

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE SECAGEM DE GRÃOS UTILIZANDO AR AMBIENTE EM MUNICÍPIOS DA REGIÃO OESTE DO ESTADO DO PARANÁ

Fernanda Alexandre Soares¹, Caroline Bertoglio¹, Decio Mossini Júnior², Fabrício Schwanz da Silva¹

¹Universidade Federal do Paraná – UFPR, Setor Palotina, Departamento de Engenharias e Exatas e Departamento de Ciências Agronômicas. Rua Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, CEP: 85950-000, Palotina, PR. E-mail: fernandasoaresax@gmail.com, cabertoglio@gmail.com, fabricio.silva@ufpr.br

²Bayer Brazil - Crop Science, Monsanto do Brasil Ltda. Rod. BR 070, S/N - Km 350, CEP 78840-000, Campo Verde, MT. E-mail: decio.mossini@bayer.com

RESUMO: A secagem dos grãos com o ar ambiente visa a retirada parcial de água destes sem empregar o aquecimento do ar, que somente é possível devido estes serem higroscópicos, possuírem a capacidade de perder ou ganhar água para o ambiente. O presente trabalho teve por objetivo analisar o potencial de secagem dos grãos de milho e soja, com ar natural nos municípios de Assis Chateaubriand e Palotina, com base na umidade de equilíbrio e nos teores de umidade para armazenamento e comercialização. Foram avaliadas as condições climáticas dos municípios, por meio de séries históricas de dezoito anos. A umidade de equilíbrio foi calculada e comparada com a de comercialização que é de 14 % para ambos os produtos e a de armazenamento é de 12 e 13 % para soja e milho, respectivamente. Com os resultados obtidos pode-se concluir que nos municípios analisados apresentaram-se períodos com características climáticas viáveis para secar com ar ambiente, porém apenas para a soja, uma vez que os decêndios favoráveis à secagem do milho não corroboram com os de colheita do mesmo, exigindo desta forma um método complementar de secagem com ar aquecido.

PALAVRAS-CHAVE: ar natural, equilíbrio higroscópico, umidade de equilíbrio.

ASSESSMENT OF GRAIN DRYING POTENTIAL USING ENVIRONMENTAL AIR IN MUNICIPALITIES OF THE WEST REGION OF THE STATE OF PARANÁ

ABSTRACT: The drying of the grains with the ambient air aims at the partial withdrawal of water without using air heating, which is only possible because they are hygroscopic, have the capacity to lose or gain water for the environment. The present work had the objective of analyzing the drying potential of corn and soybean grains with natural air in the municipalities of Assis Chateaubriand and Palotina, based on equilibrium moisture and moisture contents for storage and commercialization. The climatic conditions of the municipalities were evaluated through historical series of eighteen years. The equilibrium moisture content was calculated and compared to that of commercialization, which is 14% for both products and storage is 12 and 13% for soybean and corn, respectively. With the results obtained, it can be concluded that in the analyzed municipalities there were periods with viable climatic characteristics to dry with ambient air, but only for the soybean, since the decays favorable to the drying of the corn do not corroborate with those of harvest of the same, thus requiring a supplementary drying method with heated air.

KEY WORDS: natural air, hygroscopic equilibrium, equilibrium moisture.

O Estado do Paraná, de acordo com o IPARDES (2018), é dividido geograficamente em 09 mesorregiões e 39 microrregiões. Uma das mesorregiões de destaque no estado na produção de grãos é a Mesorregião Geográfica Oeste Paranaense, onde localiza-se a Microrregião Geográfica Toledo, na qual encontram-se os municípios de Assis Chateaubriand, Palotina, entre outros.

O Paraná destaca-se nacionalmente no setor do agronegócio, pois de acordo com Silva et al. (2016), a maioria das regiões do estado possuem sua base econômica advinda da atividade agropecuária. Segundo a CONAB (2018), o Estado é o segundo maior produtor de grãos do país, responsável por aproximadamente 16 % da produção brasileira (safra 2017/2018), sendo superado somente pelo Mato Grosso. Os grãos que mais destacam-se na produção nacional e estadual são o milho e a soja.

