



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PROPESP
MESTRADO EM AGRONOMIA**

DJALMA GOMES DE ARAÚJO FILHO

**OBTENÇÃO DE PRODUTO FARINÁCEO A PARTIR DE
BETERRABAS SUBMETIDAS À SECAGEM ESTACIONÁRIA**

PONTA GROSSA – PR

2008



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORA DE PESQUISA E PÓSGRADUAÇÃO - PROPESP
MESTRADO EM AGRONOMIA

DJALMA GOMES DE ARAÚJO FILHO

**OBTENÇÃO DE PRODUTO FARINÁCEO A PARTIR DE
BETERRABAS SUBMETIDAS À SECAGEM ESTACIONÁRIA**

Dissertação apresentada, como requisito parcial, à Banca de Examinadores do Curso de Mestrado em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Dorivaldo da Silva Raupp
Co-orientador: Prof. Dr. Aurélio Vinicius Borsato

PONTA GROSSA – PR

2008

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Processos Técnicos BICEN/UEPG

A663o Araújo Filho, Djalma Gomes de
Obtenção de produto farináceo a partir de beterrabas submetidas à
secagem estacionária. / Djalma Gomes de Araújo Filho. Ponta Grossa,
2008
63f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual
de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Dorivaldo da Silva Raupp

Co-orientador : Prof. Dr. Aurélio Vinicius Borsato

1. Beterraba. 2. Farinha. 3. Secagem. 4. Agroindústria.
5. Composição nutricional. I. Raupp, Dorivaldo da Silva. II. Borsato,
Aurélio Vinícius. III. T.

CDD : 633.63



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓSGRADUAÇÃO - PROPESP
MESTRADO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: “Obtenção de produto farináceo a partir de beterrabas submetidas à secagem estacionária.

Nome: Djalma Gomes de Araujo Filho

Orientador: Prof. Dr. Dorivaldo da Silva Raupp

Aprovado pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Dorivaldo da Silva Raupp

Dra. Roseli Ferrari

Prof. Dr. André Belmont Pereira

Data da Realização: 31 de julho de 2008

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pela educação, princípios e Amor.

À minha esposa Fabíola Bittencourt pelo Incentivo, sempre.

À minha filha Mikaella B. G. Araujo, pelo Carinho e ajuda em algumas formatações.

Ao Prof. Dr. Dorivaldo da Silva Raupp, pela orientação, e Amizade.

Aos coordenadores do curso Profs. Drs. André B. Pereira e Ricardo Ayub pela ajuda e Amizade.

Ao Dr. Aurélio V. Borsato pela co- orientação e Amizade.

Ao Prof. Dr. Henrique S. Koehler, pela ajuda na parte estatística e Amizade.

À Tânia Eidam pela ajuda na coleta dos dados e Amizade.

A Sra. Roseli Batista pela ajuda nas formatações e Amizade.

A todos os colegas, docentes e funcionários do curso de Mestrado, pelos conhecimentos transmitidos, Carinho e Amizade.

RESUMO

A produção de hortaliças desidratadas tem sofrido significativo aumento, devido ao maior tempo de conservação comparado a *in natura*, a praticidade de uso e a possibilidade de aproveitamento da produção excedente, reduzindo efeitos de sazonalidade. A pesquisa se propôs a desenvolver um produto farináceo de beterraba aplicando procedimentos tecnológicos simples e disponíveis para uma grande parte dos pequenos produtores. Foram comparados diferentes tipos de cortes longitudinais e transversais de beterraba (long 2mm; long 4,5mm; long 9mm; trans 2mm; trans 4,5mm; trans 9mm) quanto ao tempo de secagem, taxa de secagem, tempo no processo de trituração, rendimento em produto farináceo e sua granulometria. As condições de temperaturas testadas para a secagem das fatias de beterraba foram semelhantes, por isso foi recomendado o uso de 100° C por 2 horas seguido de 70° C, por esta condição terminar o processo de secagem em temperatura mais branda. Os tratamentos de fatias de beterraba não apresentaram diferença significativa para o rendimento na produção de farinhas e farelos, mas, as farinhas foram significativamente diferentes quanto à granulometria. Os menores tempos de secagem foram dos tratamentos de cortes laminares 2mm (long = 7,3 h; trans = 7,3 h) e em palitos 4,5mm (long = 7,3 h; trans = 7,7 h), sendo que os tratamentos em palitos 9mm permaneceram, long = 9,7 h e trans = 9,3 h, no secador. As farinhas de beterraba apresentaram valores percentuais destacados para os nutrientes, carboidrato (50,32-55,39 %), fibra alimentar (23,30-26,90 %), proteína (11,32-13,40 %) e total de minerais (4,70-6,82 %). Já, o teor de lipídeos, como esperado, foi mínimo, 0,75 %. Considerando a facilidade de preparo das fatias, o tempo de secagem, a produção de farinhas de baixa granulometria, bem como o rendimento apresentado, o tratamento que produziu fatias cozidas de beterraba em palito de 4,5mm de espessura foi o recomendado para o processo de obtenção de farinha de beterraba.

Palavras chave: beterraba, farinha, secagem, agroindústria, composição nutricional.

ABSTRACT

FLOUR PRODUCT OBTAINED FROM STATIONARY BEET DRYING. The production of dried vegetables has increasingly due to longer service compared to conservation *in natura*, the practicality of use and the possibility of use of surplus production, reducing effects of seasonality. The search is proposed to develop a beet flour using simple technology and procedures available for the majority of small producers. It was compared different types of longitudinal and transverse cuts of beet (long 2mm; long 4.5mm; long 9mm, and, trans 2mm; trans 4.5mm; trans 9mm) as the time for air-drying, drying rate, time in the grounding process, income in flour product and its size. The conditions for the material drying, the cooked slices (2 mm) of beet, were similar, so it was recommended among the treatments the use of 100° C for 2 hours and 70° C to the end, for this condition finishes the process of air-drying in temperature more lenient. The treatments showed no significant difference in income for the full production of flours and brans, but the flours were significantly different as to size. Minors were drying times of the treatment of cuts 2 mm (7.3 h = longitudinal, 7.3 h = transverse) and sticks 4.5 mm (7.3 h = longitudinal, 7.7 h = transverse). The treatments in sticks 9mm remained, longitudinal = 9.7 h and transverse = 9.3 h, in the air-dryer. The beet flour showed percentage posted for nutrients, carbohydrate (50.32 to 5.39%), dietary fiber (23.30 to 26.90%), protein (11.32 to 13.40%) and total of minerals (4.70 to 6.82%). Already, the level of lipids, as expected, was less than 0.75%. Considering the ease of slices preparation, the dry time, the production of low size flour, and the flour income, the treatment that produced cooked slices of beet in sticks of 4.5 mm in thickness was recommended to the flour processing.

Key words: beet, flour, drying, agroindustry, nutritional composition

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3. OBJETIVOS	17
3.1 GERAL	17
3.2 ESPECÍFICOS	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6. CONCLUSÕES.....	38
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Secador de ar forçado. Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, UEPG, Ponta Grossa, Paraná, 2007.

Figura 2. Triturador industrial, de facas. Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, UEPG, Ponta Grossa, Paraná, 2007.

Figura 3. Disposição das fatias de beterraba no secador. Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, UEPG, Ponta Grossa, Paraná, 2007.

Figura 4. Fatias de beterraba desidratada no formato longitudinal. Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, UEPG, Ponta Grossa, Paraná, 2007.

Figura 5. Fatias de beterraba desidratadas no formato transversal. Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, UEPG, Ponta Grossa, Paraná, 2007.

Figura 6. Produto farináceo resultante da trituração de fatias de beterraba desidratadas. Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, UEPG, Ponta Grossa, Paraná, 2007.

Figura 7. Massa cumulativa (em %) de farinha de beterraba constituída por partículas $<1\text{mm}$ e produzida por trituração em processador industrial a partir de fatias desidratadas, média de seis repetições. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Figura 8. Proporções (% , média de seis repetições) das frações de granulometria diferentes que constituíram as farinhas de beterraba, calculadas a partir da massa total de farinha $<1\text{mm}$. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Figura 9. Taxa de secagem dos formatos de fatias de beterraba, calculada a partir da massa do produto que entrou no secador, média de seis repetições. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tempo (h) de permanência do produto* no secador, a partir de fatias de beterraba submetidas a corte transversal com 2 mm de espessura, sob diferentes condições de temperatura de secagem. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tabela 2. Perdas* de massa (em %) dos processos de preparo das fatias de beterraba, média de seis parcelas. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tabela 3. Tempo (h) de permanência do produto no secador* a partir de diferentes fatias de beterraba, sob a condição de temperatura de 100°C/2h+70°C. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tabela 4. Tempo de trituração (em segundos) em processador industrial* para produzir um valor de massa constante de farinha de beterraba apresentando granulometria <1 mm, a partir de fatias desidratadas. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tabela 5. Rendimentos (%)* de produtos farináceos de beterraba - integral, farinha <1mm, farelo – calculados a partir dos formatos de fatias de beterraba cozida. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tabela 6. Composição nutricional centesimal (g/100g) das frações de produto farináceo de beterraba. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

LISTA DE ANEXOS

ANÁLISES ESTATÍSTICAS DE DADOS EXPERIMENTAIS. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Tabela 1 - Análise de variância de tempos (h) de diferentes condições de temperatura de secagem. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Tabela 3 - Análise de variância para tempos de secagem das fatias de beterraba. Ponta grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Tabela 4 - Análise de variância para tempos de trituração das fatias secas de beterraba. Ponta Grossa, Paraná 2007.

