



AVALIAÇÃO DO ÓLEO DE CANOLA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

EVALUATION OF CANOLA OIL FOR BIODIESEL PRODUCTION

Cristiano Fernando Lewandoski¹

<https://orcid.org/0000-0001-5944-5723>

Reginaldo Ferreira Santos²

<https://orcid.org/0000-0002-7745-9173>

Evelyn Tânia Carniatto³

<https://orcid.org/0000-0002-9920-0154>

João Paulo Man Kit Sio⁴

<https://orcid.org/0000-0002-9920-0154>

Leonardo da Silva Reis⁵

<https://orcid.org/0000-0002-9239-6158>

Resumo: A crescente conscientização acerca dos impactos da poluição gerada por combustíveis fósseis, levou países de todo o mundo a repensarem o modo de como se utilizar energia. Em 2015 no tratado de Paris durante a COP21 o Brasil assinou junto com mais 196 o termo de redução de CO₂ na atmosfera. E como uma das soluções para combustível renovável o óleo de canola é uma alternativa. O óleo é obtido das sementes das variedades de Brassica sp., e é amplamente utilizado para alimentação humana, para lubrificação de maquinário industrial e para a produção de biodiesel. O objetivo deste estudo foi avaliar o processo de prensagem mecânica de grãos de canola em diferentes temperaturas e velocidades de rotação em uma extrusora mecânica com automação. O trabalho foi desenvolvido no laboratório da CTA, em uma prensa extrusora de grãos Z-1500. Para o presente estudo foram definidas 4 temperaturas (110–120 °C, 120–30 °C, 130–140 °C e 140–50 °C) e 5 velocidades [1000, 1200, 1400, 1600 e 1800 RPM (Rotações por minuto)]. Foi empregado um design experimental 4 x 5 fatorial para determinar o rendimento de extração de óleo, massa específica do óleo e teor de proteínas na massa bromatológica.

Palavras-chave: Biodiesel. Canola. Óleo. Extrusão de Grãos.

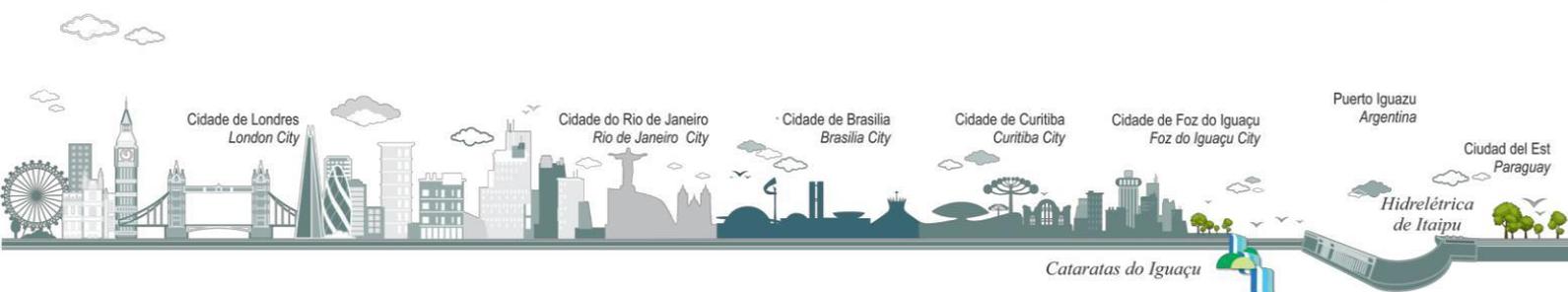
¹Discente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura - Doutorado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, Brasil. cristiano.lewandoski@unioeste.br

²Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, diretor geral do NIT- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, Brasil. reginaldo.santos@unioeste.br

³Discente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura - Mestrado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, Brasil. evelyn.carniatto@unioeste.br

⁴Discente do programa de pós-graduação de engenharia elétrica e computação mestrando da universidade estadual do oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. joao.sio@unioeste.br

⁵Discente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura - Mestrado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, Brasil. leonardoreis183@hotmail.com





Abstract: Regarding the impacts of the global economy like all the growth of fossil energy, it has led to the impacts of the global economy being used to increase the use of energy. In 2015, in the Paris treaty during COP21, Brazil signed, together with another 196, the term for reducing CO² in the atmosphere. And as one of the solutions for renewable fuels, canola oil is an alternative. The oil is obtained from varieties of *Brassica sp.* and is used for human food from the seeds of industrial machinery and for the production of biodiesel. The present mechanical grain study can evaluate the process of mechanical grain printing in a different machine printer and automatic operation machine in a machine processing machine. The work was carried out in the CTA laboratory, in a Z-1500 grain extruder press. For the present study they were 0–30–5 speeds (110–30–5°C, 110–30–5°C, 110–30–5 speeds (1000, 1200, 1400, 1600, and 1800 RPM) minute). A 4 × 5 factor experimental design was used to determine the result of product elaboration, product specific mass and protein content in the bromatological mass.

