

Tecnologias de atomização e desidratação: alternativas para a produção de farinhas a partir de vegetais

Bruno Engel¹
Nádia de Monte Baccar²
Liliane Marquardt³
Mari Silvia Rodrigues de Oliveira⁴
Ana Lúcia Becker Rohlfs²

RESUMO

A aplicação de processos tecnológicos, como a desidratação por estufa e a atomização para a secagem e produção de um pó, vem sendo empregados para produção de farinha a partir de produtos vegetais. A remoção de umidade traz alguns benefícios ao produto, como na produção de farinha permitindo o reaproveitamento de vegetais não conformes, além da agregação do valor comercial ao produto, um maior tempo de prateleira e diminuição nos custos de estocagem e transporte do produto. A incorporação de farinha de vegetais como substituinte parcial da massa na panificação vem ganhando destaque nos últimos anos. Neste sentido, realizou-se uma revisão bibliográfica dos principais aspectos relacionados à aplicabilidade do processo de spray dryer em comparação ao de secagem por desidratação para a produção de farinha de vegetais.

Palavras-chave: Vegetais. Farinha. *Spray dryer*. Secagem por desidratação.

ABSTRACT

The application of technological processes such as dehydration by oven and drying atomization for producing a powder has been used for flour production from vegetable products. The moisture removal brings some benefits to the product, as in the production of flour allowing the reuse of non-compliant plants, in addition to adding commercial value to the product a longer shelf and decrease in costs of storage and transportation of the product. The vegetable flour incorporation as a partial replacement of the dough in baking has been gaining prominent in recent years. In this sense, the present study aimed to review the literature of the key aspects in relation applicability of spray dryer process compared to drying by dehydration for the production of vegetable flour.

Keywords: Vegetables. Flour. Spray Dryer. Dehydration.

¹Aluno do Curso de Química da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC.

²Professoras do Departamento de Química e Física da Universidade de Santa Cruz do Sul. <albecker@unisc.br>

³Professora do Departamento de Engenharia, Arquitetura e Ciências Agrárias da Universidade de Santa Cruz do Sul.

⁴Doutora em Ciências e Tecnologias de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

1 INTRODUÇÃO

A população mundial vem aumentando e isso contribui para uma maior demanda alimentar e na necessidade urgente de se aumentar a oferta de alimentos sem prejudicar o meio ambiente (SILVA, 2009). Assim, a necessidade de aumentar a produção de vegetais, bem como, reduzir as perdas que ocorrem em toda a cadeia produtiva é imprescindível, uma vez que, em países emergentes, a estimativa das perdas chega a 50% para alguns produtos. No Brasil essa realidade não é diferente visto que desde o produtor até o consumidor, a magnitude de perdas é considerável (SOUZA et al., 2004).

Mourão e Magalhães (2011) enfatizam que o setor de maior crescimento no mundo é o hortigranjeiro e a demanda no consumo é cada maior, comparado com outros produtos agrícolas. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas e hortaliças que provem de pequenas áreas agrícolas, condição que demanda a aplicação de um gerenciamento adequado dos resíduos provindos desta comercialização.

De acordo com Belik, Cunha e Costa (2012), no Brasil, a questão das perdas pós-colheita tem sido predominantemente avaliada de forma pontual. Ainda segundo os autores, mesmo que seja reconhecida a importância dos efeitos sistêmicos transmitidos ao longo da cadeia produtiva, os estudos técnicos apontam a dificuldade de mensurar estes impactos, centrando a avaliação sobre a eficiência de determinado estágio de transformação pós-colheita. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as estimativas de perdas pós-colheita para produtos com maior durabilidade, como grãos e cereais, estão na faixa de 5% a 30%, enquanto para produtos hortícolas pode variar entre 15% até quase 100%. De acordo com Roriz (2012), 10% das perdas ocorrem na colheita, 50% nas etapas de transporte e industrialização, 10% nas residências durante o preparo dos alimentos e ainda 30% nas centrais de abastecimento do País e nos supermercados, contribuindo assim para o desperdício dos alimentos. Também contribuem para o desperdício, a não utilização de vegetais não conformes à comercialização. Vegetais não conformes são aqueles que apresentam algumas características que não correspondem ao padrão de comercialização exigido pelo mercado hortifrutigranjeiro, as quais podem se apresentar como injúrias mecânicas, deformidades, despigmentação de cor, peso ou tamanho e pontos pretos (ZANATTA; SCHLABITZ; ETHUR, 2010). Contudo, muitos destes alimentos ainda constituem fonte de nutrientes e poderiam ser empregados na alimentação de modo alternativo ao consumo *in natura*, como por exemplo, na forma de farinhas. A produção de farinhas vem se destacando na indústria

