

# PROMOVENDO EFICIÊNCIA NA SECAGEM DE GRÃOS DE MILHO: UMA ABORDAGEM EXTENSIONISTA PARA ANÁLISE DE CUSTOS NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA E BRASIL

## PROMOTING CORN GRAIN DRYING EFFICIENCY: AN EXTENSIONAL APPROACH TO COST ANALYSIS IN THE UNITED STATES OF AMERICA AND BRAZIL

Submissão:  
29/09/2022  
Aceite:  
10/03/2023

Jacob Rickli  <https://orcid.org/0000-0003-3305-7188>

John Beardmore  <https://orcid.org/0009-0002-2103-7956>

Luiz Cláudio Garcia  <https://orcid.org/0000-0001-6378-2829>

Brenda Gross Tocha  <https://orcid.org/0000-0001-6752-6849>

Daniela Mariana Moraes  <https://orcid.org/0000-0002-9327-0506>

Rafaela Maria Crivellari Zuin  <https://orcid.org/0000-0003-0881-1468>

Thauana Gebieluca  <https://orcid.org/0000-0003-0302-0480>

### Resumo:

Dentre as atividades de extensão que a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) oferece aos acadêmicos está o *The Ohio Program*, que dá suporte aos alunos que buscam a experiência internacional. No que se refere ao curso de Agronomia da instituição, na interação com agricultores de diferentes países, os extensionistas são desafiados na mais das vezes a sistematizar informações comparando o manejo de culturas em distintas regiões. Como consequência das atividades extensionistas, os agricultores elegeram como objetivo dos acadêmicos comparar o custo de secagem de grãos de milho (*Zea mays*) nos EUA e no Brasil. Para análise do sistema de secagem do milho nos Estados Unidos da América (EUA) escolheu-se a propriedade *Frahm Farmland Inc.*, localizada na Cidade de Colby no estado do Kansas, (39°20'13.58"N 101° 8'20.00"O e altitude de 1.000 metros do nível do mar). Os dados de referência do Brasil foram baseados no valor médio investido na programação da unidade armazenadora da propriedade Fazenda Cachoeira, no município de Ivaí no estado do Paraná (24°56'29.29"S 50° 47'36.36"O e altitude de 846 metros do nível do mar). Os dados amostrados leva-

1 Engenheiro Agrônomo, Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG [jacobrickli21@gmail.com](mailto:jacobrickli21@gmail.com)

2 Professor The Ohio State University; College of Food, Agricultural, and Environmental Sciences; Agricultural Administration Building, 2120 Fyffe Road, Columbus, OH 43210 [bearmore.4@osu.edu](mailto:bearmore.4@osu.edu)

3 Professor da Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG E-mail: [lcgarcia@uepg.com.br](mailto:lcgarcia@uepg.com.br)

4 Engenheira Agrônoma, Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG [20021222@uepg.br](mailto:20021222@uepg.br)

5 Engenheira Agrônoma, Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG [19003422@uepg.br](mailto:19003422@uepg.br)

6 Engenheira Agrônoma, Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG [19015422@uepg.br](mailto:19015422@uepg.br)

7 Engenheira Agrônoma, UEPG, Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG [18040822@uepg.br](mailto:18040822@uepg.br)

ram em consideração a eficiência de secagem de ambos os países, sendo embasado pelas informações contidas no catálogo de especificação técnica e custos de secagem, conforme as condições das propriedades. Conclui-se que os custos de secagem de grãos de milho no Brasil são 4,7 vezes menores que os custos de secagem nos Estados Unidos da América. A disparidade do valor por tonelada foi incrementada pelas variáveis combustível e custo operacional. O custo operacional no país da América do Norte foi elevado principalmente pela tecnologia embarcada e melhor remuneração dos profissionais. Os resultados foram divulgados para os envolvidos através de relatórios, apresentações e publicações. Com as informações, os agricultores dos EUA e do Brasil puderam analisar as similaridades e diferenças entre os dois países, as estratégias escolhidas no pós-colheita nas nações envolvidas e o impacto dos custos no produto comercializado em um mercado internacional. Sedimenta-se a importância das atividades extensionistas na formação dos alunos; suplantando no meio rural os limites entre países, linguagens e culturas.