Key Words: Biodiesel. Canola. Oil. Grain Extrusion.

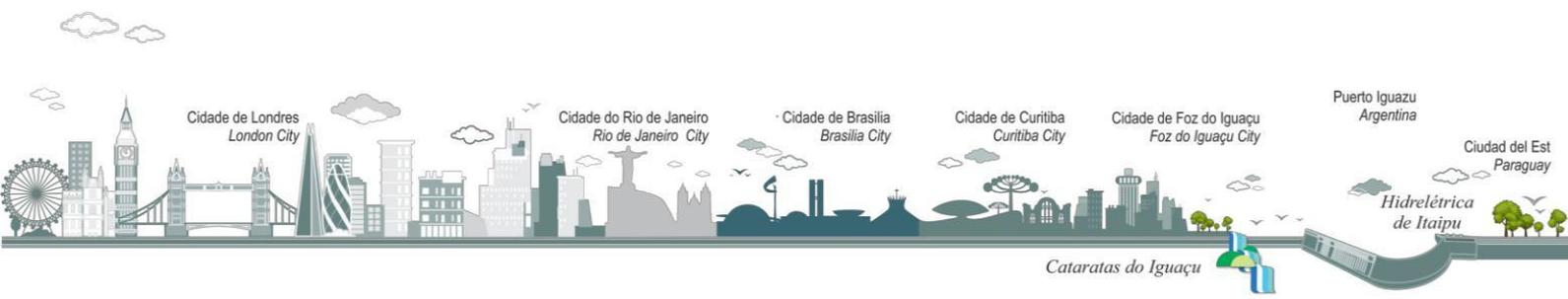
INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* L.) é considerada uma das oleaginosas mais importantes, sendo uma das principais fontes de óleo vegetal comestível (TOMM *et al.*, 2009), além de ser uma importante fonte de energia renovável por sua utilização na produção de biodiesel (ERYILMAZ *et al.*, 2016).

A canola ganha destaque em sistemas de rotação de culturas, como uma excelente alternativa para o inverno no sul do Brasil (RIGON *et al.*, 2017). Em 2017, foram cultivados no Brasil 43 mil hectares de canola, rendendo em média 1569 kg ha⁻¹, produzindo um total de 71,9 mil toneladas de cereais. Dentre os estados produtores, o Rio Grande do Sul se destaca, com 90,4% de participação na produção nacional, seguido pelo Paraná com 9,6% (CONAB, 2017).

Boa parte da produção industrial de óleos vegetais é baseada na prensagem e extração mecânica. A extração mecânica é um dos métodos mais amplamente usados para a remoção de óleo de sementes oleaginosas e é altamente eficiente em uma única etapa, em modo contínuo (EVON *et al.*, 2014, 2015). A prensagem mecânica fornece uma maneira fácil de processar pequenos lotes de sementes que podem ser usados comercialmente.

A rotação do parafuso durante a prensagem contínua corresponde à velocidade com que o pistão comprime as sementes durante a prensagem hidráulica. Dependendo do tipo de prensa em questão e da matéria-prima usada, um aumento na velocidade da rosca pode levar





a um aumento (AKINOSO *et al.*, 2009) ou diminuição no rendimento do óleo (KARTIKA *et al.*, 2006).

A temperatura é um parâmetro que afeta o desempenho da prensa de diferentes maneiras. Altas temperaturas de processamento podem causar um aumento significativo na deformabilidade e mobilidade da estrutura celular da oleaginosa, contribuindo para maior eficiência de extração. Contudo, mesmo que o aquecimento aumente o desempenho e a produtividade da prensa, isso geralmente é acompanhado por uma redução na qualidade do óleo (SAVOIRE *et al.*, 2013).

Canola é um termo genérico utilizado internacionalmente, sendo uma derivação de Canadian Oil Low Acid, usado para se referir a variedades híbridas de plantas que produzam óleos com menos de 2 % de ácido erúico e menos de 30 micromoles de glucosinolatos ou misturas de glucosinolatos por grama de componente sólido de semente seco o ar (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2020). Os grãos de canola produzidos no Brasil contêm cerca de 25% de proteínas e 38% de óleo, com variedades em outros países chegando a 50% de óleo (EMBRAPA, 2015).