brasileira de reaproveitamento de vegetais não conformes, estes vegetais por serem produtos altamente perecíveis são apontados como sendo as maiores perdas em toda uma cadeia produtiva (LOPES et al., 2011).

Uma forma de atuação, no que diz respeito ao aproveitamento de resíduos, é a de buscar utilizações viáveis e econômicas para os inevitáveis resíduos agroindustriais gerados. Sempre que possível, o resíduo final deverá se constituir em matéria-prima para um novo processo, constituindo uma segunda transformação (FERNANDES et al., 2008). Uma das formas de minimizar a perda de alimentos perecíveis é através da secagem do alimento, que consiste num processo de retirada do máximo de água contida no produto visando preservar a sua qualidade (PALACIN et al., 2005). Neste sentido, a produção da farinha de vegetais, através da secagem, pode ser uma alternativa para o reaproveitamento do vegetal não conforme e para a agregação de valor comercial ao produto.

Considera-se como farinha o produto obtido pela moagem da parte comestível de vegetais, podendo sofrer previamente processos tecnológicos adequados. Para ser considerada farinha, o produto deve apresentar uma umidade inferior ao teor de 15% (ANVISA, 1978).

Para chegar aos teores necessários para a qualificação como farinha, é necessária a aplicação de processos tecnológicos como a desidratação por estufa ou a utilização de *spray dryer* que torna possível a remoção de umidade do vegetal e a produção de um pó, resultando em um produto menos perecível e com menor volume, desta forma facilitando o seu transporte, armazenamento e aumentando o seu tempo de vida de prateleira (ARAÚJO FILHO et al., 2011).

Para que a produção de farinha de vegetais seja viável, é necessário que seus principais componentes mantenham-se no produto. A desidratação por meio de aquecimento, dependendo do tempo e das temperaturas de exposição, pode ocasionar alterações sensoriais e nutricionais (CORREIA; FARAONI e PINHEIRO SANT'ANA, 2008).

Tendo em vista a predominância do emprego da secagem para a obtenção de farinha de vegetais, o presente trabalho apresenta uma revisão dos principais aspectos em relação às técnicas de *spray dryer* e desidratação por estufa com circulação de ar visando à desidratação de vegetais.

2 SECAGEM POR DESIDRATAÇÃO

A secagem por estufa com corrente de ar ou também denominada de secagem convectiva de ar quente é o método mais comum na secagem de alimentos (GUINÉ, PINHO e BARROCA, 2011). O processo 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). Simultaneamente, a diferença de pressão parcial de vapor de água existente entre o ar e a superfície do produto determina uma transferência de massa para o ar, na forma de vapor da água.

