

# Processamento de produto farináceo a partir de beterrabas submetidas à secagem estacionária

Djalma Gomes de Araújo Filho<sup>1</sup>, Tânia Eidam<sup>1</sup>, Aurélio Vinicius Borsato<sup>2</sup> e Dorivaldo da Silva Raupp<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. <sup>2</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Pantanal, Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil. <sup>3</sup>Departamento de Engenharia de Alimentos, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Av. Gal. Carlos Cavalcanti, 4748, 84030-900, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: raupp@uepg.br

**RESUMO.** O consumo de hortaliças desidratadas tem sido estimulado pela praticidade de uso, maior tempo de conservação comparado à *in natura* e possibilidade de aproveitamento da produção excedente, reduzindo efeitos de sazonalidade. A pesquisa propôs produzir uma farinha de beterraba com a aplicação de procedimentos tecnológicos simples e disponíveis para grande parte dos pequenos produtores. Foram comparados diferentes cortes de beterraba, longitudinais (long 2; 4,5; 9 mm) e transversais (trans 2; 4,5; 9 mm), quanto ao tempo de secagem e de trituração, taxa de secagem, rendimento em produto farináceo e sua granulometria. Considerando que a taxa de secagem foi baixa, que o tempo de permanência do produto no secador foi baixo, que a farinha apresentou baixa granulometria, bem como a facilidade de preparo de fatias, os tratamentos em palito de 4,5 mm de espessura foram recomendados para a produção de farinha de beterraba. A farinha apresentou teor destacado para a fibra alimentar, carboidrato, proteína, total de minerais, e reduzido para lipídeo.

**Palavras-chave:** farinha de beterraba, secagem, agroindústria, alimento funcional.

**ABSTRACT. Processing flour product obtained from stationary beet drying.** The consumption of dehydrated vegetables has been stimulated for their practical use, higher conservation time compared to *in natura* varieties, and the possibility of using surplus production, thus reducing the effects of seasonality. This research proposed the production of beet flour, using simple technology and procedures available for the majority of small producers. Different beet slices were compared: longitudinal (long 2; 4.5 and 9 mm) and cross-section (cross 2, 4.5 and 9 mm), about drying and grinding times, drying rates, dry flour yields, and particle size. Considering that the drying rate was low, that the length of time of the product in the dryer was low, that the flour had low particle size, and the ease of preparing slices, the treatments of 4.5 mm slices were recommended for the production of beet flour. The flour presented high dietary fiber, carbohydrate, protein and total mineral contents, and reduced lipid content.

**Keywords:** beet flour, drying, agroindustry, functional food.

## Introdução

Produtos de origem vegetal apresentam, em geral, reduzidos tempos de armazenamento, principalmente, pelo alto teor de água. A água é um componente inerente aos alimentos e, ao mesmo tempo, contribui para acelerar o seu processo de deterioração. A eliminação da umidade por processos de secagem permite a redução de peso e, geralmente, também é acompanhada de diminuição de volume, fato que incide na redução dos custos de transporte, embalagem e armazenamento de produtos desidratados, sendo estes fatores de estímulo para a sua produção e sua comercialização (FELLOWS, 1994).

A produção de hortaliça é condicionada pelas condições climáticas, e as técnicas de manejo

interferem na qualidade final, muitas vezes tornando-as impróprias para a comercialização (CARVALHO et al., 2008; GARDÉ; GARDÉ, 1981; ZÁRATE et al., 2008).

A água dos alimentos pode ser removida de diferentes maneiras (FELLOWS, 1994; SILVA, 2000): (a) secagem natural, que é caracterizada pela exposição do produto às condições climáticas do local; (b) secagem por ar aquecido, na qual são utilizados secadores cujo sistema baseia-se na circulação de ar aquecido, combinando aquecimento do produto, por condução e/ou convecção, e remoção da umidade; (c) desidratação osmótica, que é muito utilizada como pré-processo de desidratação; (d) liofilização e atomização, os quais

se destacam como processos que envolvem alta tecnologia, e, portanto, são de alto custo.

A secagem estacionária consiste na operação de remoção de água do alimento pelo mecanismo de vaporização térmica. É realizada por meio do calor produzido artificialmente em condições controladas de temperatura, umidade e corrente de ar. O ar, que é o mais usado meio de secagem dos alimentos, conduz calor ao alimento, provocando evaporação da água, e, também, é o veículo no transporte do vapor úmido a partir do alimento e para o alimento (AZEREDO, 2004). A secagem estacionária tem sido aplicada para vários alimentos, principalmente, pela alta produção e o baixo custo em comparação com outros métodos (ABADIO et al., 2004).