Dados da Tabela 5 - Análise de variância para rendimentos de produtos farináceos de beterraba. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Figura 8 - Análise de variância para as proporções de frações de diferentes granulometria constituintes da farinha <1mm. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Figura 9 - Análise de variância para a taxa de secagem. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

DADOS DA TABELA 2 – Repetições. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

DADOS DA TABELA 4 e DA FIGURA 7 - Repetições. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Tabela 4 e da Figura 7 - repetições do tratamento Long 2mm, para massa (%) de farinha <1mm produzida por período de tempo em processador industrial. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Tabela 4 e da Figura 7 - repetições do tratamento Long 4,5mm, para massa (%) de farinha <1mm produzida por período de tempo em processador industrial. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Tabela 4 e da Figura 7 - repetições do tratamento Long 9mm, para massa (%) de farinha <1mm produzida por período de tempo em processador industrial. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Tabela 4 e da Figura 7 - repetições do tratamento Trans 2mm, para massa (%) de farinha <1mm produzida por período de tempo em processador industrial. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Tabela 4 e da Figura 7 - repetições do tratamento Trans 4,5mm, para massa (%) de farinha <1mm produzida por período de tempo em processador industrial. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Tabela 4 e da Figura 7 - repetições do tratamento Trans 9mm, para massa (%) de farinha <1mm produzida por período de tempo em processador industrial. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

DADOS DA FIGURA 8 – Granulometria das farinhas <1mm - proporções das frações (%) de diferentes granulometrias. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

DADOS DA FIGURA 9 - Taxa de secagem dos formatos diferentes de beterraba. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Figura 9 – repetições da taxa de secagem do tratamento Long 2mm, em % de perda de umidade calculada a partir da massa do produto que entrou no secador. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Figura 9 – repetições da taxa de secagem do tratamento Long 4,5mm, em % de perda de umidade calculada a partir da massa do produto que entrou no secador. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Figura 9 – repetições da taxa de secagem do tratamento Long 9mm, em % de perda de umidade calculada a partir da massa do produto que entrou no secador. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Figura 9 – repetições da taxa de secagem do tratamento Trans 2mm, em % de perda de umidade calculada a partir da massa do produto que entrou no secador. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Figura 9 – repetições da taxa de secagem do tratamento Trans 4,5mm, em % de perda de umidade calculada a partir da massa do produto que entrou no secador. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Figura 9 – repetições da taxa de secagem do tratamento Trans 9mm, em % de perda de umidade calculada a partir da massa do produto que entrou no secador. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

1. INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta vulgaris*) é uma hortaliça anual herbácea, pertencente à família das Chenopodiaceae. É uma raiz tuberosa originária das regiões de clima temperado da Europa e do Norte da África. A raiz pode ser consumida crua, cozida, em conserva e, como a proposta, desidratada ou em pó. As folhas também são comestíveis e concentram quantidades de nutrientes e vitaminas, destacando-se cálcio, ferro, sódio, potássio e vitaminas A, B e C.

A produção de beterraba no Brasil é uma das mais significativas dentro do volume total do mercado agrícola de hortaliças. Segundo a Associação Brasileira de Horticultura e dados estatísticos oficiais, existem atualmente no Brasil cerca de 10.000 hectares desta hortaliça, produzidas em mais de 100.000 propriedades. Deste total, 45% estão localizadas nas regiões de São José do Rio Pardo, Piedade e Ibiúna, no estado de São Paulo, e São Gotardo, Madre de Deus e Carandaí, em Minas Gerais. Outros 35% estão localizados na região sul, especialmente nos cinturões verdes das capitais, como Curitiba e Porto Alegre. Estas regiões são responsáveis pela produção de 250.000 a 300.000 toneladas/ano, receita que contribui para a remuneração anual de mais de 500.000 pessoas no campo (TIVELLI, 2007).

No Brasil, as safras de verão, onde incidem temperaturas acima de 25 a 30 graus, favorecem o aparecimento de anéis concêntricos de coloração branca, os quais depreciam o produto para consumo *in natura* e para a produção de conservas. A agroindústria agrega valor ao produto, porém a qualidade final de qualquer produto desidratado vai sempre depender da qualidade da matéria-prima utilizada.

A secagem constitui uma área da ciência e tecnologia do processamento de alimentos de grande importância, apresentando várias aplicações, como para frutas, hortaliças, cereais, carne, leite. A grande vantagem do processo de secagem se deve a ampliação do período de conservação de produtos alimentícios em armazenamento, evitando que se deteriore

rapidamente, bem como em reduzir substancialmente o peso e, em geral, também o volume do produto alimentício, resultando em porções pequenas com uma grande concentração de nutrientes. Também, oferece a oportunidade de aproveitar o excedente da produção e obter rendimento extra. Excedentes da colheita são muitas vezes desperdiçados pela carência de conhecimento por parte da produção agrícola, principalmente quando se refere aos pequenos produtores.

O trabalho que se propõe descreve uma técnica de processamento simples e de fácil execução e que tem por meta fazer uma contribuição ao setor de pós-colheita agrícola de beterraba.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As pesquisas em desidratação viabilizaram a secagem de maior quantidade de produtos, porém são poucas as informações disponíveis na literatura científica sobre os processos de obtenção destes alimentos, o que torna necessário à realização de mais estudos que possibilitem um melhor entendimento destes processos e sua influência nas propriedades físicas e químicas dos produtos desidratados e em pó (TIVELLI, 2007).

A desidratação é uma operação de remoção de água, através de um mecanismo de vaporização térmica. É realizada através de calor produzido artificialmente em condições de temperatura, umidade e corrente de ar controladas. O ar é o mais usado meio de secagem dos alimentos, pois conduz calor ao alimento, provocando a evaporação da água contida nos alimentos, sendo também o veículo no transporte de vapor d'água do alimento para o ar e deste para o alimento (AZEREDO, 2004).

A primeira máquina para desidratar frutas e vegetais foi construída na França em 1795. Entretanto, a desidratação só passou a ser aplicada de forma significativa na primeira Guerra Mundial, em virtude da demanda por alimentos em larga escala destinada a suprir as necessidades das tropas em combate. Desde 1944, nos Estados Unidos, existem técnicas para desidratação de mais de 160 espécies vegetais (ITAL, 2007).

Segundo a FAO, a importação mundial de frutas frescas em 2005 foi de 223.492.000 toneladas e os maiores importadores foram: China, Rússia, Alemanha, Reino Unido e os Estados Unidos. Naquele ano o Brasil importou 172.000 toneladas de frutas desidratadas e exportou 12.000 toneladas. Portanto, apesar de ser um grande produtor mundial, o Brasil importa mais frutas desidratadas do que exporta, isto apenas no setor hortifrutigranjeiro (IBGE, 2006).

Nos plantios de beterraba em período de verão, quando a raiz da beterraba se forma em condições de temperatura alta, pode ocorrer formação de anéis concêntricos de coloração branca. Como esta característica da matéria-prima não é desejada pelo consumidor bem como pela indústria, principalmente a de conserva, quando presente o produtor geralmente não consegue comercializar o seu produto. A formação de anéis brancos é um distúrbio fisiológico da planta que acontece sob condições de estresse hídrico e térmico. A beterraba isenta deste anel branco possui uma maior aceitação no mercado (TIVELLI, 2007).

A beterraba apresenta características de alimento funcional. O termo alimento funcional foi introduzido no Japão nos anos 80 e refere-se a alimentos naturais ou processados contendo substâncias que ajudam no funcionamento de partes específicas do organismo, podendo também ser nutritivo. Entre as definições propostas na literatura mais recente, destaca-se a de HASLER (1998), a qual conceitua alimento funcional como “algum alimento ou ingrediente alimentício que, além dos nutrientes que contém, pode proporcionar um benefício à saúde”.

A partir da década de 90, a atenção dada a essa classe de alimentos, os funcionais, tem sido crescente. O mercado de alimentos funcionais cresceu nos últimos anos devido à imagem positiva que eles trazem com relação ao seu impacto na saúde e bem estar, o que os torna tão popular (ITAL, 2007).

CLYDESDALE (1997) constatou a existência de benefícios fisiológicos e/ou redução de riscos de doenças crônicas, pela ação de substâncias bioativas, como flavonóides, que são compostos polifenólicos de ação antioxidante (SCOTT & LEE, 1996), atuando em radicais livres no processo oxidativo.

São fontes de substâncias bioativas alguns polifenóis, como: as catequinas do vinho tinto, sucos de uva, chás verde e preto, e também do chocolate; as antocianinas contidas na amora e uva; os flavonóides de frutas cítricas, alho e cebola; e a curcumina constituinte da

mostarda e milho (KOWALSKA & LENART, 2005).

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

As betalaínas são encontradas principalmente na ordem de vegetais Centrospermeae, a qual contempla a beterraba (*B. vulgaris*) que constitui excelente fonte de pigmentos. Algumas variedades contêm valores superiores a 200 mg de betacianina por 100 g de massa fresca, o que representa em sólidos solúveis um conteúdo de cerca de 0,2% (HENRY, 1996).

As betalaínas podem ser empregadas como corante em alimentos (CONSTANT *et al.*, 2002; DRUNKLER, *et al.*, 2003). No entanto, fatores que afetam sua estabilidade restringem o seu uso. Tais fatores incluem valores de pH e temperatura (PÁTKAI & BARTA, 1996; SAGUY, 1979), oxigênio molecular, luz, atividade de água (DRDÁK, 1990), metais (CZAPSKI, 1990).

Outra substância bioativa que têm atraído interesse crescente nos últimos anos, com eficiência cientificamente comprovada é o licopeno, presente em alimentos como tomate, melancia, beterraba. Trata-se de um antioxidante que quando absorvido pelo organismo ajuda a prevenir e reparar danos às células causados por radicais livres (ANGUELOVA & WARTHESEN, 2000).

Os corantes naturais ganham espaço no mercado e os tipos mais empregados pelas indústrias alimentícias têm sido os extratos de urucum, carmim de cochonilha, curcumina, páprica, antocianinas e betalaínas. A maioria dos corantes naturais é de origem vegetal. Costuma-se classifica-los em quatro grandes categorias: (i) Pigmentos porfirínicos: clorofila; (ii) Flavonóides e derivados: antocianinas; (iii) Carotenóides: β -caroteno, licopeno, xantofila; (iv) Quinonas: ácido carmínico, carmim. As essas quatro principais categorias convém adicionar as xantonas, a betalaina, a cúrcuma, os taninos e o caramelo (FRANCISCONI,

2003)

A secagem estacionária tem sido aplicada a vários alimentos, devido ao gradativo contato dos mesmos com altas temperaturas, minimizando danos térmicos, além da alta produção e baixo custo em comparação com outros métodos, minimizando a perda de substâncias bioativas e pigmentos (ABADIO, 2004).

A vida-de-prateleira de um alimento desidratado depende de: (i) fatores extrínsecos, como tamanho e propriedades da embalagem, condições ambientais de estocagem (umidade, concentração de oxigênio, luz e temperatura), transporte e manuseio; (ii) fatores intrínsecos, como composição química do alimento, tipo e concentração de aditivos. O uso de embalagens laminadas tem sido mais efetivo, em relação às embalagens de polietileno, no prolongamento de vida útil de alimentos desidratados, devido à maior proteção contra a oxidação e a absorção de umidade (SILVA, 2005).

Em alimentos ricos em açúcares, um dos fatores mais críticos é a absorção de água, que promove a formação de aglomerados, a dissolução de açúcares amorfos e a recristalização dos mesmos, dificultando a reconstituição e as condições de escoamento do produto, além de acelerar outras reações que depreciam a sua qualidade (AMMU, 1977).

Entre as vantagens que a secagem estacionária oferece ao produto seco e em pó, destaca-se a diminuição significativa de peso, fazendo que o alimento fique bem mais leve, de fácil transporte e promovendo menor ocupação de espaço, sem que ocorram perdas consideráveis das propriedades organolépticas essenciais (TEIXEIRA NETO *et al.*, 2004).

