

VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE AR REFRIGERADO EM TRIGO ARMAZENADO

Marcus Bochi da Silva Volk

Eng^o. Agrícola, Mestre em Engenharia Agrícola, e-mail: marcusvolk@yahoo.com.br.

Adriano Divino Lima Afonso

Prof. Adjunto C, DS, UNIOESTE, Campus de Cascavel, PR. Rua Universitária 2060, Bairro Faculdade, Cascavel, PR. CEP: 85819-110. Fone: (45) 3220 3268, e-mail: adafonso@unioeste.br

RESUMO - Técnicas alternativas para conservar o produto e controlar as pragas contam com um conceito que começa a ficar cada vez viável. Trata-se do resfriamento dos grãos e para tal, é utilizada uma unidade frigorífica a fim de resfriar o ar ambiente antes de injetá-lo no sistema de aeração da estrutura que armazena o produto. Desta maneira, é possível reduzir a temperatura dos grãos a valores suficientemente baixos para inibir ou até impedir o desenvolvimento de insetos. E isto de forma independente das condições climáticas. O trabalho foi realizado em uma unidade armazenadora da Cooperativa Central Regional Iguazu – COTRIGUAÇU, localizada na cidade de Palotina-PR, no período de 28 de novembro a 23 de dezembro de 2003. Foram utilizados três silos experimentais, sendo um silo com capacidade estática de 5.000 toneladas (Silo 1) e outros dois silos com capacidades estáticas de 2.500 toneladas em cada um deles (Silo 2 e Silo 3). Dos resultados obtidos, podemos concluir que as camadas atingiram a temperatura final de resfriamento em seqüência, ou seja, após a primeira camada atingir a temperatura final de resfriamento, o mesmo processo se deu nas camadas subseqüentes. Esse fato demonstra a existência de uma frente de resfriamento ou zona de resfriamento que avança ao longo do tempo na massa de grãos em função do gradiente de temperatura entre a temperatura do produto e a temperatura do ar de resfriamento e da vazão de ar fornecido pelo equipamento. O consumo específico de energia foi de 5,12 kW.h/t de trigo para o silo 1 e de 4,48 kW.h/t de trigo para o conjunto formado pelos silos 2 e 3, enquanto o custo do resfriamento foi de aproximadamente R\$ 0,53 / t de trigo resfriado.

PALAVRAS-CHAVE: resfriamento, grãos, energia.

TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF THE USE OF THE EQUIPMENT ON AIR REFRIGERATED STORED WHEAT

ABSTRACT - It has been recorded that alternative techniques used to keep the product on and control plagues count with a concept that is getting better day by day. It is a chilling process of grains. Therefore, a freezing unit was used in order to cool the environmental air before injecting it into the aeration system of the structure that stores the product. This is an strategy applied to reduce the grains' temperature to such low values that it can inhibit or even avoid the bugs' development, also despite the climatic conditions.. This trial was carried out in a storing Plant from a cooperative named CONTRIGUAÇU, in Palotina-PR, from November, 28th to December, 23th, 2003. Three experimental silos were used. The first one with 5,000 tons static capacity, while the others capacity was of 2,500 tons each. The concluding results showed that the layers reached a final chilling temperature in sequence, which means that, when the first one got into this point the same happened to the next ones. This result points out the existence of a chilling zone that takes part of the inner part of the grains as time passes by due to the temperature gradient among the temperature of the product, the chilling air temperature and the flow of air supplied by the equipment. The specific consume of energy was of 5.12 kW.h/ton of wheat to the first silo and of 4.48 kW.h/ton of wheat the the other ones. It was also recorded the chilling cost, which was of R\$ 0.53/ton of chilled wheat.

KEYWORDS: Chilling, Grains, energy.