A partir de produtos desidratados pode ser obtida a farinha, depois de serem submetidos ao processo de trituração ou moagem. A moagem e a trituração são operações unitárias de redução de tamanho dos alimentos sólidos pela aplicação de forças de impacto, compressão ou abrasão. Após a moagem ou trituração, o material pode ser caracterizado fracionando suas partículas segundo o tamanho. O método mais prático de separação das partículas em frações consiste em passar a amostra por meio de um conjunto de peneiras com malhas progressivamente menores, onde cada uma das quais retém uma parte da amostra. Esta operação, conhecida como 'análise granulométrica', é aplicável às partículas de diâmetros compreendidos entre 7 cm e 40 µm (GOMIDE, 1980).

A beterraba pode ser cultivada para extração de açúcar, como planta forrageira ou, ainda, como planta hortícola. Os dois primeiros aspectos são os que predominam na agricultura mundial. No Brasil, a beterraba é cultivada para consumo principalmente em forma de salada. Além da grande quantidade de açúcares, a beterraba destaca-se pelos teores de sais minerais e vitaminas A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> e C. A coloração característica é resultante de pigmentos denominados betaláínas, os quais são semelhantes às antocianinas e flavonoides (BRAGA, 1981).

As betaláínas, como os flavonoides, são pigmentos encontrados exclusivamente em plantas e apresentam comportamento e aparência semelhante às antocianinas. Na literatura antiga eram conhecidas como antocianidinas nitrogenadas (NAJAR et al., 1988).

As betaláínas são encontradas principalmente na ordem de vegetais Centrospermeae, a qual pertence à beterraba (*Beta vulgaris*) que constitui excelente fonte de pigmentos, e em algumas variedades

contêm valores superiores a 200 mg por 100 g do produto fresco, o que representa conteúdo de sólidos solúveis superior a 2% (HENRY, 1996).

As betaláínas, assim como outros corantes naturais, ganham espaço para uso como corantes em alimentos (CONSTANT et al., 2002; DRUNKLER et al., 2003). Os corantes naturais mais empregados pelas indústrias alimentícias têm sido os extratos de urucum, carmim de cochonilha, curcumina, páprica, antocianinas e betaláínas.

Outra substância bioativa que tem atraído interesse crescente nos últimos tempos, com eficiência cientificamente comprovada é o licopeno, presente em alimentos como tomate, melancia, beterraba. É um antioxidante que quando absorvido pelo organismo ajuda a impedir e reparar danos às células causadas pelos radicais livres (ANGUELOVA; WARTHESEN, 2000).

Produtos farináceos de diferentes origens são utilizados como ingredientes na indústria de panificação e de sopas. A aplicação de tecnologia simples para a produção de produto farináceo a partir da beterraba constitui-se, na pesquisa atual, como uma alternativa principalmente para pequenos produtores, favorecendo os novos mercados. Foi determinado: a melhor condição de secagem; o tempo de secagem; o tempo de trituração para transformar fatia seca em farinha; o rendimento de produto farináceo, sua granulometria e composição nutricional; e a taxa de secagem de fatias de beterraba.

## Material e métodos

A beterraba cultivar *Early wonder* (*Beta vulgaris*), que é abundantemente cultivada no Brasil, foi a matéria-prima *in natura* utilizada na pesquisa e obtida de produtor da região de Ponta Grossa, Estado do Paraná, período de agosto/2007 até julho/2008.

Foram executados três experimentos, os quais tiveram por propósitos: avaliar condições de secagem (Experimento 1); obter produtos farináceos de beterraba a partir de diferentes fatias/cortes (Experimento 2); determinar a taxa de secagem para as diferentes fatias de beterraba (Experimento 3).

A secagem foi conduzida num secador de circulação forçada de ar (Figura 1), contendo seis bandejas de superfície contínua (90 x 80 cm) e um termostato digital acoplado à resistência elétrica para estabilização automática da temperatura interna, onde o calor é transferido do equipamento para o produto pelo mecanismo de convecção (ar quente) e condução (superfície aquecida).

**Experimento 1: condição de secagem**

Este experimento foi utilizado para avaliar diferentes condições de secagem: 90; 80; 70°C; 100°C/2h + 90°C; 100°C/2h + 80°C; 100°C/2h + 70°C. Nos seis tratamentos foram usadas cinco porções de fatias de beterraba apresentando corte transversal e espessura de 2 mm, as quais constituíram as repetições e foram preparadas a partir de amostra de aproximadamente 4 kg de beterrabas frescas. O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso.

As beterrabas foram lavadas em água potável (rede pública) e, a seguir, suas hastes foram removidas com o auxílio de faca inox. Estas beterrabas foram pesadas, submetidas a um processo de aquecimento em fervura durante 30 min. para amolecimento do tecido e inativação de substâncias tóxicas à saúde humana. Após resfriamento em água potável, foram manualmente descascadas.

As beterrabas cozidas e sem a casca foram cortadas transversalmente para obtenção das fatias, as quais foram separadas em cinco porções, 510-517 g. Cada porção foi colocada em uma das cinco bandejas do secador, sendo estas previamente forradas com papel manteiga.