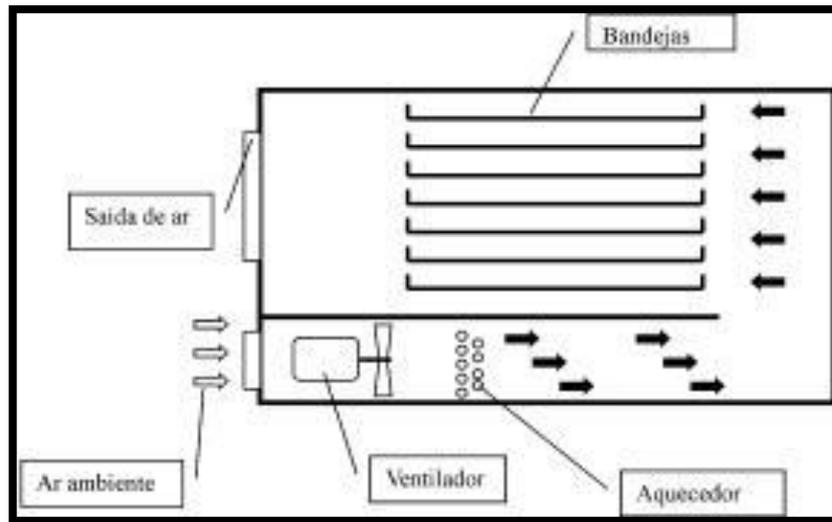
A desidratação ou secagem é apontada como um dos procedimentos mais importantes para a diminuição da atividade de água (a_w). Comparada com outros métodos preservativos para períodos longos, como a centrifugação, o enlatamento, os tratamentos químicos, a irradiação, entre outros, é de custo mais baixo e de operação mais simples (ALEXANDRE et al., 2009). A a_w é um dos fatores mais importantes para a indústria de alimentos, pois indica a quantidade de água disponível para o desenvolvimento de microrganismos e conseqüentemente a deterioração do alimento. Determinadas propriedades nutritivas dos alimentos, principalmente as vitaminas, podem ser afetadas em processos com tratamento térmico com a secagem por desidratação (CELESTINO, 2010).

No entanto, segundo Celestino (2010) a aplicação desta tecnologia pode trazer as seguintes vantagens:

- i) aumento da vida útil do produto,
- ii) aumento ou preservação do valor nutricional,
- iii) facilidade de transporte e de comercialização,
- iv) redução das perdas pós-colheita, e
- v) emprego de tecnologia de baixo custo.

O funcionamento para secagem de alimentos por desidratadora é esquematizado na Figura 1.

Figura 1 – Esquema de funcionamento de secagem por desidratadora.



No processo de desidratação, a taxa de velocidade de secagem dos alimentos decresce à medida que o teor de umidade diminui e a transferência da umidade é controlada pela difusão interna. Ainda, a cinética de secagem pode ser descrita através das propriedades de cada material, tais como condutividade térmica, difusividade térmica, umidade, calor de interface e coeficientes de transferência de massa. Assim, a velocidade de secagem depende da umidade do ar e da temperatura, bem como dos coeficientes de transferência de calor e massa em relação com a interação da distribuição de temperatura e umidade do interior do produto (MARGARIS e GHIAUS, 2007).

A secagem estacionária tem sido aplicada para vários alimentos, principalmente, pela alta produção e o baixo custo em comparação com outros métodos (ABADIO, 2004; ARAÚJO FILHO et al., 2011).

No entanto, a secagem por desidratação, apesar de inúmeras vantagens, pode apresentar algumas desvantagens importantes, como o impacto sobre a qualidade do produto desidratado, com deterioração do sabor e cor, declínio na capacidade de densidade e absorção de água e deslocamento dos solutos a partir da parte interna do material para a superfície, devido ao período de secagem longo e alta temperatura (GUINÉ, PINHO e BARROCA, 2011).

Os parâmetros de controle podem variar de acordo com o processo, mas em geral a temperatura, tempo de secagem e a dimensão do alimento são fatores que influenciam em qualquer processo de secagem, pois exercem efeitos sobre a taxa de secagem, teor de umidade

final e encolhimento do produto, características estas relacionadas com a preservação e qualidade do alimento (BORGES et al., 2008).

Após a desidratação, é possível a obtenção de farinha depois de serem submetidos a um 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 (ARAÚJO FILHO et al, 2011).

Vários estudos tem relatado o uso de estufa com corrente de ar quente para a desidratação de vegetais e a produção de farinha (ARAÚJO FILHO et al, 2011; ZANATTA, SCHLABITZ e ETHUR, 2010; GUINÉ, PINHO e BARROCA, 2011).