Segundo Ullmann et al. (2018), para a obtenção de sementes e grãos com elevada qualidade, torna-se necessário a colheita antecipada, com um teor de umidade considerado ainda elevado, com o objetivo de reduzir danos causados pelo ataque de agentes bióticos e abióticos presentes no campo e que podem causar a deterioração do material produzido.

Em virtude do elevado teor de umidade dos grãos durante o momento da colheita, sua redução torna-se fundamental para a fase de pós-colheita, a operação de secagem de acordo com Resende et al. (2011) é o processo mais utilizado para garantir a manutenção da qualidade e estabilidade, considerando que a redução do teor de umidade diminui a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas que ocorrem durante o armazenamento.

De acordo com Silva (2008) a secagem é uma das etapas do pré-processamento dos produtos agrícolas, que possui como função, retirar parte da água contida nesses produtos. Pode ser definido como um processo simultâneo de transferência de calor e massa entre o produto e o ar de secagem. Esta operação somente pode ser realizada devido os produtos de origem vegetal serem higroscópicos, ou seja, alteram seu teor de umidade, de acordo com as condições do ar do ambiente onde encontram-se, podendo ceder ou absorver água na forma de vapor (Milman, 2002).

A secagem pode ser classificada em diferentes métodos e de acordo com Silva (2008) em natural ou artificial, podendo ser a secagem artificial realizada com ventilação forçada utilizando ar natural, sendo normalmente realizada em silos e considerado econômico e tecnicamente eficiente, necessitando para isso projetado e manejo correto, pois possibilita obter um grão com umidade final considerada segura para o armazenamento, ou seja, entre 12 e 13 % b.u. para milho e soja, utilizando para isso além do potencial de secagem do próprio ar ambiente, um aliado, que é um pequeno aquecimento na temperatura do ar, provocado pelo atrito do mesmo com as pás do ventilador e que pode chegar até 3 °C.

A secagem com ar natural de acordo com Schuh et al. (2011) devido ao equilíbrio higroscópico, deve ser realizada de maneira cuidadosa em locais com condições ambientais de baixas temperaturas e elevadas umidades relativas, mas apresenta-se como uma excelente alternativa para pequenos produtores realizarem a secagem de seus grãos. Eichelberger et al. (2009) afirmam que tal método de secagem depende diretamente das condições psicrométricas do ar do local, sendo recomendado, principalmente, em locais com baixa umidade relativa.

Oliva et al. (2012) afirmam que utilizando a secagem artificial com ventilação de ar em temperatura ambiente, preserva a qualidade das sementes, porém geralmente necessita de um período de tempo mais prolongado, e quando necessário, utilizar ar aquecido afim de reduzir o tempo de secagem, ou seja, o teor de água das sementes.

Para Elias (2000), a secagem artificial forçada utilizando ar natural forçado é totalmente dependente das condições climáticas da região ou da época em que é realizada, sendo considerado adequado o seu uso quando a umidade relativa do ar for inferior ao de equilíbrio higroscópico, entre a umidade dos grãos e a do ambiente de armazenamento. De acordo com Guimarães e Baudet (2002) sempre que as condições atmosféricas do local proporcionarem um ambiente onde às sementes atinjam devido a higroscopicidade um teor de umidade de equilíbrio inferior ao recomendado para o armazenamento seguro, a secagem com o ar ambiente é possível.

Este método de secagem já vem sendo estudado, analisado e utilizado a muitos anos, pois de acordo com Roa e Villa (1977), a utilização de ar natural na secagem de grãos é simples e realizada em silos que podem ou não estar completamente cheios, obtendo uma eficiência térmica considerada elevada. A secagem com ar natural é viável para ser aplicada no Brasil, segundo Gonçalves (1983), sendo esta prática recomendada para pequenos e médios produtores. Contudo, ainda faltam informações a respeito do real potencial de secagem utilizando ar natural nas diferentes regiões do Brasil.