As fatias de beterraba foram desidratadas até atingirem uma massa constante. A massa do produto foi monitorada a cada intervalo de 1h de secagem e foi iniciado após 2h de sua permanência no secador. O produto foi retirado do secador quando a diferença de massa entre duas pesagens em sequência foi igual ou menor que 0,5 g.

A melhor condição de secagem foi determinada em função do tempo de permanência do produto no secador.

**Experimento 2: produção de farinha de beterraba**

Os tratamentos, caracterizados por seis formatos de cortes/fatias, longitudinais e transversais, de beterraba e seis repetições, foram designados por: long 2 mm; long 4,5 mm; long 9 mm; trans 2 mm; trans 4,5 mm; trans 9 mm. Os dados foram organizados em esquema fatorial 2 (formato) x 3 (espessura).

O experimento de processamento da beterraba para a obtenção de produto farináceo consistiu de três etapas básicas: secagem, trituração e peneiragem.

Em cada repetição foram usados cerca de 4,5 kg de raízes tuberosas de beterraba. Após remoção de suas hastes, cozimento, resfriamento e remoção da casca, segundo os mesmos procedimentos do Experimento 1, as beterrabas cozidas e sem a casca foram fatiadas em diferentes cortes/fatias, que caracterizaram as seis parcelas dos tratamentos.

As perdas dos processos até a obtenção de fatias cozidas de beterraba foram calculadas a partir da matéria-prima, a beterraba *in natura*.

A secagem foi conduzida sob a temperatura de 100°C durante as primeiras 2h, seguida de 70°C (determinada previamente no Experimento 1), e cada secagem foi constituída de uma repetição do tratamento. Também, os tratamentos foram submetidos a todas as posições disponíveis no secador. As fatias de beterraba ao atingirem peso constante (variação igual ou inferior a 0,5 g entre duas pesagens em sequência) foram retiradas do secador.

Após resfriamento, em temperatura ambiente, as fatias secas de cada uma das parcelas foram submetidas ao processo de trituração e em temperatura ambiente, usando um liquidificador industrial. O tempo de permanência do produto no equipamento, sob processo de trituração, foi fracionado em períodos de 30 segundos, e, após cada período o material foi peneirado (malha da peneira igual a 1 mm). Esta operação foi repetida até que o aumento de massa da fração contendo partículas <1 mm foi igual ou inferior a 0,5 g.

Os rendimentos de produtos, farinha integral, farinha constituída por partículas <1 mm e farelo (partículas >1 mm) foram calculados a partir das fatias cozidas de beterraba do tratamento.

Terminada a trituração, a farinha foi submetida à análise granulométrica para obtenção de três frações. Para esta etapa do processo foram utilizadas peneiras com malha de 1 mm; 0,5 mm; 0,25 mm e um fundo coletor. As disposições das peneiras obedeceram ordem decrescente, de cima para baixo. O fundo coletor permaneceu sob a peneira de menor malha. E, para o fracionamento do produto em diferentes granulometrias, este foi depositado na primeira peneira (malha de 0,5 mm) e, então, o conjunto de peneiras mais o fundo coletor foi agitado por cerca de 20 min. Após este tempo, a massa de cada uma das frações das peneiras e do fundo coletor foi determinada. As frações farináceas foram acondicionadas em sacos plásticos de acordo com a granulometria.

O melhor corte (fatia) da beterraba a ser recomendado para a secagem foi determinado com base: no tempo de permanência do produto no secador; no tempo em processo de trituração para a transformação de fatia seca de beterraba em produto farináceo; no rendimento do produto farináceo constituído por partículas <1 mm; e, na granulometria dessa farinha.

Também, foi determinada a composição nutricional centesimal das frações granulométricas do produto farináceo beterraba. Os procedimentos

aplicados para umidade, minerais como cinzas, lipídeos e proteínas foram de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). A umidade e as cinzas (total de minerais) foram determinadas em triplicata, respectivamente, em estufa regulada em 105°C e em forno mufla regulado em 525°C, até obter peso constante. Os lipídeos foram determinados, em triplicata, pela extração com solvente hexano no aparelho de Soxhlet. As proteínas, usando o método de micro-Kjeldahl, o qual determinou o nitrogênio da amostra e a conversão para proteína foram obtidas por cálculo usando o fator 6,25, em triplicata. A fibra alimentar foi determinada, em quadruplicata e descontando o teor de cinzas e de proteínas, pelo método enzimático oficial de Prosky et al. (1992). O material (amostra de 1 g) que resistiu ao processo de hidrólise enzimático (enzimas:  $\alpha$ -amilase=thermamil, protease, amiloglucosidase), depois de precipitado em álcool (etanol) diluído até a concentração de 80% v/v e filtrado, foi secado em estufa regulada em 70°C até peso constante. A proteína e os minerais que permaneceram nesse resíduo fibroso foram quantificados analiticamente e os dados obtidos foram subtraídos para resultar no teor de fibra alimentar total. Os carboidratos digeríveis totais foram calculados por diferença porcentual.