**Palavras-chave:** extensão universitária internacional; gás; lenha; secagem artificial; *Zea mays*.

### **Abstract:**

Among the extension activities that the State University of Ponta Grossa (UEPG) offers to academics is The Ohio Program, as a part of The Ohio State University, which supports students seeking international experience. With regard to the institution's Agronomy course, in interacting with farmers from different countries, extension workers are most often challenged to systematize information by comparing crop management in different regions. As a result of extensionist activities, farmers elected as a goal for academics to compare the cost of drying corn grains (*Zea mays*) in the US and Brazil. For analysis of the corn drying system in the United States of America (USA), the property Frahm Farmland Inc., located in the city of Colby in the state of Kansas, (39°20'13.58"N 101° 8'20.00" was chosen O and altitude of 1,000 meters from sea level). The reference data for Brazil were based on the average amount invested in programming the storage unit on the Fazenda Cachoeira property, in the municipality of Ivaí in the state of Paraná (24°56'29.29"S 50° 47'36.36"W and an altitude of 846 meters at the sea level). The sampled data took into account the drying efficiency of both countries, being based on the information contained in the technical specification catalog and drying costs according to the conditions of the properties. It is concluded that corn grain drying costs in Brazil are 4.7 times lower than drying costs in the United States of America. The disparity in value per ton was increased by fuel and operating cost variables. The operating cost in the North American country was high mainly due to the embedded technology and better remuneration of professionals. The results were disseminated to those involved through reports, presentations and publications. With the information, USA and Brazilian farmers were able to analyze the similarities and differences between the two countries, the post-harvest strategies chosen in the nations involved and the impact of costs on the product sold in an international market. The importance of extensionist activities in the formation of students is sedimented; surpassing in rural areas the limits between countries, languages and cultures.

**Keywords:** international university extension; gas; firewood; artificial drying; *Zea mays*.

### **Introdução**

A universidade como instituição social educativa, centro pluridisciplinar de domínio e cultivo do saber humano - ligada ao ensino, pesquisa e extensão - tem por função primeira suscitar e difundir conhecimentos e saberes, incorporando em sua agenda as demandas geradas na e pela sociedade (ZIENTARSKI et al., 2019). Essa concepção de integração das atividades desenvolvidas no campo acadêmico está estabelecida na Constituição de 1988, no seu artigo 207, com a presença indissociável do ensino, da pesquisa e da extensão como um dos aspectos que fundamentam a universidade (SANTOS et al., 2016).

Nesse contexto, ao transformar informação em conhecimento, os acadêmicos exploraram os três pilares da Educação Superior Brasileira, com a análise dos resultados em conjunto com as pessoas envolvidas; reforça-se o importante espaço de formação e de aproximação entre a universidade e a complexidade da sociedade, com suas peculiaridades técnicas, ambientais e socioculturais. Ao atingir os objetivos da extensão universitária, todos se beneficiam das ações, contribuindo para o desenvolvimento sustentável em diferentes esferas do conhecimento (NEVES et al., 2019).

Quando agentes universitários desenvolvem ações no espaço rural se deparam com os mesmos impasses e desafios que tem marcado a extensão rural em nosso país. De fato, estão realizando extensão rural, mesmo que, muitas vezes, não possuam o domínio dos métodos e que não estejam familiarizados com os desafios que a relação extensionista-agricultor impõem. Tal situação tem sido mais frequente diante das cobranças para que a Universidade mude sua forma de agir, deixando de apenas gerar pesquisas em seu espaço acadêmico e transponha suas ações ao contexto rural. E para não agir de forma a reproduzir práticas autoritárias de imposição de saberes, buscam-se constituir espaços de troca de experiências com as comunidades locais (REDIN & SILVEIRA, 2013).

Na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), dentre as atividades que promovem a interação entre alunos e a comunidade está o *The Ohio Program*. O programa, em parceria com a *Ohio State University*, iniciou em 1979 para atender aos acadêmicos de vários cursos que buscam a experiência internacional. Os estudantes do curso de Engenharia Agrônômica da UEPG têm participado ativamente do programa na frequência em aulas oferecidas pela *Ohio State University*, pesquisa na produção de plantas ornamentais em casas de vegetação e manejo técnico investigativo das culturas nas propriedades rurais dos Estados Unidos da América (EUA). As culturas com destaque naquela região são a canola (*Brassica napus* var *oleifera*), milho (*Zea mays*), soja (*Glycine max*) e trigo (*Triticum aestivum*) (ERI, 2022; GARCIA et al., 2019).

