

PARÂMETROS OPERACIONAIS NA SECAGEM INTERMITENTE DE GRÃOS DE AVEIA BRANCA CULTIVAR UPFA 20 TEIXEIRINHA

Operational parameters in intermittent drying of white oat grains UPFA 20 Teixeirainha cultivar

Daniel Simioni¹, Mauricio de Oliveira², Fernanda Arnhold Pagnussatt³,
Carolina Cardoso Deuner⁴, Luiz Carlos Gutkoski⁵, Moacir Cardoso Elias⁶

RESUMO

Objetivou-se, no trabalho, avaliar o desempenho energético no processo de secagem intermitente de grãos de aveia branca, realizado em diferentes temperaturas do ar e umidade final. Grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.) da cultivar UPFA 20 Teixeirainha, produzidos no Campo Experimental da Palma da UFPel, safra agrícola de 2003/2004 foram submetidos à secagem intermitente, em três temperaturas (60, 85, 110 °C) na relação de intermitência de 1:6 até a umidade final de 11, 13 e 15%, em delineamento experimental inteiramente casualizado. A secagem foi realizada em secador piloto, de câmara cilíndrica e fundo cônico centrado. A taxa de secagem foi calculada pela variação horária do grau de umidade da massa de grãos e a eficiência energética pela relação entre a energia consumida para o aquecimento do ar e a variação do grau de umidade da massa de grãos. A temperatura do ar de secagem e as umidades inicial e final dos grãos são fatores determinantes para estimar o consumo energético e a taxa de secagem de grãos de aveia branca a qual aumenta com a elevação da temperatura do ar de entrada no secador intermitente. A temperatura do ar na entrada do secador, umidade final e inicial dos grãos são fatores que influenciam no tempo de secagem intermitente de aveia branca.

Termos para indexação: *Avena sativa*, consumo energético, eficiência de secagem.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the energetic performance in the process of intermittent drying of white oat grains at three different air temperatures and final moisture. White oat grains (*Avena sativa* L.), UPFA 20 Teixeirainha cultivar produced at Palma Experimental Station of the Federal University of Pelotas, 2003/2004 crop, were submitted to intermittent drying at three temperatures (60, 85, 110 °C) at 1:6 rate of intermittence up to final moisture of 11, 13 and 15%, in totally randomized experimental delineation. Drying was performed in a pilot dryer, with cylindrical chamber and centered conic bottom. The drying rate was calculated by the time variation of the mass of grains' rate of moisture, and energetic efficiency by the ratio between the amount of energy used to heat the air and the variation of the mass of the grain rate of moisture. Drying air temperature, as well as initial and final moisture, are key factors to measure the energy consumption and the drying rate of white oat grains. The drying rate increases following the increase of temperature of air at the entrance of the intermittent dryer. The air temperature at the dryer entrance, final grain moisture and initial moisture are the variables that affect the time of intermittent drying of white oat.

Index terms: *Avena sativa*, energy consumption, efficiency of drying.

(Recebido em 24 de abril de 2007 e aprovado em 19 de setembro de 2007)

INTRODUÇÃO

A secagem adequada, a umidade de armazenamento, o tempo e as condições de armazenamento são os principais fatores que agem sobre a qualidade do produto, incluindo o metabolismo do próprio grão e a ação de organismos associados. O comportamento higroscópico dos grãos,

durante a secagem e o armazenamento, permite estabelecer de forma apropriada os padrões de conservação de grãos de aveia branca (FLEURAT-LESSARD, 2002; RUPOLLO et al., 2004).

A secagem constitui a operação mais importante no preparo de grãos para o armazenamento e tem por finalidade colocá-los em níveis recomendáveis de umidade

¹Engenheiro Agrônomo, Mestre, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial/DCTA – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/FAEM – Universidade Federal de Pelotas/UFPel – Campus Universitário – Cx. P. 354 – 96020-080 – Capão do Leão, RS – dlsimioni@yahoo.com.br

²Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial/DCTA – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/FAEM – Universidade Federal de Pelotas/UFPel – Campus Universitário – Cx. P. 354 – 96020-080 – Capão do Leão, RS – oliveira.mauricio@hotmail.com