3. OBJETIVOS

3.1 GERAL

Avaliar, tendo por meta sugerir o uso de uma técnica de processamento pós-colheita para beterrabas cultivadas em regiões e/ou épocas de temperaturas desfavoráveis, que apresentem anéis concêntricos brancos, as quais são indesejáveis para consumo *in natura* e produção de conservas. Também, oferecer alternativas para o aproveitamento da produção de beterrabas, obtendo produtos na forma desidratada e em pó, e com isso, agregar valor ao produto, aumentar a longevidade, aumentar a utilização da beterraba como alimento, corante natural e, ainda, favorecer o consumo de substâncias bioativas.

3.2 ESPECÍFICOS

Gerar informações sobre o desenvolvimento do produto “farinha de beterraba desidratada” usando secador de seis bandejas medindo 90 x 80 cm de espaço interno e triturador industrial, dando ênfase para a determinação de:

- (I) Temperatura de secagem a ser recomendada;
- (II) Qual formato de fatia fresca de beterraba resulta em menor tempo de secagem, facilidade durante o processo de trituração, maior rendimento em produto farináceo e farinha de menor granulometria;
- (III) Taxa de secagem para diferentes formatos de fatias de beterraba;
- (IV) Composição nutricional da farinha.

4. MATERIAL E MÉTODOS

A cultivar de beterraba *Early Wonder (Beta vulgaris)*, que é abundantemente cultivada no Brasil, foi a matéria-prima utilizada na pesquisa e foi obtida de produtor da região de Ponta Grossa – Paraná.

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), bem como determinar seus rendimentos, tempos de secagem, tempos para os procedimentos de trituração que transformam as fatias em farinhas, granulometria das farinhas e a composição nutricional da farinha (Experimento 2);
- Determinar a taxa de secagem para as diferentes fatias de beterraba (Experimento 3);

A pesquisa foi conduzida na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), no estado do Paraná durante o ano de 2007/2008. O delineamento utilizado para os experimentos foi inteiramente casualizado (DIC). Os cálculos para as análises de variância com aplicação do Teste F aos dados coletados foram realizados utilizando-se o programa M-STAT.

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

No processo de trituração usado para transformar as fatias secas de beterraba em produto farináceo foi usado um triturador industrial, o qual pode ser visualizado na Figura 2.



Figura 1. Secador de ar forçado. Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, UEPG, Ponta Grossa, Paraná, 2007.



Figura 2. Triturador industrial, de facas. Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, UEPG, Ponta Grossa, Paraná, 2007.

Experimento 1: Condições de secagem

Este experimento foi usado para avaliar diferentes condições de secagem: 90°C; 80°C; 70°C; 100°C por 2 horas e 90°C até o final da secagem; 100°C por 2 horas e 80°C até o final da secagem; e, 100°C por 2 horas e 70°C até o final da secagem. Foi aplicada cada uma das seis condições de temperatura de secagem a cinco porções de fatias de beterraba cortadas transversalmente e com espessura de 2 mm, as quais constituíram as repetições e tendo sido preparadas a partir de uma amostra de aproximadamente 4 kg de beterrabas frescas (*in natura*).

As beterrabas frescas foram lavadas em água potável e suas hastes foram removidas manualmente com auxílio de uma faca inox. Estas beterrabas foram pesadas, submetidas a um processo de aquecimento em fervura durante 30 minutos para amolecimento do tecido e inativação de substâncias tóxicas à saúde humana, resfriadas em água potável e descascadas manualmente.

As beterrabas sem casca foram cortadas transversalmente para obtenção de fatias com espessura de 2 mm, as quais foram separadas em cinco porções (apresentaram de 510 g até 517 g por porção). Cada porção de fatias de beterraba fresca foi colocada em uma das cinco bandejas do secador, sendo estas previamente forradas com papel manteiga (Figura 3).

As fatias de beterraba foram desidratadas até atingirem uma massa constante. O monitoramento da massa do produto foi feito a cada intervalo de uma hora de secagem e foi iniciado após duas horas de sua permanência no secador. O produto foi retirado do secador quando a diferença de massa entre duas pesagens, em seqüência, foi igual ou menor que 0,5g.

A melhor condição de secagem foi determinada com base no menor tempo de secagem.



Figura 3. Disposição das fatias de beterraba no secador. Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, UEPG, Ponta Grossa, Paraná, 2007.

Experimento 2: Produção de farinhas de beterraba a partir de diferentes formatos de fatias

Os tratamentos, caracterizados por seis formatos de cortes (fatias) de beterraba e seis repetições, foram designados por: longitudinal laminar com 2 mm de espessura (long 2mm); longitudinal palitos com 4,5 mm (long 4,5mm) e com 9 mm (long 9mm) de espessura; transversal laminar 2 mm de espessura (trans 2mm); transversal palitos 4,5 mm (trans 4,5mm) e com 9 mm (trans 9mm) de espessura.

A execução do experimento de processamento da beterraba para a obtenção de produto farináceo, em seis repetições, consistiu de três etapas básicas: secagem, trituração e peneiragem.

Em cada repetição do experimento foi usada uma amostra de cerca de 4,5 kg de raízes tuberosas frescas 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.

A condição de secagem aplicada aos produtos foi determinada, previamente, no Experimento 1, a qual constituiu no uso de 100° C por 2h seguida de 70° C até o final da secagem. Cada secagem foi constituída de uma repetição do tratamento. Também, as parcelas foram submetidas a todas as posições disponíveis no secador.

As fatias de beterraba ao atingirem peso constante (variação igual ou inferior a 0,5g entre duas pesagens em seqüência) foram retiradas do secador e resfriadas a temperatura ambiente.

As fatias secas de cada uma das parcelas, após resfriamento, foram submetidas ao processo de trituração em temperatura ambiente, usando um liquidificador industrial Poli Skymesen, modelo TR-02. O tempo de permanência do produto no equipamento, sob processo de trituração, foi fracionado em períodos de 30 segundos, e, após cada período de trituração o material foi peneirado usando peneira apresentando malha de um milímetro (1 mm). A fração apresentando partículas <1 mm foi pesada e o restante do material (partículas >1 mm) foi novamente triturado. Esta operação foi repetida até que o aumento de massa da fração contendo partículas <1 mm foi igual ou inferior a 0,5g.

Os rendimentos de produtos farináceos de beterraba, a farinha integral, a farinha constituída por partículas <1mm, bem como o farelo (partículas >1mm) foram calculados a

partir das fatias cozidas de beterraba dos tratamentos.

Terminada a trituração, o farelo foi acondicionado em saco plástico, e todo o material constituído por partículas <1mm, denominado de farinha, foi misturado e, a seguir, submetido à análise granulométrica. Para esta etapa do processo foram utilizadas peneiras com malha de 0,5 mm e 0,25 mm, bem como um fundo coletor. A disposição das peneiras obedeceu à ordem decrescente das malhas, de cima para baixo, sendo que o fundo coletor foi fixado embaixo da peneira de menor malha. E, para o fracionamento do produto triturado em farinhas de diferentes granulometrias, este foi depositado na primeira peneira (malha de 0,5 mm) e, então, o conjunto de peneiras foi agitado por cerca de 20 minutos. Após esse tempo, a massa de cada fração presente em cada uma das peneiras e no fundo coletor foi determinada.

As três frações <1mm foram acondicionadas em sacos plásticos de acordo com a granulometria, e suas proporções constituintes do produto farináceo foram calculadas em função da massa total dessa farinha. Os dados foram organizados em esquema fatorial, 2 formatos de cortes por 3 espessuras (2X3).

Esse experimento deu suporte para proceder-se à escolha do melhor corte da beterraba (fatia), tendo sido avaliados as seguintes variáveis: tempo de permanência do produto no secador; tempo necessário para a transformação de fatias secas em farinha de beterraba; rendimento de produto farináceo apresentando partículas <1mm; e granulometria desse produto farináceo.

Também, foi determinada a composição nutricional centesimal das frações granulométricas do produto farináceo integral de beterraba, expressa pelos seguintes constituintes: umidade; minerais (cinzas); proteínas (%N x 6,25); lipídeos; fibra alimentar total; e carboidratos.

Os procedimentos para determinação da umidade, minerais como cinzas, lipídeos e proteínas estão contidos nas 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, através de extração com solvente hexano no aparelho de Soxhlet. A proteína foi determinada em triplicata e usando o método de micro-Kjeldahl, o qual determinou o nitrogênio da amostra, e a conversão para proteína foi obtida por cálculo usando o fator 6,25.

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 1g) que resistiu ao processo de hidrólise enzimático (enzimas: α -amilase=thermamylyl, 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.

O total de carboidratos digeríveis foi calculado por diferença porcentual.

Experimento 3: Taxa de secagem

O experimento foi constituído pelos mesmos seis tratamentos do Experimento 2.

Os procedimentos em relação ao preparo das fatias de beterraba e a condição de secagem foram os mesmos do Experimento 2.

O monitoramento da massa do produto foi feito por parcela (bandeja), antes de iniciar a secagem e durante sua permanência no secador a cada intervalo de duas horas.

O produto foi retirado do secador quando a diferença de massa entre duas pesagens em seqüência foi menor ou igual a 0,5 g.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados dos experimentos possibilitaram avaliações em relação: à melhor condição de secagem para fatias frescas de beterraba (Tabela 1); às perdas de massa dos processos de preparo das fatias de beterraba sob formatos diferentes em função do corte (Tabela 2); ao tempo de secagem para diferentes formatos de fatias de beterraba (Tabela 3); ao tempo de trituração para a transformação de fatias de beterraba em produtos farináceos (Tabela 4, Figura 7); ao formato de fatias de beterraba que produziu o maior rendimento em produtos farináceos (Tabela 5); à granulometria das farinhas de beterraba obtidas a partir de fatias apresentando formatos distintos (Figura 8); a taxa de secagem na melhor condição de temperatura, para as seis fatias diferentes de beterraba (Figura 9); e a composição nutricional centesimal das frações granulométricas da farinha de beterraba (Tabela 6).

As Figuras 4 e 5 mostram algumas fatias de beterraba desidratadas, em cortes longitudinal e transversal, e, a Figura 6 apresenta uma amostragem do produto farináceo integral após processo de trituração.



Figura 4. Fatias de beterraba desidratada no formato longitudinal. Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, UEPG, Ponta Grossa, Paraná, 2007.



Figura 5. Fatias de beterraba desidratadas no formato transversal. Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, UEPG, Ponta Grossa, Paraná, 2007.



Figura 6. Produto farináceo resultante da trituração de fatias de beterraba desidratadas. Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, UEPG, Ponta Grossa, Paraná, 2007.