Diante do exposto, ou seja, da importância da secagem na preservação da qualidade dos grãos e da dependência do método de secagem artificial com ventilação forçada de ar natural das condições climáticas, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar o potencial de secagem dos grãos de milho e soja, com ar natural em municípios produtores da região oeste do estado do Paraná (Assis Chateaubriand e Palotina) com base na umidade de equilíbrio e no teor de umidade mínimo para a armazenamento e comercialização de cada produto.

O presente trabalho foi realizado no município de Palotina (PR), nas dependências da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina, no Laboratório de Hidro Informática e Simulação de Biosistemas Rurais.

Para a execução do trabalho, foram utilizadas séries históricas de 18 anos (1999 – 2016) fornecidas pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), contendo informações meteorológicas diárias de temperaturas máxima, média, mínima e umidade relativa do ar dos dois municípios analisados, Assis Chateaubriand e Palotina.

A determinação e cálculo das variáveis climáticas de ambos os locais, bem como da umidade de equilíbrio dos grãos de milho e soja, foram realizadas de acordo com a metodologia descrita e utilizada por Silva et al. (2017), sendo para isso, os anos divididos em decêndios.

Desta forma com os resultados obtidos, foi possível identificar a pior condição climática do ar para a secagem. Assim, os dados médios de umidade relativa e temperatura de cada decêndio do ano menos favorável para a secagem (com menor potencial adiabático), foram utilizados para calcular a umidade de equilíbrio para os diferentes produtos agrícolas (soja e milho).

As umidades de equilíbrio para os grãos de milho e soja foram comparadas em função da umidade ideal, segundo literatura especializada para o armazenamento seguro no período de um ano (Tabela 1), e em função da umidade máxima permitida para a comercialização (Tabela 2) de acordo com legislação vigente, opção esta, analisada caso o produtor prefira comercializar a produção imediatamente após a realização da secagem. Para que os municípios sejam considerados aptos para secagem com ar ambiente, os mesmos deverão apresentar decêndios em que a umidade de equilíbrio do produto, seja menor que a umidade necessária para o seu armazenamento seguro, ou para sua comercialização.

Tabela 1 - Umidade segura para o armazenamento de soja e milho durante o período de um ano

Produto	Umidade de Armazenamento (%)
Milho	13,0
Soja	12,0

Fonte: Silva et al. (2008)

Tabela 2 - Umidade padrão máxima permitida para a comercialização da soja e milho, de acordo com as especificações brasileiras de padronização, classificação e comercialização

Produto	Umidade de Comercialização (%)
Milho	14,0
Soja	14,0

Fonte: Brasil (2011) para o milho e Brasil (2007) para a soja.

O potencial de secagem com ar ambiente foi mensurado para os municípios em todos os decêndios do ano, distinguindo desta forma os períodos onde há ou não a possibilidade de se realizar a secagem com ar ambiente. Posteriormente, foram verificados quais os períodos convenientes para a secagem, e se estes correspondem com os períodos de colheita dos produtos agrícolas (soja e milho) nos municípios em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados climáticos obtidos para cada município, foram utilizados para identificar o ano com pior potencial para a secagem com ar ambiente (Tabela 3), ou seja, o que apresentou menor potencial adiabático de secagem (PSA).

Tabela 3 - Local, período analisado e potencial adiabático de secagem (kg de vapor m⁻³ de ar úmido) dos municípios estudados

Local	Período analisado	PSA Máximo	PSA Médio	PSA Mínimo	Ano de menor PSA
Palotina	1999-2016	0,002285	0,001300	0,001213	2002
Assis Chateaubriand	1999-2016	0,002923	0,001787	0,001393	2015

É possível verificar que em ambos os locais o PSA médio foi maior que o PSA mínimo, comprovando-se a aplicação da situação menos viável para a determinação dos períodos propícios para a secagem. Desta forma, a expectativa é de que as condições de secagem nos municípios, sejam sempre iguais ou mais oportunas que as apresentadas no presente trabalho.

O mês de novembro é o período preferencial para a semeadura da soja no Estado do Paraná (Albrecht et al., 2008). Segundo a EMBRAPA (2005), a época de semeadura indicada, para a maioria das cultivares, estende-se de 15/10 a 15/12, sendo que a semeadura antecipada é aquela realizada antes de 15 de outubro.