### Experimento 3: taxa de secagem

Os tratamentos bem como o preparo das fatias de beterraba e a condição de secagem foram os mesmos do Experimento 2. Para cada procedimento de secagem foi usada uma amostra de cerca de 5-5,3 kg de raízes tuberosas frescas de beterraba.

A massa do produto foi monitorada por repetição (bandeja), antes de iniciar a secagem e durante sua permanência no secador a cada intervalo de 2h. O produto foi retirado do secador quando a diferença de massa entre duas pesagens em sequência foi menor ou igual a 0,5 g.

### Resultados e discussão

As condições de temperatura testadas (90; 80; 70°C; 100°C/2h + 90°C; 100°C/2h + 80°C; 100°C/2h + 70°C) para a secagem de fatias de beterraba não apresentaram diferença significativa, entre si, quanto ao tempo de permanência do produto no secador, iguais a 5,0-5,4-5,6-5,0-5,2-5,4, respectivamente. Por isso, foi recomendada para os experimentos de secagem de fatias de beterraba a condição que aplicou 100°C por 2h, seguida de 70°C, por usar uma temperatura branda em fase terminal.

Usando a secagem como processo de obtenção do produto tomate seco a partir da cv. Santa Clara, Romero-Peña e Kieckbush (2003) sugeriram para

acelerar a operação de secagem iniciá-la com ar a 100°C até que cerca de 50% do conteúdo de umidade inicial do produto fresco sejam evaporados. Tal procedimento não promove, segundo estes autores, deterioração da cor vermelha natural do tomate com grau completo de maturação.

Os menores tempos de secagem (Tabela 1) foram para os tratamentos de cortes laminares de 2 mm (long = 7,3h; trans = 7,3h) e em palitos de 4,5 mm (long = 7,3h; trans = 7,6h), e os tratamentos em palitos de 9 mm permaneceram, long = 9,6h e trans = 9,3h, no secador.

Dados sobre o rendimento em produto desidratado são importantes para a composição final do preço. A perda de matéria-prima (beterraba *in natura*) durante o seu preparo para a obtenção das fatias cozidas e a umidade residual do produto pronto são os dois principais fatores relacionados com o rendimento em farinha de beterraba.

O total de perdas de massa do processo, média das parcelas, a partir da matéria-prima *in natura* até as fatias (cortes) cozidas, que incluiu a retirada da casca e o fatiar, foi de 19,6% (Tabela 1). O processo de remoção da casca representou quase a totalidade, 17,7%, dessas perdas, contrastando com o processo de fatiar da beterraba inteira cozida e sem a casca o qual representou apenas 1,9% do total de perdas. Durante o processo de fatiar das beterrabas cozidas, que caracterizaram os tratamentos, podem ter ocorrido perdas de sólidos solúveis juntamente com a água. Isso pode ter contribuído para explicar os resultados obtidos.

**Tabela 1.** Perdas no preparo de fatias cozidas de beterraba<sup>1</sup>, tempo de permanência das fatias no secador<sup>2</sup>, tempo de trituração de fatias secas<sup>3</sup>, rendimento de farinha integral e de farinha contendo partículas < 1mm e do farelo<sup>4</sup> – média de seis repetições. Ponta Grossa, Estado do Paraná, 2007/2008.

Variáveis	Fatias de beterraba (Tratamentos)					
	Long 2 mm	Long 4,5 mm	long 9 mm	trans 2 mm	trans 4,5 mm	Trans 9 mm
Perdas até remoção da casca (%)						17,7
Perdas durante o fatiar (%)						1,9
Total de perdas (%)						19,6
Tempo de secagem (h)	7,3 <sub>B</sub>	7,3 <sub>B</sub>	9,6 <sub>A</sub>	7,3 <sub>B</sub>	7,6 <sub>B</sub>	9,3 <sub>A</sub>
Tempo de trituração (seg)	220 <sub>B</sub>	310 <sub>A</sub>	270 <sub>A</sub>	215 <sub>B</sub>	295 <sub>A</sub>	295 <sub>A</sub>
Rendimento de farinha integral (%)	14,25 <sub>ns</sub>	15,30 <sub>ns</sub>	14,87 <sub>ns</sub>	14,66 <sub>ns</sub>	14,26 <sub>ns</sub>	14,89 <sub>ns</sub>
Rendimento de farinha (< 1mm) (%)	7,97 <sub>ns</sub>	8,04 <sub>ns</sub>	7,88 <sub>ns</sub>	9,05 <sub>ns</sub>	7,51 <sub>ns</sub>	8,20 <sub>ns</sub>
Rendimento de farelo (> 1 mm) (%)	6,28 <sub>ns</sub>	7,26 <sub>ns</sub>	6,99 <sub>ns</sub>	5,61 <sub>ns</sub>	6,75 <sub>ns</sub>	6,68 <sub>ns</sub>

<sup>1</sup>média da parcela calculada a partir da matéria-prima *in natura*.