Além do óleo utilizado na produção de biodiesel, se extrai o farelo, sendo excelente suplemento protéico na produção de ração para animais (TOMM, 2016). O objetivo deste estudo foi avaliar o processo de prensagem mecânica de grãos de canola em diferentes temperaturas e velocidades de rotação em uma extrusora mecânica com automação.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no laboratório do Centro de Desenvolvimento de Difusão Tecnológico de Energia Renovável (CDTER e CTA), Laboratório da UNIOESTE, em parceria com a Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNDETEC), e Centro de Tecnologia Automotiva em Cascavel – PR, Brasil.

Os grãos de canola foram fornecidos pela FUNDETEC. A obtenção do óleo e da torta (farelo) se deu a partir de uma prensa Z-1500 de fabricação da empresa Galvão Insumos, com alimentação geral em 220V trifásico (Figura 1).

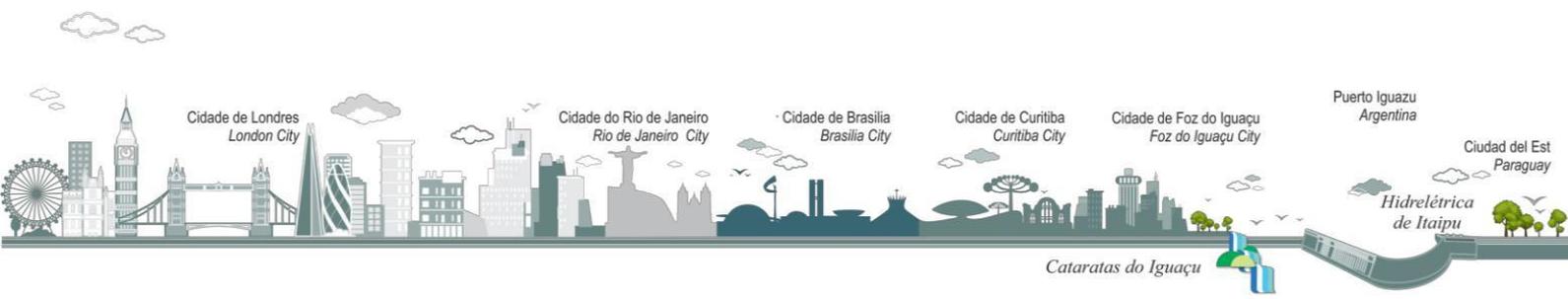


Figura 1 - Extrusora Zaamp Z1500



Fonte: Autor, 2022.

O processo de extração do óleo consistiu em ligar a prensa, aquecê-la até a faixa de temperatura desejada, definir a velocidade de rotação e colocar a amostra.

Para o presente estudo foram definidas quatro temperaturas (110–120 °C, 120–30 °C, 130–140 °C e 140–50 °C) e cinco velocidades [1000, 1200, 1400, 1600 e 1800 RPM (Rotações por minuto)]. Um delineamento experimental 4 × 5 fatorial foi empregado para determinar os efeitos desses parâmetros na prensagem da canola.

Antes de qualquer processo prático referente à prensagem, foi feita a análise do local em que estava instalada a prensa, incluindo umidade e temperatura ambiente, juntamente com a data em que está sendo feita a atividade e horário, importantes para análises a posteriori. A máquina é ligada e aquecida até a primeira faixa de temperatura, 110-120°C, e a rotação é definida, num primeiro momento, para 1000 RPM. A amostra de 5 kg de sementes é então colocada na adução da máquina e ocorre a prensagem na zona termomecânica.

O óleo e a torta são expelidos da máquina, coletados em recipientes etiquetados e reservados para realização dos ensaios. O óleo é filtrado para retirar eventuais resquícios da torta que venham a estar presentes neste. Este processo foi repetido para todos os parâmetros quatro vezes, para minimização de eventuais erros e discrepâncias nas análises estatísticas, para que por fim, fosse possível analisar os dados a fim de verificar a influência da temperatura e velocidade da prensa na obtenção da torta e óleo, em sua qualidade e outros aspectos.



Parâmetros avaliados no óleo

- **Rendimento (%)**

Após prensagem, o óleo foi deixado em repouso por cinco dias para decantar o resíduo e subsequentemente filtrar em papel. O rendimento do processo de extração foi obtido pela razão entre a massa de sementes que entrou no processo e a massa de óleo obtida após o processo de filtração (Equação 1), conforme recomendado pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

$$\text{Óleo\%} = \frac{m_1 \cdot 100}{m_2} \quad (1)$$

Onde:

Óleo (%): rendimento da extração mecânica;

m1: massa de óleo obtida após filtração;

m2: massa da amostra de sementes.

