

ARTIGO ORIGINAL

Valorização de resíduos agroindustriais: fontes de nutrientes e compostos bioativos para a alimentação humana

Valorization of agro-industrial waste: sources of nutrients and bioactive compounds for human consumption

Bianka Rocha Saraiva*, Ana Carolina Pelaes Vital, Fernando Antônio Anjo, Elisângela De Cesaro, Paula Toshimi Matumoto Pinto

Universidade Estadual de Maringá

Resumo. O aumento da produção de alimentos tem levado ao crescimento da geração de resíduos agroindustriais. O resíduo gerado precisa ser tratado antes de ser descartado, o que demanda custo e trabalho, e quando o descarte é feito de forma incorreta, os resíduos podem causar prejuízos ambientais. Alguns tipos de resíduos são passíveis de destinação para alimentação animal e humana devido a sua composição nutricional, entretanto a maioria deles são pouco explorados quanto as diferentes aplicações que poderiam ter. Os resíduos da produção vinícola, tanto cascas como sementes, podem ser considerados fontes de compostos fenólicos. Na casca da uva, as antocianidinas e os taninos condensados são encontrados em abundância, além dos polissacarídeos (celulose, pectinas e glucomananas). Resíduos como os das cervejarias, têm apresentado quantidades significativas de fibras e proteínas, além de compostos bioativos com atividade antioxidante elevada. Resíduos da produção de suco de laranja são ricos em fibras, óleos essenciais, carboidratos solúveis e insolúveis, e são geralmente destinados a alimentação animal ou descartados. O reaproveitamento de resíduos é uma alternativa que não beneficia somente as indústrias, agregando valor ao que era descartado, mas também podem enriquecer a alimentação humana com ingredientes nutritivos, os quais podem trazer benefícios à saúde, e que são provenientes de fontes naturais.

Palavras-chave: compostos nutritivos, valor agregado, subprodutos, antioxidantes.

Abstract. The increase in food production was due to the growth of agro-industrial waste generation. The printing is to be

E-mail: bianka_saraiva@hotmail.com

Como citar: Saraiva, B. R., Vital, A. C. P., Anjo, F. A., Cesaro, E. & Matumoto-Pinto, P. T. 2018. Valorização de resíduos agroindustriais: fontes de nutrientes e compostos bioativos para a alimentação humana. Pubsaúde, 1, a009. DOI: <https://dx.doi.org/10.31533/pubsaude1.a009>

Recebido: 28 out. 2018.

Revisado e aceito: 12 nov. 2018.

Conflito de interesse: os autores declaram, em relação aos produtos e companhias descritos nesse artigo, não ter interesses associativos, comerciais, de propriedade ou financeiros que representem conflito de interesse.

Licenciamento: Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0).

before the disposal, the omission was for the job, and when the disposal is done of the correct incorrect, the waste may sign of environmental damages. Some types of waste can be destined for animal and human food because of their nutritional composition, however, most of them are little explored as to the different applications that could have. Waste from wine production, both bark and seed, can be considered sources of phenolic compounds. In grape bark, anthocyanidins and condensed tannins are found in abundance, in addition to polysaccharides (cellulose, pectins and glucomannan). Residues such as breweries have presented significant amounts of fibers and proteins, as well as bioactive compounds with high antioxidant activity. Residues of the production of orange juice are high in fiber, essential oils, soluble and insoluble carbohydrates, and are generally intended for animal feed or discarded. Waste reuse is an alternative that not only benefits industries, adding value to what was discarded, but can also enrich human nutrition with nutritious ingredients, which can bring health benefits, and come from natural sources.

Key words: nutritional compounds, added value, by-products, antioxidants.

INTRODUÇÃO

Resíduos industriais são aqueles provenientes dos processos industriais, na forma sólida, líquida ou gasosa ou combinação dessas, e que por suas características físicas, químicas ou microbiológicas não se assemelham aos resíduos domésticos, como cinzas, lodos, óleos, materiais alcalinos ou ácidos, escórias, poeiras, borras, substâncias lixiviadas e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como demais efluentes líquidos e emissões gasosas contaminantes atmosféricas (BRASIL, 2011).