Tabela 1. Tempo (h) de permanência do produto* no secador, a partir de fatias de beterraba submetidas a corte transversal com 2 mm de espessura, sob diferentes condições de temperatura de secagem. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Repetição	Condições de temperatura (° C)					
	90	80	70	100+90	100+80	100+70
A	5	6	6	5	5	6
B	5	6	6	5	6	6
C	5	6	6	5	5	6
D	5	5	5	5	5	5
E	5	4	5	5	5	4
Média	5,0 n.s.	5,4 n.s.	5,6 n.s.	5,0 n.s.	5,2 n.s.	5,4 n.s.

*foi retirado quando a diferença de duas pesagens, em seqüência, foi igual ou inferior a 0,5g; o teste de Bartlett indicou homogeneidade dos tratamentos.

Tabela 2. Perdas* de massa (em %) dos processos de preparo das fatias de beterraba, média de seis parcelas. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Perdas de massa	Tratamentos					
	Long 2mm	Long 4,5mm	Long 9mm	Trans 2mm	Trans 4,5mm	Trans 9mm
Processo de remoção da casca						17,7
Processo de fatiamento						1,9
Total de perdas						19,6

*calculadas a partir das massas de beterraba *in natura*.

Tabela 3. Tempo (h) de permanência do produto no secador* a partir de diferentes fatias de beterraba, sob a condição de temperatura de 100°C/2h+70°C. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

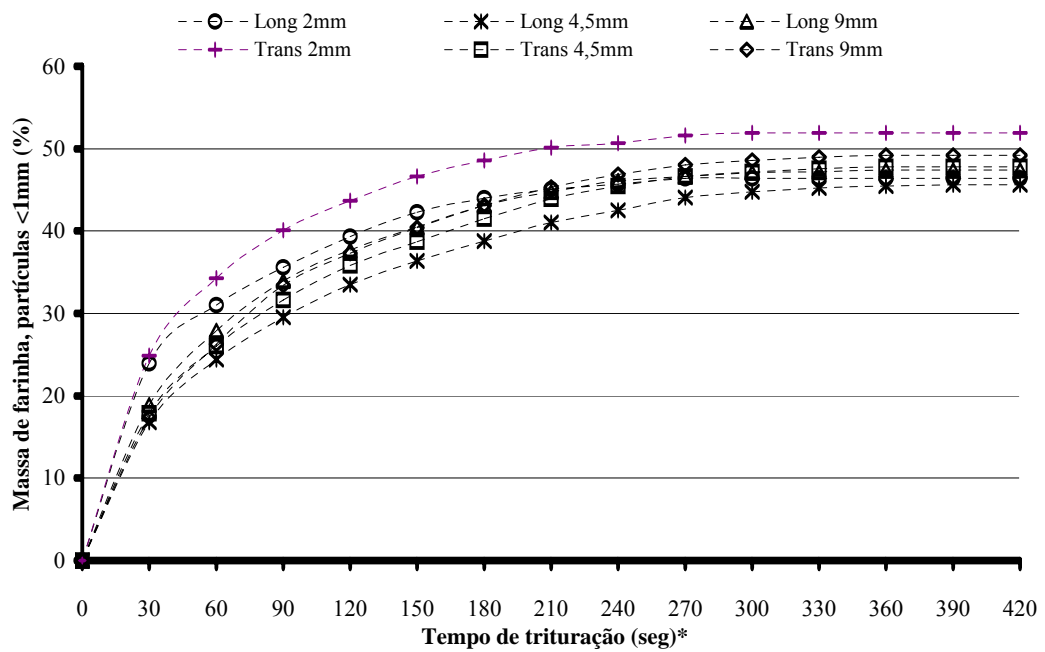
Repetição e média	Tratamentos					
	Long 2mm	Long 4,5mm	Long 9mm	Trans 2mm	Trans 4,5mm	Trans 9mm
A	6	8	10	6	8	10
B	8	8	8	8	8	10
C	8	8	10	8	8	10
D	8	6	10	8	8	8
E	8	6	10	6	6	8
F	6	8	10	8	8	10
Média	7,3 B	7,3 B	9,6 A	7,3 B	7,6 B	9,3 A

*foi retirado quando a diferença de duas pesagens, em seqüência, apresentou valor igual ou inferior a 0,5g.

Tabela 4. Tempo de trituração (em segundos) em processador industrial* para produzir um valor de massa constante de farinha de beterraba apresentando granulometria <1 mm, a partir de fatias desidratadas. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Repetição e média	Tratamentos					
	Long 2mm	Long 4,5mm	Long 9mm	Trans 2mm	Trans 4,5mm	Trans 9mm
A	150	270	270	210	270	270
B	270	390	360	300	330	360
C	240	330	300	270	240	300
D	270	270	240	210	300	240
E	180	300	240	150	360	330
F	210	300	210	150	270	270
Média	220 B	310 A	270 A	215 B	295 A	295 A

*foi finalizada a trituração quando a diferença de duas pesagens de massa de farinha <1mm, em seqüência, apresentou valor igual ou inferior a 0,5g.



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

Figura 7. Massa cumulativa (em %) de farinha de beterraba constituída por partículas <1mm e produzida por trituração em processador industrial a partir de fatias desidratadas, média de seis repetições. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tabela 5. Rendimentos (%)* de produtos farináceos de beterraba - integral, farinha <1mm, farelo – calculados a partir dos formatos de fatias de beterraba cozida. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Produto	Repetição e média	Tratamentos					
		Long 2mm	Long 4,5mm	Long 9mm	Trans 2mm	Trans 4,5mm	Trans 9mm
Farinha integral	A	12,39	14,55	11,64	13,09	13,22	12,16
	B	14,56	14,78	15,35	15,23	14,30	16,40
	C	15,97	16,73	17,26	14,49	14,93	17,93
	D	14,94	14,86	14,24	13,86	14,29	13,37
	E	12,02	15,55	14,07	15,94	14,1	15,4
	F	15,64	15,31	16,65	15,35	14,71	14,05
	Média	14,25 ns	15,30 ns	14,87 ns	14,66 ns	14,26 ns	14,89 ns
Farinha <1mm	A	9,18	8,50	7,03	11,19	7,39	7,58
	B	8,66	6,65	6,09	11,56	7,63	7,84
	C	6,08	6,42	8,26	5,95	5,64	7,85
	D	8,57	7,69	6,89	9,23	6,75	7,46
	E	5,26	10,35	9,59	7,53	8,42	10,17
	F	10,09	8,64	9,42	8,85	9,25	8,31
	Média	7,97 ns	8,04 ns	7,88 ns	9,05 ns	7,51 ns	8,20 ns
Farelo (>1mm)	A	3,21	6,05	4,61	1,90	5,83	4,58
	B	5,90	8,13	9,26	3,67	6,67	8,56
	C	9,89	10,31	9,00	8,54	9,29	10,08
	D	6,37	7,17	7,35	4,63	7,54	5,91
	E	6,76	5,20	4,48	8,41	5,68	5,23
	F	5,55	6,67	7,23	6,50	5,46	5,74
	Média	6,28 ns	7,26 ns	6,99 ns	5,61 ns	6,75 ns	6,68 ns

*calculados a partir das massas de fatias cozidas de beterraba.

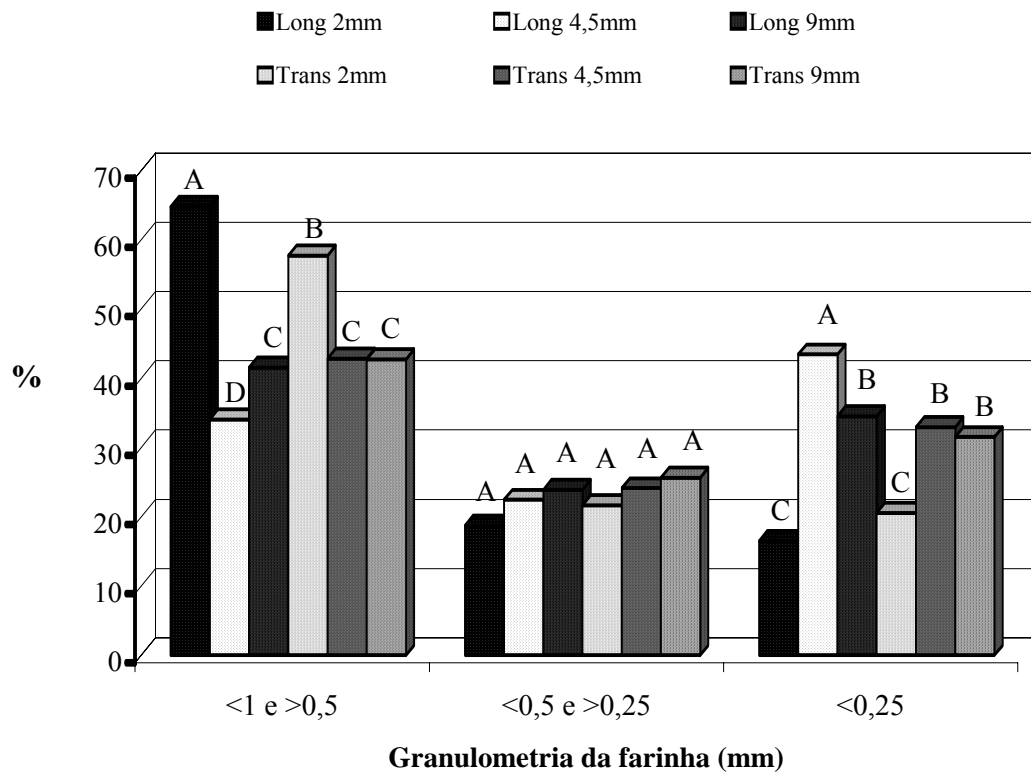


Figura 8. Proporções (% , média de seis repetições) das frações de granulometria diferentes que constituíram as farinhas de beterraba, calculadas a partir da massa total de farinha <1mm. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

