



## CONSTRUÇÃO DE UM DESIDRATADOR PARA SECAGEM DE FRUTAS NO PROCESSO DE ENSINO/APRENDIZAGEM DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA

**Kaio Vasconcelos de Oliveira** – [kaiovasconcelos\\_54@hotmail.com](mailto:kaiovasconcelos_54@hotmail.com)

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Engenharia (FAEN)

Rodovia Dourados - Itahum, km 12

79.825-070 – Dourados - MS

**Eliana Janet Sanjinez-Argandoña** – [elianaargandona@ufgd.edu.br](mailto:elianaargandona@ufgd.edu.br)

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Engenharia (FAEN)

Rodovia Dourados - Itahum, km 12

79.825-070 – Dourados - MS

**Orlando Moreira Junior** – [orlandojunior@ufgd.edu.br](mailto:orlandojunior@ufgd.edu.br)

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Engenharia (FAEN)

Rodovia Dourados - Itahum, km 12

79.825-070 – Dourados MS

**José Carlos Venturini** – [joseventurin@ufgd.edu.br](mailto:joseventurin@ufgd.edu.br)

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Engenharia (FAEN)

Rodovia Dourados - Itahum, km 12

79.825-070 – Dourados - MS

**Davi Vriesman** – [davivriesman@ufgd.edu.br](mailto:davivriesman@ufgd.edu.br)

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Engenharia (FAEN)

Rodovia Dourados - Itahum, km 12

79.825-070 – Dourados - MS

**Diego Bonfin Souza** – [diego\\_bs91@hotmail.com](mailto:diego_bs91@hotmail.com)

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Engenharia (FAEN)

Rodovia Dourados - Itahum, km 12

79.825-070 – Dourados - MS

**Lucio Satoru Fatori Trevizan** – [luciofatori@hotmail.com](mailto:luciofatori@hotmail.com)

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Engenharia (FAEN)

Rodovia Dourados - Itahum, km 12

CEP – Dourados - MS

**Gisele Fernanda Alves da Silva** – [giselefernadag3m@yahoo.com.br](mailto:giselefernadag3m@yahoo.com.br)

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Engenharia (FAEN)

Rodovia Dourados - Itahum, km 12

79.825-070 – Dourados - MS

**Resumo:** Este trabalho apresenta um protótipo de secador convectivo para frutas e vegetais com circulação de ar quente forçada no interior do equipamento construído com materiais disponíveis e de baixo custo, visando sua construção e aplicação por agricultores familiares. Para a validação do secador foi realizado um estudo do comportamento da velocidade do fluxo de ar e da distribuição de temperatura no interior do secador, seguido de uma avaliação da cinética de secagem de cálices de rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) em camada fina. A estrutura do equipamento foi construída em madeira, revestido internamente com chapa galvanizada e externamente com compensado. Entre ambos os revestimentos foram colocadas placas de poliestireno expandido para o isolamento térmico. O aquecimento

Realização:

 **ABENGE**

Organização:



**O ENGENHEIRO  
PROFESSOR E O  
DESAFIO DE EDUCAR**



*interno foi realizado por meio de resistência de 1000W e o fluxo de ar por ventilador de 50W. Para a distribuição dos alimentos foram construídas bandejas de malha de aço inoxidável. Por fim, são apresentados os parâmetros de secagem para cálices de rosela e algumas considerações a partir da perspectiva dos estudantes.*

**Palavras-chave:** *Secador artesanal, Cabine de secagem, Produtos desidratados*

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de frutas, com uma produção que supera 42,6 milhões de toneladas produzidas em 2,2 milhões de hectares distribuídos pelo país. A base agrícola da cadeia produtiva das frutas abrange 2,2 milhões de hectares, gera 4 milhões de empregos diretos (2 a 5 pessoas por hectare) e um PIB agrícola de US\$ 11 bilhões. Além disso, para cada 10.000 dólares investidos em fruticultura, são gerados três empregos diretos permanentes e dois empregos indiretos. (BRASILIAN FRUIT, 2009). Apesar de ser um grande produtor de frutas, o Brasil importa mais frutas desidratadas do que exporta.

Um aspecto determinante para o cultivo econômico é o processo de expansão do mercado (LUENGO, 2003), onde um item a considerar é a escolha do método de conservação. A desidratação é uma alternativa bastante conhecida para a conservação de vegetais e um processo de fácil aplicação que prolonga a vida útil, diminui o peso para o transporte e o espaço necessário para o armazenamento do produto (MOTA, 2005), além de concentrar o conteúdo de nutrientes e possibilitar sua adição em formulações (GUIMARÃES & SILVA, 2008).

