

AVALIAÇÃO DO PRÉ-TRATAMENTO DE RESÍDUO DA OLIVICULTURA VIA POLPAÇÃO ORGANOSOLV E MERCERIZAÇÃO

Tereza Longaray Rodrigues¹, Marcilio Machado Morais², André Ricardo Felkl de Almeida²,
Gabriela Silveira da Rosa²

160

1*- Pós-Graduada em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. E-mail: terezalongarayrodrigues@gmail.com

2*- Doutorado em Engenharia Química, Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, gabrielarosa@unipampa.edu.br

AVALUATION OF PRE-TREATMENT OF OLIVE RESIDUE BY ORGANOSOLV PULP AND MERCERIZATION

Resumo: O presente trabalho objetivou o emprego da metodologia de polpação *organosolv*, seguido de mercerização, no caroço de azeitona proveniente do bagaço de azeitona, a fim de promover uma redução no seu teor de lignina. Os materiais foram caracterizados via teor de lignina e cinzas, análises granulométrica e termogravimétrica. Foi possível perceber que aproximadamente 80% das partículas do caroço moído têm diâmetro inferior a 50 μm , com teor de lignina e cinzas de 46,92% e 0,48%, respectivamente. Os pré-tratamentos promoveram uma redução no teor de lignina do caroço moído em cerca de 76%, bem como um aumento na pureza do material, conforme indicado através da análise termogravimétrica. A redução no teor de lignina foi inferior ao valor obtido pela literatura ao empregar a mesma metodologia, desta forma, foi possível perceber a necessidade de mais estudos a respeito dos pré-tratamentos aplicados.

Palavras-chave: Biopolímero; síntese; deslignificação.

Abstract: *The present work aimed to employ the organosolv pulping methodology, followed by mercerization, in the olive stones from olive pomace, in order to promote a reduction in its lignin content. The materials were characterized by lignin and ash content, particle size and thermogravimetric analysis. It was possible to notice that approximately 80% of the particles of the milled olive stone have a diameter less than 50 μm , with a lignin and ash content of 46.92% and 0.48% respectively. The pre-treatments promoted a reduction in the lignin content of the milled olive stone by about 76% as well as an increase in the purity of the material, as indicated by thermogravimetric analysis. The reduction in the lignin content was lower than the value obtained in the literature when using the same methodology, thus, it was possible to perceive the need for more studies regarding the applied pre-treatments.*

Keywords: Biopolymer; synthesis; delignification.

INTRODUÇÃO

O cultivo de azeitonas no Rio Grande do Sul tem sido intensificado nos últimos anos, em que parte deste crescimento se deve aos incentivos oferecidos pelo governo do Estado a partir de aportes financeiros e de capacitação, bem como devido às condições climáticas da região (WREGE et al., 2015). Em 2019 a safra de azeitonas do Estado gaúcho atingiu um novo recorde, em que foram colhidas cerca de 1,55 mil toneladas de azeitonas, das quais foram produzidos 188 mil litros de azeite extravirgem (SCARTON, 2020). Os cultivares utilizados para produção de azeite que melhor se adaptam às características da região, até o presente momento, foram Arbequina, Koroneiki, Arbosana e Picual (TERAMOTO; BERTONCINI; PANTANO, 2010).

A produção de azeite de oliva é responsável pela geração de alguns resíduos, os quais consistem no bagaço e em águas residuais, em que o composto majoritário é o bagaço, sendo responsável por cerca de 70% do montante (CENTRE D'INITIATIVE POUR LA PRODUCTION PROPRE, 2000). O bagaço de azeitona é composto por casca, polpa e caroço (endocarpo), onde o caroço representa entre 30% e 35% do volume total do bagaço. A sua composição é dada, majoritariamente, por celulose (20,1-40-4%), hemicelulose (18,5-32,2%) e lignina (16,23-48,4%), em que o teor de cada componente está diretamente relacionado com diversos fatores como o cultivar, aspectos agrônômicos, métodos de processamento e condições climáticas (BÖHMER, 2018; NOGUEIRA, 2012).