<sup>2</sup>produto retirado do secador quando a diferença de duas pesagens, em sequência, foi igual ou inferior a 0,5g; letras iguais na linha não houve diferença significativa.

<sup>3</sup>trituração em liquidificador industrial interrompida quando a diferença de duas pesagens, em sequência, foi igual ou inferior a 0,5g; letras iguais na linha não houve diferença significativa.

<sup>4</sup>calculado a partir de fatias cozidas de beterraba.

Os tratamentos apresentaram rendimentos muito próximos para produtos farináceos integrais (Tabela 1), calculados a partir de fatias cozidas de beterraba, variando de 14,25 até 15,30%; não havendo diferença significativa entre tratamentos. Também, não houve diferença significativa entre tratamentos para os rendimentos de farinhas de beterraba constituídas por partículas menores que 1 mm, bem como para os farelos produzidos (frações constituídas por partículas >1 mm).

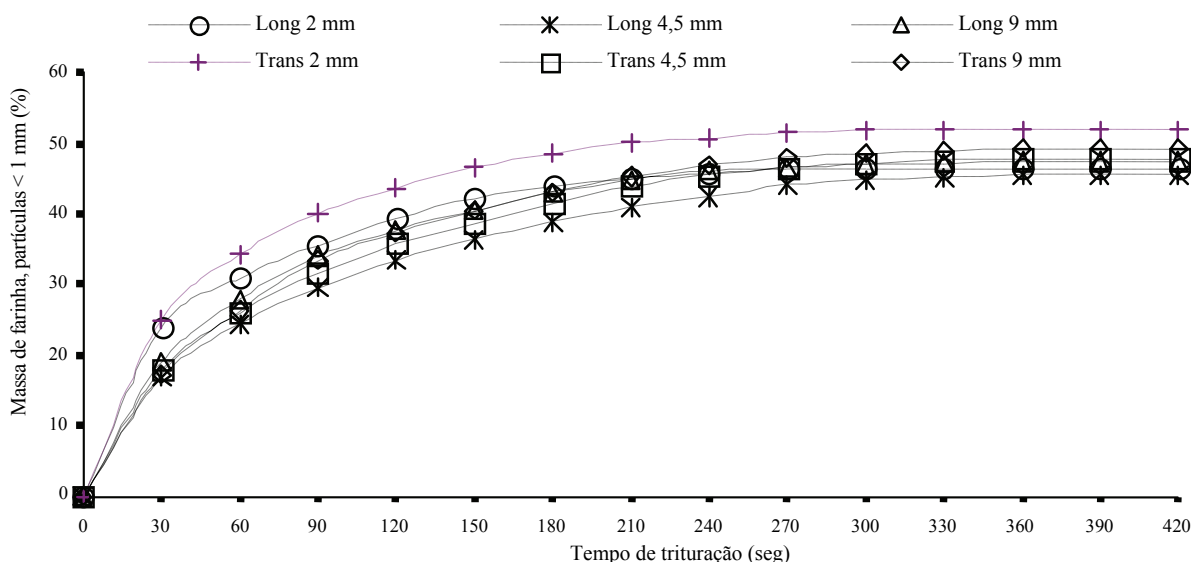
Os tempos de trituração necessários para produzir massas com valores estabilizados foram significativamente diferentes entre tratamentos (Tabela 1). As fatias dos tratamentos laminares de 2 mm, long e trans, apresentaram os menores tempos, iguais a 220 e 215 s, respectivamente. Os processos de trituração das fatias secas desses tratamentos laminares, de 2 mm, os quais foram fracionados em períodos de 30 segundos, produziram massas de produtos farináceos com valores mais altos que os demais tratamentos, enquanto não houve estabilização na produção de massa de farinha contendo partículas <1 mm (Figura 1).

As farinhas de beterraba obtidas, as quais foram constituídas por partículas <1 mm, apresentaram diferença significativa, entre si, para a granulometria (Figura 2). As diferenças marcantes foram tanto para a fração constituída por partículas <1 e >0,5 mm como para a fração constituída por partículas <0,25 mm. Para a fração intermédia, apresentando

partículas <0,5 e >0,25 mm, não houve diferença significativa entre tratamentos.

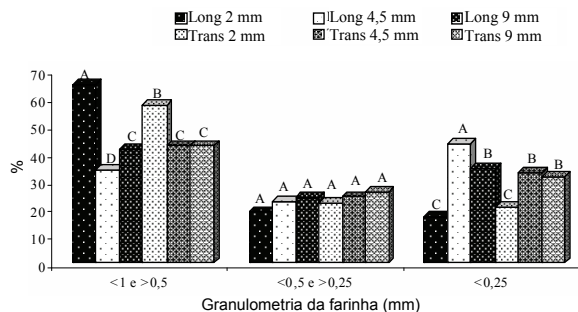
Os tratamentos de fatias laminares de 2 mm de espessura, long e trans produziram farinhas contendo partículas de maiores tamanhos, contrastando com os tratamentos de fatias em palitos de 4,5 e 9 mm de espessura os quais produziram farinhas com a menor granulometria.