Existem inúmeros métodos destinados à desidratação de alimentos, desde os mais avançados (direcionados a produção em grande escala), aos mais simples (direcionados ao pequeno produtor), como a desidratação solar (mecânica e natural), sala de secagem, forno doméstico e desidratador (BALDWIN, 1999).

Tendo em vista as necessidades dos pequenos produtores rurais, buscou-se uma alternativa econômica, sustentável e ecologicamente viável para que estes pudessem obter uma renda complementar por meio do desenvolvimento de uma unidade de secagem de alimentos que utilize fontes de energia renovável e limpa. Os equipamentos para secagem, existentes no mercado, são onerosos para pequenos agricultores e as alternativas empregadas como secagem ao sol dificultam a padronização da umidade final, o tempo de processo e a qualidade final do produto.

Sabe-se que a inovação tem um papel estratégico na construção dos alicerces da competitividade, da produtividade e, conseqüentemente, do crescimento econômico. A intensificação dos processos de pesquisa e inovação nas empresas requer um regime de incentivos efetivo e significativo para atender as necessidades de um mercado cada vez mais exigente. No entanto, encontram-se dificuldades na adoção de algumas técnicas disponíveis, geralmente criadas em países desenvolvidos, pois se necessita de adequação às características dos países em fase de desenvolvimento e à criação de conhecimentos adicionais, adaptativos, mediante estações experimentais pelo sistema industrial. Devido a isso, a atuação das instituições de ensino, envolvendo estudantes de graduação engajados com a necessidade de conviver com limitações técnicas, pode estabelecer um elo de ligação entre o homem do campo e os centros geradores de tecnologia.



A construção de um desidratador alternativo poderá auxiliar na desidratação de produtos alimentícios ou de ervas medicinais e melhorar a qualidade de vida de agricultores pelo aumento de renda, oriundo da comercialização de produtos secos.

Do exposto, o objetivo do trabalho foi construir um desidratador para secar frutas e vegetais comumente desperdiçados, principalmente em época de safra, a partir da criatividade e experiência das práticas realizadas nas diferentes disciplinas profissionalizantes dos cursos de Engenharia de Energia e de Engenharia de Alimentos.

## **2. METODOLOGIA**

O equipamento foi construído no Laboratório de Mecanização Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD. O material utilizado para construção foi compensado naval, chapa de zinco galvanizado, parafusos, pregos, resistência, termostato, fios, ventilador. O tamanho do desidratador foi definido em função da versatilidade de espaço e praticidade de deslocamento. As dimensões do desidratador são 1300mm de altura, 600mm de largura, 1000mm de profundidade, possuindo capacidade máxima de cinco bandejas com dimensões de 700mm x 510mm. As bandejas foram construídas com tela de aço inoxidável e bordas de alumínio. O ventilador forneceu a circulação do ar dentro do equipamento. A velocidade do ar dentro do secador foi determinada com um anemômetro digital e a temperatura de trabalho com termopares de cobre tipo J.

O teste preliminar do desidratador foi realizado utilizando cálices de rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) cultivadas no horto da Faculdade de Agronomia.

O processo de desidratação da rosela consistiu de quatro etapas: 1<sup>a</sup>. Separação dos cálices da semente; 2<sup>a</sup> Sanitização, lavagem dos cálices em solução de água clorada (com 3% cloro residual); 3<sup>a</sup>. Distribuição uniforme dos cálices nas bandejas e 4<sup>a</sup> secagem dos cálices no desidratador.

A cinética de secagem foi realizada a 60 °C. As amostras eram pesadas em balança semi-analítica a cada 10 minutos até a primeira hora, logo a cada 30 minutos até 3 horas e, finalmente, a cada 100 minutos até 640 minutos de secagem. A partir da cinética se definiu o tempo de secagem necessário para obter um produto com umidade final inferior a 25%.

A umidade dos cálices de rosela fresca e desidratada foi realizada pelo método gravimétrico adaptado (IAL, 2008) em estufa de circulação de ar a 70 °C por 24 h.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A partir da concepção de que o ensino deva incitar a descobrir, motivar e fortalecer o potencial criativo do estudante (CAVALCANTI, 2005), além da educação meramente instrumental em sala de aula, se incentivou ao desenvolvimento do projeto de construção de um secador.

