

Metodologia para o desenvolvimento de um equipamento para o processo de secagem de alimentos

Aline Jorge (UTFPR) liny_jorge@hotmail.com
Thiago Sequinel (UNESP) sequinel.t@gmail.com
Evaldo Toniolo Kubaski (UEPG) evaldotk@outlook.com
Denise Milleo Almeida (UTFPR) milleo@utfpr.edu.br
Sergio Mazurek Tebchrani (UTFPR) sergiom@utfpr.edu.br

Resumo:

A inovação pode ser utilizada como aliada da indústria alimentícia com o propósito de melhorar o rendimento de processos, melhoria na qualidade do produto, lucratividade, e redução do tempo de processo gerando maior produtividade. A partir da identificação de uma necessidade de melhoria na indústria podem ser utilizadas metodologias de desenvolvimento de projeto para a concepção de um novo sistema que não apresente os mesmos problemas que o sistema atual. A utilização de um modelo para o desenvolvimento de um produto ou processo auxilia na coleta de dados e obtenção das informações necessárias para o desenvolvimento do produto de modo que seja eficaz. As etapas de desenvolvimento do projeto conceitual e detalhado do sistema de secagem demonstra a importância de se conhecer o comportamento dos sistemas de secagem, bem como os parâmetros que devem ser utilizados. O desenvolvimento do protótipo permite que seja colocada em prática, a execução do projeto conceitual, para verificar o seu comportamento quando colocado em situações reais. A etapa de melhoria é feita com o auxílio do protótipo, para que sejam testados diferentes parâmetros, de modo que sejam identificadas as falhas do processo, permitindo a melhor eficiência.

Palavras chave: Desenvolvimento de produto, secagem, redução de custos.

Method for developing an equipment for the drying processes of foods

Abstract

The innovation may be used together as the food industry in order to improve the performance of processes, improvements in product quality, profitability, and reducing the process time resulting in greater productivity. After identifying a need for improvement in the industry can be used to develop design methodologies for the design of a new system that does not present the same problems as the current system. The use of a model for the development of a product or process assists in data collection and obtaining the necessary information for product development in order to be effective. The development stages of the conceptual design and detailed drying system demonstrates the importance of understanding the behavior of drying systems, as well as the parameters that should be used. The prototype development allows it to be put into practice, the implementation of the conceptual design, to check its behavior when placed in real situations. The improvement step is carried out with the aid of the prototype, so that different parameters are tested so that failures are identified process, allowing improved efficiency.

Key-words: Product development, drying, reducing costs.

1. Introdução

A geração de uma inovação exige o conhecimento do produto ou do processo que será desenvolvido. Trata-se de uma ação que envolve várias etapas até que se obtenha um protótipo que atenda às necessidades e características anteriormente idealizadas.

De acordo com a definição estabelecida pelo Manual de Oslo, a inovação é a implementação de um produto novo ou melhorado, um novo processo, um novo método de Marketing, um novo método organizacional nas práticas de negócios (FINEP, 2005).

Desta forma, os novos processos podem trazer para a indústria vantagens que envolvem redução de custos, aumento da eficiência e melhorias na qualidade de produtos e processos. O conceito de inovação pode estar associado a métodos que capazes de aumentar a produção e a eficiência na entrega de produtos existentes (FINEP, 2005).

Na prática, a inovação pode ser utilizada para aumentar a produtividade na indústria e a lucratividade, principalmente quando se trata de processos de secagem de alimentos, que é caracterizado pelo elevado consumo energético e redução de volume de produção quando comparado à matéria prima in natura.

Neste sentido, é importante que a inovação seja proveniente de estudos de mercado, identificação das necessidades do consumidor e de estratégias empresariais. Para que se obtenha êxito no desenvolvimento de um novo processo, deve-se executar cada uma das etapas da concepção do protótipo.

Entre os processos mais caros da indústria alimentícia, estão os sistemas de secagem, os quais provocam alterações nas características do produto. Essas modificações estão relacionadas à elevação da temperatura que pode favorecer ou acelerar as reações químicas do produto que está sendo desidratado.

Os processos de secagem de alimentos geralmente são demorados e estão limitados a temperaturas próximas de 75 °C, para evitar perdas e alterações nutricionais, conduzindo a mudanças nas características de cor, de sabor e de textura dos produtos (FELLOWS, 2006). Fernandes e outros (2011) considera ainda, que a preservação do produto por períodos prolongados, evitar o desenvolvimento microbiano, manter as características nutricionais e preservar os ingredientes ativos, é vista como um aspecto relevante para o processo econômico da indústria.