Considerando a sua disponibilidade e composição, o resíduo da olivicultura tem sido alvo de diversas pesquisas com a finalidade de promover uma valorização do mesmo, em que algumas destas pesquisas consistem na produção de açúcares via hidrólise enzimática (BARROS, 2019), desenvolvimento de materiais adsorventes (BIRON, 2016) e acetilação de composto lignocelulósico (HAMED et al., 2014).

Desta forma, o presente trabalho propôs a avaliação de uma metodologia para deslignificação do caroço de azeitona, tendo como objetivo a obtenção de um material com baixo teor de lignina e hemicelulose, a fim de promover a sua aplicação como fonte de celulose bem como uma valorização do mesmo.

METODOLOGIA

O bagaço de azeitona utilizado no presente trabalho foi doado pela Empresa de Azeites Batalha, localizada no município de Pinheiro Machado – RS (-31°30'01.4" S, -53°30'39.6" W). Objetivando a redução na umidade do material, e posterior separação do caroço, o bagaço foi encaminhado para secagem em estufa a 40°C durante 48 h. O material seco foi macerado com o auxílio de gral e pistilo, de forma a promover uma redução prévia na dimensão das partículas.

A separação do bagaço e do caroço de azeitona foi obtida através da diferença de densidade de ambos, usando o equipamento leito de jorro e um ciclone. A fração rica em caroço de azeitona foi triturada, com o auxílio de um moinho analítico do tipo hélice (IKA, A11, Darmstadt, Alemanha), e então realizou-se a padronização da sua granulometria por peneiramento (< 0,375 mm), sendo estas denominadas caroço bruto (CB).

A etapa de deslignificação do CB foi realizada conforme metodologia adaptada de Souza (2016). Assim, adicionou-se a um balão cerca de 3,0 g de CB juntamente de 30 mL de uma solução HNO₃:Etanol (20:80 v/v), os quais foram mantidos sob condição de refluxo durante 3 h a aproximadamente 80°C. A cada hora de reação realizou-se uma filtração a vácuo do material contido no balão, seguido de adição de uma nova solução de solvente, na mesma proporção que a inicial, retornando ao sistema de refluxo. Finalizado o procedimento descrito, foi feita uma mercerização do material, em que o conteúdo do balão foi filtrado e a fração sólida encaminhada para um recipiente junto a 250 mL de solução aquosa de NaOH 4% (m/v), a fim de promover a remoção de resíduos remanescentes de lignina e hemicelulose. Manteve-se o

sistema em repouso durante 24h e, subseqüentemente, realizou-se uma filtração e lavagem com ácido acético 10% (v/v) até a neutralidade. No prosseguimento, a fração sólida foi seca em estufa por 3 h a 100°C. O material obtido foi denominado caroço purificado (CP).

Os materiais foram caracterizados através da análise granulométrica a laser, determinação do teor de lignina e cinzas, conforme a norma TAPPI T222 om-98, análise termogravimétrica, de acordo com as condições indicadas por Rodrigues (2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise granulométrica do CB (Figura 1) foi possível observar que o mesmo é composto por partículas com uma faixa de variação de diâmetros entre 1 e 150 μm , onde cerca de 25% das partículas têm diâmetro inferior a 10 μm , 45% entre 10 e 40 μm , e 30% superior a 40 μm . O seu diâmetro volumar foi correspondente a 29,27 μm .