Albrecht et al. (2008), relatam que esta semeadura pode ser realizada em regiões mais quentes do Estado, onde ocorre inverno úmido, solos de alta fertilidade e temperaturas favoráveis à emergência das plantas desde o início de outubro, tais condições são mais frequentes na Região Oeste do Paraná.

No oeste do Paraná, a soja é comumente semeada na metade de setembro e colhida entre o final de janeiro e início de fevereiro, dependendo do ciclo da cultivar (EMBRAPA, 2005). Considerando que as cultivares de ciclo precoce levam aproximadamente 115 dias para a colheita,

e as de ciclo médio cerca de 135 dias (Martorano et al., 2000), o período de colheita da soja no Estado, compreende-se entre o segundo e o sétimo decêndio do ano.

Nas Figuras 1 e 2, estão apresentados nos decêndios ao longo do ano, as respectivas umidades de equilíbrio, armazenamento e comercialização de grãos de soja nos municípios de Assis Chateaubriand e Palotina.

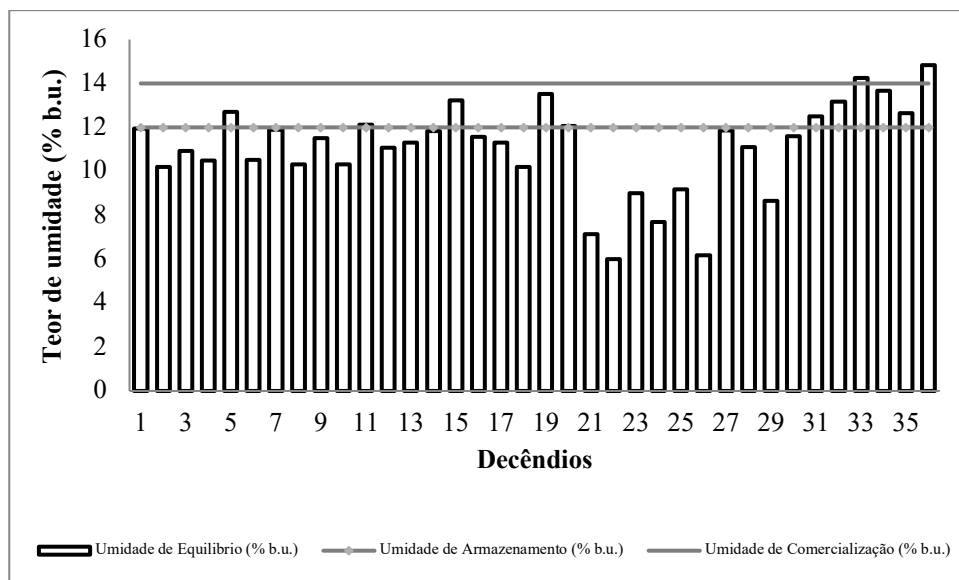


Figura 1 - Períodos decendiais com probabilidade de secagem com ar ambiente, de grãos de soja no município de Assis Chateaubriand.