Araújo Filho et al. (2011) compararam diferentes cortes de beterraba, quanto ao tempo de secagem e de trituração, taxa de secagem, rendimento em produto farináceo e sua granulometria utilizando estufa estacionária. Resultados obtidos pelos autores demonstram que a farinha de beterraba apresentou teor destacado para a fibra alimentar, carboidratos, proteína, total de minerais, e reduzido para lipídeo. Zanatta, Schalbitz e Ethur (2010) produziram farinhas de vegetais não conformes, como beterraba, cenoura e espinafre, avaliando os parâmetros físico-químicos e microbiológicos do produto final. Através dos resultados, os autores concluíram que as características físico-químicas dos vegetais desidratados não sofreram grandes alterações quando comparadas aos dos vegetais *in natura*, mostrando-se satisfatórias e favorecendo o consumo dos vegetais desidratados. Além disso, a desidratação aplicada neste estudo, considerando os tempos ótimos encontrados para cada um dos vegetais, foi capaz de reduzir a umidade e a atividade de água em níveis necessários para a conservação e qualidade dos mesmos.

Por outro lado, em estudo feito por Guiné, Pinho e Barroca (2011), avaliando a secagem por estufa com circulação de ar do vegetal abóbora, verificou que a técnica induz a reduções importantes em açúcares totais, fibras e proteínas, quando a mesma foi exposta a temperaturas de 30°C e 70°C em comparação com a abóbora *in natura*. Os mesmos autores observaram que com o aumento de 30°C para 70°C da temperatura de secagem, houve uma diminuição de 75% no tempo de secagem.

3 SPRAY DRYER

A secagem por atomização com a utilização do *spray dryer* vem sendo utilizada há décadas, sendo que as primeiras descrições datam de 1860, com oficialização da primeira patente já no ano de 1872. A atomização é uma técnica de custo relativamente baixo e um dos

métodos de encapsulação mais antigos, tendo sido utilizada já na década de 30 na preparação dos primeiros compostos encapsulados (DZIEZAK, 1987; SANTOS, 2013).

A secagem por *spray dryer* é um processo amplamente utilizado na indústria de alimentos e, em condições ideais de processamento, tem se mostrado eficaz na obtenção de diversos produtos (SANTOS et al., 2014).

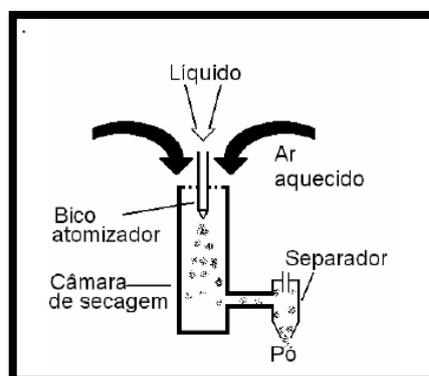
Embora a secagem por *spray dryer* exija um equipamento caro e tenha um elevado desperdício de energia, a técnica permite (OI, 2011):

- i) obtenção de partículas de alta qualidade, de tamanho uniforme e forma esférica,
- ii) possibilidade de secar produtos à pressão atmosférica,
- iii) facilidade de produzir grandes volumes em operação contínua utilizando-se equipamentos de fácil operação, e
- iv) ampla aplicabilidade e flexibilidade por permitir o processamento de diversos tipos de materiais com rapidez e baixa umidade.

Em detrimento às vantagens apresentadas, a técnica de *spray dryer* é largamente empregada na indústria alimentícia.

O processo *spray dryer* envolve a atomização de um líquido em pequenas partículas que entram em contato com um ar aquecido no interior de uma câmara de secagem, resultando em um pó fino. O esquema de funcionamento do equipamento é apresentado na Figura 2. O seu benefício, em relação à secagem por desidratadora, está associado ao baixo tempo de exposição do produto a elevadas temperaturas, fazendo com que a temperatura no interior da gotícula permaneça baixa, o que pode levar a uma menor degradação dos nutrientes do produto (AZEREDO, 2004).

Figura 2 - Esquema de funcionamento do Spray Dryer.



Fonte: Labmaq

Diversos são os parâmetros que influenciam as propriedades do granulado seco produzido pelo processo *spray drying* (OI, 2011). A Tabela 1 fornece, resumidamente, as principais variáveis e suas influências.