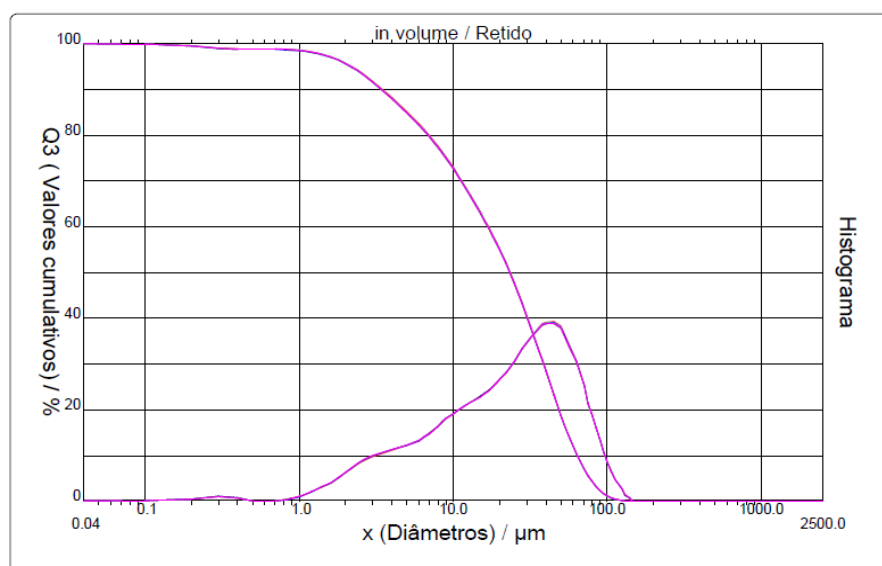


Figura 1. Distribuição granulométrica do caroço de azeitona bruto.

A Tabela 1 indica os teores de lignina e cinzas obtidos no presente trabalho, bem como os valores indicados na literatura.

Tabela 1: Teor de lignina e cinzas no CB

Lignina (%)	Cinzas (%)	Referência
46,92±0,03	0,48±0,001	Autores (2021)
42±0,01	0,57	Soares (2019)
48,4	3,3	Demirbas (2002)
38,87	0,57	Hernández et al. (2014)
20,63-25,11	0,01-0,68	Heredia-Moreno et al. (1987)

Fonte: Autores (2021).

Observou-se que o teor de lignina do CB, utilizado no presente trabalho, mostrou-se próximo ao indicado por Soares (2019) bem como por Demirbas (2002), em relação ao teor de cinzas, o valor obtido foi próximo ao observado por Soares (2019) e Hernández et al. (2014). A discrepância entre os valores apresentados na Tabela 1 podem ser associadas a diversos fatores, tais como o cultivar da planta e as duas condições de cultivo (HANNACHI et al., 2020; HEREDIA-MORENO et al., 1987; NOGUEIRA, 2012).

A Tabela 2 apresenta os dados de teores de lignina antes e após a deslignificação, bem como uma comparação com valores obtidos por outros autores. A deslignificação do CB promoveu uma redução em cerca de 75,89% no teor de lignina, sendo este valor inferior ao obtido por outros autores nos quais a faixa de teor de lignina removida foi de 83,86 a 99,25% (CERQUEIRA, 2009; CRUZ, 2010; RIBEIRO, 2012; SOUZA, 2016).

Tabela 2: Teor de lignina antes e após a deslignificação

Material	Lignina _{inicial} (%)	Lignina _{final} (%)	Referência
Caroço de azeitona	46,92±0,03	11,31±4,32	Autores (2021)
Bagaço de cana-de-açúcar	23,8	3,84	Cerqueira (2009)
	23,0	0,41	Ribeiro (2012)
	25,6	2,3	Souza (2016)
Caroço de manga	26,6	0,2	Cruz (2010)

Fonte: Autores (2021).

A diferença entre os valores relatados na literatura e os obtidos no presente trabalho podem ser atribuídos à diferença na natureza dos materiais precursores, bem como em decorrência do pequeno diâmetro das partículas de

CB, os quais foram inferiores a 150 μm . Conforme relatado por Silva (2019), o tamanho das partículas do material precursor é inversamente proporcional ao grau de dificuldade do processo de deslignificação, indicando que a eficiência deste procedimento está diretamente relacionada à morfologia do material.

Atribuiu-se, ainda, esta discrepância ao fato de que o material precursor utilizado no presente trabalho apresentava um teor inicial de lignina superior ao dos materiais utilizados por outros autores. Tal fato sugere que a quantidade de deslignificante pode não ter sido suficiente para promover uma remoção mais intensa da lignina. Observou-se, ainda, que o teor de cinzas foi pouco afetado pela deslignificação.