Neste contexto, para atender os desejos e as necessidades definidos pelo consumidor, percebe-se o aumento de custo de produção devido à complexidade de parâmetros, para controle de temperatura e que se relaciona com o tempo de processo, e levam a aprimorar a qualidade do produto.

O objetivo deste trabalho é estudar as etapas do desenvolvimento de um processo de secagem inovador utilizado na indústria alimentícia.com o intuito de reduzir os custos de produção e melhorar as características do produto final.

2. Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do processo em estudo foi baseada no método de Jung (2010), tendo as etapas conforme apresentado na Figura 1.

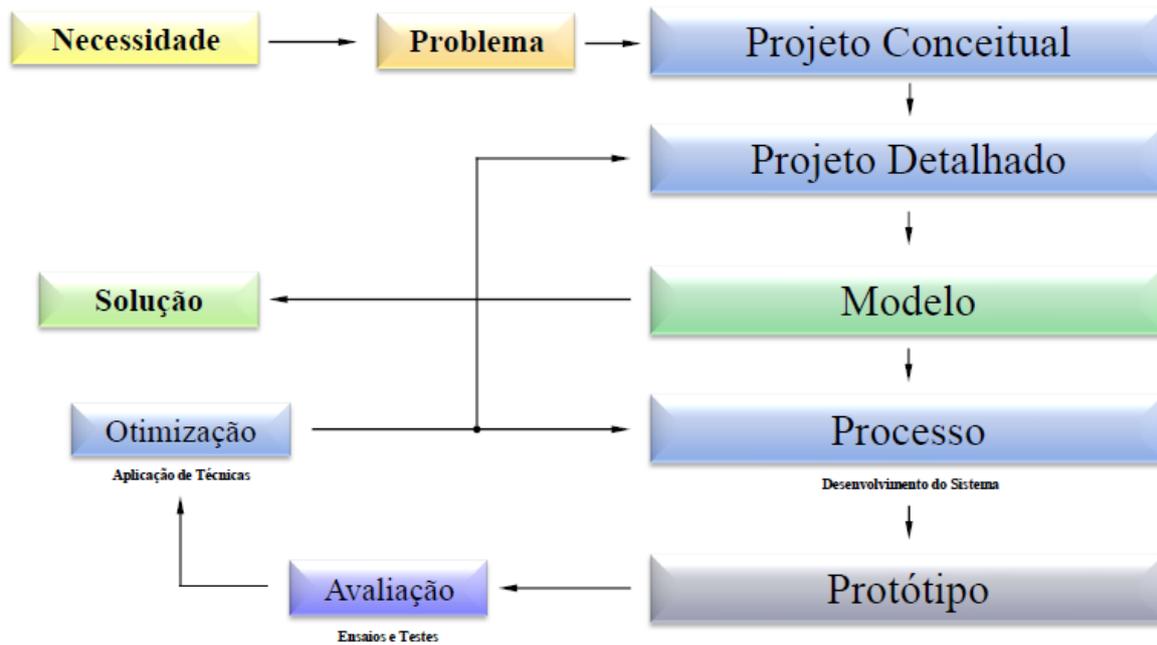


Figura 1- Método de desenvolvimento de projeto de produto ou processo.
 FONTE: Jung (2010)

A partir da percepção de uma necessidade de melhoria, foi detectado o problema e estudos preliminares, levantamento de dados foram realizados para que na sequência fossem definidas as etapas do desenvolvimento do protótipo.

2.1 Identificação o problema

A secagem de alimentos tem como função principal agregar valor ao produto, além de prolongar a sua vida de prateleira. Entretanto, os processos de desidratação podem ser demorados e com elevado custo para indústria devido às limitadas temperaturas que devem ser utilizadas para a manutenção da qualidade.

Neste contexto, é percebida a necessidade da redução de custos de processamento, em termos de consumo energético e tempo de secagem, mantendo as características do produto simultaneamente.

2.2 Projeto conceitual

Foi necessária a coleta de dados técnicos e informações sobre as variáveis envolvidas no processo para que fosse possível a descrição do equipamento e desenvolvimento do projeto conceitual.

Foram feitos estudos bibliográficos sobre as características do processo de secagem, parâmetros utilizados, fundamentos da remoção de umidade em produtos alimentícios e aplicações dos produtos desidratados.