A cadeia produtiva do milho se destaca nos Estados Unidos e no Brasil. A produção de milho, no ano de 2016, nos EUA, foi de 354 milhões de toneladas, sendo cultivados cerca de 35 milhões de hectares, perfazendo uma produtividade média de 10.114 kg ha<sup>-1</sup> (USDA, 2017). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, ficando atrás dos EUA e China, que estão em primeiro e segundo lugar, respectivamente. Na safra 2016/17 a produtividade média brasileira foi de 5.471 kg ha<sup>-1</sup>, com produção de 93 milhões de toneladas em cerca de 17 milhões de hectares (CONAB, 2017).

A diferença entre a produtividade pode ser atribuída a diversos fatores. Os híbridos começaram a ser utilizados em grande escala nos EUA em 1930, enquanto que no Brasil a partir da década de 1970. No Brasil, por termos clima tropical, os solos são naturalmente mais pobres do que os solos dos EUA com clima temperado. A diferença climática também beneficia os EUA, pela menor ocorrência de organismos indesejáveis (pragas e doenças) e soma térmica. Além de menores custos de produção, os EUA também têm custos inferiores no processamento do milho em pós-colheita, sendo o “custo Brasil” incrementado pelos valores de transporte rodoviário e taxas portuárias (GARCIA et al., 2021).

Os produtos agrícolas como o milho, são colhidos após o ponto de maturidade fisiológica. O referido ponto ocorre quando os grãos atingem teor de água entre 32 e 38% e apresentam teores máximos de amido, proteínas e óleo. A colheita na época oportuna, tão logo o grão de milho atinja os teores de água adequada (18 a 24% para a colheita mecânica), reduz as perdas pelo ataque de roedores, insetos e fungos. Também diminui os problemas de pós-colheita, pela melhor qualidade do produto (EMBRAPA, 2015).

Após a colheita o milho é encaminhado, na mais das vezes, para uma unidade armazenadora

para adequar seus teores de impureza e umidade a fim de viabilizar a armazenagem a granel. Nos EUA o teor de umidade para comercialização varia entre 15,5 de 13,0%, com recomendação de umidade para armazenamento a longo prazo de 13,1% (USDA, 2019). Já no Brasil a legislação recomenda que o percentual de umidade tecnicamente recomendado para fins de comercialização do milho seja de até 14,0% (MAPA, 2011). Quando colhido acima da umidade recomendada para comercialização o milho deve ser seco. O objetivo da secagem é ceder calor ao produto e remover umidade até certo nível em que a atividade microbiana e reações químicas de deterioração são minimizadas (WEI et al., 2019).

O aquecimento do ar de secagem - com a finalidade de diminuir sua umidade relativa, aumentar sua entalpia e sua capacidade evaporativa - deve ser controlado dentro de limites determinados; em virtude dos danos físico-químicos e biológicos que podem causar aos grãos. A secagem pode ser natural, pela ação de raios solares e vento, ou artificial, com ar de secagem aquecido por diferentes fontes de combustível (biomassa, eletricidade, combustíveis fósseis, etc...). Os secadores artificiais de alta temperatura podem secar os grãos em leito fixo, fluxos cruzados, concorrentes, contra concorrentes e mistos (SCHMIDT et al., 2018).

A operação dos secadores é realizada por técnicos habilitados na área. A automação de parte da operação nos EUA já é uma realidade, exigindo profissionais qualificados em agricultura e informática. Tal fato se destaca entre as razões da diferença salarial entre os países, sendo em terras estadunidenses o salário mínimo ser em torno de R\$ 3.332,00 por mês (USDA, 2018) enquanto que no Brasil, o salário mínimo custa R\$ 954,00 por mês (BRASIL, 2017).