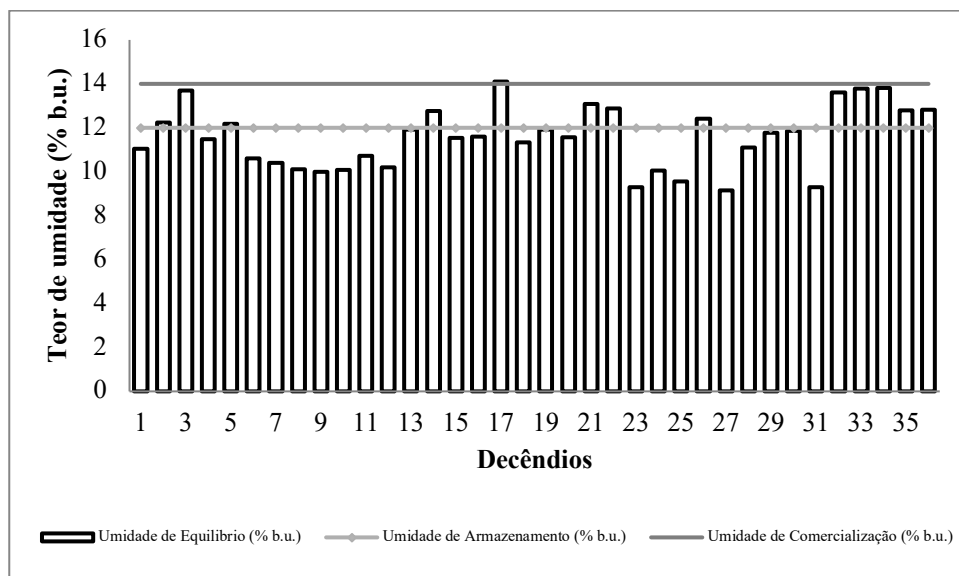


Figura 2 - Períodos decendiais com probabilidade de secagem de soja com ar ambiente, no município de Palotina.

De acordo com Silva et al. (2008), a umidade segura para o armazenamento de soja durante o período de um ano é de 12%. Nessa situação, será possível realizar a secagem com ar ambiente

em aproximadamente 64 e 69 % dos decêndios do ano em Palotina e em Assis Chateaubriand, respectivamente.

No período da colheita, ou seja, entre o segundo e sétimo decêndio, no município de Assis Chateaubriand, pode-se verificar que somente em um decêndio não é possível atingir a umidade de 12 %, o que se pode considerar como favorável para a secagem com ar ambiente. Já para Palotina praticamente na metade inicial do período de colheita não é possível a realização da secagem com ar ambiente até o nível de umidade desejado, sendo necessário a utilização de um método complementar de secagem, que utilize uma fonte de aquecimento do ar.

Os resultados corroboram com os Silva et al. (2017), que em estudo semelhante, analisando a viabilidade de secagem de soja com ar ambiente no Estado de Mato Grosso, o autor observou que nos municípios de Diamantino e Rondonópolis é praticável a secagem deste grão com ar natural até 12% de umidade com emprego de ventilação contínua nos mesmos períodos.

Em ambos municípios analisados, praticamente ao longo de todo o período de colheita e ao longo dos demais decêndios ao longo do ano é possível atingir uma umidade de equilíbrio inferior à de comercialização.

Assim verifica-se que a secagem na época da colheita, até a umidade padrão máxima permitida para a comercialização (14%), será possível independentemente do tipo de semeadura utilizada para os dois municípios avaliados.

Nas Figuras 3 e 4, estão apresentados nos decêndios ao longo do ano, as respectivas umidades de equilíbrio, armazenamento e comercialização de grãos de milho nos municípios de Assis Chateaubriand e Palotina.

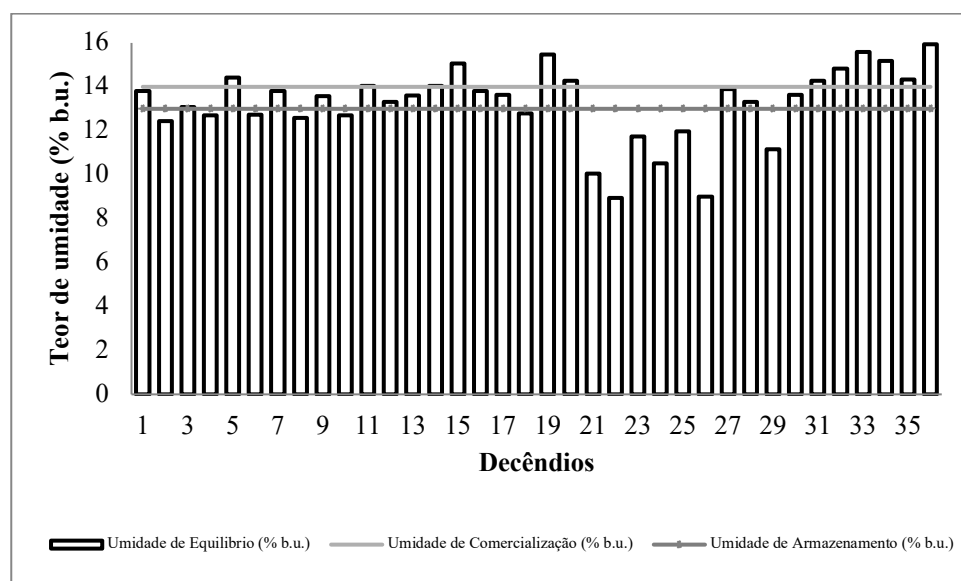


Figura 3 - Períodos decendiais com probabilidade de secagem de milho com ar ambiente, no município de Assis Chateaubriand.