³Graduanda em Engenharia de Alimentos, Centro de Pesquisa em Alimentação/CEPA – Universidade de Passo Fundo/UPF – Km 171, Br 285 – São José – Cx. P. 611 – 99001-970 – Passo Fundo, RS – nandapagnu@terra.com.br

⁴Engenheira Agrônoma, Doutora, Setor de Fitopatologia – Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa/FUNDACEP – Km 149, RS 342 – Cx. P. 10 – 97100-970 – Cruz Alta, RS – carolinadeuner@yahoo.com.br

⁵Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia de Alimentos, Professor Titular III, Centro de Pesquisa em Alimentação/CEPA – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAMV – Universidade de Passo Fundo/UPF – Km 171, Br 285 – São José – Cx. P. 611 – 99001-970 – Passo Fundo, RS – gutkoski@upf.br

⁶Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor Titular, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial/DCTA – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/FAEM – Universidade Federal de Pelotas/UFPel – Campus Universitário – Cx. P. 354 – 96020-080 – Capão do Leão, RS – eliasmcc@uol.com.br

para minimizar a deterioração e a redução da qualidade, durante o processo de estocagem. Na secagem, devem ser evitadas fermentações durante o processo, assim como o excesso de temperatura, devendo a operação ser feita até a obtenção de um grau de umidade conveniente e de um produto uniforme (ELIAS, 2002; LASSERAN, 1978).

A secagem intermitente é caracterizada pela passagem descontínua do ar aquecido pela massa de grãos, também em movimento, promovido pela recirculação do grão no secador. Com isso, há difusão da água do interior para a periferia do grão e a evaporação da água periférica ocorre de maneira branda e equilibrada. Nesse processo, os grãos permanecem recirculando no interior do secador durante toda a operação e o seu contato com o ar se realiza de modo descontínuo e repetitivo (AHRENS et al., 2000; SILVA et al., 1995).

O ar de secagem, ao mesmo tempo em que fornece calor ao sistema, absorve água do produto em forma de vapor. O gasto de energia térmica provocado pela evaporação da água é acompanhado por um resfriamento do ar. Contudo, ele absorve em forma de vapor o que perde sob a forma de calor, caracterizando um processo isoentálpico. Grãos são produtos higroscópicos e, como tais, sofrem variações no seu conteúdo de água, a qualquer momento, de acordo com as condições do ar ambiente que os circunda (ELIAS, 2000; MILMAN, 2001; PORTELLA & EICHELBERGER, 2001).

A colheita com excesso de umidade nos grãos causa gasto extra em energia para a secagem e a perda em qualidade do produto. Por outro lado, colheitas realizadas com umidades muito baixas resultam em grãos mais suscetíveis à quebra e com maior quantidade de defeitos metabólicos (DIAS, 1993; ELIAS & ROMBALDI, 1989).

Estudando as características de secagem em camada fina de aveia branca sem casca, Hulasare et al. (1999) observaram que a mesma tem maior facilidade de secagem do que trigo (*Triticum aestivum* L.) e cevada (*Hordeum vulgare* L.). Na secagem de 21 para 16% de umidade, utilizando mesmo fluxo de ar e umidade relativa, para a aveia sem casca uma hora de secagem é suficiente enquanto para trigo e cevada são 16 e 17 horas, respectivamente. Vários fatores como o conteúdo de óleo, constituição genética do grão, dimensões dos grãos, densidade, cobertura protetora e ano da colheita podem contribuir em direção à maior razão de secagem da aveia quando comparada com o trigo e a cevada (MARINI et al., 2005; NEUBER, 1981). Isso demonstra que a tendência ao equilíbrio higroscópico de grãos de aveia branca no armazenamento, se caracteriza com maior dinâmica de dessorção e de sorção de umidade originadas pelos

gradientes de pressão de vapor de água e térmico entre a massa de grãos e o ar ambiente, quando comparado com grãos de trigo e cevada.

O uso de uma série de curtos períodos sob a ação de ar aquecido, intercalado por períodos sem aquecimento, aumenta a quantidade de água removida por unidade de tempo de exposição ao ar aquecido em relação à secagem contínua. Isso ocorre por que a secagem não é mais limitada pela velocidade de migração interna de umidade, uma vez que ela ocorre durante o período de equalização. Isso leva à melhor eficiência energética da secagem (MILMAN, 2001; VILLELA & SILVA, 1992).