2.3 Projeto detalhado

Com os dados e informações sobre os parâmetros de secagem normalmente utilizados para a secagem de produtos vegetais, tornou-se possível fazer a descrição detalhada do processo e ser desenvolvido. Assim, foram definidos: tipos de produtos que podem ser submetidos ao

processo de secagem; tipo de remoção da umidade; variação de temperatura; capacidade do equipamento.

O desenvolvimento de relações entre o processo utilizado para desidratação e qualidade pode ser uma base sólida para aperfeiçoar os métodos existentes como os novos métodos de desidratação (RATTI, 2001).

2.4 Processo e protótipo

A partir do modelo, foi definido o tipo de secagem, e também puderam ser delimitadas as características de processo.

Desta maneira, possibilitou o desenvolvimento do protótipo, tendo definidos:

- a) Tipo de material utilizado, devendo este, ser compatível com alimento;
- b) Controles de temperatura;
- c) Fonte de aquecimento;
- d) Tipo e velocidade do fluxo de ar;
- e) Formato e layout do processo.

2.5 Melhorias

A partir da construção do protótipo, puderam ser realizados testes com diferentes produtos, e foram detectadas algumas falhas no processo, que possibilitou melhorias no processo.

3. Resultados e discussão

3.1. Identificação do Problema

A identificação do problema foi percebida, a partir da perspectiva de se reduzir o tempo e o consumo energético para secagem de alimentos, que tem como principal característica elevado consumo energético e longos períodos de processo devido às limitações de temperatura para a manutenção da qualidade do produto.

É argumentado por Fellows (2006), que as temperaturas de processamento de secagem, quando realizadas em alimentos, não devem exceder a temperatura de 70° C, já que é acima desta faixa de temperatura que ocorre a degradação da maioria dos nutrientes, e as reações químicas e as reações de escurecimento ocorrem.

Desse modo, quando a temperatura do processo de desidratação excede, a qualidade do alimento pode ser alterada, como no estudo de Nguyen e Schwartz (1999), onde mostra que durante o processamento e estocagem de tomate e seus derivados podem causar a degradação do licopeno. Segundo Anguelova e Warthsen (2000) em produtos com baixo teor de umidade as reações de oxidações ocorrem mais rapidamente, portanto, quando da desidratação a estabilidade do licopeno pode ser afetada, assim como a qualidade do produto e sua vida de prateleira.

Para o desenvolvimento do sistema, de acordo com Foust e outros (1982), deve-se levar em conta, o fator econômico habitual dos custos de processamento que diz respeito às condições mais desejáveis do produto, do ponto de vista do mercado e vendas.

A secagem é um processo que normalmente envolve o uso de temperaturas elevadas e que podem provocar a degradação e a oxidação de alguns nutrientes (TONON, 2006).

Em muitos casos, as frutas desidratadas são produzidas por pequenos e microempresários, que utilizam métodos de produção artesanais, mantidos em segredo para evitar a concorrência (TONON et al., 2006)

3.2. Projeto Conceitual

O projeto e a operação de equipamentos de secagem objetivam minimizar essas alterações por meio da seleção de condições apropriadas de desidratação para cada alimento em particular (FELLOWS, 2006).

Dessa forma, nota-se a importância do estudo a respeito das modificações no processo com propósito de redução no tempo mantendo as características físicas, químicas e nutricionais do produto aponta para uma redução no custo total do processo e aumento do volume de produção.

É necessário conhecer as características dos produtos que se deseja submeter a secagem pelo presente processo, para que se possa desenvolver o conceito do projeto a ser desenvolvido.

Nesse sentido, os processos convencionais de secagem em alimentos requerem maior tempo de exposição do produto ao calor e, como consequência há um elevado consumo energético aumentando o custo final para o consumidor.

Dentro desse contexto, são necessários estudos sobre a gestão de processo de secagem, para redução do tempo de processo e do consumo energético, gerando maior produtividade e lucratividade para a indústria. Fernandes e outros (2011) considera ainda, que a preservação do produto por períodos prolongados, evitar o desenvolvimento microbiano, manter as características nutricionais e preservar os ingredientes ativos, é vista como um aspecto relevante para o processo econômico da indústria.

3.3. Projeto detalhado

Os aspectos importantes da secagem industrial consistem em prever o comportamento da secagem e aumentar a eficiência do processo, visto que os processos de secagem possuem custo elevado o que em muitos casos, inviabiliza a industrialização (YUCEL et al., 2010).