Na extensão envolvendo diferentes países, o interesse sobre as distinções entre as culturas sempre se destaca no contato dos acadêmicos. Em se tratando de agropecuária, as dúvidas são sobre as discrepâncias na condução de processos semelhantes na produção de alimentos. Como consequência das atividades extensionistas, os agricultores envolvidos no processo elegeram como objetivo dos acadêmicos comparar o custo de secagem de grãos de milho nos EUA e no Brasil. Os valores amostrados levaram em consideração a eficiência de secagem de ambos países, sendo embasado pelo catálogo de especificação técnica e custos de secagem conforme as condições das propriedades.

## Método

A atividade foi conduzida por acadêmicos do curso de Engenharia Agrônômica, engajados no contexto do *The Ohio Program*, uma colaboração entre a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e a Ohio State University (ERI, 2019; GARCIA et al., 2019). A raiz do trabalho emergiu da aspiração dos alunos de retribuir às comunidades que gentilmente os acolheram, por meio da apresentação de um trabalho sistematizado e esclarecedor.

No âmbito desse projeto, os estudantes de Agronomia se propuseram a um desafio proeminente: comparar os custos de secagem de grãos de milho entre os Estados Unidos e o Brasil (Figura 1). Para atingir esse objetivo, a pesquisa se baseou nos índices de eficiência do secador BCT3500 (Brock®), utilizado na *Frahm Farmland Inc*®, como representante dos EUA. Enquanto isso, no contexto brasileiro, foram considerados os números médios de eficiência do secador KW80 (Kepler Weber®), levando em conta os custos relacionados à unidade de armazenamento na Fazenda Cachoeira.



**Figura 1** - Aluno do curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual de Ponta Grossa (PR - Brasil) na fazenda Frahm Farmland Inc®, Colby no estado do Kansas (EUA), participante do The Ohio Program.

Fonte – Jacob Rickli.

A fazenda *Frahm Farmland Inc*® está localizada na cidade de Colby no estado do Kansas, nos Estados Unidos da América ( $39^{\circ}20'13.58''N$   $101^{\circ}8'20.00''O$  e altitude de 1.000 m acima do nível do mar), com aproximadamente 12.213 hectares (ha) divididos entre as culturas de milho e trigo. A área destinada ao milho no ano de 2017 foi de 3.277 ha irrigado e 6.877 ha de sequeiro (Figura 2).



**Figura 2** - Fazenda Frahm Farmland Inc®, Colby no estado do Kansas (EUA), participante do The Ohio Program.

Fonte – Jacob Rickli.

A Fazenda Cachoeira está atuando com unidade armazenadora desde 2006 e está situada no município de Ivaí, estado do Paraná no Brasil (24°56'29.29"S 50° 47'36.36"O e altitude de 846 metros do nível do mar). A propriedade possui 1.500 ha, com cultivo de aveia (*Avena spp.*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho, soja (*Glycine max*) e trigo. A área destinada na safra 2016/17 para o cultivo de milho nessa propriedade foi de 195 ha (Figura 3).

Os levantamentos dos dados foram realizados levando em consideração especificações técnicas dos dois secadores, para os modelos citados; destacando-se: a capacidade de secagem ( $t h^{-1}$ ), capacidade estática de grãos na torre de secagem ( $m^3$ ), vazão de ar ( $m^3 h^{-1}$ ), potência do ventilador (cv), energia necessária (kW) para funcionamento do secador e consumo de combustível.

Também foram tabulados os custos de secagem dos dois secadores. No caso da *Frahm Farmland Inc*<sup>®</sup>, os valores se embasaram no catálogo e valores coletados na propriedade. Também os custos de secagem de grãos no Brasil, da Fazenda Cachoeira, foram anotados pelos alunos extensionistas com base no catálogo do fabricante do secador e na área rural estudada.



**Figura 3** – Secador de grãos da unidade armazenadora da Fazenda Cachoeira, município de Ivaí, estado do Paraná (Brasil).

Fonte – Jacob Rickli.

Os custos de secagem são compostos por valores fixos e variáveis. Os custos fixos estão relacionados à depreciação (conforme fins contábeis utiliza-se 20 anos para depreciação de benfeitorias) e o custo do capital sobre o investimento estimado neste mesmo período de duas décadas (engloba cálculos econômicos como taxa interna de retorno, análise de sensibilidade, tempo de retorno do investimento, índice de lucratividade, índice de rentabilidade, etc.); não variando pela intensidade anual do uso do secador. Os custos variáveis estão relacionados ao combustível consumido para secagem, eletricidade para acionar os componentes do secador e os custos operacionais envolvendo principalmente a mão-de-obra (LORINI et al., 2018). Como a tabulação dos custos fixos seria desafiadora pelas diferenças entre as economias dos dois países envolvidos nas atividades extensionistas em projeções de análises de pelo menos 20 anos, se focou nas análises dos custos variáveis por tonelada de milho seco.