INTRODUÇÃO

O trigo é o cereal mais cultivado e de maior importância na alimentação humana de diversos continentes, pois é fonte de carboidratos, proteínas, vitaminas, e minerais. É a matéria-prima fundamental na panificação, confeitarias e na indústria de massas. O Brasil é um dos maiores importadores com 7,5 milhões toneladas de grãos de trigo, adquiridos da Argentina, Canadá, Paraguai, Estados Unidos e Uruguai (CONAB, 2003). O trigo é matéria-prima para uma ampla faixa de produtos. O mesmo, após o processo de moagem, transforma-se em produtos como farinhas, farelo e germen. A indústria de produtos finais utiliza-se destes subprodutos para a fabricação de pães, massas, biscoitos; o farelo utilizado como ingrediente nas fábricas de rações para animais, além do complemento vitamínico e fornecedor de fibras, é utilizado também na alimentação humana e, por fim, até a indústria farmacêutica utiliza-se de germen para extrair óleo e novamente complexos vitamínicos (GUARIENTI, 1993). A qualidade dos grãos é um importante parâmetro para a comercialização e processamento, podendo afetar o valor do produto. Apesar de toda a tecnologia disponível à agricultura brasileira, as perdas quantitativas e qualitativas, originadas durante o processo de pós-colheita (BROOKER et al., 1992). O grão precisa ser armazenado de forma segura até ser consumido. A massa de grãos armazenada constitui um sistema ecológico produzido pelo homem no qual a deterioração do produto estocado resulta de interações entre os fatores físicos, químicos e biológicos. Os fatores importantes são: temperatura, umidade, CO₂, O₂, características dos grãos, microrganismos, insetos, roedores, pássaros e localização geográfica. O período de armazenamento dos grãos depende principalmente de dois fatores físicos: temperatura e teor de umidade. A sobrevivência e reprodução de agentes biológicos no grão são dependentes da grande faixa de temperatura e níveis de umidade (JAYAS e WHITE, 2003). Para algumas das mais importantes pragas de grãos armazenados, a faixa ideal de temperatura para o seu desenvolvimento está na faixa de temperatura que vai de 17 a 21 °C quanto ao ciclo biológico, isto é, o tempo de desenvolvimento de ovo a adulto, leva próximo de cem dias. Temperaturas acima de 21 °C, ou em torno de 25 a 30 °C oferecem as condições ideais para diferentes espécies de insetos se desenvolverem. A atividade dos insetos, bem como a multiplicação destes são suspensas à temperatura em torno de 13 °C. O controle químico de insetos torna-se desnecessário quando o grão está refrigerado e cuja temperatura está abaixo de 17 °C conforme SANTOS (2002). A aeração é um processo de resfriamento dos grãos com ar ambiente, todavia a refrigeração envolve a passagem do ar ambiente através do sistema refrigerador, que abaixa a temperatura do ar ambiente antes dele atravessar a massa de grãos. O propósito do resfriamento é prevenir a migração de umidade e a deterioração biológica. As vantagens da refrigeração são: o ar de

aeração, a temperatura adequada, é disponibilizado independentemente da estação ou do clima, e a umidade relativa do ar de aeração, a qual pode ser ajustada (BELL e ARMITAGE, 1992). No processo de resfriamento o ar frio e, relativamente seco, tem sua passagem forçada pela massa de grãos armazenados em silos. Normalmente, uma vez que o grão tenha sido resfriado, ele assim permanece por vários meses. Além da redução de custos de secagem, de reduzir perdas fisiológicas pela respiração do grão e manter alta qualidade, o resfriamento do grão oferece excelente proteção contra insetos (SANTOS, 2002). O resfriamento pela insuflação forçada de ar frio representa uma tecnologia eficiente para reduzir a temperatura da massa de grãos a uma faixa segura de aproximadamente 15 °C que impede o desenvolvimento das populações de insetos, suprimindo-as por um longo período e mantendo a qualidade físico-sanitária do produto, conforme CANEPPELE (2003). Estudos realizados por Rulon e colaboradores, citados por Mayer e Navarro (2002), utilizando um equipamento refrigerador de ar com potência de 55 kW e avaliando, comparativamente, o custo operacional anual do resfriamento e da aplicação de inseticidas para o controle de insetos-praga em milho de pipoca, permitiram concluir que o custo da aeração mais a fumigação foi aproximadamente 120% superior ao custo do resfriamento. Com o mesmo equipamento, resfriaram trigo colhido no período de verão, no meio oeste americano. O custo operacional anual foi de US\$ 1,47/t para o resfriamento e de US\$ 2,93/t para a fumigação mais aeração. Porto (2004), trabalhando com resfriamento artificial de sementes de soja, armazenadas a granel em um silo com sistema radial de duto de aeração, concluiu que o sistema de resfriamento a granel não apresentou gradiente de temperatura ao final do processo e que as sementes de soja resfriadas mantiveram a qualidade fisiológica por mais de seis meses. Diante do exposto, e devido ainda à escassez de estudos sobre os benefícios que o resfriamento de grãos trará ao setor de armazenagem de grãos, foi proposta esta pesquisa cujo objetivo é o estudo de viabilidade técnica da utilização do equipamento refrigerador de ar em trigo armazenado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na unidade armazenadora da Cooperativa Central Regional Iguazu – COTRIGUAÇU, localizada na cidade de Palotina-PR. Foram utilizados silos verticais de concreto, completamente cheios de grãos de trigo. Para o resfriamento da massa do trigo armazenado nos silos, foi utilizado o equipamento de refrigeração artificial do ar ambiente desenvolvido pela empresa COOLSEED.

Silos experimentais

Foram utilizados três silos experimentais, sendo um silo com capacidade estática de 5.000 toneladas

Revista Caatinga (Mossoró), v. 22, n. 3, p 10-18, julho/setembro de 2009

(Silo 1) e outros dois silos com capacidades estáticas de 2.500 toneladas (Silo 2 e Silo 3). Os três silos tinham uma altura igual a 18 metros, sendo o diâmetro do Silo 1 igual a 22 metros e o diâmetro do Silo 2 e do Silo 3 igual a 14,7 metros. Os silos eram dotados de ventiladores centrífugos que insuflam o ar para o interior dos silos através dos sistemas de aeração que eram compostos por dutos de chapas perfuradas distribuídos no piso. A Figura 3 mostra uma foto panorâmica referente aos silos de concreto utilizados no experimento.