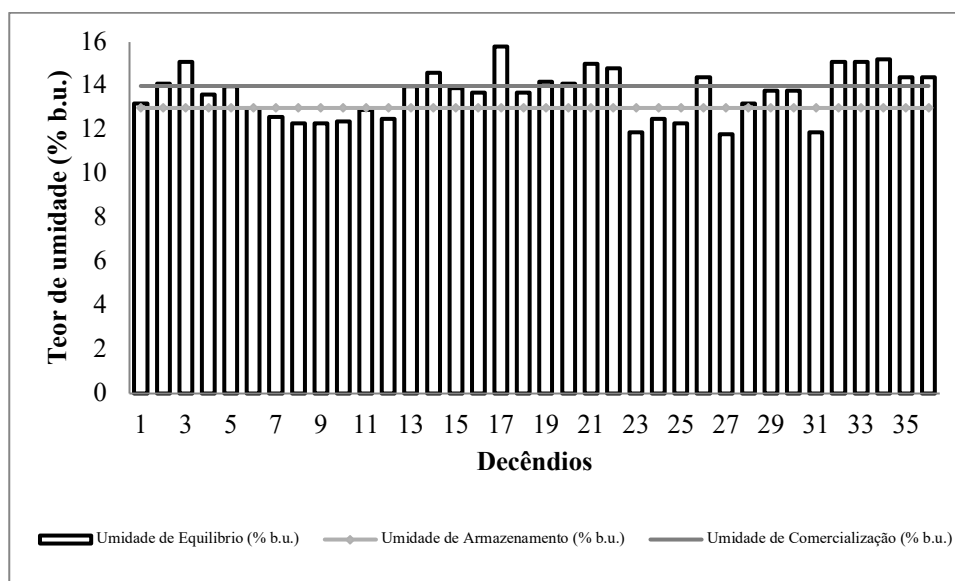


Figura 4 - Períodos decendiais com probabilidade de secagem de milho com ar ambiente, no município de Palotina.

O Paraná apresenta duas alternativas de época para o cultivo de milho. O período de primavera-verão (milho de verão), com a semeadura ocorrendo entre os meses de agosto a novembro e a colheita de janeiro a março (Fancelli e Dourado Neto, 2000; Fornasieri Filho, 2007), e o milho segunda safra ou safrinha que é cultivado extemporaneamente, no período de outono/inverno geralmente entre os meses de fevereiro a agosto (Pereira et al., 2009).

Todavia ressalta-se que na região oeste na qual estão inseridos os municípios de Palotina e Assis Chateaubriand, o cultivo safrinha se sobrepõe ao cultivo de verão onde predomina a sucessão soja-milho safrinha (Shioga, 2009). Esta sobreposição ocorre, pois o milho de verão se caracteriza por disputar área com a soja, sendo que o produtor obtém mais retorno financeiro com o cultivo da mesma.

Apesar desta prática ter ganhado adeptos, é uma atividade de alto risco, em função das condições climáticas que prevalecem no período de outono-inverno (Grodzki et al., 1996; Gonçalves et al., 2002). A semeadura ocorre durante os meses de janeiro a abril logo após a colheita da soja (Franco et al., 2013).

No Brasil esta cultura apresenta ciclo variante, em virtude da caracterização dos genótipos, sendo que o ciclo é definido a partir do dia da semeadura até à maturação fisiológica ou colheita (Fancelli, 2015). De acordo com Ferreira e Resende (2000), as cultivares podem ser classificadas em três categorias, sendo elas super precoce que apresentam ciclo de 120 dias, as precoces com ciclo de 121 a 130 dias, e por fim as normais ou tardias que possuem ciclo de 131 a 140 dias.