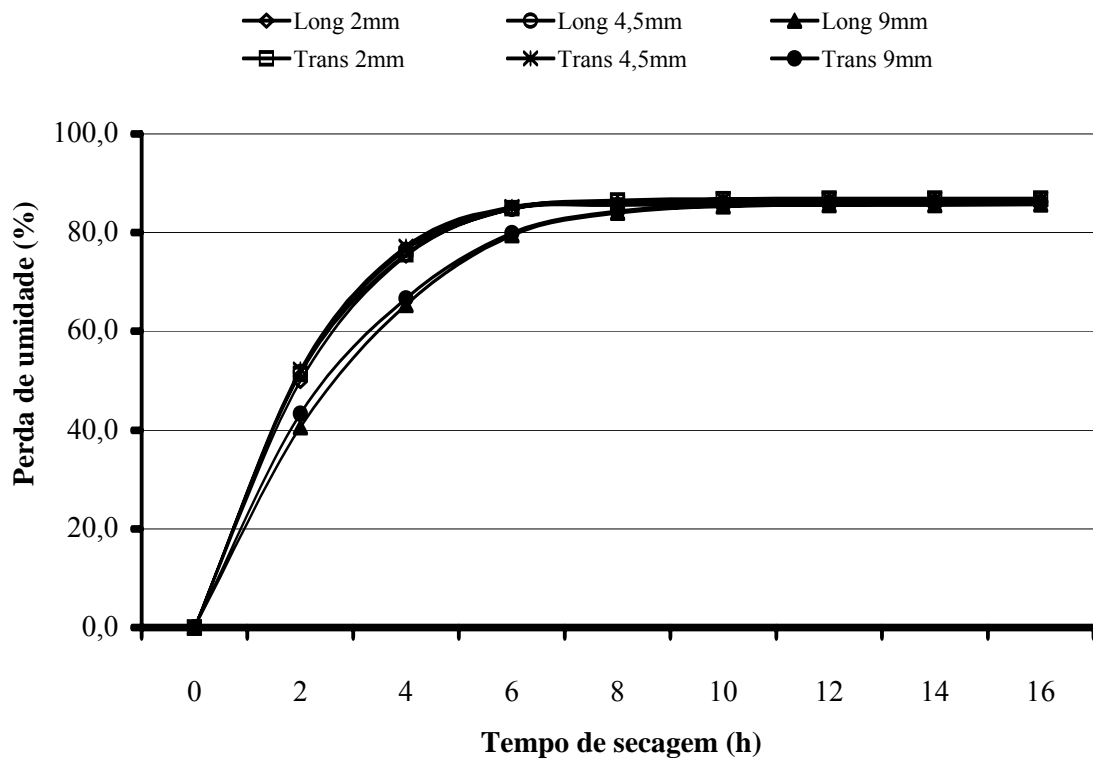


Figura 9. Taxa de secagem dos formatos de fatias de beterraba, calculada a partir da massa do produto que entrou no secador, média de seis repetições. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tabela 6. Composição nutricional centesimal (g/100g) das frações de produto farináceo de beterraba. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Constituintes	Granulometria da farinha integral (mm)			
	>1	<1 e >0,5	<0,5 e >0,25	<0,25
Umidade¹	3,72	4,21	2,07	4,12
Minerais (como cinzas)¹	6,71	4,70	6,82	4,74
Lipídeos¹	0,75	0,47	0,33	0,32
Proteínas¹	11,32	13,40	11,69	12,00
Fibra alimentar²	24,10	26,90	23,30	24,90
Carboidratos³	53,40	50,32	55,79	53,92

¹IAL, 2005; ²método oficial da AOAC (Prosky *et al.*, 1992); ³por diferença percentual.

Os tempos de permanência no secador das fatias de beterraba de cortes transversais com 2 mm de espessura, sob diferentes condições de temperatura de secagem são apresentados na Tabela 1. Com base nesses resultados, média de cinco repetições, os quais mostram que não houve diferença significativa entre as diferentes condições de temperatura testadas, a condição de 100 °C por 2 horas seguida de 70 °C até finalizar a secagem, foi a recomendada para os experimentos de secagem de fatias de beterraba desta pesquisa.

Usando a secagem como processo de obtenção do produto tomate seco a partir da cv. Santa Clara, Romero-Peña e Kieckbusch (2003) sugeriram para acelerar a operação de secagem iniciá-la com ar à 100° C até que cerca de 50% do conteúdo de umidade inicial do produto sejam evaporados. Tal procedimento não promove, segundo os autores, uma deterioração da cor vermelha natural do tomate com grau completo de maturação.

O processo de remoção da casca da beterraba, depois de cozida, representou quase a totalidade das perdas de massa do processo de preparo das fatias, resultando num valor médio para as parcelas igual a 17,7 %. Em contraste, o processo de fatiamento da beterraba inteira, cozida e sem a casca produziu apenas 1,0 a 2,9 % de perdas, resultando num valor médio para as parcelas igual a 1,9 %. Assim, o total de perdas de massa do processo, média das parcelas, a partir da matéria-prima cozida até as fatias (cortes), que incluiu a retirada da casca e o fatiamento, foi de 19,6 % (Tabela 2).

Os tempos de permanência das fatias de beterraba dos tratamentos (média de seis repetições) no secador, usando temperatura de secagem de 100°C/2h seguida de 70°C até o produto ficar pronto, estão apresentados na Tabela 3. Os menores tempos de secagem foram para os tratamentos de cortes laminares de 2mm (long = 7,3 h; trans = 7,3 h) e em palitos 4,5mm (long = 7,3 h; trans = 7,6 h), sendo que os tratamentos em palitos de 9mm permaneceram, long = 9,6 h e trans = 9,3 h, no secador.

Os tempos de trituração necessários para produzir massas com valores estabilizados foram significativamente diferentes entre tratamentos (Tabela 4). As fatias dos tratamentos laminares de 2mm, long e trans, apresentaram os menores tempos, iguais a 220 seg e 215 seg, respectivamente. Os processos de trituração das fatias secas desses tratamentos laminares, de 2mm, 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 <1mm (Figura 7).

Os tratamentos, fatias de beterraba, médias de seis repetições, apresentaram rendimentos próximos para produtos farináceos integrais (Tabela 5), calculados a partir de fatias cozidas de beterraba, variando de 14,25 % até 15,30 %. Não houve diferença significativa entre os tratamentos. Também, não houve diferença significativa entre tratamentos para os rendimentos de farinhas de beterraba constituídas por partículas menores que 1mm (7,51 a 9,05 %), bem como para os rendimentos de farelos, constituídos por partículas >1mm (5,61 a 7,26 %).

Dados sobre o rendimento de 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 a diminuição do rendimento em farinha de beterraba.

As farinhas de beterraba obtidas, as quais foram constituídas por partículas <1mm, apresentaram diferença significativa, entre si, para a granulometria (Figura 8). As diferenças marcantes foram tanto para a fração constituída por partículas <1 e >0,5mm como para a fração constituída por partículas <0,25mm. Para a fração intermédia, apresentando partículas <0,5 e >0,25mm, não houve diferença significativa entre tratamentos.

Os tratamentos de fatias laminares de 2mm de espessura, long e trans, produziram farinhas contendo partículas de maior tamanho, contrastando com os tratamentos de fatias em

palitos de 4,5 e 9mm de espessura os quais produziram farinhas com a menor granulometria.

Com relação à taxa de secagem (Figura 9), ambos os tratamentos de fatias em palito de 9mm 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, média de todos os tratamentos, tiveram o seguinte comportamento: nas duas primeiras horas foram perdidas 48,2%; quatro horas após o início da secagem a perda acumulada de umidade evaporada atingiu um valor de 72,8%, assim, no intervalo de duas a quatro horas a perda de umidade evaporada foi de 24,6%; e, no intervalo de quatro até seis horas foi evaporada uma proporção ainda menor de umidade, igual a 10,4%. Portanto, em seis horas de secagem, as fatias cozidas de beterraba perderam quase a totalidade (83,2%) de suas umidades iniciais. Entre seis até oito horas de secagem foram evaporadas 2,2% da umidade inicial do produto. A partir de oito horas, não houve diferença significativa entre intervalos de tempo para as massas dos produtos de qualquer dos tratamentos.

As taxas de secagem determinadas para os tratamentos (Figura 9) podem explicar os resultados obtidos para tempos de permanência dos seis formatos de fatias de beterraba no secador (Tabela 3). Nos tratamentos de fatias em palitos de 9mm de espessura, long e trans, a umidade interior dessas fatias por percorrer uma 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 (Tabela 3) e de trituração (Tabela 4) e para a granulometria das farinhas de beterraba (Figura 8).

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 fisico-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 4), mostram que houve diferença significativa entre tratamentos.

Os tratamentos de fatias laminares (long e trans de 2mm 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 7) e apresentaram os menores tempos de trituração, iguais a 220 e 215 seg, respectivamente (Tabela 4).

Nos formatos de beterraba de maior tamanho, como os tratamentos em palitos de 4,5mm e 9,0mm 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 porque desses formatos maiores de beterraba (4,5 e 9,0 mm) terem sido os mais resistentes ao processo de trituração aplicado (Figura 7), e, por isso precisaram de mais tempo (Tabela 4) para o processo de transformação das fatias secas em farinhas.

As diferentes frações granulométricas que constituíram a farinha apresentaram valores percentuais muito próximos para qualquer dos nutrientes (Tabela 6), 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%.

As hortaliças frescas possuem devido ao alto teor de água, como a beterraba, baixas proporções de fibra alimentar, porém, as secas apresentam altos teores desse nutriente. 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/2004b/2000), bem como a farinha de beterraba produzida na pesquisa atual, por serem fontes expressivas de fibras alimentares podem ser usados 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 que 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.

6. CONCLUSÕES

O uso da condição de secagem de 100° C por 2 horas, seguido de 70° C, por terminar o processo em temperatura mais branda foi recomendado. Os tratamentos de fatias de 4,5mm e 2 de espessura apresentaram maior taxa de secagem e seus produtos permaneceram menos tempo no secador. Os tratamentos produziram farinhas de granulometria diferentes, sendo que os constituídos por fatias em palitos de 4,5 e 9mm resultaram em farinhas de menor granulometria. Não houve diferença significativa entre tratamentos para os rendimentos de farinhas e de farelos. A farinha apresentou teor destacado para a fibra alimentar, carboidrato, proteína, total de minerais, e reduzido para lipídeo.

Considerando a facilidade de preparo das fatias, o tempo de secagem, a produção de farinhas de baixa granulometria, bem como o rendimento de farinha, o tratamento que produziu fatias frescas de beterraba em palito de 4,5mm de espessura foi o recomendado para o processo de obtenção de farinha de beterraba.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram geradas nesta pesquisa informações para atividades do processamento pós-colheita e relacionadas principalmente aos pequenos produtores. Também, as indústrias de máquinas e processamento de alimentos, como descascadores, fatiadores, secadores, trituradores, embalagens, poderão utilizar estas informações como parâmetros para a aplicação e aperfeiçoamento das tecnologias, com ênfase para os pequenos produtores de produtos agrícolas.

A agroindústria é um dos mais dinâmicos segmentos da economia brasileira. O setor lidera também as estatísticas de geração de empregos e de números de estabelecimentos industriais. Por possibilitar a fixação do homem no campo, agregar valor ao produto agrícola, utilizar tecnologia e equipamentos que independem da importação, entre outros benefícios, a agroindústria tem sido considerada pelo Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, como um dos principais alicerces para uma política nacional de desenvolvimento rural. Excedentes da colheita de hortaliças, frutas, raízes, tubérculos, cereais, entre outros, são muitas vezes desperdiçados porque ainda o conhecimento é pouco disponibilizado, principalmente para os pequenos produtores, sobre técnicas de colheita, transporte, armazenamento para conservação de produtos agrícolas, bem como para a transformação de matérias-primas alimentícias.