As indústrias processadoras de matéria-prima agroindustrial geram grande quantidade de resíduos, formados principalmente por resíduos sólidos como, cascas, caroços e bagaços, sendo eles provenientes do beneficiamento de diversas culturas (cana de açúcar, arroz, uva, cevada, entre outros). Os resíduos agroindustriais, em sua maioria, possuem alto valor nutritivo (fontes de proteínas, carboidratos, fibras e compostos bioativos) podendo ser reaproveitados pela indústria farmacêutica, alimentícia e química.

As proteínas presentes nos resíduos podem ser utilizadas de formas diferentes: como nutrientes para o enriquecimento de alimentos e suplementos alimentares, por meio da concentração desses nutrientes e sua aplicação no desenvolvimento de produtos, podem ser fontes de aminoácidos essenciais, os quais não são sintetizados pelo corpo, mas

são necessários e precisam ser adquiridos através da alimentação. As proteínas podem também atuar como substitutas de ingredientes emulsificantes e geleificantes, pois a maioria não oferece valor nutricional, e ainda como mimético de gordura, visto que a combinação de água com lipídeos ou carboidratos e proteínas modificadas é capaz de formar géis especiais (Pojić et al., 2018; Romeih et al., 2002; Wu, 2009).

Dentre os compostos de destaque nos resíduos, podem ser citadas as proteínas e os com atividade antioxidante (polifenóis). As proteínas, aliadas aos compostos bioativos podem conferir aos alimentos propriedades fisiológicas ou funcionais. Já é conhecido que o enriquecimento de produtos com extratos ricos em polifenóis, por exemplo, pode resultar em modificações na estrutura do produto devido à interação polifenóis-proteína podendo levar a formação de complexos solúveis ou insolúveis (Bandyopadhyay et al., 2012; Felix da Silva et al., 2016; Pelaes Vital et al., 2015), melhorando as propriedades funcionais tecnológicas dos produtos e possibilitando o consumo de alimentos ricos em compostos fenólicos (bioativos).

Os compostos bioativos, que apresentam ação antioxidante, podem combater os radicais livres produzidos naturalmente por meio da oxidação, que é indispensável à vida aeróbica do organismo. Outra característica dos radicais livres é que eles reagem com DNA, RNA, proteínas e outras substâncias oxidáveis, causando danos que contribuem para o envelhecimento e a predisposição a doenças degenerativas, tais como, o câncer, a aterosclerose, a artrite reumática, entre várias outras (Pereira et al., 2009), assim esses compostos quando ingeridos na alimentação, sem que os consumidores precisem alterar seus hábitos alimentares, podem auxiliar na prevenção de doenças.

COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E FUNCIONAL DOS RESÍDUOS

RESÍDUOS DA PRODUÇÃO VINÍCOLA

A produção de vinho é um dos setores agrícolas mais importantes da Europa. França, Itália, Grécia, Espanha e Portugal são responsáveis pela produção de mais de 60% da produção mundial de vinho. No Brasil, em 2017 foram produzidos 303,46 milhões de litros no estado do Rio Grande do Sul (IBRAVIN, 2018). No entanto, grandes quantidades de resíduos sólidos, conhecidos como bagaço de uva, são gerados a partir dessa grande produção (Rondeau et al., 2013).

O bagaço de uva é constituído por cascas, podendo estar presentes sementes e alguns talos. Após a extração industrial em destilarias, pequenas quantidades desses subprodutos são melhoradas ou recicladas, e o restante do bagaço é usado para compostagem e/ou produção de

energia. O bagaço de uva contém altos níveis de compostos fenólicos uma vez que durante o processo de produção de vinho e extração do etanol, a maioria deles permanece na casca (Rondeau et al., 2013). Desse modo, esse subproduto é uma fonte desses compostos, que se extraídos e reaproveitados podem oferecer benefícios à saúde através do seu consumo. Os compostos fenólicos são metabólitos secundários das plantas que desempenham atividades biológicas comprovadas, como ação antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, anticâncer e ação protetiva contra doenças cardiovasculares (González-Centeno et al., 2012; Yilmaz et al., 2011).