Mediante o exposto, considerando em média 120 dias para a colheita da cultura, a mesma ocorrerá no decorrer de maio a agosto, ou seja, a colheita do milho safrinha ocorrerá por volta do décimo segundo e vigésimo segundo decêndio.

De acordo com Silva et al. (2008), a umidade segura para o armazenamento de milho durante o período de um ano é de 13%. Nessa situação, será possível realizar a secagem com ar ambiente em aproximadamente 33 e 36 % dos decêndios do ano em Palotina e em Assis Chateaubriand, respectivamente.

No período que compreende a colheita, ou seja, entre o décimo segundo e vigésimo decêndio,

nos municípios de Assis Chateaubriand e Palotina, pode-se verificar que somente em um decêndio é possível atingir a umidade de 13 %, o que torna-se não favorável para a secagem com ar ambiente, sendo necessário portanto a utilização de um método complementar de secagem, que utilize uma fonte de aquecimento do ar.

Em ambos municípios analisados, praticamente um terço ao longo de todo o período de colheita e 50% ao longo dos decêndios ao longo do ano é possível atingir uma umidade de equilíbrio inferior à de comercialização.

Resultado semelhante foi encontrado por Gonçalves (1983), que verificou a inviabilidade de secagem de milho com ar ambiente na cidade de Botucatu (SP), até 13% de umidade.

Entretanto, estes resultados não estão de acordo com os observados por Silva et al. (2017), que avaliando a possibilidade de secagem de milho sequeiro no Estado de Mato Grosso, observou que nesse período, em alguns municípios como Rondonópolis e Diamantino é possível à realização de secagem de milho com ar ambiente até 13% de umidade com a utilização de ventilação intermitente.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir com os resultados obtido que os municípios analisados apresentam períodos com características climáticas viáveis com potencial para a secagem com ar ambiente, porém apenas para a soja, uma vez que os decêndios favoráveis à secagem do milho não corroboram com os de colheita do mesmo, exigindo desta forma outro método de secagem artificial com o aquecimento do ar.

AGRADECIMENTOS

A equipe executora agradece ao Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) pelo fornecimento das séries históricas dos dados climatológicos utilizados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.D.L.; ÁVILA, M.R.; SUZUKI, L.S.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M.C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.865-873, out./dez. 2008.
- BRASIL. Instrução normativa número 11, de 15 de maio de 2007. **Regulamento técnico da soja**. Ministério da agricultura pecuária e abastecimento. Diário oficial da união, Brasília, DF, 16 de maio de 2007, seção 1, p.13-21. 2007.
- BRASIL. Instrução normativa número 60, de 22 de dezembro de 2011. **Regulamento técnico do milho**. Ministério da agricultura pecuária e abastecimento. Diário oficial da união, Brasília, DF, 23 de dezembro de 2011, seção 1, p.15. 2011.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da Agropecuária – Observatório Agrícola**. Brasília/DF. a.27, n.12, p. 95-98, dez. 2018.
- EICHELBERGER, L.; PORTELLA, J.A.; GUTKOUSKI, L.C.; SANTIN, J.A. Secagem de sementes de milho com ar natural forçado. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.15, n.2, p.159-169, jul./dez. 2009.
- ELIAS, M.C. **Secagem e armazenamento de grãos, em médias e pequenas escalas**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas: FAEM: Pólo de Modernização Tecnológica em Alimentos da Região Sul do Rio Grande do Sul: COREDE-SUL, 2000. 147p.
- EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – Paraná – 2006**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 208p.
- FANCELLI, L.A. Manejo baseado na fenologia aumenta eficiência de insumos e produtividade. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v.13, n.13, p. 24-29, jul./dez. 2015.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- FERREIRA, L.F; RESENDE, J.S. **Cultura do Milho**. Belo Horizonte, MG: EMATER-MG, 2000. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/livrariavirtual/folder_milho_intranet.pdf>. Acesso em: 26 de nov. 2017.
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.
- FRANCO, A.A.N.; MARQUES, O.J.; VIDIGAL FILHO, P.S. Sistemas de Produção do Milho Safrinha no Paraná. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 12., 2013, Dourados, MS. Anais... Dourados, MS, 2013. P. 57-69.
- GONÇALVES, S.L.; CARAMORI, P.H.; WREGGE, M.S.; SHIOGA, P.; GONÇALVES A.C.G. Épocas de semeadura do milho “Safrinha”, no Estado do Paraná, com menores riscos climáticos. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, n.24, p.1287-1290, jan./dez. 2002.