Figura 1. Vista dos silos de concreto utilizados no experimento e do equipamento de refrigeração artificial.

O resfriamento no Silo 1 foi realizado isoladamente e os resfriamentos dos Silos 2 e 3 foram simultâneos, ou seja, o fluxo de ar resfriado proveniente do equipamento foi dividido entre os dois silos. O equipamento refrigerador de ar foi acoplado ao sistema convencional de aeração dos silos através dos ventiladores. O ar proveniente do equipamento era insuflado nos silos a uma temperatura média de 10 °C. Na etapa de resfriamento artificial, foram avaliadas as temperaturas internas da massa de grãos durante o processo de resfriamento, bem como o consumo de energia necessário para o completo resfriamento da massa de grãos.

Temperatura e umidade relativa do ar ambiente

Durante o resfriamento dos lotes de trigo armazenados nos silos, foram monitoradas as temperaturas e a umidade relativa do ar atmosférico em intervalos regulares de oito horas (8h, 16h e 24h). Para obtenção da temperatura e umidade relativa, foi utilizado um psicrômetro sem aspiração, instalado em um abrigo

meteorológico da empresa, localizado próximo aos silos experimentais.

Temperatura dos grãos de trigo

Durante o resfriamento foram monitoradas pelos sensores dos cabos de termometria as temperaturas internas da massa de grãos nas diferentes alturas: Camada 0,9m, Camada 2,7m, Camada 4,5m, Camada 6,3m, Camada 8,1m, Camada 9,9m, Camada 11,7m, Camada 13,5m, Camada 15,3m e Camada 17,1m. Em cada silo experimental, havia cinco cabos de termometria: um cabo central e quatro cabos radiais. Portanto, para cada camada, havia cinco sensores de temperatura, sendo calculada a média para cada camada. As temperaturas foram monitoradas em intervalos regulares de oito horas (8h, 16h e 24h).

Tempo de resfriamento

O tempo de resfriamento foi considerado do início do processo de resfriamento até o final, quando da obtenção da temperatura média de 17 °C entre as camadas, sendo desconsiderado o período de tempo que o equipamento permaneceu desligado devido a não utilização do mesmo no horário considerado de ponta (19h às 22h).

Consumo de energia

Para a obtenção do consumo de energia foi utilizado o medidor de consumo de energia previamente instalado no equipamento. O consumo de energia foi obtido pela diferença entre o registro inicial do medidor e o registro final, quando do encerramento do processo de resfriamento da massa de grãos, considerando os respectivos tempos de resfriamento dos silos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Temperatura e umidade relativa do ar ambiente

Silo 1

Na Figura 1, estão apresentados os resultados da variação da temperatura do ar ambiente durante a etapa de resfriamento do Silo 1 com capacidade estática de 5.000 t de trigo.

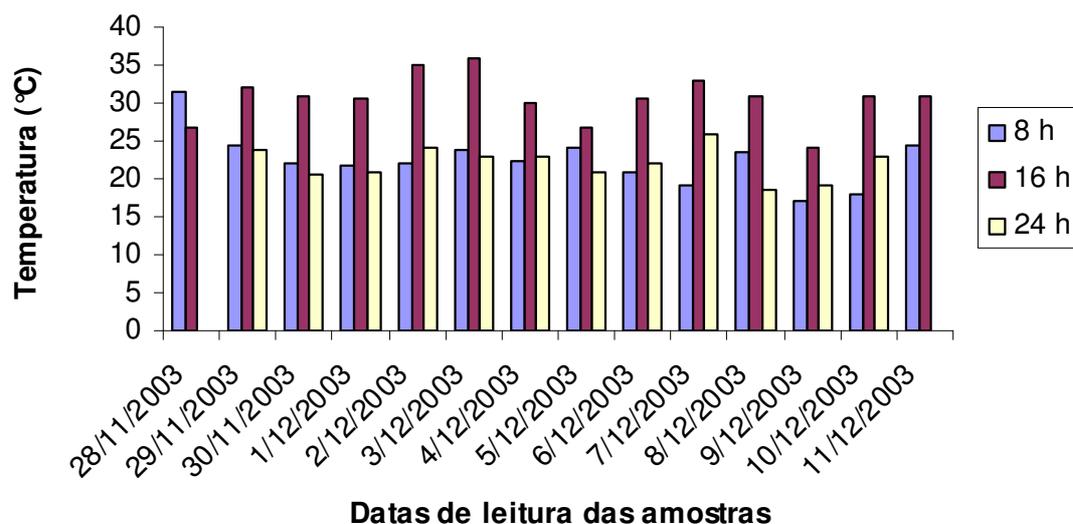


Figura 1. Temperatura do ar ambiente (°C) durante a etapa de resfriamento dos grãos de trigo armazenados no Silo 1.