O conhecimento adquirido em disciplinas como transferência de movimento, calor e massa; operações unitárias; planejamento, montagem e excussão de experimentos; métodos de análise experimental; entre outras, aliado às necessidades de grupos de produtores rurais da região motivaram o desenvolvimento do trabalho, incitando à "aprendizagem do conhecimento" técnico, além da sala de aula. Do "aprender a fazer", isto é, aplicar o conhecimento, do "aprender a conviver" entre áreas da Engenharia (Energia e Alimentos) e a sociedade (produtores rurais) e "aprender a ser" gerando o desenvolvimento pessoal e compromisso social da equipe envolvida. Baseado nessas premissas, estudantes de ambos os

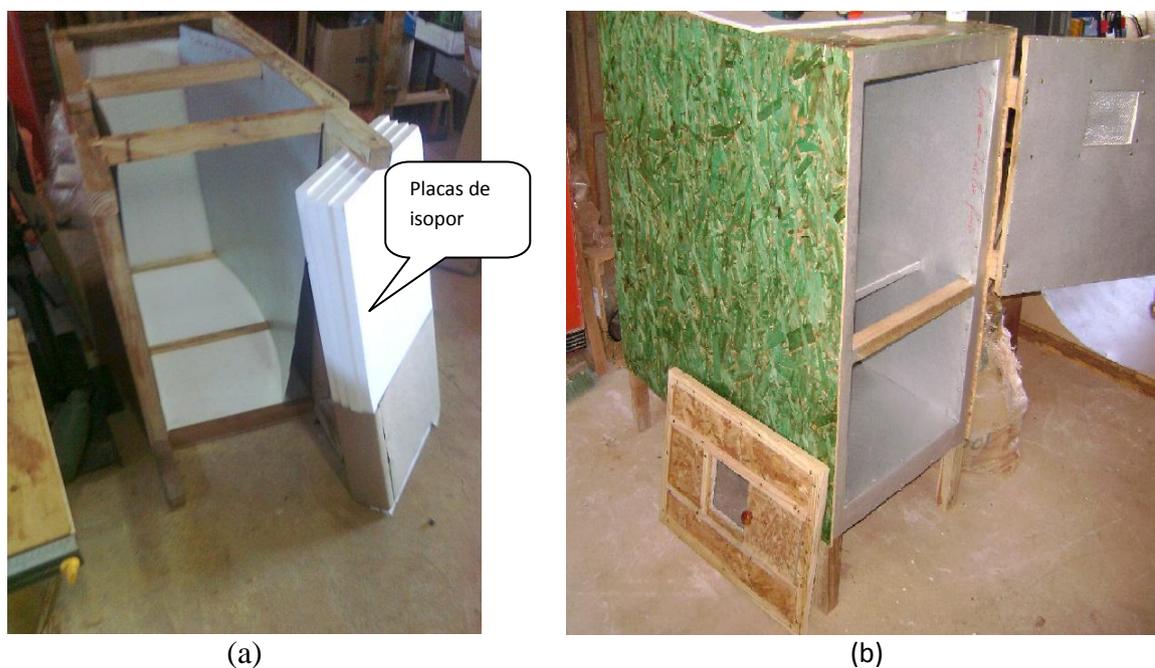


cursos, com a colaboração de técnicos e orientação de docentes desenvolveram o equipamento. Assim, o embasamento teórico para a construção do secador foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica e das necessidades de desidratação rápida para frutas e vegetais comumente encontrados na região sul mato-grossense. O secador construído por NOGUEIRA et al (1997) serviu como modelo para a construção do secador. O modelo foi adaptado para aumentar a eficiência e a capacidade de desidratação do equipamento.

A Figura 1 mostra a estrutura do equipamento construído em madeira e revestido internamente com chapa galvanizada. Na Figura 1a se observam as placas de poliestireno expandido utilizadas para minimizar a perda de calor e manter estável a temperatura interna do equipamento. A estrutura foi dividida em dois compartimentos (Figura 2), no compartimento inferior foram colocadas a resistência e o ventilador, e no compartimento superior as cantoneiras para colocar as bandejas. Para proteger o sistema elétrico foi utilizada uma bandeja de ferro galvanizado nas dimensões de 700 x 510 mm.

As paredes internas foram revestidas com placa galvanizada e as paredes externas com compensado. Entre as paredes interna e externa foram colocadas placas de poliestireno expandido (isopor) como isolante térmico fazendo com que a temperatura desejada seja mantida no interior do equipamento.