As curvas termogravimétricas, e suas derivadas, das amostras CB e CP podem ser visualizadas nas Figuras 3 e 4. Observou-se uma perda de massa pouco abaixo de 100°C nas duas amostras, sendo esta inferior a 5%, a qual pode ser associada à perda de umidade (ROVANI et al., 2016).

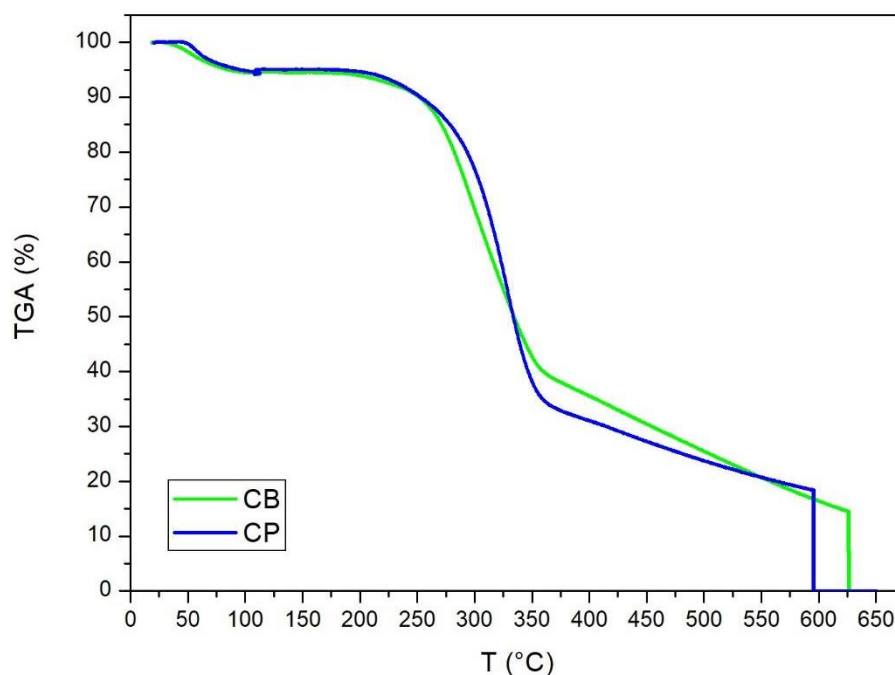


Figura 3. Curvas termogravimétricas

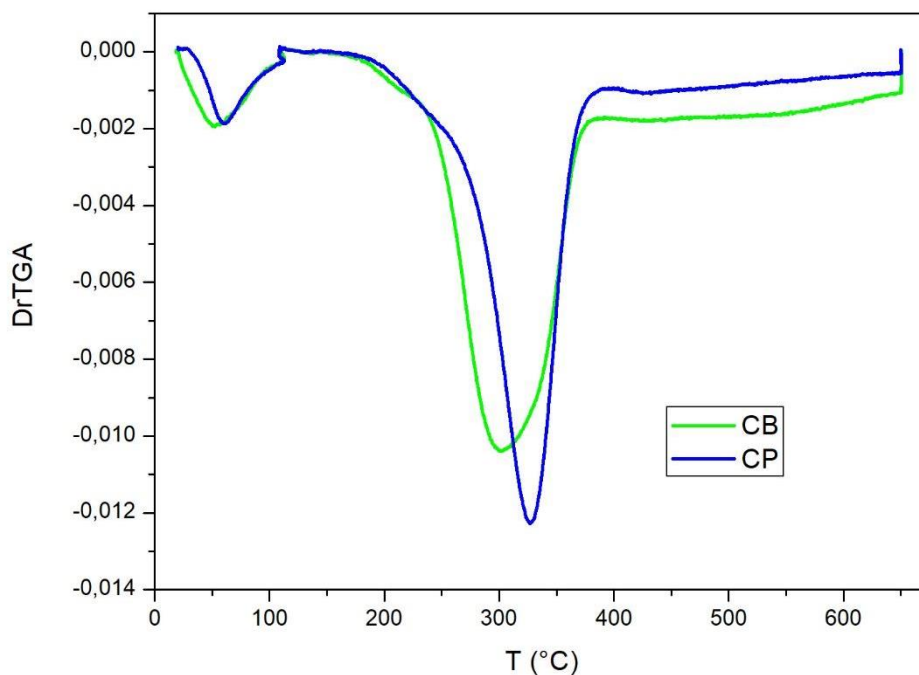


Figura 4. Derivada das curvas termogravimétricas

A faixa em que ocorre a degradação da celulose, hemicelulose e lignina está localizada entre 315-400°C, 220-315°C e 150-900°C, respectivamente (YANG et al., 2007). Foi possível perceber uma perda de massa correspondente a aproximadamente 50%, entre 300 e 330°C, nas amostras CB e CP, em que a mesma pode ser associada à degradação térmica de compostos lignocelulósicos. Considerando a ampla faixa de temperatura de degradação dos compostos indicados, supõe-se a possibilidade de ter ocorrido uma sobreposição dos seus respectivos picos durante a análise, conforme indicado por Cunha (2020).

Percebeu-se um leve deslocamento do referido pico ao comparar as curvas termogravimétricas das amostras CB e CP, sugerindo um pequeno aumento na temperatura de degradação no CP, o qual pode ser atribuído à elevação na pureza do material, em termos de celulose, após a deslignificação e mercerização (REN et al., 2007; CABALLERO; MARCILLA; CONESA, 2017; CARVALHO, 2009).

CONCLUSÃO

A análise granulométrica indicou que as partículas de CB apresentaram diâmetro inferior a 100 μm , tendo um diâmetro de partícula médio correspondente a 29,27 μm . Os processos de deslignificação e mercerização promoveram uma redução no teor de lignina em aproximadamente 75,89%. Foi possível perceber a necessidade de reavaliação dos métodos de pré-tratamento empregados, bem como a quantificação do teor de celulose e hemicelulose das amostras.

167

AGRADECIMENTOS

À UNIPAMPA pela infraestrutura disponibilizada, ao CNPq pelo aporte financeiro na concessão da bolsa de Iniciação Científica, e à CAPES pela bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. C. **Análise do efeito antimicrobiano de extrato de folhas de oliveira (*Olea europaea* L.) e aplicação em biofilmes para proteção de alimentos**. 2015. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) - Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2015.

