes das frutas) e outro após a passagem pelas frutas; e um termômetro analógico na saída, antes do fluxo de ar forçado. Também foi utilizado um anemômetro, Termo Anemômetro Hikari Hda-910, para medir a velocidade de ar na saída do desidratador. No topo do gabinete do desidratador, foi instalado um *cooler fan* (ventoinha) de 120 mm de diâmetro, para forçar o fluxo de ar na saída. Para medir o consumo de energia, foi utilizado um wattímetro digital (*Micro Power Monitor*).

### Delineamento experimental

As frutas foram selecionadas aleatoriamente e, em cada experimento, utilizada uma massa de frutas entre 170 g a 200 g por grade. Foi definida para análise de eficiência energética do desidratador a dependência com a vazão de ar de entrada aplicando o pré-tratamento de branqueamento, utilizando duas contraprovas, uma com pré-tratamento osmótico e outra sem pré-tratamento, com duração de 10 horas de desidratação, conforme tabela 1.

Tabela 1 - Método do delineamento experimental.

	Batelada 1	Batelada 2	Batelada 3	Batelada 4	Batelada 5	Batelada 6
<b>Tipo Tratamento</b>	Branqueamento	Branqueamento	Branqueamento	Branqueamento	Sem tratamento	Osmose
<b>Tempo (horas)</b>	10	10	10	10	10	10
<b>Abertura (cm<sup>2</sup>)</b>	9	18	27	36	27	27
<b>Dia realizado</b>	23/08/18	28/08/18	29/08/18	30/08/18	26/08/18	28/08/18

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos foram obtidos em 3 lotes, devido à rápida maturação que o fruto sofre após a retirada do acondicionamento sob atmosfera modificada, onde são acondicionados por longos períodos. Para o teste de maturação das frutas, foi utilizado o penetrômetro da marca Instrutherm, modelo PTR-300, com triplicada e obtidos valores conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Grau de maturação dos kiwis.

Amostragem	1º Lote	2º Lote			3º Lote	
Média (N)	73,44	46,40	44,51	42,83	80,54	74,83
Data	23/08/18	28/08/18	29/08/18	30/08/18	26/09/18	28/09/18
Batelada	1	2	3	4	5	6

De acordo com os resultados, é possível observar uma rápida maturação dos frutos, o que é confirmado pelos resultados de Pegoraro *et. al.* (2016), que demonstrou uma redução de 59% na resistência da polpa em 6 dias de acondicionamento em temperatura ambiente.

Uma forma de avaliar a eficiência energética é através do consumo de energia por massa de água removida, conforme sugerido por (Tragardh 1981) em (FELLOWS 2006, Pág. 334). Esse cálculo é feito pelo consumo de energia dividido pela diferença de massas do fruto *in natura* para o fruto desidratado. A energia total gasta foi calculada multiplicando o consumo obtido em kW.h por 3600. A vazão de ar foi calculada pelo produto da área da seção do tubo na posição do anemômetro (saída do desidratador) pela velocidade média do ar durante a desidratação. A eficiência é obtida através da divisão do calor latente de vaporização pela energia elétrica consumida (multiplicada por 100, para ter o resultado em porcentagem). Os dados levantados no experimento foram compilados e estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores obtidos com base nos dados levantados.

	Consumo de energia por água removida (kJ/g)	Energia gasta (kJ)	Vazão de ar (m <sup>3</sup> /h)	Abertura da entrada de ar (cm <sup>2</sup> )	Tempo (min)	Umidade Relativa Ambiente (%)	Eficiência (%)
Batelada 5	12,56	15.372	47,71	27	559	77,88	18,0
Batelada 6	13,69	15.192	47,54	27	533	71,00	16,5
Batelada 1	14,26	14.868	22,75	9	570	71,63	15,8
Batelada 4	14,49	14.796	55,08	36	583	68,67	15,6
Batelada 3	14,51	14.904	47,86	27	594	67,50	15,6
Batelada 2	15,24	15.192	38,44	18	590	52,50	14,8

Na eficiência energética, o melhor resultado foi na batelada 5, sem pré-tratamento, com uma eficiência de 18,0% e com o consumo de energia por água removida em 12,56 kJ/g, ficando com um aspecto final esmaecido, seguido pela batelada 6, com pré-tratamento por osmose, com uma eficiência de 16,5% e um consumo de 13,69 kJ/g, e uma aparência intermediária, ambos com uma abertura de 27 cm<sup>2</sup>. O melhor resultado com o branqueamento foi na batelada 1, com uma eficiência de 15,8%, abertura de 9 cm<sup>2</sup> e consumo de 14,26 kJ/g. Nas bateladas 3 e 4 não houve diferença significativas na eficiência e no consumo de energia

de água removida, mesmo com as aberturas diferentes, modificando assim a vazão de ar no interior da câmara.