Para uniformizar a comparação dos dados, os valores em dólares foram convertidos em real. A cotação média do dólar no ano de 2017 foi de US\$ 1,00 = R\$ 3,28. A tabulação dos dados foi realizada levando-se em consideração todos os custos, calculando-se as respectivas porcentagens de participação de cada item na composição do preço da atividade.

Os agricultores, estudantes e professores que participaram do projeto *The Ohio Program*, um acordo entre a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e a Ohio State University, foram beneficiados com acesso aos conjuntos de dados. A análise colaborativa dos dados coletados foi conduzida por meio de relatórios detalhados, apresentações elucidativas e publicações relevantes. Essa abordagem extensionista teve como propósito central a disseminação ampla dos resultados e a disponibilização de informações técnicas às comunidades envolvidas. Isso, por sua vez, visou a proporcionar um retorno valioso ao compartilhar informações detalhadas sobre o desafio, o qual serviu de foco para as investigações acadêmicas.

Além disso, o aspecto extensionista do projeto transcendeu os limites acadêmicos, impactando positivamente as comunidades locais. Por meio de workshops interativos e sessões de treinamento, foram transferidos conhecimentos técnicos aos agricultores, permitindo-lhes incorporar as melhores práticas identificadas na análise de custos de secagem de grãos de milho. Essa abordagem prática e orientada a resultados teve um efeito duradouro, contribuindo para melhorias nas operações agrícolas e fortalecendo a economia local. Dessa forma, o projeto não apenas promoveu a colaboração acadêmica internacional, mas também gerou impactos tangíveis e benéficos nas comunidades participantes.

## Resultados

Os dados técnicos dos secadores nos EUA e Brasil foram organizados na Tabela 1, com base nos catálogos dos fabricantes, para simplificar a comparação dos valores. A capacidade de secagem de grãos de milho de ambos os secadores é similar, com 56 e 60 t h<sup>-1</sup>. A capacidade estática segue a mesma tendência, com valores no Brasil (156 m<sup>3</sup>) um pouco superiores que o secador dos EUA (136 m<sup>3</sup>).

As semelhanças se encerram na vazão de ar (m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>), com valores 2,44 vezes maiores do secador americano em comparação com o brasileiro. Isto deve-se ao fato do secador BCT3500 Brock® selecionar temperaturas de secagem automaticamente; portanto, tem-se uma tendência do mesmo atuar com temperaturas mais baixas e precisas no momento da secagem de grãos. Como consequência, há necessidade de maior vazão de ar para não comprometer a eficiência do processo.

Contudo, a potência do ventilador estadunidense (cv) é 80% da necessária para acionar o sistema no secador do Brasil. Mesmo com tais diferenças, a energia necessária para o funcionamento dos secadores é semelhante.

**Tabela 1** – Especificação técnica da secagem de grãos de milho (*Zea mays*) na Frahm Farmland Inc. (secador BCT3500 Brock®, em Colby / KS - EUA) e na Fazenda Cachoeira (secador KW80 Kepler Weber®, Ivaí / PR - Brasil), safra 2016/17.

Características	EUA	Brasil
Capacidade (t h <sup>-1</sup> )	53	60
Capacidade estática (m <sup>3</sup> )	136	156
Vazão de ar (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )	465.000	190.500
Potência do ventilador (cv)	48	60
Energia necessária (kW)	144	140
Consumo de combustível	539 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> de gás	636 kg h <sup>-1</sup> de lenha

*Fonte – Os autores*

O aquecimento do ar de secagem tem diferentes combustíveis entre os secadores, então optou-se por comparar as fontes pelo poder calorífero. Os catálogos destacam que o gás natural tem poder calorífero de 9.500 kcal m<sup>-3</sup>, resultando num consumo de 5,1 milhões de kcal h<sup>-1</sup> com a combustão de 539 m<sup>3</sup> de gás no secador norte americano. O secador no Brasil consome 1,9 milhão de kcal h<sup>-1</sup>, pela queima de 636 kg h<sup>-1</sup> de lenha de eucalipto; partindo do pressuposto que cada quilo gera cerca de 3.000 kcal.