Com relação à taxa de secagem (Figura 3), ambos os tratamentos de fatias em palito de 9 mm de espessura, long e trans, apresentaram comportamentos similares, mas, perderam menos umidade por período de tempo, em comparação com os demais tratamentos, durante o processo de secagem. As perdas de umidade a partir das fatias cozidas, médias de todos os tratamentos, tiveram o seguinte comportamento: nas duas primeiras horas foram perdidas 48,2%; 4h após o início da secagem a perda acumulada de umidade evaporada atingiu um valor de 72,8%, assim, no intervalo de 2 a 4h a perda de umidade evaporada foi de 24,6%; e, no intervalo de 4 até 6h foi evaporada uma proporção ainda menor de umidade, igual a 10,4%. Portanto, em 6h de secagem, as fatias cozidas de beterraba perderam quase a totalidade (83,2%) de suas umidades iniciais. Entre 6 até 8h de secagem foram evaporadas 2,2% da umidade inicial do produto. A partir de 8h, não houve diferença significativa entre intervalos de tempo para as massas dos produtos de qualquer dos tratamentos.



**Figura 1.** Massa cumulativa (em %) de farinha de beterraba constituída por partículas <1 mm e produzida por trituração em liquidificador industrial a partir de fatias desidratadas, média de seis repetições. Ponta Grossa, Estado do Paraná, 2007/2008.

\*foi considerado como tempo de trituração da repetição quando o aumento de massa, em sequência, foi igual ou inferior a 0,5 %.



**Figura 2.** Granulometria de farinhas de beterraba (%) contendo partículas menores que 1 mm, obtidas de tratamentos de fatias diferentes. Ponta Grossa, Estado do Paraná, 2007/2008.

Média de seis repetições, calculada a partir da massa total da farinha contendo partículas <1 mm. médias com letras iguais, para a mesma fração, não houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ).

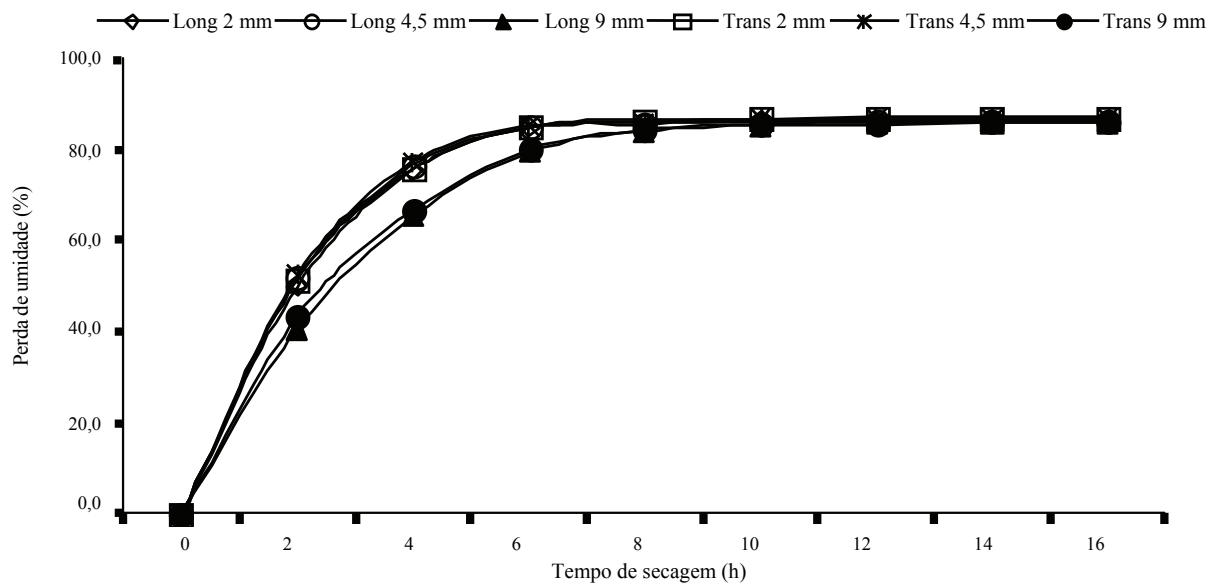
As taxas de secagem determinadas para os tratamentos (Figura 3) podem explicar os resultados obtidos para tempos de permanência (Tabela 1) dos seis formatos de fatias de beterraba no secador. Nos tratamentos de fatias em palitos de 9 mm de espessura, long e trans, a umidade interior dessas fatias por percorrer maior distância até as superfícies, aparentemente contribuiu para o maior tempo de secagem desses tratamentos.

Modificações na organização estrutural do tecido vegetal as quais ocorrem durante o processo de secagem, também devem ter influenciado na taxa de secagem, e, aparentemente explicam as diferenças entre tratamentos (formatos de fatias de beterraba) para tempos de secagem e de trituração (Tabela 1) e para a granulometria das farinhas de beterraba (Figura 2).