Em função disso, muitos trabalhos com desidratação de alimentos estão sendo realizados, despontando como excelente alternativa para a redução das perdas na agricultura. Trata-se de uma técnica que está se difundindo e crescendo a cada dia, com a implantação de fábricas de pequeno e médio porte, localizadas junto às regiões produtoras de alimentos.

Considerando esse segmento da produção, hoje, são necessárias técnicas modernas que reduzam custos, aumentem a produtividade, agreguem valores aos produtos agrícolas e

promovam o desenvolvimento dessa agroindústria.

Os legumes e as hortaliças desidratadas apresentam como principais vantagens, a grande redução de peso e volume, dispensando a necessidade de refrigeração durante o transporte ou armazenamento.

O mercado consumidor de alimentos desidratados, no Brasil, ainda é muito restrito, estando concentrado nos grandes centros urbanos. A tendência desse mercado, no entanto, é crescer e a melhor maneira de aproveitá-lo é através do desenvolvimento de pesquisas voltadas a secagem estacionária de produtos agrícolas de importância econômica regional e nacional.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABADIO, F.D.B. Physical properties of powdered pineapple (*Ananas comosus*) juice - effect of malt dextrin concentration and atomization speed. *Journal of Food Engineering*, Oxford, 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. *Publication UEPG Ciências Exatas e da Terra Ciências Agrárias e Engenharias*, Ponta Grossa, v.9, n.2, p.31-39, 2003.
- AMMU, K. Storage behavior of freeze dried fruit juice powders. *Journal of Food Technology*, Oxford, v.12, n.5, p.541-554, 1977.
- ANGUELOVA, T.; WARTHESEN, J. Lycopene stability in tomato powders. *Journal of Food Science*, Chicago, v.65, n.1, p.67-70, 2000.
- AZEREDO, H.M.C. *Fundamentos de estabilidade de alimentos*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 195p.
- CLYDESDALE, F.M. A proposal for the establishment of scientific criteria for health claims for functional foods. *Nutrition Reviews*, Boston, v.55, n.12, dec, p.413-422, 1997.
- CONSTANT, P.B.L.; STRINGUETA, P.C.; SANDI, D. Corantes alimentícios. *Boletim do CEPPA*, Curitiba, v.20, n.2, p.203-220, jul./dez., 2002.
- CZAPSKI, J. Heat stability of betacyanins in red beet juice and in: betanin solutions. *Lebensm. Unters. Forsch*, v.191, p.275-278, 1990.
- DRDÁK, M. Influence of water activity on the stability of betanine. *Lebensm. Unters. Forsch*, v.190, n.2, p.121-122, 1990.
- DRUNKLER, D.A.; FETT, R.; LUIZ, M.T.B. Betalaínas extraídas da beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.). *Boletim da SBCTA*, Campinas, v.37, n.1, p.14-21, 2003.
- FRANCISCONI, A.D. Propiedades físicas del jugo de maracuyá en polvo - efecto de la velocidad de atomización y concentración de maltodextrina. *Alimentaria*, Madrid, v.346, p.97-100, 2003.
- HASLER, C.M. Functional Foods: their role in disease prevention and health promotion. *Food Technology*, Chicago, v.52, n.11, nov., p.63-68, 1998.
- HENRY, B.S. Natural food colours. In: HENDRY, G.A.F; HOUGHTON, J.D. *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*. São Paulo, 2005.
- IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA *Indicador de produção agrícola*. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 3/fev./2006.

ITAL-INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Disponível em: <<http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/bjft/2002/p0299.pdf>>. Acesso em: 22/ago./2007.

KOWALSKA, J.; LENART, A. The influence of ingredients distribution on properties of agglomerated cocoa products. *Journal of Food Engineering*, Oxford, v.68, n.2, p.155-161, 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*, Exeter, v.29, n.4, p.283-289, 1988.

PÁTKAI, G.; BARTA, J. Decomposition of betacyanins and betaxanthins: by heat and pH changes. *Die Nahrung*, v.40, n.5, p.267-270, 1996.

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*, Washington, v.75, p.360-367, 1992.

RAUPP, D.S.; STARON, E.A.; ALMEIDA, F.C.C.; ONUKI, N.S.; CHAIMSOHN, F.P.; BORSATO, A.V. Produção de farelo alimentar fibroso da parte caulinar do palmito pupunha (*Bactris gasipaes*). *Publication UEPG Ciências Exatas e da Terra Ciências Agrárias e Engenharias*, Ponta Grossa, v.10, n.2, p.29-36, 2004a.

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*, Piracicaba, v.61, n.3, p.286-291, 2004b.

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*, Piracicaba, v.57, n.3, p.395-402, 2000.

ROMERO-PEÑA, L.M.; KIECKBUSH, T.G. Influência de condições de secagem na qualidade de fatias de tomate. *Brazilian Journal Food Technology*, Campinas, v.6, n.1, p.69-76, 2003.

SAGUY, I. Thermostability of red beet pigments (betanine and vulgoxanthin-I): influence of pH and temperature. *Journal of Food Science*, Chicago, v.44, n.8, p.1554-1555, 1979.

SCHWEIZER, T.F.; EDWARDS, C.A. *Dietary fibre - a component of food: nutritional function in health and disease*. London: Springer-Verlag, 1992.

SCOTT, F.W.; LEE, N.S. *Recommendations for defining and dealing with functional foods*. Canada: Report of the Bureau of Nutritional Sciences Committee on Functional Foods, 1996.

SILVA, R.N.G. Armazenamento de umbu-cajá em pó. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.5, p.1179-1184, 2005.

TEIXEIRA NETO, R.O; VITALI, A.; QUAST, D.G. *Reações de transformação e vida de prateleira de alimentos processados*. 3.ed. Campinas: ITAL (Manual Técnico, 6), 2004.

TIVELLI, W. *Associação Brasileira de Horticultura (ABH)*. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br>>. Acesso em: 12/jun./2007.

ANEXOS

ANÁLISES ESTATÍSTICAS DE DADOS EXPERIMENTAIS. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Tabela 1 - Análise de variância de tempos (h) de diferentes condições de temperatura de secagem. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Anova: fator único

RESUMO

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
90°C	5	25	5	0
80°C	5	27	5,4	0,8
70°C	5	28	5,6	0,3
100+90°C	5	25	5	0
100+80°C	5	26	5,2	0,2
100+70°C	5	27	5,4	0,8

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	1,467	5	0,293	0,8381	0,5358 2,6207NS
Dentro dos grupos	8,4	24	0,35		
Total	9,867	29			

Dados da Tabela 3 - Análise de variância para tempos de secagem das fatias de beterraba. Ponta grossa, Paraná, 2007/2008.

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	35,555	5	7,111	7,619	0,000101	2,53355 **
Erro	28	30	0,933			
Total	63,555	35				

**significativo a 5% e 1% de probabilidade.

RESUMO

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
L2	6	44	7,333	1,066 B
L4,5	6	44	7,333	1,066 B
L9	6	58	9,666	0,666 A
T2	6	44	7,333	1,066 B
T4,5	6	46	7,666	0,666 B
T9	6	56	9,333	1,066 A

Dados da Tabela 4 - Análise de variância para tempos de trituração das fatias secas de beterraba. Ponta Grossa, Paraná 2007.

ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamentos	50025	5	10005	4,01004	0,00663	2,53355 **
Erro	74850	30	2495			
Total	124875	35				

RESUMO					
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>	
L2	6	1320	220	2400	B
L4,5	6	1860	310	2040	A
L9	6	1620	270	2880	A
T2	6	1290	215	3750	B
T4,5	6	1770	295	1950	A
T9	6	1770	295	1950	A

** significativo a 5% e 1% de probabilidade.

Dados da Tabela 5 - Análise de variância para rendimentos de produtos farináceos de beterraba. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Farinha integral						
Anova: fator único						
RESUMO						
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
Long2	6	85,52	14,25	2,77		
Lon4,5	6	91,78	15,29	0,62		
Lon9	6	89,21	14,86	4,11		
Trans2	6	87,96	14,66	1,11		
Trans4,5	6	85,55	14,25	0,35		
Trans9	6	89,31	14,88	4,45		

ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	4,88	5	0,97	0,43	0,81	2,535
Dentro dos grupos	67,19	30	2,23			
Total	72,08	35				

Anova: fator único

RESUMO					
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>	
Long2	6	47,84	7,97	3,54	
Lon4,5	6	48,25	8,04	2,11	
Lon9	6	47,28	7,88	2,06	
Trans2	6	54,31	9,05	4,57	
Trans4,5	6	45,08	7,51	1,59	
Trans9	6	49,21	8,20	1,01	

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>	
Entre grupos	7,96	5	1,59	0,64	0,67	2,53	NS
Dentro dos grupos	74,55	30	2,48				
Total	82,51	35					

Farelo (>1mm)

Anova: fator único

RESUMO

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Long2	6	37,68	6,28	4,67
Lon4,5	6	43,53	7,25	3,22
Lon9	6	41,93	6,98	4,26
Trans2	6	33,65	5,60	7,14
Trans4,5	6	40,47	6,74	2,14
Trans9	6	40,1	6,68	4,61

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>	
Entre grupos	10,16	5	2,03	0,46	0,79	2,53	NS
Dentro dos grupos	130,36	30	4,34				
Total	140,52	35					

Dados da Figura 8 - Análise de variância para as proporções de frações de diferentes granulometria constituintes da farinha <1mm. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Fração de farinha: <1 e >0,5 mm

Anova: fator único

RESUMO

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>	
Long 2mm	6	388,75	64,79	26,63	A
Long 4,5mm	6	204,41	34,07	53,45	D
Long 9mm	6	249,39	41,57	157,83	C
Trans 2mm	6	346,64	57,77	7,72	B
Trans 4,5mm	6	257,38	42,90	143,11	C
Trans 9mm	6	256,79	42,80	63,01	C

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	3979,72	5	795,94	10,57	0,00	2,53**
Dentro dos grupos	2258,74	30	75,29			
Total	6238,46	35				

**significativo a 1%

Fração de farinha: <0,5 e >0,25 mm

Anova: fator único

RESUMO

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>	
Long 2mm	6	112,1	18,69	6,06	A
Long 4,5mm	6	134,8	22,46	3,52	A
Long 9mm	6	143,3	23,88	2,18	A
Trans 2mm	6	130,1	21,68	12,76	A
Trans 4,5mm	6	144,7	24,12	59,94	A
Trans 9mm	6	154,0	25,66	10,38	A

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	176,126	5	35,225	2,228	0,077	2,534NS
Dentro dos grupos	474,207	30	15,807			
Total	650,333	35				

Fração de farinha: <0,25 mm

Anova: fator único

RESUMO

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>	
Long 2mm	6	99,1004	16,5167	43,77	C
Long 4,5mm	6	260,833	43,4722	72,02	A
Long 9mm	6	207,311	34,5519	148,8	B
Trans 2mm	6	123,269	20,5448	25,77	C
Trans 4,5mm	6	197,896	32,9826	108	B
Trans 9mm	6	189,222	31,5369	97,02	B

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	2908	5	581,582	7,045	2E-04	2,534**
Dentro dos grupos	2477	30	82,556			
Total	5385	35				

**significativo a 1%

Dados da Figura 9 - Análise de variância para a taxa de secagem. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

<i>K</i>	<i>Fonte</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>Soma dos Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>F</i>
2	Formato	1	1.174	1.174	0.3492
4	Espessura	2	4.702	2.351	0.6994
6	F X E	2	0.194	0.097	0.0288
-7	Erro	30	100.838	3.361	
	Total	35	106.908		

Não significativo.