Pode-se observar na Figura 1 que a temperatura do ar ambiente apresentou variação térmica entre 17 °C e 36 °C, sendo o limite mínimo verificado ao final do período de resfriamento. Durante o período noturno, as temperaturas do ar ambiente apresentaram-se com valores inferiores ao do período diurno, no entanto, não foram adequadas para o manejo da aeração

convencional. Pode-se notar também que, na maioria do tempo de resfriamento as temperaturas do ar ambiente foram superiores a 20°C, independente do horário diário de obtenção da temperatura, sendo, portanto inapropriadas para a prática da aeração convencional. A variação da umidade relativa do ar ambiente durante a etapa de resfriamento do Silo 1 está apresentada na Figura 2.

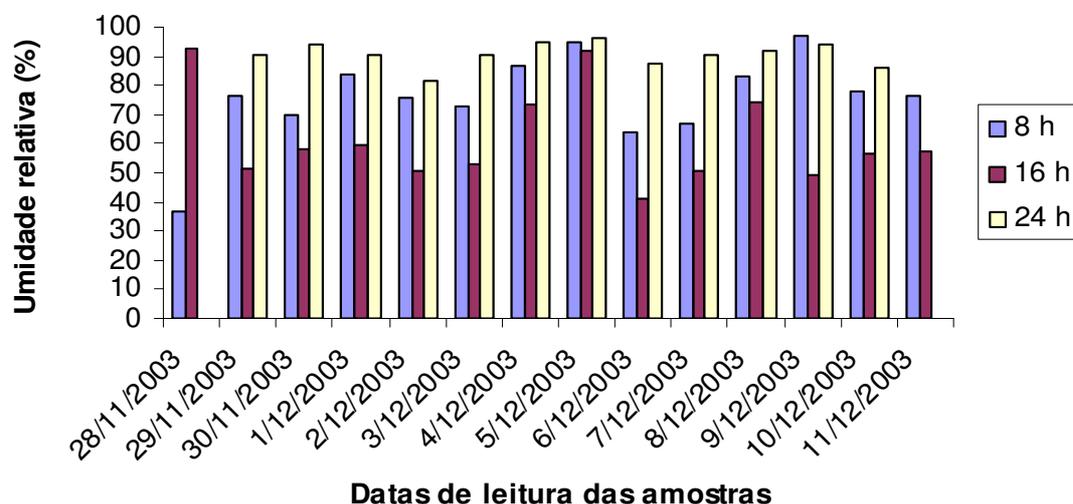


Figura 2. Umidade relativa (%) do ar ambiente durante a etapa de resfriamento dos grãos de trigo armazenados no Silo 1.

De acordo com a Figura 2, observa-se que a umidade relativa do ar ambiente apresentou oscilações com grandes amplitudes entre os diversos dias do período de resfriamento do trigo armazenado no Silo 1. O menor valor de umidade relativa ocorreu no início do

resfriamento (dia 28/11 às 8 horas), cujo valor foi de 36,8 % e o maior valor foi verificado no dia 9/12 às 8 horas da manhã, cujo valor foi de 97,1 %. Estas variações nos valores da umidade relativa do ar, ao longo do período de resfriamento, poderiam, caso fosse utilizado o ar ambiente

no processo de aeração convencional, acarretar variações no teor de umidade do produto, visto que os produtos agrícolas são materiais higroscópios.

Silo 2 e Silo 3

Na Figura 3, estão apresentados os resultados da variação da temperatura do ar ambiente durante a etapa de resfriamento do Silo 2 e do Silo 3, ambos com capacidade estática de 2.500 t de trigo.

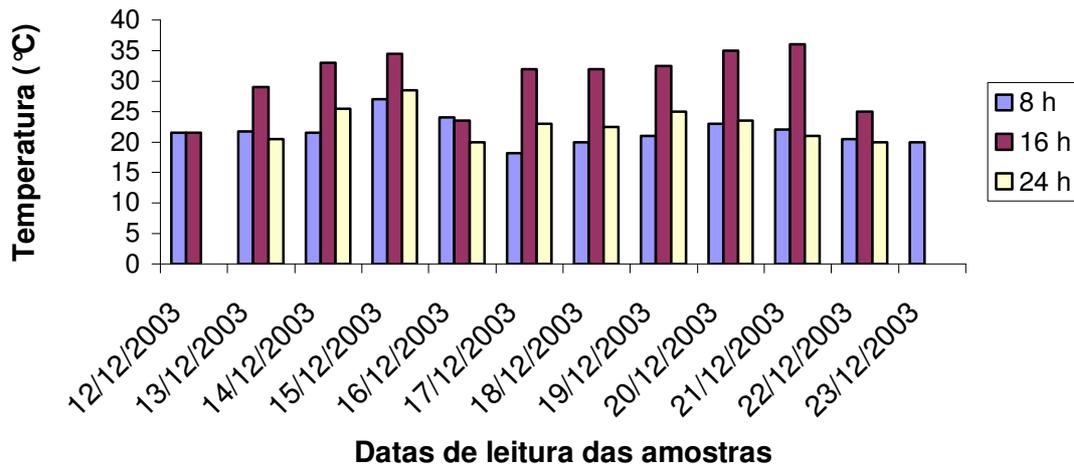


Figura 3. Temperatura do ar ambiente (°C) durante a etapa de resfriamento dos grãos de trigo armazenados no Silo 2 e no Silo 3.