Tabela 1 – Influência das variáveis no *spray dryer* (MASTERS, 1985)

| Variável | Influência |
|------------------------------|---|
| Concentração do fluido | Maior concentração reduz o calor requerido pelo <i>spray dryer</i> e forma partículas grandes |
| Vazão de alimentação | Vazão alta produz partículas grandes |
| Densidade | Seu efeito varia inversamente ao tamanho da partícula |
| Viscosidade | O tamanho da gota varia diretamente com a viscosidade da alimentação |
| Temperatura do fluido | Aumento da temperatura de entrada diminui o consumo de calor requerido pelo secador |
| Vazão do ar de secagem | Vazão alta, baixo tempo na câmara, conseqüentemente, alta umidade residual |
| Temperatura do ar de secagem | Aumento da temperatura provoca a diminuição da densidade do produto |

Grande parte dos gêneros alimentícios secos comercializados é produzida através do processo de atomização por *spray dryer*. Esta técnica é a mais indicada para este tipo de produção pela alta sensibilidade dos produtos e pela necessidade de manter as características naturais do produto, entre elas sabor, cor, aroma, propriedades nutricionais (macro e micro nutrientes) (OI, 2011).

O processo de desidratação por atomização quando utilizado em alimentos ricos em açúcar, tais como, sucos de frutas, mel e derivados do amido altamente hidrolisado, apresenta grande potencial econômico e a transformação destes produtos em forma de pós-alimentícios desidratados resulta em alimentos de volume reduzido, com uma longa vida útil e uma boa reconstituição (SANTOS et al., 2014; ADHIKARI et al., 2004).

Por outro lado, devido ao teor elevado de açúcares, o pó da beterraba possui uma elevada higroscopicidade, tornando o produto pastoso durante o processo de *spray dryer*, causando a sua retenção na parede do equipamento. Este problema de pegajosidade está relacionado à baixa temperatura de transição vítrea que esses tipos de produtos apresentam, desta forma, quando expostos às baixas temperaturas de secagem, eles estão sujeitos a sofrerem transformações, passando de um estado vítreo para um estado gomoso. Com isso, os

pós-resultantes da secagem apresentam uma maior interação com a água, maior coesão e maior adesão. Assim eles podem ficar aderidos nas paredes da câmara do secador durante a secagem (ALMEIDA, 2012; VARNER, 2014).

Para resolver este problema é necessário o uso de agentes de transportes, como a maltodextrina, que consiste em um carboidrato de elevado peso molecular tornando o produto menos higroscópico (VARNER, 2014).

Peng et al. (2013) estudaram o efeito do emprego de agentes de transporte, como a maltodextrina (MD) e ciclodextrina (β -CD), sobre as propriedades físico químicas, capacidades antioxidantes e componentes biológicos de farinhas de batata roxa obtidas por *spray dryer*. Os resultados deste estudo indicaram que as farinhas obtidas com os agentes de transporte apresentaram melhor fluidez e propriedades de armazenagem. Ainda, as farinhas obtidas com MD e mistura dos agentes de transporte (MD/ β -CD) apresentaram maior atividade antioxidante em comparação com as farinhas com uso de β -CD e/ou sem transportador. Neste sentido, a MD mostrou-se mais eficaz para a obtenção de farinha de batata doce roxa de qualidade.

Pigmentos secos, originários de extratos resultantes de bagaço de uva bordô, obtidos por processos de liofilização e atomização por *spray dryer*, foram estudados quanto à estabilidade de compostos fenólicos e antocianinas, bem como à capacidade antioxidante, por Souza et al. (2014). A obtenção dos pigmentos por *spray dryer* foi realizada empregando a maltodextrina como agente transportador em concentrações variando de 10 a 30% e temperaturas de entrada do ar entre 130 a 170°C, enquanto os extratos por liofilização foram obtidos sem veículo. Os resultados obtidos apontam que a utilização de secagem por pulverização e de maltodextrina como o transportador torna possível a obtenção de pós em que as antocianinas são mais estáveis do que nos pós liofilizados ou nos extratos líquidos. Entre as amostras atomizadas por *spray dryer*, apesar do aumento das quantidades de antocianinas e outros compostos nas amostras com menor percentual de agentes de transporte, as amostras com maior teor de maltodextrina apresentaram maior estabilidade para armazenamento. Neste sentido, as condições ótimas de obtenção de pigmentos em pó foram obtidas com adição de 20% de maltodextrina associada a uma temperatura de secagem de 130°C.