Objetivou-se, no trabalho, avaliar parâmetros operacionais e desempenho energético, na secagem intermitente de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.), realizada em diferentes temperaturas do ar e umidade final de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do trabalho foram utilizados grãos de aveia branca (*Avena sativa* L), cultivar UPFA 20 Teixeira, produzidas em um hectare, no Campo Experimental da Palma da UFPel, localizado no Município do Capão do Leão, RS, na safra 2003/2004. As operações de secagem e armazenamento foram realizadas no laboratório de Pós-colheita, Industrialização e Controle de Qualidade de Grãos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (DCTA/FAEM/UFPel).

A colheita foi realizada quando os grãos atingiram a umidade de 18%, pelo uso de colhedora automotriz obtendo rendimento de 2200kg ha⁻¹ e a pré-limpeza em máquina de ar e peneiras. Amostras de 210kg de grãos de aveia branca, pré-limpa em equipamentos de escala industrial, foram submetidas à secagem intermitente, de acordo com os seguintes tratamentos: T1 (t=60 e u=11), T2 (t=110 e u=11), T3 (t=85 e u=15), T4 (t=85 e u=13), T5 (t=85 e u=11), T6 (t=110 e u=13), T7 (t=110 e u=15), T8 (t=60 e u=15) e T9 (t=60 e u=13), onde “t” é a temperatura do ar de secagem (°C) e “u” a umidade final do produto (%). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em fatorial 3 x 3 (temperatura do ar de secagem e umidade final dos grãos). Para cada uma das temperaturas do ar de secagem (60, 85 e 110°C), a umidade final da massa foi 11, 13 e 15%, totalizando nove tratamentos.

A secagem intermitente foi realizada em secador piloto modelo Vitória Laboratório, de câmara cilíndrica e fundo cônico centrado com diâmetro de 43cm, altura da camada de secagem de 32cm, altura da camada de

equalização de 82cm e altura do funil de 35cm. Os parâmetros operacionais do secador foram capacidade estática da câmara de secagem (30kg), capacidade estática da câmara de equalização (180kg), capacidade estática total (210kg), capacidade do elevador (752kg h^{-1}) e velocidade do ar de secagem ($0,72\text{m s}^{-1}$). A relação de intermitência foi de 1:6, determinada em função da massa de grãos na câmara de secagem e câmara de equalização do secador, sendo igual para todos os tratamentos. O acionamento mecânico do secador/elevador e do ventilador centrífugo foi por contramarcha, composto de um conjunto de polias e correias acionadas cada uma por motor elétrico monofásico de 0,33cv. O calor de aquecimento do ar foi gerado por oito resistências elétricas monofásicas de 700W, instaladas na curva de calor da câmara de secagem, das quais seis comandadas por termostato com acionamento automático e duas permaneciam sempre ligadas durante as secagens, para evitar choque térmico nos grãos.

Durante as secagens, em intervalos regulares de meia hora, foram realizadas medições da temperatura de saída do ar de secagem (bulbo seco), temperatura e grau de umidade da massa de grãos, de amostras coletadas na saída da câmara de secagem e energia consumida. Para o consumo de energia foram utilizados medidores de potência marca Inepar modelo F-32, com precisão 0,1kW, instalados antes dos termostatos. Para a medição das temperaturas do ar ambiente foi utilizado psicrômetro marca Incoterm de até 50°C , com precisão de 1°C , instalado na entrada do ar no secador intermitente. Na determinação das temperaturas do ar de secagem e do ar de saída foram utilizados termômetros marca Incoterm, de até 150°C , precisão de 1°C . Para a medição da temperatura da massa, os grãos foram colocados em garrafa térmica de isopor, com capacidade para 1L e imediatamente introduzido termômetro de mercúrio, com precisão de $0,5^{\circ}\text{C}$, efetuando-se a leitura após três minutos. Para a medição do grau de umidade da massa de grãos, durante a secagem, utilizou-se um determinador baseado na propriedade da resistência elétrica, marca Elo's Universal, modelo EH, devidamente calibrado pelo método de estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$.