DADOS DA TABELA 2 – Repetições. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Tabela 2 – repetições para perdas de massa (%) dos processos de preparo das fatias de beterraba. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Repetição	Identificação	Fatias de beterraba					
		long 2mm	long 4,5mm	Long 9mm	trans 2mm	trans 4,5mm	trans 9mm
A	Matéria-prima, g	nd	nd	Nd	nd	nd	nd
	Beterraba sem casca, g	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Fatia fresca, g	450,1	450,3	450,1	450,2	450,1	450,1
	Fatia seca, g	57,9	68,6	57,8	59,1	61,6	59,2
	Perdas 1*, %	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Perdas 1* média, %			nd			
	Perdas 2**, %	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Perdas 2** média, %			nd			
B	Matéria-prima, g	627,0	629,4	671,5	627,5	631,6	619,1
	Beterraba sem casca, g	516,6	505,1	593,9	527,5	532,1	505,1
	Fatia fresca, g	511,2	481,3	578,8	522,8	477,0	498,5
	Fatia seca, g	77,0	79,0	98,2	81,5	74,1	82,4
	Perdas 1*, %	17,6	19,7	11,6	15,9	15,8	18,4
	Perdas 1* média, %			16,5			
	Perdas 2**, %	0,9	3,8	2,2	0,7	8,7	1,1
	Perdas 2** média, %			2,9			
C	Matéria-prima, g	512,9	467,3	499,4	488,5	508,2	453,3
	Beterraba sem casca, g	433,7	391,9	420,4	400,3	431,9	369,9
	Fatia fresca, g	431,1	350,1	417,0	397,6	418,9	367,5
	Fatia seca, g	73,8	62,6	73,9	66,0	78,7	67,3
	Perdas 1*, %	15,4	16,1	15,8	18,1	15,0	18,4
	Perdas 1* média, %			16,5			
	Perdas 2**, %	0,5	8,9	0,7	0,6	2,6	0,5
	Perdas 2** média, %			2,3			
D	Matéria-prima, g	522,6	633,0	614,1	555,9	530,7	547,0
	Beterraba sem casca, g	394,0	464,1	485,7	428,2	419,5	426,6
	Fatia fresca, g	387,5	458,8	481,1	421,2	413,3	422,3
	Fatia seca, g	60,8	69,4	73,2	61,1	60,6	64,2
	Perdas 1*, %	24,6	26,7	20,9	23,0	21,0	22,0
	Perdas 1* média, %			23,0			
	Perdas 2**, %	1,2	0,8	0,7	1,3	1,2	0,8
	Perdas 2** média, %			1,0			
E	Matéria-prima, g	617,4	578,9	619,0	649,0	651,6	550,9
	Beterraba sem casca, g	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Fatia fresca, g	511,5	468,4	518,6	525,6	530,6	448,0
	Fatia seca, g	65,2	73,3	77,7	82,0	77,0	68,1
	Perdas 1*, %	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Perdas 1* média, %			nd			
	Perdas 2**, %	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Perdas 2** média, %			nd			
F	Matéria-prima, g	564,5	594,5	542,0	576,2	577,9	545,4
	Beterraba sem casca, g	471,9	501,4	470,9	483,6	504,3	470,0
	Fatia fresca, g	76,0	80,6	81,4	70,7	76,9	69,4
	Fatia seca, g	471,1	491,8	467,2	478,0	479,2	463,0
	Perdas 1*, %	16,4	15,7	13,1	16,1	12,7	13,8
	Perdas 1* média, %			14,6			
	Perdas 2**, %	0,1	1,6	0,7	1,0	4,3	1,3
	Perdas 2** média, %			1,9			

DADOS DA TABELA 4 e DA FIGURA 7 - Repetições. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Tabela 4 e da Figura 7 - repetições do tratamento Long 2mm, para massa (%) de farinha <1mm produzida por período de tempo em processador industrial. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tempo (seg)	Repetições						Tempo médio (seg)
	A	B	C	D	E	F	
30	34,36	18,76	19,15	20,81	28,52	21,59	220 seg
60	47,32	27,28	25,27	26,69	32,88	26,34	
90	54,40	32,71	28,32	31,84	35,64	30,50	
120	58,54	39,38	31,19	35,69	36,92	34,05	
150	63,03*	42,71	33,45	39,12	37,12	38,63	
180	63,38	45,89	34,95	42,02	37,81*	40,31	
210	63,55	48,09	36,33	44,14	38,04	41,38*	
240	63,55	49,83	37,18*	45,26	38,04	41,86	
270	63,55	53,14*	37,18	45,93*	38,04	42,12	
300	63,55	53,27	37,18	46,52	38,04	42,12	
330	63,55	54,49	37,18	46,52	38,04	42,12	
360	63,55	55,27	37,18	46,52	38,04	42,12	

*valor foi constante a partir desse tempo de trituração e o aumento de massa, em seqüência, foi igual ou inferior a 0,5 g.

Dados da Tabela 4 e da Figura 7 - repetições do tratamento Long 4,5mm, para massa (%) de farinha <1mm produzida por período de tempo em processador industrial. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tempo (seg)	Repetições						Tempo médio (seg)
	A	B	C	D	E	F	
30	17,94	15,25	10,06	18,74	20,04	18,95	310 seg
60	26,36	20,71	14,39	27,13	33,02	25,05	
90	32,81	24,11	18,61	32,26	39,53	29,82	
120	37,26	27,32	20,85	36,7	43,68	35,10	
150	40,72	29,06	23,73	39,66	47,08	38,39	
180	43,37	30,51	25,58	42,06	49,65	41,39	
210	45,63	32,48	27,79	44,29	52,19	43,48	
240	47,41	33,65	29,51	45,56	54,74	44,15	
270	49,38*	35,04	30,97	46,08*	56,07	46,83	
300	49,60	35,91	33,24	46,23	56,94*	47,53*	
330	49,72	37,06	34,24*	46,82	57,46	47,93	
360	50,04	38,71	34,24	46,82	57,46	48,39	
390	50,04	39,52*	34,24	46,82	57,46	48,39	
420	50,04	40,25	34,24	46,82	57,46	48,39	

*valor foi constante a partir desse tempo de trituração e o aumento de massa, em seqüência, foi igual ou inferior a 0,5 g.

Dados da Tabela 4 e da Figura 7 - repetições do tratamento Long 9mm, para massa (%) de farinha <1mm produzida por período de tempo em processador industrial. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tempo (seg)	Repetições						Tempo médio (seg)
	A	B	C	D	E	F	
30	21,08	15,41	16,17	19,03	25,41	16,58	270 seg
60	32,12	22,90	23,88	27,27	33,85	27,21	
90	39,19	26,21	30,08	33,05	41,15	34,03	
120	43,03	30,16	33,99	36,23	45,19	37,62	
150	45,92	32,29	37,53	38,78	47,50	41,26	
180	48,39	33,98	40,25	40,76	51,10	43,99	
210	50,15	35,19	42,01	42,35	53,14	46,17*	
240	51,90	36,44	43,51	44,20*	54,58*	46,70	
270	53,28*	37,17	44,46	44,90	55,16	47,71	
300	53,57	38,21	45,86*	45,13	56,35	48,29	
330	53,83	39,22	46,39	45,57	57,26	48,29	
360	54,06	40,25*	46,39	46,01	57,26	48,29	
390	54,06	40,56	46,39	46,01	57,26	48,29	
420	54,06	40,98	46,39	46,01	57,26	48,29	

*valor foi constante a partir desse tempo de trituração e o aumento de massa, em seqüência, foi igual ou inferior a 0,5 g.

Dados da Tabela 4 e da Figura 7 - repetições do tratamento Trans 2mm, para massa (%) de farinha <1mm produzida por período de tempo em processador industrial. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tempo (seg)	Repetições						Tempo médio (seg)
	A	B	C	D	E	F	
30	32,44	26,26	24,87	27,91	16,70	21,03	215 seg.
60	44,13	37,35	34,26	36,66	26,06	27,09	
90	52,42	41,95	40,05	42,31	30,30	33,29	
120	57,88	47,07	43,69	46,33	31,73	35,42	
150	60,63	51,27	46,64	49,74	33,74*	37,81*	
180	64,74	54,44	48,81	52,23	34,14	38,52	
210	66,45*	57,65	50,52	54,40*	35,09	39,03	
240	66,74	60,59	51,45	54,86	35,48	39,58	
270	66,98	64,62	52,46*	55,47	35,48	39,58	
300	67,22	66,30*	52,87	55,76	35,48	39,58	
330	67,22	66,53	52,91	55,76	35,48	39,58	
360	67,22	67,17	53,04	55,76	35,48	39,58	

*valor foi constante a partir desse tempo de trituração e o aumento de massa, em seqüência, foi igual ou inferior a 0,5 g.

Dados da Tabela 4 e da Figura 7 - repetições do tratamento Trans 4,5mm, para massa (%) de farinha <1mm produzida por período de tempo em processador industrial. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tempo (seg)	Repetições						Tempo médio (seg)
	A	B	C	D	E	F	
30	20,02	18,05	18,05	15,80	14,69	20,49	295 seg.
60	29,43	26,28	22,48	22,32	25,74	29,46	
90	35,39	31,34	25,76	29,84	32,12	35,41	
120	40,02	36,47	28,35	33,34	37,01	39,89	
150	43,81	39,12	29,18	36,54	40,57	43,08	
180	46,30	41,59	30,61	38,70	45,93	45,64	
210	50,16	43,75	31,14	41,14	48,47	48,47	
240	51,70	45,91	32,41*	42,63	49,77	50,84	
270	53,00*	47,89	33,26	43,30	51,00	51,95*	
300	53,55	49,23	33,26	44,51*	52,17	52,59	
330	53,81	50,53*	33,26	44,93	53,28	53,20	
360	54,19	51,38	33,26	44,93	54,56*	53,64	

390	54,19	51,81	33,26	44,93	55,13	53,64
420	54,19	52,39	33,26	44,93	55,13	53,64

*valor foi constante a partir desse tempo de trituração, e o aumento de massa, em seqüência, foi igual ou inferior a 0,5 g.