A resistência é ligada à corrente elétrica para aquecer o ar no interior do secador, o ventilador auxilia na circulação do ar no interior do equipamento. Uma rampa interna em alumínio (espessura de 0,5 mm) foi colocada para aumentar a eficiência na distribuição do ar quente e facilitar a limpeza do equipamento. A rampa permite direcionar o ar aquecido para o compartimento das bandejas, o fluxo de ar ingressa no secador, perpendicular à posição das bandejas, o que favorece ao processo de desidratação por convecção através da malha de aço inoxidável das bandejas.



**Figura 1 – Estrutura do secador em madeira (a) e revestimento externo com compensado (b)**



**Figura 2 – Divisão interna do desidratador revestido com chapa galvanizada:**

Para fixar as bandejas dentro do equipamento utilizaram-se cantoneiras de alumínio, presas e fixadas no compartimento superior do secador, como mostra a Figura 4. Para não obstruir a circulação de ar foram instalados batentes a uma distância de 150 mm, entre as bandejas e a parede do desidratador.



**Figura 3 - Fixação das cantoneiras para assegurar as bandejas dentro do desidratador.**

O desidratador possui ainda internamente cinco bandejas para que possam ser dispostas as frutas e/ou vegetais que irão ser desidratados. As bandejas (dimensões de 700 x 510 mm) foram construídas com cantoneiras de alumínio e nelas foi anexada a tela de aço inoxidável com abertura de malha de 4 mm<sup>2</sup>, para permitir o fluxo de ar em contato com o produto pela parte superior e inferior do mesmo, promovendo um sistema de desidratação convectivo.

O fluxo de ar no interior do equipamento variou de 0,4 a 1,5 m/s e no centro do secador o fluxo foi de 0,9 m/s. O controle de funcionamento da parte elétrica foi feito externamente



através de um painel, montado na lateral do secador como mostra a figura XX. O painel contém um termostato para ligar e controlar a temperatura no interior do desidratador ao mesmo tempo em que aciona o ventilador.

As cantoneiras de alumínio foram instaladas para facilitar a manutenção e ter mobilidade das bandejas. As placas de compensado (parte externa) foram parafusadas e foi aplicada uma camada de verniz para maior proteção do secador. Na porta do secador foi colocada uma janela para visualização interna. A Figura 5 mostra o equipamento concluído.

Para a validação preliminar do sistema foram desidratados cálices da flor de rosela (*Hibiscus sabdariffa*), a escolha dos cálices foi devido à disponibilidade, visto que o *hibiscus* é uma planta de fácil proliferação e cultivo, resistente às variações climáticas. Seu cálice é o constituinte mais importante pela presença de antocianinas e alto teor de vitamina C, do qual se podem elaborar alimentos e bebidas, sendo usado principalmente como base no preparo de chás, podendo também ser destinado ao processamento de doces em calda, geléias, sucos, licores, vinagres, entre outros.

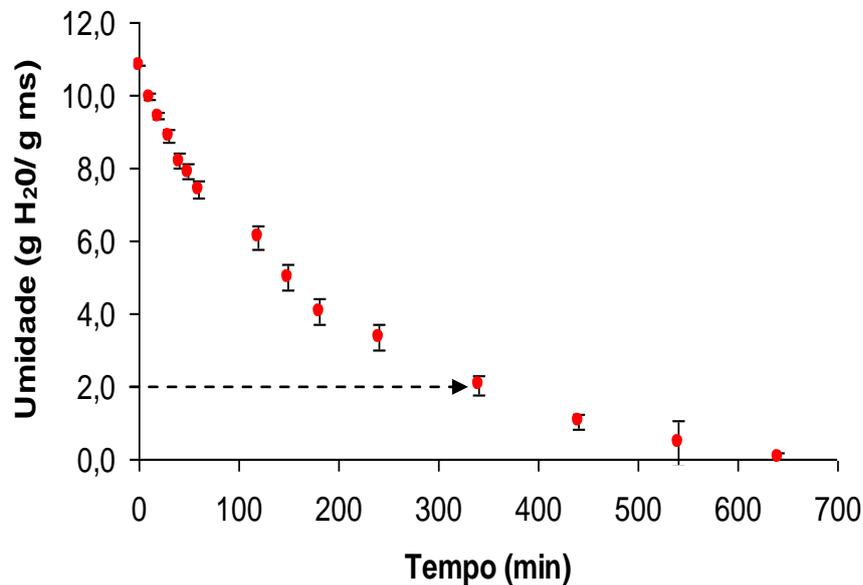


**Figura 5 – Secador de frutas**

A Figura 6 apresenta a cinética de secagem dos cálices de rosela desidratados a 60°C em função da umidade (base seca) e o tempo. Observa-se maior redução de umidade até os 60 minutos de processo, posteriormente a perda de umidade torna-se mais lenta.