- **Massa específica (ρ)**

Uma massa de 1 kg da amostra de óleo de canola foi pesada em um copo de 1000 ± 10 mL e colocada sob vibração em um agitador Bertel por 5 segundos. Em seguida, o volume ocupado foi lido e a relação entre massa e volume (kg m^{-3}) determinada, conforme Equação 2.

$$\rho = m / v \quad (2)$$

Onde:

ρ : massa específica em g cm^{-3} ;

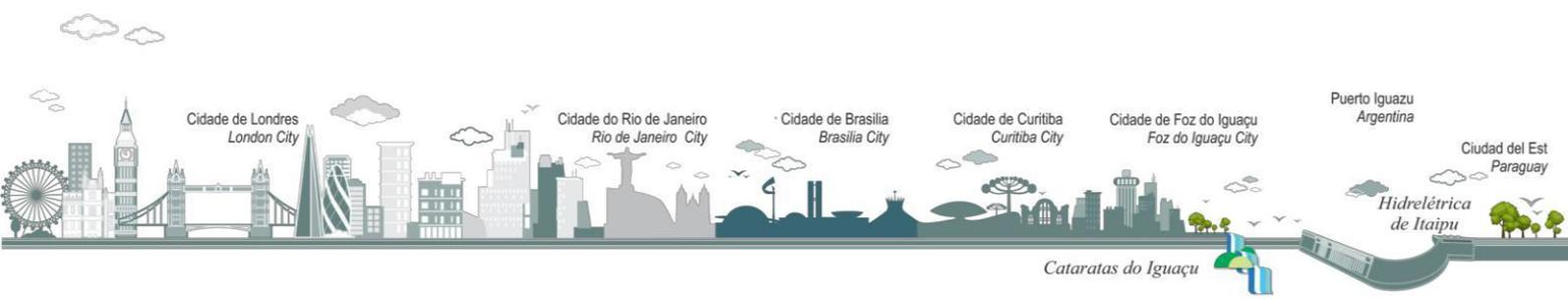
m: massa da amostra em gramas;

V: o volume em cm^{-3} .

Parâmetros avaliados no bolo

- **Proteínas (P%)**

A matéria orgânica foi decomposta e o nitrogênio existente foi transformado em amônia. Um fator empírico 6,25 foi introduzido para transformar o número de gramas do nitrogênio encontrado no número de gramas das proteínas (Equação 3), conforme recomendado pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).





$$P\% = \frac{V \cdot 0,14 \cdot f}{P} \quad (3)$$

Onde:

V: diferença entre o mL de ácido sulfúrico 0,05 M e o número de mL de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação;

P: número de gramas na amostra;

f: fator de conversão (6,25).

Análise estatística

Os dados foram submetidos às pressuposições do modelo estatístico, através dos testes de normalidade pelo método de Shapiro-Wilk e Homocedasticidade de Levene e, posteriormente, à análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de significância. Os dados foram transformados utilizando o método Box-Cox, como proposto por Hawkins e Weisberg (2017). As médias de cada variável resposta referem-se a valores originais, porém valores de F, P-valor e coeficiente de variação correspondem aos dados transformados. As análises foram realizadas utilizando o software estatístico Agroestat (BARBOSA *et al.*, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas condições em que foi conduzido o presente estudo não se verificou efeito significativo ($\alpha = 0,05$) dos tratamentos nas variáveis massa específica do óleo, rendimento de óleo e proteínas na torta (Tabela 1). Pode-se verificar pelo comportamento dos resultados na tabela 1 que as propriedades do óleo de canola sofreram variação com a mudança dos parâmetros temperatura e RPM, não havendo interação entre estes.