Neste processo o sistema é fechado e a ventilação de ar forçado suga o ar através do purificador de ar, que consiste num sistema de filtro (acoplado no item de ventilação). O ar segue por uma tubulação de conexão, através da ventilação de ar forçado, para uma câmara de aquecimento (TEBCHERANI et al., 2010).

A câmara é capaz de aquecer o ar até a temperatura desejada e pode ser controlada por um sistema de termopar inserido dentro da câmara. Outro termopar é inserido próximo à peneira onde estão dispostas as amostras. O aquecimento o ar promove a esterilização do mesmo que, quando passa através do produto, não causa a contaminação do mesmo (TEBCHERANI et al., 2010).

A taxa de secagem, a estabilidade no armazenamento, as características de reidratação e as mudanças de qualidade dependem do tipo de secador, de parâmetros do processo e também do pré-tratamento (YUCEL et al., 2010). Todos os parâmetros citados devem ser estudados para manter o controle de qualidade do produto e do desempenho de um secador.

A desidratação de frutas e vegetais é um processo complicado que envolve simultaneamente a transferência de calor e de massa devido às condições transientes. Do ponto de vista da

engenharia, é importante para revelar melhor entendimento dos parâmetros e controle desse complexo processo (DOYMAZ, 2011).

Para Vieira e outros (2012), os níveis de alteração da qualidade do produto durante o processo de secagem de alimentos são fortemente dependentes da temperatura, do tempo e também do conteúdo de umidade inicial presente no produto. No entanto, esses parâmetros não têm significado físico, e conseqüentemente, não oferecem uma visão apurada dos processos importantes que ocorrem durante o fenômeno, embora descrevam as curvas de secagem para determinadas condições experimentais (MARTINAZZO, 2007).

Do ponto de vista energético, a melhor secagem é obtida quando a energia fornecida ao secador combina com a energia para evaporação da água em qualquer instante. Uma das soluções técnicas para aperfeiçoar a secagem é também chamada de secagem intermitente, que é baseada no fornecimento da energia térmica que varia periodicamente com o tempo, projeto do secador ou pela operação (KOWALSKI; PAWLOWSKI, 2011).

Uma das dificuldades dos processos de secagem é a temperatura. Quanto maior a temperatura, menor seria o tempo de secagem, porém, há uma perda de qualidade considerável no produto final, devido à degradação de nutrientes e as modificações na cor e textura.

3.4. Processo e Protótipo

Esse equipamento não foi idealizado para secagem em grande escala, nem utilizado para outros produtos (TEBCHERANI et al, 2008). Sendo assim, questiona-se se esse novo sistema de secagem pode ser aplicado a outros produtos de origem vegetal, mantendo as mesmas vantagens de menor custo, tempo de secagem e qualidade do produto final.

De acordo com Tebcherani e outros (2013), este equipamento tem diversas aplicações, sendo elas destinadas à secagem de:

- a) Resíduos provenientes do processo de extração de amido de mandioca;
- b) Espécies de raízes, tubérculos, bulbos, caules e resíduos provenientes do processamento destes;
- c) Espécies de frutos e frutas e resíduos provenientes do processamento destes;
- d) Espécies de legumes e resíduos provenientes do processamento destes;
- e) Espécies de cereais e sementes e resíduos provenientes do processamento destes;
- f) Espécies de folhas, de ervas, especiarias e resíduos provenientes do processamento destes;
- g) Espécies de cogumelos e resíduos provenientes do processamento destes.

O protótipo do processo de secagem desenvolvido, em escala de laboratorial, sendo um sistema em batelada, conforme o esquema da figura 2.