BARBIERI, H. C. R.; SCOPEL, E.; REZENDE, C. A. Investigação da influência de lignina e hemicelulose nas propriedades de filmes de acetato de celulose. *In*: CONGRESSO VIRTUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, 28., Campinas, 2020. **Resumos**. Campinas: Unicamp, 2020. p. 1-4. Disponível em: <https://www.prp.unicamp.br/inscricao-congresso/resumos/2020P16342A34233O2578.pdf>. Acesso em: 02 maio 2021.

BARROS, J. G. L. **Produção de açúcares por via enzimática, a partir de bagaço e de caroço de azeitona**. 2019. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) - Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2019. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/19526/1/Jorge%20Barros%20tese%20de%20mestrado%20definitiva.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2020.

BIRON, C. **Caroço de azeitona (*Olea europaea* L.):** preparação, caracterização e sua aplicação como bio-sorvente na remoção do corante violeta de metila de solução aquosa. 2016. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2016. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br:8080/bitstream/rii/1942/1/Camille%20Biron%20-%202016.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2020.

BÖHMER, B. W. **Potencial antimicrobiano e antitumoral de compostos fenólicos extraídos do bagaço oriundo da obtenção de azeite de oliva (*Olea europaea* L.).** 2018. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Pelotas, 2018. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/4134>. Acesso em: 27 abr. 2020.

CABALLERO, J. A.; MARCILLA, A.; CONESA, J. A. Thermogravimetric analysis of olive stones with sulphuric acid treatment. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, [S. l.], v. 44, p. 75-88, Sep. 1997.

CARVALHO, L. C. **Obtenção de acetato de celulose proveniente do bagaço de cana-de-açúcar e avaliação de sua aplicação em sistemas de difusão controlada.** 2009. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/267180/1/Carvalho_LisaCaroline_M.pdf. Acesso em: 07 maio 2021.