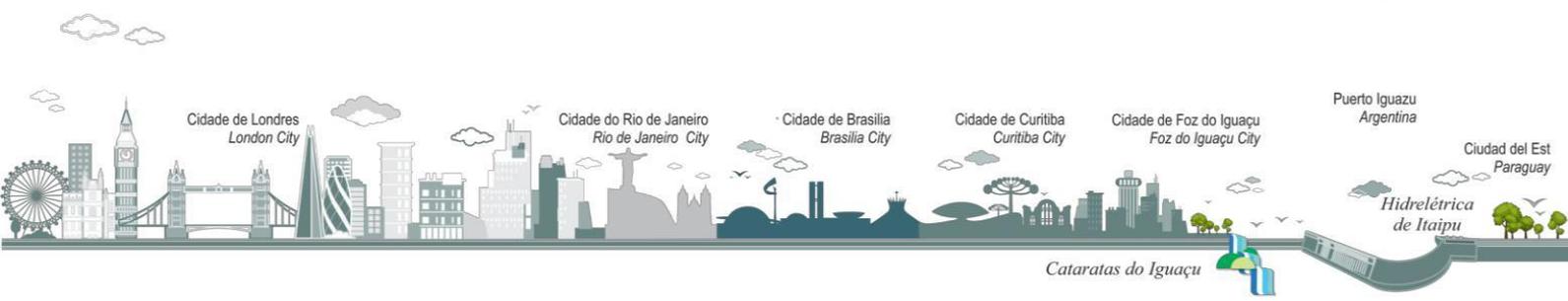
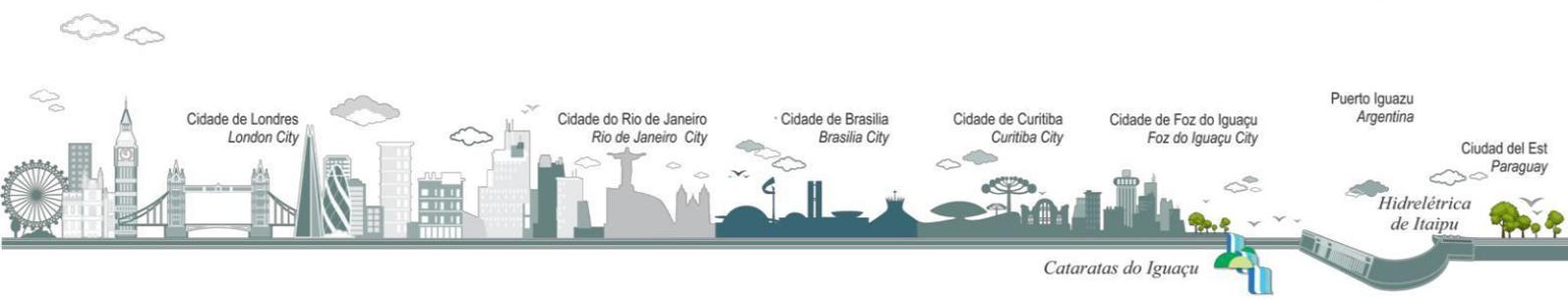




Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos e bromatológicos do óleo e torta da canola provindo de prensa extrusora

| FATOR DE VARIAÇÃO | MASSA ESPECÍFICA DO ÓLEO (g cm ⁻³) | RENDIMENTO (%) | PROTEÍNAS (%) |
|---------------------------------|--|----------------|---------------|
| TEMPERATURA (°C) | | | |
| 110 – 120 | 0.8896 | 22,58 | 33.5740 |
| 120 – 130 | 0.9005 | 35,43 | 32.8614 |
| 130 – 140 | 0.8944 | 19,30 | 33.6508 |
| 140 – 150 | 0.9099 | 26,75 | 31.0298 |
| ROTAÇÃO POR MINUTO (RPM) | | | |
| 1000 | 0.8957 | 22,86 | 32.9353 |
| 1200 | 0.8881 | 20,29 | 33.5195 |
| 1400 | 0.8929 | 24,90 | 33.0613 |
| 1600 | 0.9085 | 32,79 | 33.2544 |
| 1800 | 0.9078 | 29,22 | 31.1246 |
| ANOVA | <i>p</i> -valor | | |
| TEMPERATURA (A) | 0,4024 | 0,8958 | 0,8964 |
| RPM (B) | 0,7114 | 0,3462 | 0,2978 |
| A x B | 0,6696 | 0,6505 | 0,3328 |
| CV (%) | 44,544 | 3,9745 | 24,011 |

Fonte: Autor, 2022





Propriedades físico-químicas do óleo

A massa específica do óleo de canola mostrou variação com a mudança na velocidade de rotação, sugerindo uma tendência aumento desta com o aumento da rotação, tendo uma leve queda de $0,896\text{g cm}^{-3}$ para $0,888\text{g cm}^{-3}$ quando a velocidade passou de 1000 para 1200 RPM, e então aumentando até atingir, a velocidade de 1800 RPM, $0,907\text{g cm}^{-3}$