Patil, Chauhan e Singh (2014) empregaram metodologia de superfície de resposta para otimizar o processo de secagem por pulverização (*spray dryer*) para obtenção de pó de goiaba. Entre as variáveis independentes estão diferentes níveis de temperatura de entrada de ar e concentrações de maltodextrina. As respostas foram teor de umidade, solubilidade,

dispersibilidade e teor de vitamina C. A temperatura do ar na admissão mostrou influência sobre o teor de umidade e vitamina C, enquanto que a concentração de maltodextrina mostrou influência sobre a solubilidade e a dispersibilidade. Assim, as condições ótimas de processo para secagem de goiaba por spray dryer foram, respectivamente, para temperatura do ar na admissão e concentração de maltodextrina, de 185°C e 7%. O pó seco de goiaba contém maior quantidade de vitamina C em comparação com pós de suco de frutas comerciais.

Estudos apontam a eficiência da utilização de *spray dryer* para a desidratação e produção de pó a partir de frutas vegetais. Santos et al. (2014) avaliaram o comportamento higroscópico e características físico-químicas do pó obtido a partir da goiaba, constatando que todos os parâmetros analisados sofreram alterações após o processo. Contudo, o processo de atomização foi adequado para este produto, garantido assim a sua estabilidade por um período mais longo de armazenamento. Tonon, Bradet e Hubinger (2009) aplicaram a secagem por atomização para a obtenção de produtos funcionais com alto valor agregado a partir do açaí, os mesmos autores constataram que o uso de agentes de transporte, como a maltodextrina, foi eficiente, para a preservação de moléculas funcionais presentes na fruta.

Bhusari, Muzaffar e Kumar (2014) investigaram o efeito do uso dos agentes de transportes maltodextrina, goma arábica e whey protein nas propriedades físicas microestruturais da farinha de polpa de tamarindo produzida por spray dryer. Os autores concluíram que todos os agentes utilizados contribuíram para a recuperação do pó e afetaram significativamente as suas propriedades físicas, sendo que dentre eles, o whey protein foi o mais eficiente, onde a adição de 20% deste agente deu origem a formação de um produto com densidade mais baixa e boa fluidez.

Caparino et al. (2012) comparou os efeitos dos métodos de secagem por pulverização (spray dryer), liofilização, secagem por tambor e por evaporação para a produção de pó de manga. Em relação aos outros métodos, o de spray dryer contribuiu para uma descoloração da amostra, possivelmente devido a necessidade de adição de maltodextrina como agente transportador. Além disso, o pó apresentou menor densidade e higroscopicidade se comparado aos demais.

Bazaria e Kumar (2016) produziram pó de beterraba por spray dryer e avaliaram o efeito do agente de transporte whey protein (5-15%), temperatura de entrada de ar de 160°C a 180°C e vazão de fluxo de 400 a 600mL/h nas propriedades físico-químicas e estruturais do produto. Segundo os autores, a temperatura de entrada associado à quantidade do agente de transporte foram os parâmetros mais significativos. A aplicação de uma temperatura de entrada de ar de 170°C deu origem a um pó com menor higroscopicidade e maior quantidade

de betalaína. Ainda, os estudos revelaram que a vazão de fluxo não interfere significativamente na qualidade do produto obtido.

4 CONCLUSÃO

As técnicas de secagem por desidratação e atomização são viáveis para a desidratação de vegetais e a produção de farinha. A escolha por uma ou outra dependerá de vários fatores, como natureza da amostra, produto final, questões financeiras e nutricionais.