A utilização eficiente destes compostos fenólicos é importante também para minimizar o impacto ambiental. Entre os compostos fenólicos presente em maior abundância na casca da uva estão as antocianidinas e os taninos condensados. Os polissacarídeos (celulose, pectinas e glucomananos) também são encontrados em grande quantidade (Arnous & Meyer, 2008).

As antocianinas, derivadas das antocianidinas, pertencem aos compostos fenólicos flavonóides e são responsáveis pela coloração das cascas das uvas e pelas cores laranja, vermelho, rosa e azul na maioria das frutas, flores e vegetais. Além das propriedades de cor, o interesse pelas antocianinas aumentou devido a seus possíveis benefícios à saúde (Kong et al., 2003).

Com base em seu conteúdo polifenólico, vários estudos relatam uma alta atividade antioxidante deste subproduto, sugerindo que o bagaço de uva derivado da vinícola é uma fonte interessante de antioxidantes naturais para aplicação nas indústrias farmacêutica, cosmética e alimentícia (Boussetta et al., 2009; Rockenbach et al., 2011a; Rockenbach et al., 2011b).

RESÍDUOS DA PRODUÇÃO DE CERVEJA

Dentre os resíduos gerados pelas cervejarias estão o bagaço de malte, o maior em relação à quantidade, o trub e levedo (células de levedura). Como são originados de etapas diferentes, os resíduos possuem características e composição distintas.

O bagaço de malte é constituído basicamente pela casca do malte e restos de polpa (endosperma do grão), rico em fibras (aproximadamente 70%), proteínas (entre 15 e 26.2%), lipídeos (entre 3.9 e 10%), cinzas (2,5 a 4,5%), aminoácidos, vitaminas e compostos fenólicos (Aliyu & Bala, 2011; Mussatto et al., 2006; Robertson et al., 2010; Waters et al., 2012). O bagaço é geralmente utilizado na alimentação animal de ruminantes e aves, e pesquisas abordam sua utilização também na alimentação

humana, forma de produtos de panificação (Muthusamy, 2014; Townsley, 1979).

O trub é obtido após a fervura e filtração do mosto e ainda é pouco aplicado ao processamento de novos alimentos. Possui em sua composição 50 a 70% de proteínas, 10 a 20% de substâncias amargas não isomerizadas oriundas do lúpulo, 5 a 10% de polifenóis, 4 a 8% de carboidratos (pectinas, glucanos e amido); 3 a 5% de minerais e de 1 a 2% de ácidos graxos (Priest & Stewart, 2006).

Os compostos fenólicos encontrados no trub tem origem principalmente no lúpulo, o qual possui um conteúdo de substâncias bioativas relevantes (compostos fenólicos e ácidos amargos, como lupulona, cohumulona e humulona), que apresentam atividade antioxidante (Munekata et al., 2016). Ele contém também taninos, que são polifenóis naturais de grande interesse.

Os perfis fenólicos de extratos de resíduos de cerveja foram analisados por meio de técnica cromatográfica e apresentaram 14 compostos, entre eles ácidos fenólicos, derivados de ácidos amargos (humulona, cohumulona e lupulona) e flavonoides, indicando que esses extratos podem ser alternativas naturais de antioxidantes (Munekata et al., 2016). Estudos mostram que os conteúdos de flavonoides, flavonas, ácidos fenólicos e amargos, no malte e em resíduos de cervejaria, indicam um perfil fenólico amplo (Barbosa-Pereira et al., 2013; Dvorakova et al., 2008), podendo também esse resíduo ter seu valor agregado através de processamento ou não para aplicação e enriquecimento de outros produtos da alimentação humana.