Analisando a Figura 3, pode-se notar que durante a etapa de resfriamento, a temperatura ambiente apresentou variação térmica entre 18,2 °C e 36 °C. Semelhante ao verificado quando do resfriamento do Silo 1, durante o resfriamento dos Silos 2 e 3, a temperatura do ar ambiente foi, na maior parte deste período, superior a 20°C, portanto, não apresentou potencial para o resfriamento convencional do produto em um nível seguro (abaixo de 20 °C). Dessa forma, conclui-se que, para a

época e o local onde foi realizado o experimento, a temperatura do ar ambiente não apresentou valores adequados para a prática da aeração convencional, sendo necessária à diminuição da temperatura do ar de forma artificial.

A variação da umidade relativa do ar ambiente durante a etapa de resfriamento dos Silos 2 e 3 está apresentada na Figura 4.

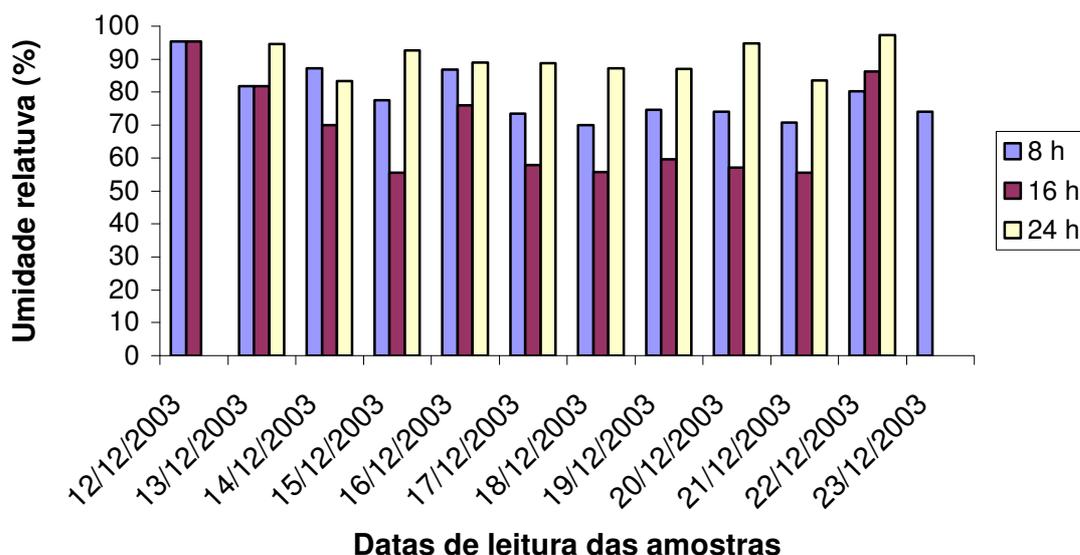


Figura 4. Umidade relativa (%) durante a etapa de resfriamento dos grãos de trigo.

Ao serem comparadas às variações de temperaturas (Figuras 1 e 2) com as variações de umidade relativa (Figuras 3 e 4), observa-se à existência de correlação entre temperatura do ar e umidade relativa do ar, ou seja, quando a temperatura do ar ambiente apresenta-se com valores mais elevados, a umidade relativa do ar apresenta-se com valores mais baixos, contudo, o contrário também foi observado. Esse fato é importante no processo de

temperatura com baixa umidade relativa do ar propiciam condições para a secagem do produto e, conseqüentemente, perda de peso.

Temperatura da massa de grãos de trigo

Silo 1

Na Figura 5 estão os valores das temperaturas

(°C) médias nas diferentes alturas de camadas de grãos de trigo durante a etapa de resfriamento do Silo 1.