Dados da Tabela 4 e da Figura 7 - repetições do tratamento Trans 9mm, para massa (%) de farinha <1mm produzida por período de tempo em processador industrial. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tempo (seg)	Repetições						Tempo médio (seg)
	A	B	C	D	E	F	
30	19,29	17,54	14,78	15,64	21,57%	14,72	295 seg.
60	30,68	24,08	21,02	25,19	32,23%	24,84	
90	42,03	29,57	25,73	31,66	38,35%	33,13	
120	45,64	33,01	30,90	35,96	41,93%	36,46	
150	48,17	36,07	33,71	39,03	43,68%	41,86	
180	50,71	37,88	36,43	41,37	48,35%	44,07	
210	53,20	39,89	38,45	43,31	50,36%	46,75	
240	54,24	41,43	40,27	45,36*	52,25%	47,69	
270	55,59*	42,79	41,50	46,23	53,90%	48,81*	
300	55,83	44,19	42,84*	46,77	54,95%	49,35	
330	55,93	45,33	43,58	47,50	56,00%*	49,35	
360	56,23	46,75*	43,58	48,05	56,97%	49,35	
390	56,23	47,64	43,58	48,05	57,61%	49,35	
420	56,23	48,40	43,58	48,05	57,61	49,35	

*valor foi constante a partir desse tempo de trituração, e o aumento de massa, em seqüência, foi igual ou inferior a 0,5 g.

DADOS DA FIGURA 8 – Granulometria das farinhas <1mm - proporções das frações (%) de diferentes granulometrias. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Figura 8 – repetições da granulometria de farinhas - proporções (%). Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

long 2mm – Proporções das frações da farinha de granulometria diferentes								
Repetição	>1mm		1-0,5mm		0,5-0,25mm		<0,25mm	
	g	%	g	%	g	%	g	%
A	14.4	25.9	27.7	49.6	7.2	12.8	6.4	11.5
B	30.2	40.5	26.7	35.8	7.5	10.1	10.1	13.5
C	42.6	61.9	17.9	26.0	5.5	8.0	2.7	3.9
D	24.7	15.2	22.1	38.1	5.3	9.3	5.8	10.0
E	34.6	56.2	18.8	30.5	6.0	9.6	2.2	3.5
F	26.1	35.4	26.9	36.6	8.8	12.0	11.8	16.0

long 4,5mm – Proporções das frações da farinha de granulometria diferentes								
Repetição	>1mm		1-0,5mm		0,5-0,25mm		<0,25mm	
	g	%	g	%	g	%	g	%
A	27.3	41.6	12.9	19.7	8.5	12.9	16.1	25.6
B	39.1	54.9	9.8	13.7	7.6	10.7	14.6	20.5
C	36.1	61.6	6.1	10.5	4.2	7.2	12.1	20.6
D	32.9	48.7	11.6	17.0	8.1	11.8	15.6	22.8
E	24.4	33.5	23.5	32.2	11.6	16.0	13.7	18.2
F	32.8	43.5	13.2	17.5	9.7	12.8	19.5	26.0

long 9mm – Proporções das frações da farinha de granulometria diferentes								
Repetição	>1mm		1-0,5mm		0,5-0,25mm		<0,25mm	
	g	%	g	%	g	%	g	%
A	20.7	39.6	10.7	20.4	7.4	14.2	13.5	25.8
B	53.6	60.3	23.0	25.7	8.1	9.1	4.2	4.7
C	37.5	52.2	11.9	16.5	7.6	10.6	14.9	20.6
D	35.4	51.6	11.2	16.4	7.9	11.5	13.1	20.5
E	23.2	31.8	23.2	31.7	11.9	16.4	14.6	20.1
F	33.8	43.3	15.1	19.4	11.6	14.9	17.3	22.1

Trans 2mm – Proporções das frações da farinha de granulometria diferentes								
Repetição	>1mm		1-0,5mm		0,5-0,25mm		<0,25mm	
	g	%	g	%	g	%	g	%
A	8.5	14.5	29.4	49.8	10.3	17.5	10.7	18.1
B	19.2	24.1	34.3	43.1	10.9	13.7	15.1	19.0
C	34.0	58.9	12.7	21.9	5.8	10.1	5.2	8.9
D	19.5	33.3	23.1	39.4	7.6	12.9	8.3	14.2
E	44.2	52.7	24.5	29.2	10.9	12.9	4.2	5.1
F	31.1	42.3	24.0	32.7	8.5	11.5	9.8	13.3

Trans 4,5mm – Proporções das frações da farinha de granulometria diferentes								
Repetição	>1mm		1-0,5mm		0,5-0,25mm		<0,25mm	
	g	%	g	%	g	%	g	%
A	26.2	44.1	11.6	19.4	8.7	14.5	13.0	21.8
B	31.8	46.6	15.5	22.6	13.3	19.5	7.6	11.1
C	38.9	62.2	15.3	24.5	3.0	4.7	5.3	8.4
D	31.2	52.7	9.0	15.1	6.5	11.0	12.4	20.9
E	30.1	40.2	20.8	27.8	11.2	14.9	12.7	16.9

F	26.2	37.1	16.1	22.8	9.3	13.1	18.9	26.8
----------	------	------	------	------	-----	------	------	------

Repetição	Trans 9mm – Proporções das frações da farinha de granulometria diferentes							
	>1mm		1-0,5mm		0,5-0,25mm		<0,25mm	
	g	%	g	%	g	%	g	%
A	20.6	37.8	12.5	22.7	8.4	15.3	13.3	24.2
B	42.6	52.2	18.6	22.7	11.9	14.5	8.6	10.5
C	37.1	56.2	13.5	20.4	8.2	12.3	7.3	10.9
D	24.9	44.2	12.1	21.3	6.7	11.9	12.7	22.5
E	23.4	33.9	24.7	35.7	11.3	16.4	9.5	13.8
F	26.6	40.8	12.9	19.8	9.5	14.5	16.2	24.8

DADOS DA FIGURA 9 - Taxa de secagem dos formatos diferentes de beterraba. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Dados da Figura 9 – repetições da taxa de secagem do tratamento Long 2mm, em % de perda de umidade calculada a partir da massa do produto que entrou no secador. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tempo (h)	Repetições					
	A	B	C	D	E	F
0	0	0	0	0	0	0
2	60.3	47.1	42.7	44.1	50.02	55.2
4	78.4	71.8	73.9	72.8	76.06	79.36
6	84.5	82.9	83.2	85.3	85.73	87.36
8	84.9	84.2	84.5	87.5	86.41	87.20
10	85.2	85.8	84.6	87.9	86.94	87.29
12	85.2	85.9	84.7	88.1	87.02	
14		85.9			87.09	
16						

Dados da Figura 9 – repetições da taxa de secagem do tratamento Long 4,5mm, em % de perda de umidade calculada a partir da massa do produto que entrou no secador. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tempo (h)	Repetições					
	A	B	C	D	E	F
0	0	0	0	0	0	0
2	56.2	44.1	48.7	59.0	62.25	40.18
4	74.9	74.3	76.3	83.2	81.65	68.99
6	83.6	86.7	80.3	87.5	86.6	83.96
8	84.5	88.2	80.8	87.7	86.67	85.78
10	84.7	88.4	81.1	87.7	87.05	86.08
12	84.8	88.5	81.1	89.2	87.11	86.18
14	84.9	88.3			87.19	86.25
16						86.31

Dados da Figura 9 – repetições da taxa de secagem do tratamento Long 9mm, em % de perda de umidade calculada a partir da massa do produto que entrou no secador. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tempo (h)	Repetições					
	A	B	C	D	E	F
0	0	0	0	0	0	0
2	40.04	54.0	31.2	44.1	43.48	30.93
4	58.9	78.0	64.9	68.5	66.70	55.6
6	74.7	85.6	78.7	80.8	80.87	76.0
8	82.1	86.9	82.0	84.5	85.1	83.5
10	84.5	87.1	82.6	85.5	86.02	86.1
12	85.0	87.2	82.8	85.9	86.29	86.4
14	85.3	87.2	82.7	86.0	86.35	86.4
16	85.4					

Dados da Figura 9 – repetições da taxa de secagem do tratamento Trans 2mm, em % de perda de umidade calculada a partir da massa do produto que entrou no secador. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tempo (h)	Repetições					
	A	B	C	D	E	F
0	0	0	0	0	0	0
2	70.8	53.1	46.6	50.7	52.77	34.0
4	83.3	77.0	76.6	75.9	78.6	62.5
6	84.9	85.6	84.7	85.5	88.38	80.5
8	85.1	86.7	86.2	86.6	88.97	85.8
10	85.1	86.9	86.3	86.8	89.31	86.5
12		87.0	86.4	87.0	89.35	86.7
14						86.9
16						86.9

Dados da Figura 9 – repetições da taxa de secagem do tratamento Trans 4,5mm, em % de perda de umidade calculada a partir da massa do produto que entrou no secador. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tempo (h)	Repetições					
	A	B	C	D	E	F
0	0	0	0	0	0	0
2	55.8	44.1	46.0	47.0	72.5	48.3
4	75.1	73.0	78.2	75.2	86.5	75.2
6	83.6	84.1	86.7	84.5	87.5	84.9
8	84.4	85.2	87.5	85.5	87.4	85.6
10	84.6	85.5	89.0	87.7	87.7	85.8
12	84.7	85.6	89.1	85.9	87.7	85.9
14	84.8					86.0
16						86.0

Dados da Figura 9 – repetições da taxa de secagem do tratamento Trans 9mm, em % de perda de umidade calculada a partir da massa do produto que entrou no secador. Ponta Grossa, Paraná, 2007/2008.

Tempo (h)	Repetições					
	A	B	C	D	E	F
0	0	0	0	0	0	0
2	43.7	35.6	34.1	58.7	52.8	34.6
4	61.4	60.4	64.0	79.7	75.6	58.8
6	75.4	76.3	79.1	85.9	86.0	76.2
8	80.9	83.0	84.8	86.7	87.7	82.5
10	82.4	84.8	86.0	87.1	88.2	84.0
12	82.9	85.3	86.3	87.2	88.3	84.5
14	83.2				88.5	84.8
16						84.9