RESÍDUOS DA PRODUÇÃO DE SUCO DE LARANJA

A laranja é uma fruta cítrica consumida na forma natural (descascadas) e como um suco, é uma fruta que contém muitos nutrientes, como as vitaminas C, A e B, minerais (cálcio, fósforo, potássio), fibra e compostos bioativos, incluindo flavonoides, aminoácidos, triterpenos, ácidos fenólicos e carotenoides (Meléndez-Martínez et al., 2008; Roussos, 2011).

As laranjas representam cerca de 10,5% da produção mundial de frutas, e 53% do total de suco de laranja produzido no mundo é proveniente do Brasil (Usda, 2010).

Em relação a produção de laranja, cerca de 34% é transformada em suco, o que alcança até 96% em países altamente produtores (Brasil e Estados Unidos), e essa produção elevada está associada com um grande quantidade de resíduos gerados, que equivalem a 50% do peso da fruta e apresentam umidade de 82% aproximadamente, entre eles estão a casca, polpa, sementes, folhas de laranjeira e laranja inteira que não atingem os

requisitos de qualidade (Garcia-Castello et al., 2011) e acabam sendo destinados para a alimentação animal ou descartados (Martín et al., 2010).

De forma a evitar possíveis danos ambientais e buscar a agregação de valor, esses resíduos precisam ser estudados quanto as possíveis aplicações. Em relação à composição química, o resíduo de laranja apresenta 16,9% de açúcares solúveis, 9,21% de celulose, 10,5% de hemiceluloses e 42,5% de pectina, e com uma composição rica em carboidratos solúveis e insolúveis, esse resíduo se torna passível de reutilização, com grande potencial para uso em produtos com alto valor agregado (Rivas et al., 2008).

As sementes obtidas do processamento da laranja possuem quantidade significativa de ácidos graxos insaturados, que podem ser utilizados como óleos comestíveis após refinado (Akpata & Akubor, 1999). Na composição das sementes o percentual de óleo chega a 35%, o qual é composto principalmente por triacilgliceróis (>95%) (Nagy et al., 1977).

O uso de resíduos de laranja na produção de enzimas também tem sido estudado, por meio da utilização deste como substrato para a obtenção de enzimas hidrolíticas e oxidativas envolvidas na degradação de materiais lignocelulósicos, tais como: lacase (EC 1.10.3.2), manganês peroxidase (EC 1.11.1.14), xilanase (EC 3.2.1.8) e endo-1,4 glucanase (EC 3.2.1.4), utilizando *Pleurotus ostreatus*, pertencente a um grupo de cogumelos com alto valor nutricional, propriedades terapêuticas e aplicações biotecnológicas (Cohen et al., 2002; De Carvalho et al., 2010).

Desde a obtenção de fertilizantes orgânicos (Guerrero et al., 1995), óleos essenciais (Reddy & Hendrix, 1993), pectina (Ma et al., 1993), enzimas (Djekrif-Dakhmouche et al., 2006; Garzón & Hours, 1992), até a obtenção de compostos bioativos com atividade antioxidante (Bocco et al., 1998) tem sido explorada em resíduos de suco de laranja. No entanto, essas alternativas para reutilização dos resíduos ainda não conseguem impedir que a maior parte deles permanecesse inutilizada. Novas tecnologias precisam ser estudadas para que se obtenham métodos eficazes para o aproveitamento do potencial funcional e nutricional dos resíduos na alimentação humana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos agroindustriais apresentam em sua composição nutrientes e compostos bioativos que podem ser reaproveitados na alimentação humana, de forma a agregar valor ao produto e ainda reduzir os custos necessários com o tratamento antes do seu descarte. Entre os

benefícios, alguns resíduos são fontes de proteínas, passíveis de diferentes aplicações.