O grau de umidade final da massa de grãos de cada tratamento foi determinado após a descarga, utilizando-se o método da estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, com circulação natural de ar, por 24 horas, realizado de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

A taxa de secagem foi calculada pela variação horária, em pontos porcentuais do grau de umidade da massa de grãos em base úmida, e a eficiência energética obtida pela relação entre energia consumida para o aquecimento do ar e a variação em pontos porcentuais do

grau de umidade da massa de grãos em base úmida, ambas realizadas de acordo com Portella & Eichelberger (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observaram-se, na Figura 1, as temperaturas da massa de grãos na secagem intermitente. As temperaturas apresentaram maior elevação nas primeiras horas de secagem, tendendo à estabilização com o decorrer do tempo, porque após a evaporação da umidade periférica a continuidade da secagem ocorre por causa do aquecimento da massa de grãos e o aumento da pressão interna (calor sensível). Os valores de temperatura da massa e grau de umidade estão em acordo com os princípios registrados na literatura (AHRENS et al., 2000; MARINI et al., 2005).

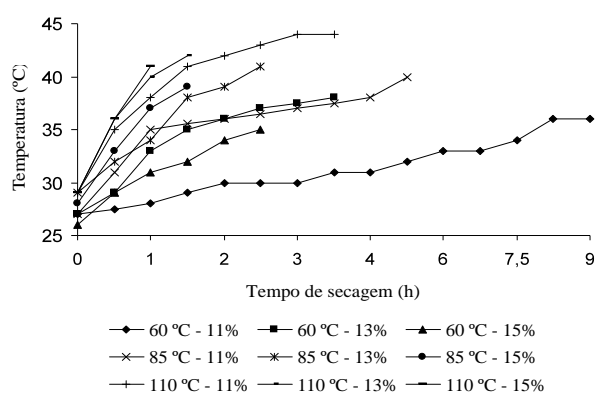


Figura 1 – Temperatura da massa de grãos de aveia branca em secador intermitente, em três temperaturas do ar e três umidades dos grãos.

A troca de calor por vapor de água ocorre na zona de secagem, levando ao aquecimento dos grãos e ao resfriamento do ar de saída. À medida que a umidade dos grãos vai diminuindo, a troca de energia em forma de calor por água decresce e, conseqüentemente, a temperatura da massa de grãos aumenta (BONAZZI et al., 1997; PORTELLA & EICHELBERGER, 2001).

Nos tratamentos com temperatura do ar de secagem a 110°C e no tratamento a 85°C e 13% de umidade, a temperatura da massa de grãos ultrapassou 40°C . Na secagem de grãos, os valores considerados como limites máximos para a temperatura da massa estão situados entre 40 e 43°C , acima dos quais, podem ser gerados danos físicos ou químicos (MARTINS et al., 2002; SIMIONI et al., 2004).

A duração do período de secagem foi determinada pelo tempo decorrido entre a umidade inicial e a final dos grãos, mostrando-se influenciada por elas e pela temperatura do ar no processo de secagem (Figura 2). A

duração do período de secagem diminuiu com o aumento da umidade final dos grãos e a temperatura do ar de secagem, estando esse comportamento em acordo com observações feitas por Boemeke et al. (2003), Brooker et al. (1992) e Cavariani et al. (1999).

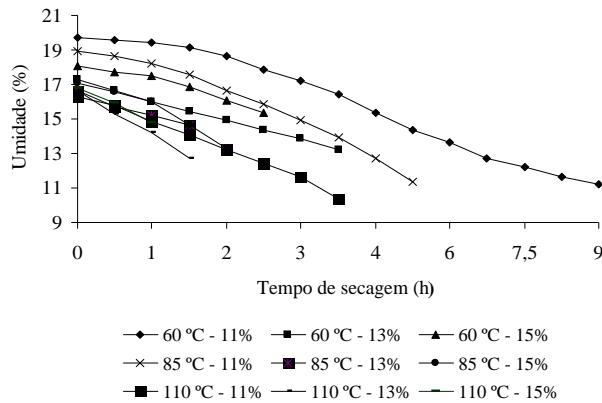


Figura 2 – Umidade da massa de grãos de aveia branca em secador intermitente, em três temperaturas do ar e três umidades dos grãos.