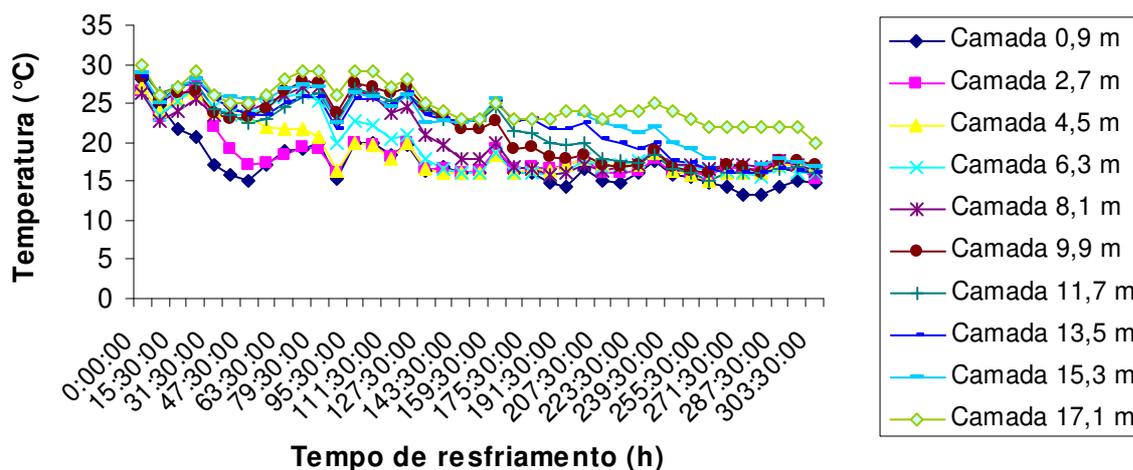


Figura 5. Temperaturas (°C) médias nas camadas de grãos de trigo durante a etapa de resfriamento do Silo 1.

Observa-se na Figura 5 que as temperaturas iniciais da massa de grãos variavam entre 25 °C e 30 °C nas diferentes alturas. O processo encerrou-se quando a

temperatura da massa de grãos apresentou-se com valor médio final de 16,5 °C, inferior à temperatura

recomendada para um armazenamento seguro do trigo (20 °C).

Considerando o período de tempo necessário para o completo resfriamento da massa de grãos (303 horas), a altura total da massa de grãos no interior do silo

(18 m) e a capacidade do silo (5.000 t), conclui-se que a velocidade de deslocamento da frente de resfriamento foi de aproximadamente 0,06 m/h, resfriando cerca de 16,5 t/h.

Silo 2

Na Figura 6 são mostrados os valores das temperaturas (°C) médias nas diferentes alturas de camadas de grãos de trigo durante a etapa de resfriamento do Silo 2.

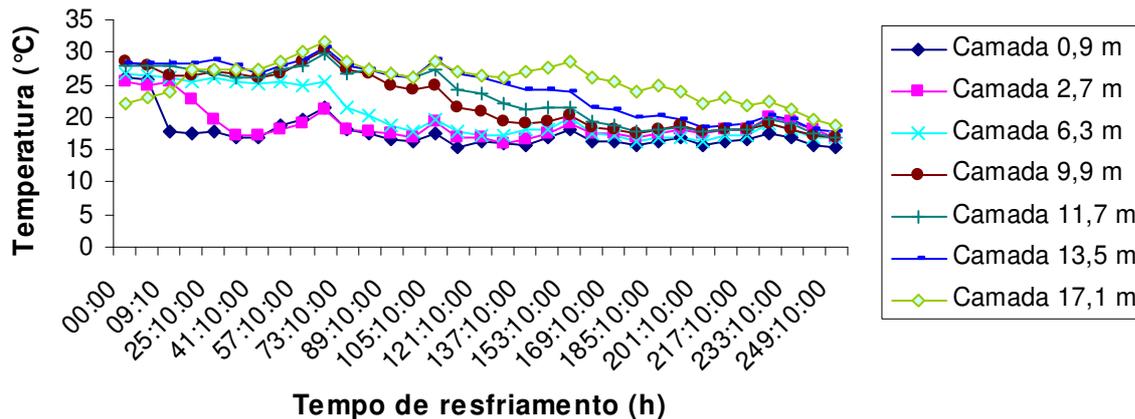


Figura 6. Temperaturas (°C) médias nas camadas de grãos de trigo durante a etapa de resfriamento no Silo 2.

Observa-se na Figura 6 que a temperatura inicial da massa de grãos variava entre 22 °C a 29 °C nas diferentes camadas, propiciando condições para a ocorrência de processos de migrações de umidade no interior do silo. O processo de resfriamento artificial encerrou-se quando a temperatura da massa de grãos apresentou-se com valor médio final de 17,2 °C.

Considerando o tempo total de resfriamento de cerca de 249 horas (10,4 dias), a altura total da massa de grãos no interior do silo (18 m) e a capacidade do silo (2.500 t), pode-se concluir que a velocidade de deslocamento da frente de resfriamento foi de aproximadamente 0,072 m/h, resfriando cerca de 10,0 t/h.

Silo 3

Na Figura 7 podem ser observados os valores das temperaturas (°C) médias nas diferentes alturas de camadas de grãos de trigo durante a etapa de resfriamento do Silo 3.