GONÇALVES, V.A. Potencial de secagem do milho a granel com ar natural em Botucatu-SP. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.13, n.1, p.141-166, jan./dez. 1983.

GRODZKI, L.; CARAMORI, P.H.; BOOTSMA, A.; OLIVEIRA, D.; GOMES, J. Riscos de ocorrência de geada no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.4, n.1, p.93-99, jan./jun. 1996.

GUIMARÃES, D.; BAUDET, L. **Simulação de secagem de grãos e sementes**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2002. 214p.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Relação dos municípios do estado ordenados segundo as mesorregiões e as microrregiões geográficas do IBGE - Paraná - 2012**. Curitiba, PR, 2012. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_fisica/relacao_mun_micros_mesos_parana.pdf>. Acessado em 25 de out. 2018.

MARTORANO, L.G.; CARAMORI, P.H.; WREGE, M.S.; CAVIGLIONE, J.H.; FARIA, R.T. Otimização das épocas de plantio de soja para a região de campos gerais do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ, 2000. p.148-151.

MILMAN, M.J. **Equipamentos para pré-processamento de grãos**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária – UFPel, 2002. 209p.

OLIVA, A.C. E.; BIAGGIONI, M.A.M.; CAVARIANI, C. Efeito imediato do método de secagem na qualidade de sementes de crambe. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v.27, n.3, p.16-30, jul./set. 2012.

PEREIRA, J.L.A.R.; PINHO, R.G.V.; BORGES, I.D.; PEREIRA, A.M.A.R; LIMPEREIRA, T.G. Cultivares, doses de fertilizantes e densidades de semeadura no cultivo de milho safrinha. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.03, p.676-683, maio/jun. 2009.

RESENDE, O.; ULLMANN, R.; SIQUEIRA, V.C.; CHAVES, T.H.; FERREIRA, L.U. Modelagem matemática e difusividade efetiva das sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) durante a secagem. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.6, p.1123-1135, nov./dez. 2011.

ROA, G.; VILLA, L.C. **Secagem e armazenamento de grãos e sementes em silos mediante a utilização do ar ambiente com auxílio de coletores solares**. Campinas: UNICAMP, 1977. 51p.

SCHUH, G.; GOTTARDI, R.; FERRARI FILHO, E.; ANTUNES, L.E.G.; DIONELLO, R.G. Efeitos de dois métodos de secagem sobre a qualidade físico-química de grãos de milho safrinha - RS, armazenados por 6 meses. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.1, p. 235-244, jan./mar. 2011.

SHIOGA, P.S. Sistemas de produção do milho safrinha no Paraná. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde, GO. **Anais...** Rio Verde, GO, 2009. p.40-54.

SILVA, A.C.; LIMA, E.C.; LIMA, E.P.C. Padrão espacial do emprego formal no Paraná. **Revista Economia & Região**, Londrina, v.4, n.2, p.29-45, jul./dez. 2016.

SILVA, F.S.; MOSSINI JUNIOR, D.; DALLACORT, R. Análise das condições climáticas dos municípios do estado de Mato Grosso para secagem de grãos com ar ambiente. **Global Science Technology**, Rio Verde, v.10, n.02, p.67-83, maio/ago. 2017.

SILVA, J.S. **Secagem e armazenamento de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. 560p.

ULLMANN, R.; RESENDE, O.; RODRIGUES, G.B.; CHAVES, T.H.; OLIVEIRA, D.E.C. Qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem e ao armazenamento. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.26, n.4, p.313-321, jul./ago. 2018.