O tempo de secagem da massa de grãos de aveia, cultivar UPFA 20 Teixeirainha nas diferentes condições de secagem representa-se na Figura 3, sendo verificado nos tratamentos com maior temperatura do ar, um menor tempo para a redução do grau de umidade dos grãos nas primeiras horas de secagem, seguida de uma atenuação, em decorrência da alta temperatura utilizada e por se tratar de água retida apenas por pressão osmótica e capilaridade, que oferece menor resistência para ser removida. Esse comportamento está em acordo com os resultados relatados por Elias & Rombaldi (1989) e Milman (2001).

No início do processo, a velocidade de secagem é decrescente e maior, ou seja, a perda de água por unidade de tempo é elevada, apesar da velocidade de deslocamento da água do interior do grão ser inferior à taxa de evaporação. Após o período inicial da secagem, a velocidade de remoção de água diminui, apesar da quantidade de energia que chega ao grão ser elevada em relação àquela que deixa o grão por transferência de massa, resultando em baixo rendimento térmico. As fases de secagem são bem caracterizadas, com temperatura constante dos grãos (maior taxa de redução de umidade) e de temperatura crescente dos grãos (menor taxa de redução de umidade), conforme verificadmo-se nas Figuras 1 e 2.

Nos tratamentos onde a secagem estendeu-se até a umidade final da massa de grão de 11%, o consumo de energia para o aquecimento do ar foi superior em relação

aos tratamentos com 13 e 15%. Essa diferença deve-se ao maior tempo utilizado na secagem (Figura 3).

Observa-se, na Figura 4, o consumo energético para o aquecimento do ar durante a secagem intermitente para cada condição de secagem. Segundo Cihan & Ece (2001), o consumo de energia caracteriza o funcionamento de um secador e depende das condições ambientais (menor com ar ambiente mais quente e umidade relativa mais baixa), do grau de saturação do ar na saída do secador e da umidade inicial do produto. O tratamento conduzido com temperatura do ar de secagem de 60°C e umidade final do grão de 11% apresentou o maior consumo de energia por causa da baixa taxa horária de remoção de água em consequência da baixa temperatura utilizada e da maior variação de umidade entre início e o término da secagem.

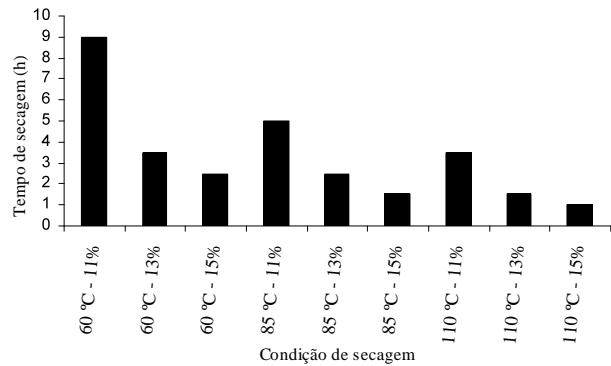


Figura 3 – Tempo de secagem de grãos de aveia realizada em secador intermitente, em três temperaturas do ar e três umidades dos grãos.

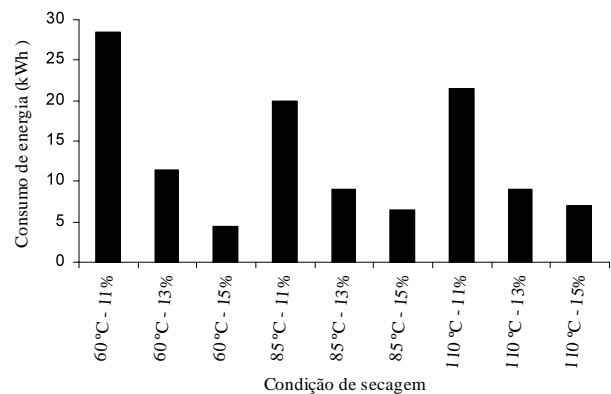


Figura 4 – Consumo energético (kWh) na secagem de grãos de aveia realizada em secador intermitente, em três temperaturas do ar e três umidades dos grãos.