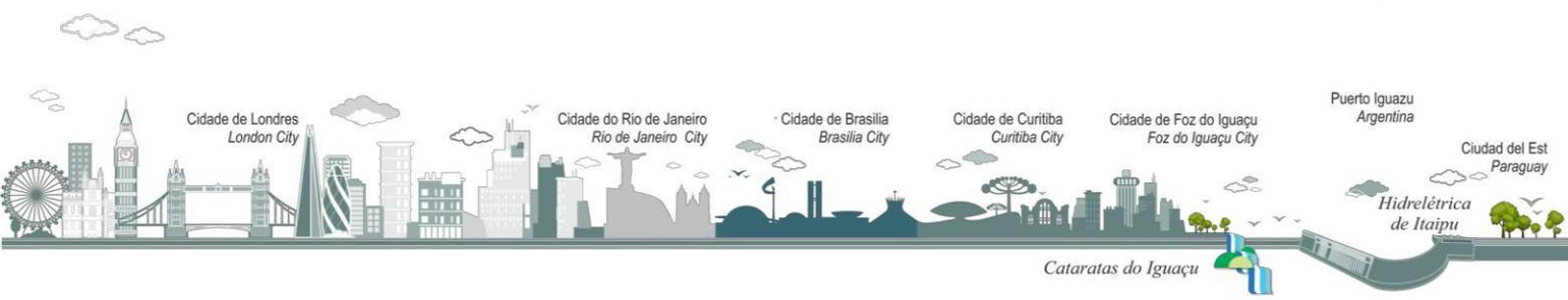
A massa específica foi também afetada pelo aumento da temperatura, com aumento quase linear. Diferindo da linearidade, a faixa de temperatura 130-140, apresenta uma leve queda de $0,900\text{g cm}^{-3}$ para $0,894\text{g cm}^{-3}$. Os valores obtidos para massa específica são semelhantes aos encontrados por Bassi e Maciel (2003) para óleos de soja ($0,919\text{g cm}^{-3}$) e girassol ($0,918\text{g cm}^{-3}$), por exemplo.

O rendimento foi sensível à variação da velocidade, tendo, num primeiro momento, uma diminuição de 22,86% para 20,29% quando a velocidade passou de 1000 para 1200 RPM e então um aumento expressivo, passando para 32,79% com o aumento da velocidade para 1600 RPM. Geralmente, a velocidade de rotação do parafuso afeta o rendimento da extração de óleo. O aumento da velocidade de rotação do parafuso resulta em maior preenchimento da rosca, e o tempo de prensagem na zona de prensagem termomecânica é maior (KARTIKA *et al.*, 2010). Conforme a prensa considerada e o tipo de matéria-prima utilizado, o aumento da velocidade de rotação do parafuso pode levar ao aumento (AKINOSO *et al.*, 2009) ou diminuição do rendimento de óleo (EVANGELISTA, 2009).

A variação da temperatura resultou em diferentes valores de rendimento, com cada faixa de temperatura afetando diferentemente o rendimento, tendo um aumento no rendimento, de 22,58% para 35,46% quando a temperatura passou da faixa de 110-120 para 120-130, e tendo então uma significativa queda, para 19,30%, quando a temperatura passou para a faixa de 130-140. A faixa de temperatura 120-130°C apresentou o maior rendimento de óleo, de 35%.

Propriedades bromatológicas da torta

A variação em temperatura e velocidade alterou, levemente, a quantidade proteínas presente na torta. A quantidade de proteínas não foi muito influenciada pelo aumento da





velocidade de rotação, mantendo uma certa linearidade para as rotações entre 1000 e 1600 RPM, se mantendo por volta de 33%, e tendo uma leve queda para 31% quando a rotação passou de 1600 para 2000 RPM. Estes valores estão próximos aos encontrados para canola por Moreira *et al.* (1993), na ordem de 33,34%.

Em relação à temperatura, as proteínas sofrem uma tendência de queda com o aumento desta, passando de 33,57% na faixa de 110-120°C para 31,02% na faixa de 140-150°C. O farelo de canola pode ser utilizado para alimentação animal, para substituição parcial de proteína do farelo de soja, que apresenta uma quantidade de fibras na ordem de 50% (ZAMBOM *et al.*, 2001). O farelo de canola é amplamente utilizado na formulação de rações concentradas para vacas em lactação, principalmente, na Europa e no Canadá (LEGGI *et al.*, 1998), podendo aumentar a produção de leite em até um litro por animal ao dia (CANOLA COUNCIL, 2020).