Ao se analisar os custos da secagem artificial (SCHMIDT et al., 2018) de milho para remover umidade até certo nível em que a atividade microbiana e reações químicas de deterioração são minimizadas (WEI et al., 2019), destaca-se o maior custo do combustível utilizado nos EUA ao se confrontar com o empregado no Brasil (Tabela 2). Convertendo todos os valores na moeda brasileira no período (cotação média no ano de 2017 foi de US\$ 1,00 ≅ R\$ 3,28), obteve-se um custo próximo de três vezes mais caro para se adquirir o gerador de energia no hemisfério norte que no sul. Como o secador brasileiro consumiu 17% mais combustível (m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>) concluiu-se que o combustível norte-americano para secar os grãos de milho ficou 2,5 vezes acima dos valores registrados no sul do continente.

Em regiões tão distantes, com características ímpares, o preço da eletricidade (R\$ kWh) foi similar nas propriedades estudadas nos hemisférios norte e sul do planeta. A energia requerida (kW) para o funcionamento do secador da Brock® e da Kepler Weber® também foi idêntica, diferindo em 2,5%. Assim, o custo da energia elétrica foi apenas R\$ h<sup>-1</sup> 0,41 (0,9%) maior no Brasil em comparação com os EUA.

Os valores próximos se encerram quando se contrasta o custo operacional. O secador da propriedade norte-americana teve custo 37 vezes maior que o secador da área sul americana. A disparidade acentuada foi atribuída à tecnologia embarcada no secador BCT3500 Brock®. Tal tecnologia facilita o processo e agrega custos à secagem de grãos de milho. O fator mais impactante no custo operacional foi a remuneração dos profissionais envolvidos na atividade. Na Fazenda Frahm Farmland Inc. o operador do secador é o gerente geral da fazenda; enquanto que no Brasil, na Fazenda Cachoeira, o produtor optou por contratar operadores com menor qualificação e remuneração. Isto é possível devido ao fato de que no território brasileiro o salário mínimo ser menor (BRASIL, 2018)



do que nos EUA (USDA, 2018). Diante destes fatores discrepantes entre os países, se determinou o menor custo operacional no Brasil.

**Tabela 2** - Variáveis e custos de cada componente utilizado na secagem de grãos de milho (*Zea mays*) na Frahm Farmland Inc. (secador BCT3500 Brock®, em Colby / KS - EUA) e na Fazenda Cachoeira (secador KW80 Kepler Weber®, Ivaí / PR - Brasil), safra 2016/17.

Variáveis	EUA	Brasil
Combustível utilizado	Gás natural	Eucalipto ( <i>Eucalyptus</i> spp.)
Preço do combustível (R\$* m-3)	0,99	0,34
Uso do combustível (m3 h-1)	538,90	636,02
Custo do combustível (R\$ h-1)	530,94	216,00
Preço da eletricidade (R\$ kWh)	0,33	0,34
Energia Requerida (kW)	143,50	140,03
Custo da energia elétrica (R\$ h-1)	47,10	47,51
Custo operacional	578,14	15,80
Custo total (R\$ ton-1)	21,80	4,65

\* Cotação média do dólar no ano de 2017 - US\$ 1,00 = R\$ 3,28.

Fonte – Os autores

A soma de todos os custos ressaltou que nos EUA a secagem de milho é 4,7 vezes maior que na propriedade localizada no Brasil. A disparidade do valor por tonelada foi incrementada pelas variáveis combustível e custo operacional. Os resultados não corroboram com as afirmações de GARCIA et al, (2021), ao destacarem custos inferiores dos EUA no processamento do milho em pós-colheita.