De acordo com a legislação brasileira, a umidade máxima permitida em frutas secas é de 25% (BRASIL, 1978), considerou-se a umidade final do cálice de rosela ao redor de 20%, como sendo a umidade necessária para manter o produto estável por maior tempo de estocagem. Assim, o tempo de secagem necessário para se obter um produto estável (25% de umidade) foi de 340 minutos para o processo de desidratação a 60 °C,

Para validar o sistema ainda estão previstos ensaios com polpa de frutos do Cerrado como pequi, bocaiuva e bacuri, além de ervas aromáticas e medicinais, em diferentes temperaturas de processo.



**Figura 6 – Cinética de secagem de cálices de rosela desidratadas a 60°C**

#### **4. CONCLUSÃO**

O desidratador construído com material e tecnologia disponível mostrou ser eficiente na cinética de secagem de cálices de rosela, mantendo estáveis as condições operacionais do processo. A desidratação a 60°C por 340 minutos com fluxo de ar de 0,9 m/s forneceu rosela desidratada com 20% de umidade final, o que possibilita sua conservação à temperatura ambiente.

O desidratador pode ser construído por agricultores rurais e pequenos produtores para disponibilizar alimentos desidratados em épocas de entressafra e/ou aumentar o valor agregado dos seus produtos.

#### **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A utilização do conhecimento adquirido durante a construção e validação do equipamento aumentou o interesse e a expectativa dos estudantes pelas outras disciplinas dos cursos e auxiliou na fixação dos conhecimentos teóricos já estudados, motivando ainda mais no estudo das áreas específicas de cada curso. Além de valorizar o trabalho em equipe e a multidisciplinaridade.

#### **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BALDWIN, E. A, BAI, J.; WU, P.; MANTHEY, J.; GOODNER, K. **Postharvest Biology and Technology**, v. 17, p. 215-226, 1999.

BITTENCOURT, J. **Avaliação de um secador de bananas do tipo cabine com bandejas**. Campinas - SP, 2001.



BRASIL. Resolução CNNPA n° 12, de 1978. Aprova normas técnicas especial para frutas secas ou dessecadas. ANVISA, 1978. Disponível em:  
<[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12\\_78\\_frutas\\_secas.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78_frutas_secas.htm)> Acessado em 04 de maio de 2012.

BRAZILIAN FRUIT. Fruticultura. **Citação de referências e documentos eletrônicos.** Disponível em: <<http://www.brazilianfruit.org.br/Pbr/Fruticultura/Fruticultura.asp>> Acesso em 04 abr. 2012.

CAVALACANTI, R. A., **Andragogia na educação universitária**, Revista Conceitos, julho 2005.

GUIMARÃES, M. M., SILVA, M. S. **Valor nutricional e características químicas e físicas de frutos de murici-passa (Byrsonima verbascifolia)**. Ciências e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.28, n.4, p.817-821, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para Análise de Alimentos, 4 ed. São Paulo, 2008.

LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G.; JACOMINO, A. P.; PESSOA, J. D. C. **Avaliação da compressão em hortaliças e frutas e seu emprego na determinação do limite físico da altura da embalagem de comercialização**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.21, n.4, p.704-707, 2003.

MOTA, R. V. **Avaliação da qualidade de banana passa elaborada a partir de seis cultivares**. Ciências e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 25, n. 3, p.560- 563, 2005.

NOGUEIRA, R. I.; CORNEJO, F. E. P.; PARK, K. J.; VILLAÇA, A. de C. **Manual para construção de um secador de frutas**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro:EMBRAPA-CTAA, 1997. 20 p. (EMBRAPA-CTAA.Documentos; n.10).

**Abstract:** *This job shows a prototype of a convective dryer to fruits and vegetables with warm air circulation inside the equipment built with economics and available materials, for construction and application of farmers. To validate the dryer, the air flow behavior and the temperature distribution were studied following a dryer evaluation, where was performed one air drying of rosellas (hibiscos sabdariff L.) on each ply. The structure of equipment was built with wood internal coated with galvanized plate and external compressed. Were placed between coats expanded polystyrene plates to thermal insulation. The internal warming was performed by resistance of 1000w and a air flow of 50w by ventilator. For food distribution was built stainless steel trays. Ultimately, the rosela cups parameters are presented with considerations made by students, in their perspective.*

**Key-works:** *Handmade dryer, drying cabinet, dehydrated products.*