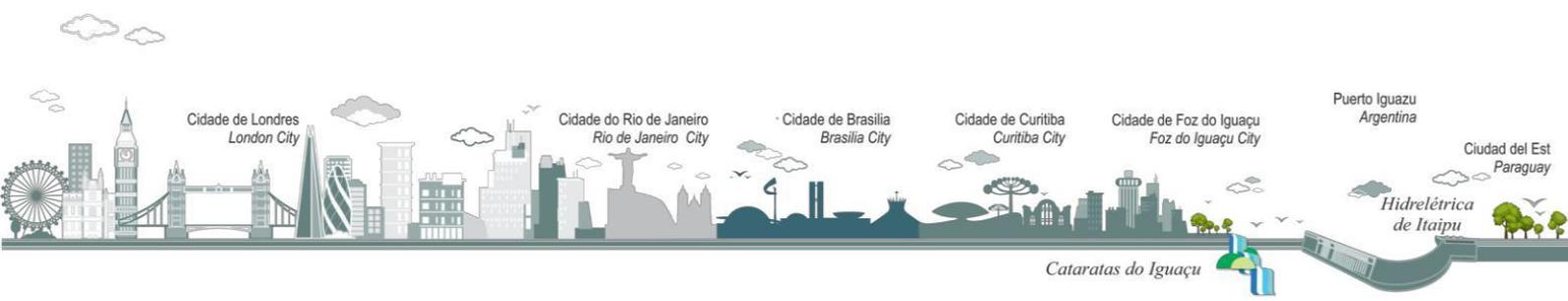
CONCLUSÕES

As propriedades do óleo e da torta de canola não foram afetadas, ao nível de 5% de significância, pela extração em diferentes temperaturas e rotação da extrusora. Houve uma tendência de aumento da massa específica do óleo com o aumento da temperatura e da RPM, ficando em torno de 0,89 g cm⁻³. O rendimento teve uma tendência a um aumento com aumento da velocidade aumentando 61% quando a RPM aumentou de 1200 para 1600 RPM, e um comportamento sensorial com o aumento da temperatura, e o teor de proteínas sofreu uma tendência de queda com o aumento da temperatura e da velocidade.

AGRADECIMENTO: os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, CNPq, ao Laboratório do CTA Unioeste, Fundetec, UNASP, CDTER, ZAMP, PTI, Conecta Dell e ao NIT – Núcleo de Inovação Tecnológica.

REFERÊNCIAS

AKINOSO, R.; RAJI, A. O.; IGBEKA, J. C. Effects of compressive stress, feeding rate and speed of rotation on palm kernel oil yield. **Journal of Food Engineering**, v. 93, n. 4, p. 427–430, 2009.





BARBOSA, J.C; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat** - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 396p. 2015.

BASSEGIO, D.; ZANOTTO, M. D.; SANTOS, R. F.; WERNCKE, I.; DIAS, P. P.; OLIVO, M. Oilseed crop crambe as a source of renewable energy in Brazil. **Renew Sust Energy Rev.** v. 66, n. 1, p. 311-321, 2016.

BASSI, G. F.; MACIEL, M. R. W. **Caracterização de óleos naturais**. In: XI Congresso Interno de Iniciação Científica da Unicamp, 2003.

BUENO P.L., LEWANDOSKI C. F., SANTOS R. F., RODRIGUES H. V., BATISTA J. A. Automação 4.0 de prensa extrusora e aplicação energética de óleo de linhaça. **Revista técnico-científica crea-pr**, v. 1, n. 2, 2019.

CANOLA COUNCIL OF CANADA. **What is canola?**. 2020. Disponível em: <<https://www.canolacouncil.org/oil-and-meal/what-is-canola/>> Acesso em: 5 Set. 2020

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: V. 4 - SAFRA 2016/17**. Brasília: CONAB, 2017.

EMBRAPA. **Origem e usos da canola**. 2014.

ERYILMAZ, T. et al. Biodiesel production potential from oil seeds in Turkey. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 58, p. 842-851, 2016.

EVANGELISTA, R. L. Oil extraction from Lesquerella seeds by dry extrusion and expelling. **Industrial Crops and Products**, v. 29, n. 1, p. 189–196, 2009.

EVON, P.; VANDENBOSSCHE, V.; PONTALIER, P. Y.; RIGAL, L. New thermal insulation fiberboards from cake generated during biorefinery of sunflower whole plant in a twin-screw extruder. **Ind Crops Prod.** v. 52, n. 1, p. 354–362, 2014.

EVON, P.; VINET, J.; LABONNE, L.; RIGAL, L. Influence of thermo-pressing conditions on the mechanical properties of biodegradable fiberboards made from a deoiled sunflower cake, 2015.

HAWKINS, D.; WEISBERG, S. Combining the Box-Cox Power and Generalized Log Transformations to Accomodate Nonpositive Responses In Linear and Mixed-Effects Linear Models. **South African Statistics Journal**, v. 51, n. 1, p. 317-328, 2017.