CENTRE D'INITIATIVE POUR LA PRODUCTION PROPRE. **Prévention de la pollution dans la production d'huile d'olive.** Barcelona: CIPPP, 2000. Disponível em: http://www.cprac.org/docs/oli_fr.pdf. Acesso em: 20 jun. 2020.

CERQUEIRA, D. A. **Síntese e caracterização de misturas poliméricas contendo acetato de celulose:** aproveitamento de resíduos da cana-de-açúcar. 2009. 108 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/17493>. Acesso em: 27 abr. 2020.

CRUZ, A. C. **Síntese e caracterização de partículas de acetato de celulose, a partir do caroço de manga, para produção de matrizes de liberação controlada de drogas.** 2010. 70 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/17326/1/Diss%20Alisson.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2020.

CUNHA, I. F. **Análise térmica e pirólise analítica de sabugo de milho.** 2020. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em:

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/30161/1/Ana%cc%81liseTe%cc%81rmicaPiro%cc%81lise.pdf>. Acesso em: 04 maio 2021.

DEMIRBAS, A. Fuel characteristics of olive husk and walnut, hazelnut, sunflower, and almond shells. **Energy Sources**, [S. l.], v. 24, n. 3, p. 215-221, Mar. 2002.

169

HAMED, O. A. *et al.* Cellulose acetate from biomass waste of olive industry. **The Japan Wood Research Society**, [S. l.], v. 61, p. 45-52, Nov. 2014. Disponível em: <https://jwoodscience.springeropen.com/track/pdf/10.1007/s10086-014-1442-y.pdf>. Acesso em: 20 Jun. 2020.

HANNACHI, H. *et al.* Amino and fatty acids composition of olive stones for the discrimination of *Olea europaea* subsp. *europaea* varieties. **Mediterranean Botany**, [S. l.], v. 41, n. 2, p. 163-172, Sep. 2020. Disponível em: <https://revistas.ucm.es/index.php/MBOT/article/download/65609/4564456554279>. Acesso em: 1 May 2021.

HEREDIA-MORENO, A. *et al.* Olive stones as a source of fermentable sugars. **Biomass**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 143-148, Jan. 1987.

HERNÁNDEZ, V. *et al.* Techno-economic and environmental assessment of an olive stone based biorefinery. **Resources, Conservation and Recycling**, [S. l.], v. 92, p. 145– 150, nov. 2014.

HOWARD, P.; PARIKH, R. S. Solution properties of Cellulose triacetate: Solubility and viscosity studies. **Journal of Polymer Science**, [S. l.], v. 6, p. 537-546, ago. 1967.

JONG, N. R. **Scale-up de produção de filme ativo de acetato de celulose incorporado com carvacrol por tape-casting**. 2018. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/189091>. Acesso em: 23 set. 2020.

MEIRELES, C. S. **Síntese e caracterização de membranas assimétricas de acetato de celulose obtido a partir da celulose do caroço de manga e do jornal**. 2011. 94 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/17504>. Acesso em: 16 jun. 2020.

NOGUEIRA, F. A. M. **Contribuição para a caracterização de "azeitonas de mesa mistas ao natural" produzidas de forma tradicional em Trás-os-Montes**: aspectos morfológicos, químicos e microbiológicos. 2012. 98 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) – Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2012. Disponível em:

<https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/7713/1/Tese%20Filipa%20Nogueira%20definitiva.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2020.

OLIVEIRA, L. K.; BIANCHI, M. L.; BRUM, S. S. Reatividade da holocelulose, celulose e lignina em reações de acetilação utilizando NBS como catalisador. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, 30, Lavras, 2007. **Resumos**. Lavras: SBQ, 2007. p 1-2. Disponível em: <http://sec.s bq.org.br/cdrom/30ra/resumos/T1653-2.pdf>. Acesso em: 1 maio 2021.