Os tratamentos produziram efeitos aparentemente distintos, durante a secagem, no processo de transformação da estrutura física e química das fatias, e, por conseguinte, na dureza e umidade residual do produto desidratado, as fatias secas de beterraba. Assim, as estruturas físico-químicas estabilizadas nas fatias secas de beterraba afetaram o processo de trituração que foram aplicados. Os resultados dos tempos de trituração das fatias secas, necessários para produzir massas de produtos farináceos com valores estabilizados (Tabela 1), indicam que houve diferença significativa entre tratamentos.

Os tratamentos de fatias laminares (long e trans de 2 mm de espessura) produziram menos resistência ao processo de trituração aplicado para a transformação de fatia seca em farinha, o qual usou um liquidificador industrial. Por isso, esses tratamentos produziram mais farinha em função do tempo (Figura 1) e apresentaram os menores tempos de trituração, iguais a 220 e 215 s, respectivamente (Tabela 1).

Nos formatos de beterraba de maior tamanho, como os tratamentos em palitos de 4,5 mm e 9,0 mm de espessura, devem ter ocorrido, como esperado, um enrijecimento mais intenso a partir da superfície dessas fatias, contrastando com os formatos laminares. Isso pode explicar o porquê desses formatos maiores de beterraba (4,5 e 9,0 mm) terem sido os mais resistentes ao processo de trituração aplicado (Figura 1), e, por isso precisaram de mais tempo (Tabela 1) para o processo de transformação das fatias secas em farinhas.



**Figura 3.** Taxa de secagem dos formatos de fatias de beterraba, calculada a partir da massa total do produto que entrou no secador, média de seis repetições. Ponta Grossa, Estado do Paraná, 2007/2008.

As diferentes frações granulométricas que constituíram a farinha apresentaram valores percentuais muito próximos para qualquer dos nutrientes (Tabela 2), um aparente indicativo de que estes estão bem distribuídos nos tecidos de toda a raiz tuberosa da beterraba.

O nutriente carboidrato se destaca com um pouco mais da metade do total, 50,32 a 55,79%; seguido da fibra alimentar que representou um pouco menos da metade dos carboidratos, 24,10 a 26,90%. A proteína (%N x 6,25) foi alta, 11,32 a 13,40%, assemelhando-se a algumas farinhas de cereais. O total de minerais também foi considerável, 4,70 a 6,82%. Já, o teor de lipídeos, como esperado, foi baixíssimo, atingindo um máximo de 0,75%.

**Tabela 2.** Composição nutricional (g 100 g<sup>-1</sup>) das frações de produto farináceo de beterraba. Ponta Grossa, Estado do Paraná, 2007/2008.

Constituintes	Granulometria da farinha integral (mm)			
	>1	<1 e >0,5	<0,5 e >0,25	<0,25
Umidade <sup>1</sup>	3,72	4,21	2,07	4,12
Minerais (como cinzas) <sup>1</sup>	6,71	4,70	6,82	4,74
Lipídeos <sup>1</sup>	0,75	0,47	0,33	0,32
Proteínas <sup>1</sup>	11,32	13,40	11,69	12,00
Fibra alimentar <sup>2</sup>	24,10	26,90	23,30	24,90
Carboidratos <sup>3</sup>	53,40	50,32	55,79	53,92

<sup>1</sup>IAL (2005); <sup>2</sup>método oficial da AOAC (PROSKY et al., 1992); <sup>3</sup>por diferença percentual.

As hortaliças frescas, como a beterraba, possuem baixas proporções de fibra alimentar devido ao alto teor de água, em comparação com as secas. Considerando a importância das fibras alimentares para a saúde humana (SCHWEIZER; EDWARDS, 1992), alguns produtos farináceos como as farinhas integrais e farelos de cereais, os produtos farináceos de mandioca, de maçã e de palmito concentrados em fibras (ALESSI et al., 2003; RAUPP et al., 2004a e b, 2000), bem como a farinha de beterraba produzida na pesquisa atual, por ser fonte expressiva de fibra alimentar pode ser usada para aumentar a proporção de fibras em alimentos formulados. A fibra alimentar é a fração constituinte do alimento que resiste à hidrólise pelos sucos digestivos até o intestino delgado humano; mas, ao alcançar o intestino grosso, tem a maior parte de sua fração solúvel extensamente degradada pela biota natural microbiana, enquanto a fração insolúvel permanece quase que totalmente intacta. E dela fazem parte: a celulose, a pectina, a goma e a mucilagem, a hemicelulose, bem como outros componentes de natureza não fibrosa, como a lignina e o amido resistente. As fibras alimentares contribuem para a normalização da funcionalidade do processo digestivo de alimentos ingeridos e da absorção de nutrientes, auxiliando por isso na prevenção do estabelecimento de disfunções digestivas.