Sabendo-se que nos EUA a produção na safra em estudo foi de 354 milhões de toneladas (USDA, 2017) e a diferença do custo da secagem de grãos de milho (EMBRAPA, 2015) entre EUA e Brasil foi de 17,15 R\$ t<sup>-1</sup>, o país norte americano gastaria R\$ 6,1 bilhões para secar o milho em mesmas condições que os agricultores brasileiro. Levando em consideração a safra brasileira de 93 milhões de toneladas, a economia da secagem dos grãos no Brasil em comparação com os EUA seria de R\$ 1,6 bilhão (CONAB, 2017). As pequenas diferenças são tão impactantes, que só os 1,5% de umidade aceita para comercialização do milho em terras estadunidenses (USDA, 2019) e brasileira (MAPA, 2011) representaria 1,4 milhão de toneladas de milho no Brasil e 5,3 milhões de toneladas nos EUA.

A sistematização do trabalho foi a base da defesa do estágio do acadêmico Jacob Rickli, para uma banca formada por professores do curso de engenharia agrônoma da UEPG. Os resultados também foram divulgados entre as comunidades envolvidas através de apresentações em reuniões. Com as informações, os agricultores dos EUA e Brasil puderam analisar as similaridades e diferenças entre os dois países, as estratégias escolhidas no pós-colheita nas nações envolvidas e o impacto dos custos no produto comercializado em um mercado internacional. Todos os documentos das atividades foram compartilhados com os responsáveis pelo The Ohio Program, iniciativa estabelecida entre a Ohio State University e UEPG (ERI, 2022; GARCIA et al., 2019).

Contempla-se assim o conceito proposto por ZIENTARSKI et al. (2019), da universidade como instituição social educativa, centro pluridisciplinar de domínio e cultivo do saber humano. Buscou-se com a atividade extensionista cumprir o estabelecido na Constituição de 1988, no seu artigo 207, com a presença indissociável do ensino, da pesquisa e da extensão como um dos aspectos que fundamentam a universidade (SANTOS et al., 2016).

Com a possibilidade da experiência internacional reforça-se o importante espaço de formação e de aproximação entre a universidade e a complexidade da sociedade rural, num processo em que todos se beneficiam (NEVES et al., 2019). Com a Universidade mudando sua forma de agir, deixando de apenas gerar pesquisas em seu espaço acadêmico e transpondo suas ações ao contexto rural, constitui-se espaços de troca de saberes com as comunidades com características tão distintas (REDIN & SILVEIRA, 2013).

## Conclusão

No Brasil, os custos associados à secagem de grãos de milho são aproximadamente 4,7 vezes inferiores aos custos correspondentes nos Estados Unidos da América. Essa notável disparidade no custo por tonelada é ampliada devido a fatores como as diferenças nos preços dos combustíveis e nas despesas operacionais. No contexto norte-americano, os custos operacionais mostram-se elevados, em grande parte devido à incorporação de tecnologias avançadas e à remuneração mais alta dos profissionais envolvidos no processo.

Os resultados dessa análise foram divulgados aos interessados por meio de relatórios detalhados, apresentações elucidativas e publicações relevantes. Isso não apenas proporcionou transparência e informação aos envolvidos, mas também destacou a importância crucial das atividades extensionistas no contexto acadêmico. Além disso, essas iniciativas contribuíram para superar barreiras no ambiente rural, transcendendo fronteiras geográficas, barreiras linguísticas e diferenças culturais.

Um exemplo concreto do resultado extensionista desse estudo é a implementação de melhores práticas de secagem de grãos em comunidades rurais. Com base nas descobertas, foram organizados workshops e sessões de treinamento para agricultores locais, nos quais eles puderam aprender a otimizar suas operações de secagem. Isso não apenas aumentou a eficiência da produção, mas também melhorou os rendimentos dos agricultores e fortaleceu a economia local. Através dessa abordagem extensionista, o conhecimento técnico foi disseminado de maneira prática e acessível, gerando impactos tangíveis e duradouros.

Essa abordagem internacional não apenas enriqueceu a perspectiva dos estudantes de Engenharia Agrônoma, mas também demonstrou o potencial da colaboração global no avanço do conhecimento. Ao conduzir a pesquisa de maneira comparativa entre duas nações, os alunos não só adquiriram compreensão prática das diferenças de eficiência e custos, mas também contribuíram para um diálogo internacional mais amplo sobre práticas agrícolas eficazes e eficientes.