170

REIS, F. V. **Comportamento de tensão-deformação de filmes poliméricos produzidos de Triacetato de Celulose obtido através da palha de milho Zea mays**. 2019. Xx f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química Industrial) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/25407/1/ComportamentoTens% c3% a3oDeforma% c3% a7% c3% a3o.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2021.

REN, J. L. *et al.* Acetylation of wheat straw hemicelluloses in ionic liquid using iodine as a catalyst. **Carbohydrate Polymers**, [S. l.], v. 70, p. 406-414, May 2007.

RIBEIRO, S. D. **Síntese e caracterização de membranas de Triacetato de Celulose a partir do aproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar para a liberação controlada de drogas**. 2012. 115 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/17371/1/Sintesecharacterizacaomembranas.pdf>. Acesso em: 18 set. 2020.

RODRIGUES, T. L. **Acetilação de compostos lignocelulósicos oriundos do reaproveitamento de resíduo da olivicultura**. 2021. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2021.

RODRIGUES FILHO *et al.* Synthesis and characterization of cellulose acetate produced from recycled newspaper. **Carbohydrate Polymers**, [S. l.], v. 73, p. 74-82, 2008.

ROVANI, S. *et al.* Synthesis and characterization of activated carbon from agroindustrial waste – Preliminary study of 17 β -estradiol removal from aqueous solution. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 2128-2137, Jun. 2016.

SANTOS, F. C. **Nanocompósito de acetato de celulose com nanocelulose obtida a partir do bagaço de cana-de-açúcar.** 2016. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2016. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/engenharia-de-materiais/wp-content/uploads/sites/2/2013/07/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Final-Frirllei-Cardozo-dos-Santos.pdf>. Acesso em: 14 set. 2020.

SCARTON, S. Governo participa de abertura oficial da colheita de oliva, em Caçapava do Sul. **Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural**, Porto Alegre, 6 mar. 2020. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/governo-participa-da-abertura-oficial-da-colheita-de-oliva-em-cacapava-do-sul>. Acesso em: 27 maio 2020.

SILVA, J. O. **Obtenção de acetato de celulose a partir de bagaço de cana-de-açúcar e análise de degradação *in vitro*.** 2019. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11441>. Acesso em: 30 set. 2020.

SOARES, B. M. **Pré-tratamentos aquosos do bagaço e caroço de azeitona para obtenção de compostos de valor acrescentado.** 2019. 59 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2019. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/18372/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Mestrado%20Final.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2020.

SOUZA, G. P. **Síntese de hidrogel de acetato de celulose a partir do bagaço de cana-de-açúcar.** 2019. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química Industrial) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: https://quimica.saomateus.ufes.br/sites/quimica.saomateus.ufes.br/files/field/anexo/sintese_do_hidrogel_de_acetato_de_celulose_a_partir_do_bagaco_de_cana-de-acucar_gesiane_pinha_compressed_1.pdf. Acesso em: 24 set. 2020.

STEINMEIER, H. Acetate manufacturing, process and technology: chemistry of cellulose acetylation. **Macromolecular Symposia**, [S. l.], v. 208, p. 49-60, 2004. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/masy.200450405>. Acesso em: 25 jan. 2021.

STEPAN, A. M. **Bioplastics from biomass: acetylation of xylans with green chemistry.** 2013. 80 f. Thesis (Doctor of Philosophy) – Chalmers University of Technology, Göteborg, 2013. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/70603298.pdf>. Acesso em: 3 May 2021.

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. **T 222 om-02**: acid-insoluble lignin in wood and pulp. Georgia: TAPPI, 2006.

TERAMOTO, J. R. S.; BERTONCINI, E. I.; PRELA-PANTANO, A. P. Histórico da introdução da cultura da oliveira no Brasil. **Infobibos**, Campinas, 2010. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2010_4/HistoricoOliveira/index.htm. Acesso em: 23 maio 2020.

WREGGE, M. S. *et al.* Distribuição potencial de oliveiras no brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 37, n. 3, p. 656-666, set. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/2SwNjBP>. Acesso em: 5 mar. 2020.

YANG, H. *et al.* Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. **Fuel**, [S. l.], v. 86, p. 1781-1788, 2007.