A técnica de secagem por estufa com circulação de ar quente apresenta elevada produção e baixas perdas de produto. Entretanto, há maior perda nutricional, elevado gasto de energia e longos períodos de tempo.

A técnica de secagem por atomização em *spray dryer* se mostra eficiente quanto a necessidade de produção de produtos com qualidades específicas e na preservação dos nutrientes. Entretanto, apresenta um custo elevado do equipamento e perdas de material durante o processo, além da necessidade do uso de agentes de transporte.

REFERÊNCIAS

- ABADIO, F. D. B. Physical properties of powdered pineapple (*Amanas comosus*) juice – effect of malt dextrin concentration and atomization speed. *Journal of Food Engineering*, n.3, v. 64, p.285-287, 2004.
- ADHIKARI, B. et. al. Effect of addition of maltodextrin on drying kinetics and stickiness of sugar and acid-rich foods during convective drying: experiments and modelling. *Journal of Food Engineering*, n. 1, v. 62, p. 53-68, 2004.
- ALEXANDRE, H. V. et. al. Cinética de secagem de abacaxi cv pérola em fatias. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, n. 2, v. 11, p.123-128, 2009.
- ALMEIDA, F. D. L. *Desidratação de suco de abacaxi probiótico por spray-dryer*. 2012. 70 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Mestrado e Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- ARAÚJO FILHO, D. G. et. al.. Processamento de produto farináceo a partir de beterrabas submetidas à secagem estacionária. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, n. 2, v. 33, p. 207-214, 2011.
- AZEREDO, H. M. C. de. *Fundamentos de estabilidade de alimentos*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2. ed. 2004. 195 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77697/1/CLV12015.pdf>> Acesso em: 05 jan. 2016.

BAZARIA, B.; KUMAR, P. Effect of whey protein concentrate as drying aid and drying parameters on physicochemical and functional properties of spray dried beetroot juice concentrate. *Food Bioscience*, v. 14, p. 21-27, nov. 2015.

BELIK, W.; CUNHA, A. A.; COSTA, L. A. *Crise dos Alimentos e Estratégias para a Redução do Desperdício no Contexto de uma Política de Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil*. 2012. Disponível em: <http://www.uesb.br/eventos/semana_economia/2012/anais/c01.pdf>. Acesso em: abr. 2014

BHUSARI, S. N.; MUZAFFAR, K.; KUMAR, P. Effect of carrier agents on physical and microstructural properties of spray dried tamarind pulp powder. *Powder technology*, v. 266, p. 354-364, jun. 2014.

BORGES, S. V. et. al.. Secagem de fatias de abóboras (*Cucurbita moschata*, L.) por convecção natural e forçada. *Ciências e Tecnologia de Alimento*, Campinas, 28(Supl.): 245-251, Dez./2008.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - CNNPA nº 12, de 1978. *Normas técnicas especiais relativas a alimentos (e bebidas), fixando padrões de identidade e qualidade, para efeito em todo o território brasileiro*. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/12_78_farinhas.htm> Acesso em: 05 jan. 2016.

CAPARINO O. A. et. al. Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (*Philippine 'Carabao' var.*) powder. *Journal of Food Engineering*, v. 111, p. 135-148, jan. 2012.

CELESTINO, S. M. C. *Princípios de secagem de alimentos*. Embrapa Cerrados, Documentos 276, 49 p., 2010.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. *Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio*. Lavras: UFLA, 785 p. 2005.

CORREIA, L. F. M.; FARAONI, A. S.; PINHEIRO SANT'ANA, H. M. Effects of industrial foods processing on vitamins stability. *Alimentos e Nutrição*, n. 1, v. 19, 2008.

DZIEZAK, J. Yeasts and yeast derivatives: applications. *Food Technology*, Chicago, n. 2, v. 41, p.122-125, 1987.

FERNANDES, A. F. et. al. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum* Lineu). *Ciência e Tecnologias de Alimentos*., Campinas, 28(Supl.): 56-65, dez. 2008.

GUINÉ, R. P. F.; PINHO, S.; BARROCA, M. J. Study of the convective drying of pumpkin (*Cucurbita maxima*). *Food and Bioproducts Processing*, v. 89, 422-428, 2011.