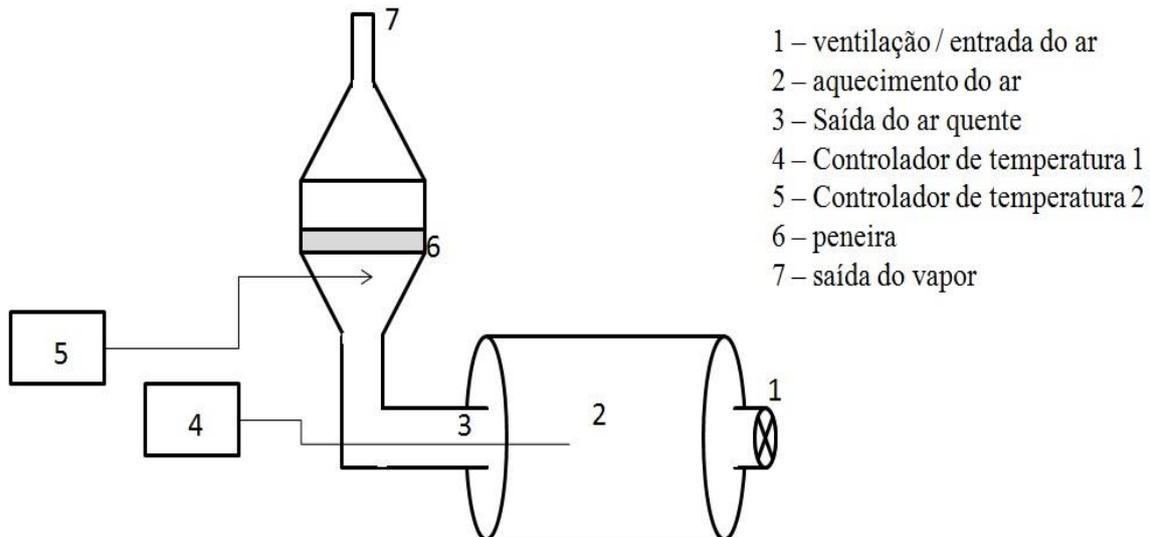


Figura 2 – Esquema do protótipo do sistema de secagem por fluxo de ar aquecido.
 FONTE: os autores.

O equipamento teve como finalidade, inicialmente, realizar a secagem do bagaço e resíduos provenientes da indústria.

O sistema de secagem proposto é baseado na invenção e compreende de um equipamento para secagem através do arraste de vapor esterilizado em temperatura controlada proporcionando uma redução significativa no tempo e no custo de secagem quando comparado com o método convencional em estufa com circulação mecânica de ar (TEBCHERANI et al., 2010). A circulação forçada de ar aquecido através do produto promove o arraste da umidade presente no produto de maneira mais rápida e eficiente, resultando em redução do tempo nos processos de secagem de frutas e hortaliças.

O sistema é hermeticamente fechado, e o ar aquecido é distribuído através da peneira, atravessando o produto a ser desidratado, de maneira homogênea.

O esquema do secador com fluxo de ar aquecido pode ser visualizado conforme a Figura 1, onde é indicada a entrada do ar, que é aquecido em um forno aquecedor. O sistema possui 2 controladores de temperatura, o controlador 1 (número 4 na figura) que controla o aquecimento e mantém a temperatura pelo tempo programado necessário, o aquecimento cessa quanto o tempo programado no controlador termina. O controlador 2 (número 5 na figura), é um termostato inserido próximo a peneira onde são dispostas as amostras para fazer o controle de temperatura na amostra, já que esta temperatura não deve exceder 70 °C.

3.5. Melhorias

Chou e outros (2000) afirmam que qualquer que seja o foco de interesse da indústria, é possível variar as condições de operação, gerando inovação e resultando em produtos de alta qualidade, como, por exemplo, a redução do consumo energético.

Além disso, a secagem é um dos métodos de conservação de alimentos muito comum, com intuito de reduzir a deterioração, perda do valor nutricional e comercial do produto (SOARES et al., 2001). Assim, é importante que se tenha controle dos parâmetros do processo para que não haja perda na qualidade do produto final.

De acordo com Fellows (2006), o objetivo da secagem é prolongar a vida de prateleira dos alimentos por meio da redução da atividade de água, promovendo a inibição do crescimento microbiano.

Dessa maneira, devem ser realizados vários testes de secagem com diferentes parâmetros de tempo e temperatura, que torne possível encontrar o melhor rendimento e eficiência do processo, com o objetivo de manter a qualidade do produto e a lucratividade simultaneamente.

Segundo Dyer et al. (2008), uma grande quantidade de energia é requerida mundialmente pelo setor industrial, o que resulta em consumo de recursos naturais e além disso reflete no preço dos produtos e serviços oferecidos pela indústria tanto alimentícia quanto de qualquer outro setor. Assim, é notada a importância de serem utilizados os parâmetros que permitam a melhor eficiência do processo.

Para melhorar a eficiência do processo, é possível utilizar métodos que evitem a perda de calor do sistema para o ambiente, de modo que a transferência de calor seja potencializada entre o sistema e o produto a ser desidratado. Ao mesmo tempo, é importante que seja feito o controle da temperatura no interior da câmara de secagem onde o produto é disposto.

4. Conclusão

O consumo energético dos processos de secagem pode ser reduzido por meio de modificações das condições de processamento, como por exemplo, o aumento da velocidade do ar ou o controle da umidade relativa do mesmo.