## Conclusão

Considerando que a taxa de secagem foi alta, que o produto permaneceu pouco tempo no secador, que a farinha apresentou granulometria baixa, bem como a facilidade de preparo de fatias, os cortes de fatias de beterraba em palito de 4,5 mm de espessura foram recomendados para a produção de farinha de beterraba. Também, foi recomendada a condição de secagem de 100°C por 2h seguido de 70°C. A farinha apresentou teor destacado para a fibra alimentar, carboidrato, proteína, total de minerais, e reduzido para lipídeo.

## Agradecimentos

Ao CNPq/PIBIC-UEPG, por conceder uma Bolsa de Iniciação Científica, período 2007/2008.

## Referências

- ABADIO, F. D. B.; DOMINGUES, A. M.; BORGES, S. V.; OLIVEIRA, V. M. Physical properties of powdered pineapple (*Ananas comosus*) juice-Effect of malt dextrin concentration and atomization speed. **Journal of Food Engineering**, v. 64, n. 3, p. 285-287, 2004.
- ALESSI, M. O.; RAUPP, D. S.; GARDINGO, J. R. Caracterização do processamento da farinha de milho biju para o aproveitamento dos subprodutos. **Publicatio UEPG Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 9, n. 2, p. 31-39, 2003.
- ANGUELOVA, T.; WARTHESEN, J. Lycopene stability in tomato powders. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 1, p. 67-70, 2000.
- AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004.
- BRAGA, C. S. **Grande manual de agricultura, pecuária e receituário industrial**. 4. ed. Porto Alegre: Globo, 1981.
- CARVALHO, L. B.; PITELLI, R. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BIANCO, S.; GUZZO, C. D. Interferência e estudo fitossociológico da comunidade infestante na cultura da beterraba transplantada. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 325-331, 2008.
- CONSTANT, P. B. L.; STRINGUETA, P. C.; SANDI, D. Corantes alimentícios. **Boletim do CEPPA**, v. 20, n. 2, p. 203-220, 2002.
- DRUNKLER, D. A.; FETT, R.; LUIZ, M. T. B. Betalaínas extraídas da beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.). **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos (SBCTA)**, v. 37, n. 1, p. 14-21, 2003.
- FELLOWS, P. **Tecnología del procesamiento de los alimentos: principios y prácticas**. Traducido por F. J. S. Trepat. Zaragoza: Acribis, 1994.
- GARDÉ, A.; GARDÉ, N. **Culturas hortícolas**. 5. ed. Lisboa: Editora Clássica, 1981.

- GOMIDE, R. **Operações unitárias**. São Paulo: Gomide, 1980.
- HENRY, B. S. Natural food colours. In: HENDRY, G. A. F.; HOUGHTON, J. D. (Ed.). **Natural food colorants**. 2. ed. Glasgow: Blackie Academic and Professional, 1996. p. 40-79.
- IAL-Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 2005.
- NAJAR, S. V.; BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. Effects of light, air, anti-oxidants and pro-oxidants on annatto extracts (*Bixa orellana*). **Food Chemistry**, v. 29, n. 4, p. 283-289, 1988.
- PROSKY, L.; ASP, N. G.; FURDA, I.; SCHWEIZER, T. F.; DEVIRES, J. W. Determination of insoluble and soluble dietary fibre in foods and food products: collaborative study. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 75, p. 360-367, 1992.
- RAUPP, D. S.; CARRIJO, K. C. R.; COSTA, L. L. F.; MENDES, S. D. C.; BANZATTO, D. A. Propriedades funcionais-digestivas e nutricionais de polpa-refinada de maçã. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3, p. 395-402, 2000.
- RAUPP, D. S.; ROSA, D. A.; MARQUES, S. H. P.; BANZATTO, D. A. Digestive and functional properties of a partially hydrolyzed cassava solid waste with high insoluble fiber concentration. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 3, p. 286-291, 2004a.
- RAUPP, D. S.; STARON, E. A.; ALMEIDA, F. C. C.; ONUKI, N. S.; CAMISÓN, F. P.; BORSATO, A. V. Produção de farelo alimentar fibroso da parte caulinar do palmito pupunha (*Bactris gasipaes*). **Publicatio UEPG Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 10, n. 2, p. 29-36, 2004b.
- ROMERO-PEÑA, L. M.; KIECKBUSH, T. G. Influência de condições de secagem na qualidade de fatias de tomate. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 1, p. 69-76, 2003.
- SCHWEIZER, T. F.; EDWARDS, C. A. **Dietary fibre - a component of food: nutritional function in health and disease**. London: Springer-Verlag, 1992.
- SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia dos alimentos**. São Paulo: Varela, 2000.
- ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. A.; RECH, J.; GRACIANO, J. D.; GOMES, H. L.; PONTIM, B. C. A. Número de fileiras no canteiro e espaçamento entre plantas na produção e na rentabilidade da beterraba em Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 397-401, 2008.

Received on September 1, 2008.

Accepted on May 20, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.