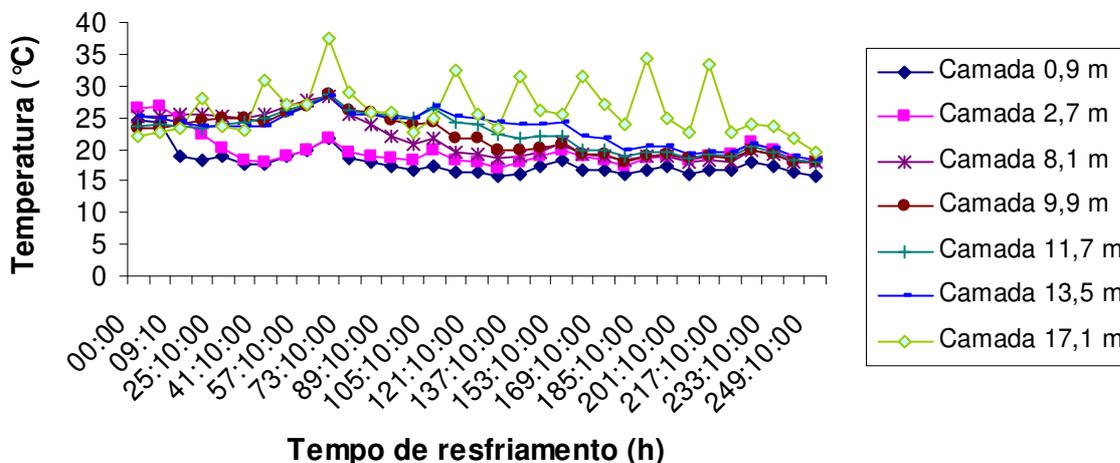


Figura 7. Temperaturas (°C) médias nas camadas de grãos de trigo durante a etapa de resfriamento no Silo 3.

De acordo com a Figura 7, pode-se observar que a temperatura inicial da massa de grãos variava entre 23 °C e 27 °C nas diferentes camadas. O processo encerrou-se quando a temperatura da massa de grãos apresentou valor médio final de 18 °C. A Camada 17,1m ou a camada superior da massa de grãos apresentou variação acentuada de temperatura devido ao fato dos sensores de termometria estarem localizados no limite da superfície da massa de grãos, conseqüentemente, apresentaram influência da temperatura do ar ambiente (externa). Como o resfriamento do Silo 3 foi realizado simultaneamente com o Silo 2, o tempo total de resfriamento foi também de aproximadamente 249 horas (10,4 dias).

Analisando as Figuras 5, 6 e 7, pode-se verificar que a Camada 0,9m, a qual se localiza próxima ao duto de aeração do silo, é a primeira a ser resfriada. A camada superficial ou superior da massa de grãos (Camada 17,1m) é a última a atingir a temperatura final de resfriamento. De modo geral, pode-se notar que as camadas atingiram a temperatura final de resfriamento em seqüência, ou seja, após a primeira camada atingir a temperatura final de resfriamento, a próxima camada a atingir a temperatura é a segunda, seguida da terceira e assim sucessivamente. Este fato demonstra a existência de uma frente de resfriamento ou zona de resfriamento que avança ao longo do tempo na massa de grãos em função do gradiente de temperatura entre a temperatura do produto e a temperatura do ar de resfriamento e da vazão

de ar fornecido pelo equipamento (LASSERAN, 1981). Podemos ainda verificar nas Figuras 5, 6 e 7 que, ao final do processo de resfriamento, as temperaturas das diversas camadas são praticamente uniformes. Isto demonstra que o resfriamento artificial propicia uma uniformidade de temperatura da massa de grãos e evita, desta forma, o processo de migração de umidade que acarreta a deterioração da massa de grãos.

Assim, pode-se concluir que, ao final do processo de resfriamento artificial, a temperatura final nas diversas camadas da massa de grãos apresenta-se com pequenas variações o que propicia uma armazenagem segura ao produto e conseqüentemente evita a deterioração do mesmo.

A comparação entre a utilização do resfriamento artificial e a prática da aeração convencional, pode-se verificar que a aeração necessita da disponibilidade de temperatura baixa e isto ocorre normalmente no período noturno e mesmo assim em poucas horas. Portanto, seriam necessários diversos dias de temperaturas baixas para o total resfriamento da massa de grãos, o qual pode favorecer aos processos de deterioração da massa de grãos, tais como migração de umidade e não-uniformidade de temperatura. Desta forma, conclui-se que a utilização do equipamento de resfriamento artificial proporciona a manutenção da temperatura do ar de resfriamento durante todo o processo, e pode ser utilizado independentemente das condições climáticas da região.

Consumo de energia

Na Figura 8 é apresentado o consumo de energia do equipamento de resfriamento artificial durante a etapa de resfriamento.

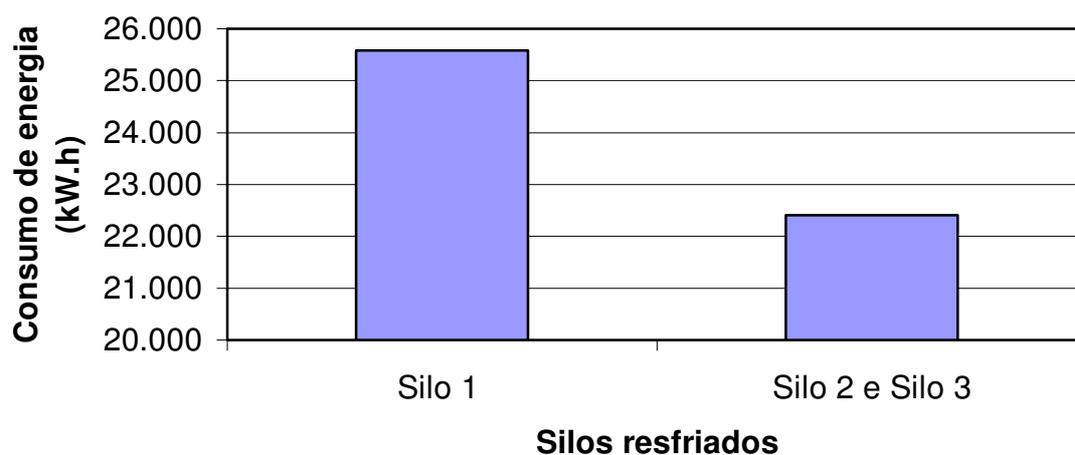


Figura 8. Consumo de energia durante o resfriamento do Silo 1, Silo 2 e Silo 3.