Ao inverso do que se esperava, a batelada 2, na qual as amostras passaram pelo processo de branqueamento, no dia com a menor umidade relativa (52,50%) foi a que teve a menor eficiência energética, ficando em 14,8%. O esperado era que a baixa umidade relativa no ambiente auxiliasse na desidratação. Mas pelo contrário, o dia com a umidade relativa mais alta, na batelada 5, foi o que resultou na melhor eficiência energética, com 18,0% (Tabela 3). Nesse caso, não houve pré-tratamento.

O pré-tratamento por branqueamento aplicado nos frutos, apesar de dar um melhor aspecto visual, inativando as enzimas e contribuindo para a diminuição da taxa microbiana, afeta diretamente na eficiência da desidratação, conforme descrito por Sanjinez-Argandoña et. al (2010). Para melhor compreensão dos resultados, o ideal é repetir o experimento em um ambiente laboratorial com atmosfera controlada, em relação à umidade e temperatura ambientes.

A relação da vazão do ar, ao mesmo tempo em que ela aumenta, faz com que a temperatura de desidratação reduza, enquanto que a energia de aquecimento sofre pequena variação, entre as bateladas. Neste caso, a eficiência energética da desidratação na batelada 4, cuja a vazão foi maior (55,08 m<sup>3</sup>/h), teve uma menor eficiência em relação à batelada 1, que teve a vazão de ar de 22,75 m<sup>3</sup>/h.

## CONCLUSÃO

Apesar das medidas não terem sido repetidas, para comprovação dos resultados, os dados obtidos nessa pesquisa indicaram que a melhor eficiência energética em relação à vazão de ar teve um valor próximo de 47 m<sup>3</sup>/h. Além disso, o pré-tratamento por branqueamento parece afetar diretamente os resultados, diminuindo a eficiência energética, o que demonstra que esse tipo de tratamento só é vantajoso pela melhor apresentação sensorial do produto, pois a maior eficiência observada foi para a batelada não submetida a nenhum dos dois pré-tratamentos. A influência da umidade relativa ambiente parece contrariar o comportamento esperado, o que precisa ser melhor estudado em pesquisas futuras. Por fim, o grau de maturação dos frutos é outra variável que deve ser analisada em estudos posteriores, pois os três melhores resultados (bateladas 5, 6 e 1) foram justamente aqueles com os frutos que apresentavam a maior firmeza da polpa, sendo diretamente proporcional à firmeza para esses três.

AGRADECIMENTOS: A Silvestrin Frutas pelo apoio com o fornecimento das frutas e ao programa inicie-UERGS, pelo apoio ao desenvolvimento dos trabalhos e o incentivo a educação.

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, Tânia Sulamytha. *Desidratação de hortaliças - Aspectos teóricos*. 2007. 54 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade de Brasília - Unb, Brasília, 2007. <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/318/1/2007\\_TanyaSulamythaBezerra.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/318/1/2007_TanyaSulamythaBezerra.pdf)>. Acesso em: 27 jan. 2019.

FELLOWS, P. J.. *Tecnologia do processamento de Alimentos*. Porto Alegre: Artmed, 2006.

PENA, R. S. et al. *Estudo da secagem da fibra residual do maracujá*. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 1-13, 2008.

SANJINEZ-ARGANDOÑA, Eliana Janet et al. *Influência da desidratação osmótica e da adição de cloreto de cálcio na conservação de kiwia minimamente processados*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 1, n. 30, p.205-209, maio 2010.

SILVA, Elisângela Conte da. et al. Ufrgs (Rio Grande do Sul). *Branqueamento*. 2004. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/afeira/operacoes-unitarias/preliminares/branqueamento>>. Acesso em: 27 jan. 2019.

SOQUETTA, Marcela Bromberger et al. *Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit ( Actinidia deliciosa )*. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 199, p.471-478, maio 2016. Elsevier BV.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.022>.