Independentemente da unidade de colheita ou de armazenamento, a taxa de secagem (Figura 5) aumentou com a elevação da temperatura do ar de secagem, em razão da umidade relativa e da taxa de evaporação da água contida nos grãos. Observações similares foram realizadas por Cihan & Ece (2001) e Portella & Eichelberger (2001).

No início, a taxa de secagem tende a ser maior, pela baixa resistência oferecida pela água para ser removida. Após um curto período de tempo, a taxa de secagem diminuiu, em consequência do aumento da resistência da água para ser removida do grão. A dificuldade em remover o excesso de água provoca queda na taxa de secagem, sendo mais acentuada quanto menor for a umidade final dos grãos, como é o caso dos tratamentos com 11% de umidade.

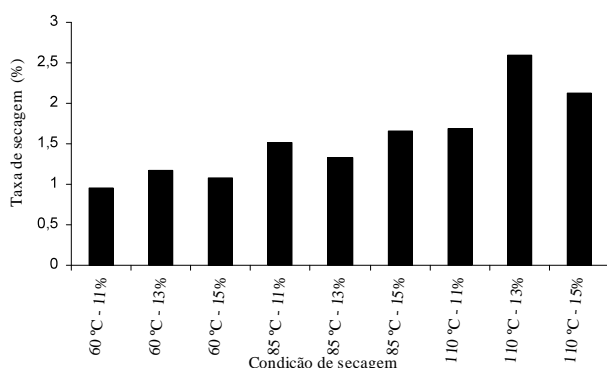


Figura 5 – Taxa de secagem de grãos de aveia realizada em secador intermitente, em três temperaturas do ar e três umidades dos grãos.

A temperatura do ar é o parâmetro de maior flexibilidade, em um sistema de secagem em altas temperaturas, e conjugada com o fluxo do ar são fatores responsáveis pela quantidade de água removida no processo de secagem e na qualidade final do grão. O aumento de temperatura implica em menor gasto de energia por unidade de água removida e maior taxa de secagem, ocorrendo um maior gradiente de temperatura e umidade. O aumento no fluxo de ar reduz a eficiência energética, mas também aumenta a velocidade de secagem (BIAGI et al., 2002; LASSERAN, 1978).

Apresenta-se, na Figura 6, a eficiência energética na secagem, realizada pelo emprego de três temperaturas do ar de secagem e três umidades finais dos grãos, sendo mais expressiva a variável umidade final dos grãos. O tratamento com menor temperatura do ar de secagem, menor umidade final, menor taxa de secagem, maior tempo de secagem e maior consumo energético foi o realizado na temperatura do ar de secagem a 60°C e umidade final de 11%.

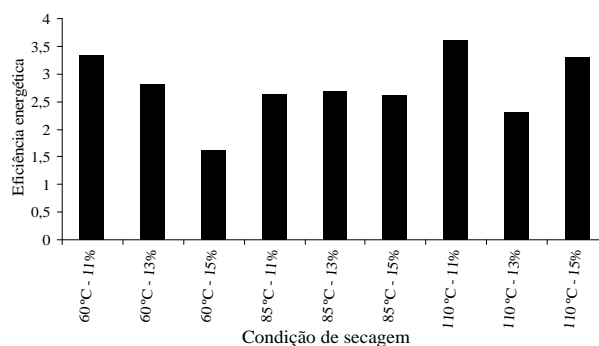


Figura 6 – Eficiência energética de secagem de grãos de aveia realizada em secador intermitente, em três temperaturas do ar e três umidades dos grãos.

CONCLUSÕES

A temperatura do ar e as umidades inicial e final do grão são fatores determinantes para estimar o consumo energético e a taxa de secagem de grãos de aveia branca. A taxa de secagem aumenta com a elevação da temperatura do ar de entrada no secador intermitente. A temperatura do ar na entrada do secador, umidade final e umidade inicial dos grãos são fatores que influenciam no tempo de secagem intermitente de aveia branca.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – MCT/CNPq, pelas bolsas de Mestrado, Produtividade em Pesquisa e Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHRENS, D. C.; DIMAS FILHO, L.; VILLELA, F. A. Secagem intermitente de sementes de aveia branca (*Avena sativa* L.) empregando altas temperaturas iniciais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 45-52, 2000.
- BIAGI, J. D.; BERTOL, R.; CARNEIRO, M. C. Secagem de grãos para unidades centrais de armazenamento. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Eds.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: IBG, 2002.
- BOEMEKE, L. R. S.; SIMIONI, D.; ROMANO, C. M.; AOSANI, E.; PEREIRA, F. M.; SCHIRMER, M. A. S.; ELIAS, M. C. Desempenho energético em secagens estacionária e intermitente de arroz. In: SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DA QUALIDADE DE ARROZ, 1., 2003, Pelotas. **Anais...** Passo Fundo: Berthier, 2003. p. 415-422.