De acordo com a Figura 8, observa-se que o consumo de energia do Silo 1 (25.578 kW.h) foi superior ao consumo de energia para o resfriamento dos Silos 2 e 3 (22.407 kW.h), apesar das quantidades de produto

resfriados serem equivalentes. O menor consumo de energia durante o resfriamento do conjunto Silo 2 e Silo 3 pode ser explicado pelas menores temperaturas finais obtidas em ambos os silos, respectivamente 17,2 °C e 18°C, quando comparado com a temperatura final obtida para o Silo 1 (16,5 °C).

O consumo específico de energia foi de 5,12 kW.h/t de trigo para o Silo 1 e de 4,48 kW.h/t de trigo para o conjunto formado pelos Silos 2 e 3, representando um consumo específico médio de energia de 4,8 kW.h/t de trigo.

De acordo com dados fornecidos pela empresa armazenadora, em média, o sistema de aeração convencional funciona 45 h/mês para o Silo 1, cujo motor que aciona o ventilador possui uma potência instalada de 40 cv e, 55 h/mês para os silos 2 e 3, cujos motores dos ventiladores são de 25 cv. Dessa forma, o consumo de energia pode ser estimado em 1.323 kW.h/mês (0,265 kW.h/mês.t) para o Silo 1 e de 1.011 kW.h/mês (0,202 kW.h/mês.t) para os Silos 2 e 3. De modo geral, conclui-se que o consumo de energia do resfriamento artificial, cujo parâmetro foi somente o custo com energia elétrica, foi superior comparativamente ao método de aeração convencional, no entanto não foram considerados os custos diretos e indiretos advindos com a manutenção da qualidade e da temperatura do produto ao longo do período de armazenamento.

CONCLUSÕES

Com base na análise dos dados e interpretação dos resultados, pôde-se chegar às seguintes conclusões:

1. Para a época e o local onde foi realizado o experimento, a temperatura do ar ambiente não apresentou valores adequados para a prática da aeração convencional, sendo necessária e fundamental a utilização da técnica de resfriamento artificial;
2. A velocidade de deslocamento da frente de resfriamento foi de aproximadamente 0,06 m/h e 0,07 m/h, resfriando cerca de 16,5 t/h e 10,0 t/h, respectivamente para o Silo 1 e para os Silos 2 e 3;
3. Ao final do processo de resfriamento artificial a massa de grãos de trigo apresentou temperatura uniforme em toda as alturas dos silos, evitando o processo de migração de umidade ao longo do período de armazenamento;
4. O consumo médio de energia elétrica foi de 4,8 kW.h/t de trigo resfriado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELL, C.H., ARMITAGE, D.M. **Refrigeration**. In: **Saer, D.B. Storage of cereal grains and their products**. St. Paul, Minnesota, American Association of Cereal Chemists, 1992. p.274-292.
- BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. Grain storage management. In: **Drying and Storage of Grains and Oilseeds**. New York: An Avi Book. 403 p. 1992.
- CANEPPELE, C. **Qualidade do grão de milho (Zea mays L.) da pré-colheita ao armazenamento, métodos de monitoramento e controle de insetos**. Tese apresentada ao curso de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. 2003. p. 94-96.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra 2002/2003**. 6° Levantamento, agosto de 2003. Disponível em: (<http://www.conab.gov.br>). Capturado em 25 de maio de 2004.
- GUARENTI, E.M. **Qualidade industrial de trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. 27p.
- JAYAS, D.S., WHITE, N.D.G. **Storage and drying of grain in Canada: low cost approaches**. Food Control 14. 2003. p. 255-261.
- MAIER, D. E. & S. NAVARRO. Chilling of grain by refrigerated air. p. 489–560. In: S. Navarro & R. Noyes (eds.). **The mechanics and physics of modern grain aeration management**. Boca Raton, CRC Press, 647 p. 2002.
- LASSERAN, J. C. **Aeração de grãos**. Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem, Viçosa. 1981. 128p.
- PORTO, A.G. **Resfriamento de sementes de soja em silo com sistema de distribuição radial do ar. Pelotas**, 2004. 47 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pelotas.
- SANTOS, J. P. **Armazenagem de grãos**. Métodos Preventivos de Controle de Pragas. Instituto Bio Geneziz, IBG, Campinas, SP. 2002, p. 417-418.