É notada uma grande gama de situações dentro da indústria que permitem o uso desse sistema melhoria de produtividade e aumento da lucratividade. Contudo, não existem muitos estudos científicos que apontem essas possibilidades. Atualmente tem se investido muito na produção de energias renováveis, e estudos a esse respeito, mas não são muito estudadas as alternativas de redução do consumo energético como uma solução rápida e com baixos investimentos, até que grandes inovações e descobertas sejam inseridas o setor industrial.

O desenvolvimento de um produto ou processo, pode gerar maior lucratividade para a indústria quando é notada a necessidade de melhoria de um determinado problema ou dificuldade nos processos convencionais da indústria.

Referências

ANGUELOVA, T.; WARTHESEN, J. *Lycopene stability in tomato powders*. Journal of Food Science, v. 65, n. 1, 2000.

CHOU, S.K.; CHUA, K.J.; MUJUMDAR, A.S.; HAWLADER, M.N.A.; HO, J.C. *Food and Bioproducts Processing*, V. 78, n.4, p.193-203, 2000.

DAYER, C.H.; HAMMOND, G.P; JONES, C.; MCKENNA, R.C. *Enabling technologies for industry demand managements*. Energy Policy, 2008. Vol. 36, p. 4434-4443.

DOYMAZ, I. *Drying of Pomegranate Arils and Selection of a Suitable Drying Model*. Food Biophysics, V. 6, n. 4, 2011.

FELLOWS, P.J. *Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e prática*. 2ª Edição. Porto Alegre. Artmed, 2006.

FERNANDES, F.A.N.; RODRIGUES,S.; LAW, C.L.; MUJUNDAR, A.S. *Drying of exotic tropical fruits: A comprehensive review*. Food and Bioprocess Technology, V. 4, p. 163-185, 2011.

- FINEP.** *Glossário de termos e conceitos.* Disponível em <http://www.finep.gov.br/o_que_e_a_finep/conceitos_ct.asp#indice1>. Acesso em 26 de junho de 2013.
- JUNG, C. F.** *Elaboração de projetos de pesquisa aplicados a engenharia de produção.* Taquara: FACCAT, 2010. Disponível em: <<http://www.metodologia.net.br>> Acesso em: 05 de setembro de 2013.
- MARTINAZZO, A.P.; CORRÊA, P.C.; RESENDE, O.; MELO, E.C.** *Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim limão.* Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, V. 11, n.3, p.301-306, 2007.
- NGUYEN, M.L.; SCHWARTZ, S.J.** *Lycopene: Chemical and biological properties.* Food Technology, v. 53, n.2, p. 38-45, 1999.
- RATTI, C.** *Hot air and freeze-drying-value foods: a review.* Journal of Food Engineering, V. 49, n. 4, p. 311-319, 2001.
- SOARES, E.C.; OLIVEIRA, G.S.F.; MAIA, G.A.; MONTEIRO, J.C.S.; SILVA Jr., A.; S. FILHO, M.S.** *Desidratação da polpa de acerola (Malpighia emarginata D.C.) pelo processo "foam-mat".* Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2001. Vol. 21 (2).
- TEBCHERANI, S. M. ; KUBASKI, E.T. ; SEQUINEL, T. ; JORGE, A.; SCHMIDT, S.** Nanoita. *Processo de secagem para alimentos e resíduos utilizando o fluxo de ar.* BR1020130115029, 9 de maio de 2013, Brasil.
- TEBCHERANI, S.M.; NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G.; VIEIRA, R.G.; CAVA, S.S.; SEQUINEL, T.** Itajara Minérios Ltda. *Sistema de secagem de bagaço de maçã.* PI0806012-6, 19 jun. 2008, 14 set. 2010.
- TONON, R.V.; BARONI, A.F.; HUBINGER, M.D.** *Study of osmotic dehydration of tomato in ternary solutions through response surface methodology.* Ciência e Tecnologia de Alimentos, V. 26, n. 3, 2006.
- VIEIRA, A.P.; NICOLETI, J.F.; TELIS, V.R.N.** *Freeze drying of pineapple slices: evaluation of drying kinetics and product quality.* Brazilian Journal of Food Technology, V. 15, n. 1, p. 50-58, 2012.
- YUCEL, U.; ALPAS, H.; BAYINDIRLI, A.** *Evaluation of high pressure pretreatment for enhancing the drying rates of carrot, apple, and green bean.* Journal of Food Engineering, V. 98, p. 266-272, 2010.