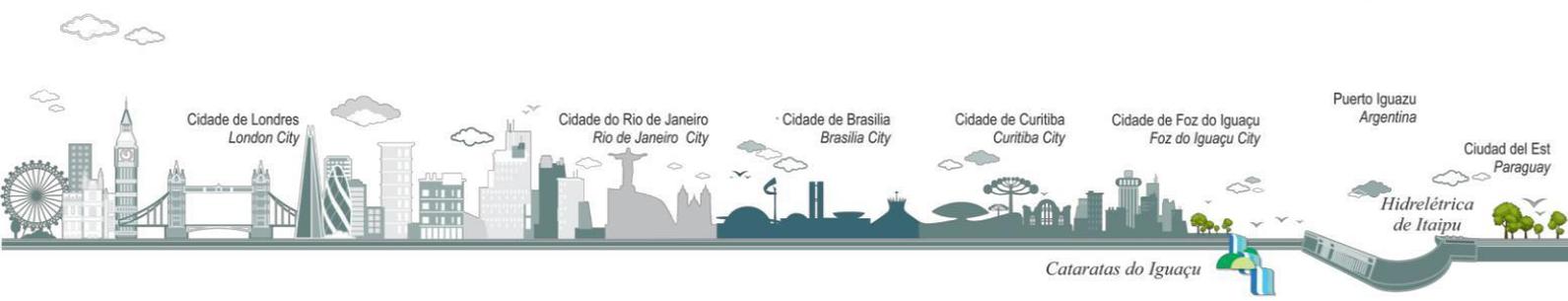
INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

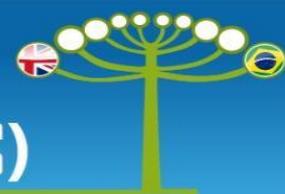
KARTIKA, I. A.; PONTALIER, P. Y.; RIGAL, L. Extraction of sunflower oil by twin screw extruder: Screw configuration and operating condition effects. **Bioresource technology**, v. 97, n. 18, p. 2302-2310, 2006.

KARTIKA, I. A.; PONTALIER, P. Y.; RIGAL, L. Twin-screw extruder for oil processing of sunflower seeds: Thermo-mechanical pressing and solvent extraction in a single step. **Industrial crops and products**, v. 32, n. 3, 297-304, 2010.

LEWANDOSKI C.F.; SANTOS R. F.; RODRIGUES H.V.; SILVA E. T. C.; LEWANDOSKI S. Automação 4.0 de esmagadora de grãos e aplicação energética de óleo de Crambe **International Journal of Environmental Resilience Research and Science**, v. 2, n. 1, p. 189-212, 2019.

LEWANDOSKI, C. F.; SANTOS, R. F.; BASSEGIO, D.; SIQUEIRA, J. A. C. ; SOUZA, D. M. ; Leonardo da S. R ; PAULO, DE LIMA BUENO . Oil extraction and cake bromatological properties of





crambe (*Crambe abyssinica*) are affected by extraction at different temperatures and rotation speeds. **AUST J CROP SCI JCR**, v.1, n. 1, 2021.

MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; MURAKAMI, A.E. **Utilização do farelo de canola na alimentação de suínos na fase de crescimento**. In: Congresso brasileiro de veterinários especialistas em suínos, 6.,1993, Goiânia. Anais... Concórdia: EMBRAPA/CNPISA, 1993. p.143.

RIGON, C.A.G.; GOERGEN, A.B.; BORDIN, R.; PILLA, R.B.; ZANATTA, T.P.; SILVA, V.R.; TOMM, G.O. Características agrônômicas, rendimento de óleo e proteína de canola em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária**. v. 1, n. 2 p. 124-132, 2017.

SAVOIRE, R.; LANOISELLÉ, J. L.; VOROBIEV, E. Mechanical continuous oil expression from oilseeds: a review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 1, p. 1-16, 2013.

TOMM, G. O. et al. **Tecnologia para produção de Canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 41p.

TOMM, G. O. Canola: Planta que traz muitos benefícios à saúde humana, e cresce em importância no Brasil e no mundo. 2016. http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/a_planta_que_Deus_criou.pdf. Acesso em: 12 Mai. 2019.

ZAMBOM, M. A.; SANTOS, G. T.; MODESTO, E. C.; ALCALDE, C. R.; GONÇALVES, G.D.; SILVA, D. C.; SILVA, K. T.; FAUSTINO, J. O. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 4, p. 937-943, 2001.