## Referências

- BRASIL - Presidência da República. **Decreto 9.255 de 29 de novembro de 2017**. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2017/decreto-9255-29-dezembro-2017-786044-publicacaooriginal-154677-pe.html>. Acesso em 08 de dezembro de 2017.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamentos de safras**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>>. Acesso em: 20 nov. 2017.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do milho**. Disponível em: <[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaoof6\\_1ga1ceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=7905&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicoId=8658](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoof6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8658)>. Acesso em: 19 abr. 2015.
- ERI - Escritório de Relações Internacionais, da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). **The Ohio Program**. Disponível em: <<https://www2.uepg.br/eri/top>>. Acesso em: 9 jun. 2022.
- GARCIA, L.C.; FERREIRA, A.Z.; FERREIRA, B.Z.; ROCHINSKI, L.V.; SANTOS, A.L.; WEIRICH NETO, P.H.; ROCHA, C.H.; GOMES, J.A.; SOUZA, N.M.; ZENY, E.P. Labor remuneration in the production of ornamental plants. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 6, n. 4, p. 185-189, 2019. <http://doi.org/10.22161/ijaers.6.4.22>
- GARCIA, L.C.; SOUZA, A.M.; BARKEMA, H.A.; BALDIM, F.S.; WEIRICH NETO, P.H.; ROCHA, C.H. Custo e lucro da produção de canola e milho nos Estados Unidos da América e Brasil. **Conexão**, v.17, e2116805, p.01-17, 2021. <http://doi.org/10.5212/Rev.Conexao.v.17.16805.013>
- LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M; FARONI, L.R.D. **Armazenagem de grãos**. Jundiaí: Instituto Bio Geneziz, 2018. 1.031p.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 60, de 22 de dezembro de 2011**. Brasília: MAPA, 2011. 09p.
- NEVES, G.P.A.; MENDES, J.; GARCIA, L. C.; MELO, M. H.; MIRANDA, E. L.; GOMES, J. A.; CHARNOBAY, A. C. R.; FARIAS, A.; BERNARDI, W. K.; CALDERARI, N. Levantamento na área rural dos Campos Gerais (PR) sobre o impacto do manejo outono/inverno na proliferação da doença de plantas mofo-branco. **Revista Conexão UEPG**, v. 15, p. 199-203, 2019. <http://doi.org/10.5212/Rev.Conexao.v.15.i2.0011>
- REDIN, E.; SILVEIRA P.R.C. Extensão universitária e extensão rural: diferenças e desafios. **Vivências**, v,9, n.16, p. 153-158, 2013.
- SANTOS, J.; ROCHA, B.; PASSAGLIO, K. Extensão universitária e formação no ensino superior. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v.7, n.1, p.23-28, 2016. <http://doi.org/10.24317/2358-0399.%25Y-v7i1.3087>
- SCHMIDT, L.; LORENCENA, M.C.; TEIXEIRA, M. Controle de Operações em Secadores de Grãos com Redução do Consumo de Recursos Naturais. **Revista de Informática Aplicada**, v.14, n.1, p.26-37, 2018. <http://doi.org/10.13037/ria.vol14n1.195>
- USDA - United States Department of Agriculture. **Corn Data: yearbook tables**. Disponível em: <[https://www.nass.usda.gov/Newsroom/2017/01\\_12\\_2017.php](https://www.nass.usda.gov/Newsroom/2017/01_12_2017.php)>. Acesso em: 01 nov. 2017.
- USDA – United States Department of Agriculture. **Minimum wage and overtime pay**. Disponível em: <https://www.usda.gov/oce/labor/laws.htm>. Acesso em: 08 de maio de 2018.

USDA - United States Department of Agriculture. – **Understanding corn moisture content, shrinkage and drying**. South Dakota: SDSU Extension, 2019. 08p.

WEI, S.; WANG, Z.; WANG, F.; XIE, W.; CHEN, P.; YANG, D. Simulation and experimental studies of heat and mass transfer in corn kernel during hot air drying. **Food and Bioprocess Processing**, v.117, p. 360-372, 2019. <http://doi.org/10.1016/j.fbp.2019.08.006>

ZIENTARSKI, C.; MENEZES, H.C.M.; PINTO F.V.A. Ação escola da terra: a indissociabilidade entre ensino -pesquisa-extensão. **Extensão em ação**, v. 2, n. 18, p. 39-48, 2019. <http://doi.org/10.32356/exta.v2.n18.20324>