- BONAZZI, C.; DUPEUTY, M. A.; HERMELIN, A. Influence of drying conditions on the processing quality of rough rice. **Drying Technology**, Bangkok, v. 15, n. 3/4, p. 1141-1157, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Drying and storage of grains and oilseeds**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 450 p.
- CAVARIANI, C.; SILVA, R. S.; MIRANDA, L. C.; NAKAGAVA, J.; BELGIORNO, D. C. Secagem estacionária de sementes de milho com distribuição radial do fluxo de ar: II. andamento físico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 7-17, 1999.
- CIHAN, A.; ECE, M. C. Liquid diffusion model for intermittent drying of rough rice. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 49, n. 2, p. 327-331, 2001.
- DIAS, A. R. G. **Efeitos dos teores de umidades de colheita e de beneficiamento no desempenho industrial de cinco variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado**. 1993. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1993.
- ELIAS, M. C. **Tecnologia em secagem e armazenamento de grãos: sistemas, processos e métodos**. Pelotas: UFPel/COREDE, 2000. 84 p.
- ELIAS, M. C. Fatores que influenciam a aeração e o manejo da conservação de grãos. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Eds.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: IBG, 2002. p. 311-359.
- ELIAS, M. C.; ROMBALDI, C. V. Secagem intermitente e industrialização de arroz, variedade BR-IRGA 409. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 42, n. 388, p. 22-23, 1989.
- FLEURAT-LESSARD, F. Qualitative reasoning and integrated management of the quality of stored grain: a promising new approach. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 38, p. 191-218, 2002.
- HULASARE, R.; JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G.; MUIR, W. E. Thin layer drying characteristics of hullless oats at near ambient temperatures (*Avena sativa* L.). **Canadian Agricultural Engineering**, Ottawa, v. 41, n. 3, p. 167-173, 1999.
- LASSERAN, J. Princípios gerais de secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 3, n. 3, p. 17-46, 1978.
- MARINI, L. J.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C.; MEZZOMO, N. Efeito da secagem intermitente na estabilidade de grãos de aveia. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 260-267, 2005.
- MARTINS, R. R.; FRANCO, J. B. R.; OLIVEIRA, P. A. V.; ANGONESE, C. Secagem de grãos na propriedade familiar. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Eds.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: IBG, 2002. p. 253-287.
- MILMAN, M. J. **Manejo da relação de intermitência e da temperatura do ar na secagem industrial do arroz**. 2001. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Industrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2001.
- NEUBER, E. E. Evaluation of critical parameters for developing moisture sorption isotherms of cereal grains. In: ROCKLAND, L. B.; STEWART, G. F. **Water activity: influence on food quality**. Toronto: Academic, 1981. p. 199-222.
- PORTELLA, J. A.; EICHELBERGER, L. **Secagem de grãos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 194 p.
- RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L. C.; MARINI, L. J.; ELIAS, M. C. Sistemas de armazenamento hermético e convencional na conservabilidade de grãos de aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1715-1722, 2004.
- SILVA, J. de S.; AFONSO, A. D. L.; LACERDA FILHO, A. F. de. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. In: SILVA, J. de S. (Ed.). **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora: Instituto Maria, 1995. p. 395-462.
- SIMIONI, D.; PEREIRA, F. M.; VOLPATO, R.; MARINI, L. J.; AOSANI, E.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C. Resultados experimentais. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 24., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2004. p. 593-597.
- VILLELA, F. A.; SILVA, W. R. Curvas de secagem de milho utilizando o método intermitente. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 49, n. 1, p. 145-153, 1992.