LOPES, S. B. et. al. *Aproveitamento do resíduo gerado na produção de mini beterrabas para a produção de farinha*. Comunicado técnico Embrapa 80, dez.2011.

MARGARIS, D. P.; GHIAUS, A. G. Experimental study of hot air dehydration of Sultana grapes. *Journal of Food Engineering*, n. 4, v. 79, p. 1115-1121, 2007.

- MASTERS, K. *Spray Drying Handbook*. 4th. ed. London: George Godwin, 1985.
- MOURÃO, I. A.; MAGALHÃES, J. B. O país continua a precisar da assessoria técnica em abastecimento alimentar, principalmente na construção de novos mercados atacadistas e varejistas, bem como a melhoria e modernização de velhos mercados. IN: *Manual Operacional das Ceasas do Brasil*. ABRACEN. Associação Brasileira das Centrais de Abastecimento. Belo Horizonte: AD2 Editora, 2011.
- OI, R. K. *Secagem da biomassa de banana verde em spray dryer*. 2011. 68 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.
- PALACIN, J. J. F. et. al. Determinações das curvas de secagem de milho nas espigas (*Zea mays L.*). *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, n. 4, v. 13, p. 300-313, out./dez.2005.
- PATIL, V.; CHAUHAN, A. K.; SINGH, R. P. Optimization of the spray-drying process for developing guava powder using response surface methodology. *Powder Technology*, v. 253, p. 230–236, 2014.
- PENG, Z.; LIA, J.; GUANA, Y.; ZHAOA, G. Effect of carriers on physicochemical properties, antioxidant activities and biological components of spray-dried purple sweet potato flours. *LWT - Food Science and Technology*, n. 1, v. 51, p. 348–355, abr. 2013.
- RORIZ, R. C. Aproveitamento dos resíduos alimentícios obtidos das Centrais de Abastecimento do Estado de Goiás S/A para alimentação humana [manuscrito], 2012.
- SANTOS, A. A. C. et. al. Avaliação físico-química e comportamento higroscópico de goiaba em pó obtida por *spray-dryer*. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, n. 3, v. 45, p. 508-514, jul-set, 2014.
- SILVA, C. G. *Otimização da fabricação da aguardente de algaroba e aproveitamento dos resíduos sólidos em produtos alimentares*. 2009. 219 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Doutorado), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.
- SOUZA et al. *Secador solar a baixo custo para frutas tropicais*. Congresso Nacional de Engenharia Mecânica – CONEM, Belém-PA, 2004.
- SOUZA, R. J. et al. *Cultura da beterraba (Cultivo convencional e Cultivo orgânico)*. Lavras, UFLA, 2003.
- SOUZA, V. B. et al. Functional properties and stability of spray-dried pigments from Bordo grape (*Vitis labrusca*) winemaking pomace. *Food Chemistry*, v. 164, p. 380–386, 2014.
- TONON, R. V.; BRADET, C.; HUBINGER, M. D. Aplicação da secagem por atomização para a obtenção de produtos funcionais com alto valor agregado a partir do açaí. *Inc. Soc.*, Brasília, n. 2, v. 6, p.70-76, jan./jun. 2013.
- VARNER, A. S.; *Modeling and optimization of the dehydration of beets for use as a value-added food ingredient*. Tese (Mestrado) – University of Maryland, 2014.

ZANATTA, C. L.; SCHLABITZ, C.; ETHUR, E. M. Avaliação físico-química e microbiológica de farinhas obtidas a partir de vegetais não conformes à comercialização. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, n. 3, v. 21, p. 459-468, jul./set. 2010.

Como citar este documento:

ENGEL, Bruno et al. Tecnologias de atomização e desidratação: alternativas para a produção de farinhas a partir de vegetais. **Revista Jovens Pesquisadores**, Santa Cruz do Sul, v. 6, n. 1, jun. 2016. ISSN 2237-048X. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/jovenspesquisadores/article/view/7345>>. Acesso em: ... doi:<http://dx.doi.org/10.17058/rjp.v6i1.7345>.