REFERÊNCIAS

- Akpata, M. I. & Akubor, P. I. 1999. Chemical composition and selected functional properties of sweet orange (*Citrus sinensis*) seed flour. *Plant Foods for Human Nutrition*, 54(4), 353-362.
- Aliyu, S. & Bala, M. 2011. Brewer's spent grain: A review of its potentials and applications. *African Journal of Biotechnology*, 10(3), 324-331.
- Arnous, A. & Meyer, A. S. 2008. Comparison of methods for compositional characterization of grape (*Vitis vinifera* L.) and apple (*Malus domestica*) skins. *Food and Bioprocess Technology*, 86(2), 79-86.
- Bandyopadhyay, P., Ghosh, A. K. & Ghosh, C. 2012. Recent developments on polyphenol-protein interactions: Effects on tea and coffee taste, antioxidant properties and the digestive system. *Food and Function*, 3, 592-605.
- Barbosa-Pereira, L., Angulo, I., Paseiro-Losada, P. & Cruz, J. M. 2013. Phenolic profile and antioxidant properties of a crude extract obtained from a brewery waste stream. *Food Research International*, 51(2), 663-669.
- Bocco, A., Cuvelier, M. E., Richard, H. & Berset, C. 1998. Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Citrus Peel and Seed Extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(6), 2123-2129.
- Boussetta, N., Lanoisellé, J. L., Bedel-Cloutour, C. & Vorobiev, E. 2009. Extraction of soluble matter from grape pomace by high voltage electrical discharges for polyphenol recovery: Effect of sulphur dioxide and thermal treatments. *Journal of Food Engineering*, 95(1), 192-198.
- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. 2011. Portaria SIT n. 227 - Alterar a Norma Regulamentadora n.º 25 - Resíduos Industriais. Diário Oficial da União, Brasília.
- Cohen, R., Persky, L. & Hadar, Y. 2002. Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 58, 582-594.
- De Carvalho, C. S. M., Sales-Campos, C. & De Andrade, M. C. N. 2010. Mushrooms of the *pleurotus* genus: A review of cultivation techniques. *Interciencia*, 35(3), 177-182.
- Djekrif-Dakhmouche, S., Gheribi-Aoulmi, Z., Meraihi, Z. & Bennamoun, L. 2006. Application of a statistical design to the optimization of culture medium for α -amylase production by *Aspergillus niger* ATCC 16404 grown on orange waste powder. *Journal of Food Engineering*, 73(2), 190-197.
- Dvorakova, M., Moreira, M. M., Dostalek, P., Skulilova, Z., Guido, L. F. & Barros, A. A. 2008. Characterization of monomeric and oligomeric flavan-3-ols from barley and malt by liquid chromatography-ultraviolet detection-electrospray ionization mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1189(1-2), 398-405.
- Felix da Silva, D., Barbosa de Souza Ferreira, S., Bruschi, M. L., Britten, M. & Matumoto-Pintro, P. T. 2016. Effect of commercial konjac glucomannan and

- konjac flours on textural, rheological and microstructural properties of low fat processed cheese. *Food Hydrocolloids*, 60, 308-316.
- Garcia-Castello, E. M., Mayor, L., Chorques, S., Argüelles, A., Vidal-Brotóns, D. & Gras, M. L. 2011. Reverse osmosis concentration of press liquid from orange juice solid wastes: Flux decline mechanisms. *Journal of Food Engineering*, 106(3), 199-205.
- Garzón, C. G. & Hours, R. A. 1992. Citrus waste: An alternative substrate for pectinase production in solid-state culture. *Bioresource Technology*, 39(1), 93-95.
- González-Centeno, M. R., Jourdes, M., Femenia, A., Simal, S., Rosselló, C. & Teissedre, P.-L. 2012. Proanthocyanidin Composition and Antioxidant Potential of the Stem Winemaking Byproducts from 10 Different Grape Varieties (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(48), 11850-11858.
- Guerrero, C. C., Carrasco de Brito, J., Lapa, N. & Oliveira, J. F. S. 1995. Re-use of industrial orange wastes as organic fertilizers. *Bioresource Technology*, 53(1), 43-51.
- IBRAVIN, Instituto Brasileiro do Vinho. 2017. Cadastro vinícola: Elaboração de Vinhos e Derivados no Rio Grande do Sul - 2006 a 2017. Disponível em: <https://www.ibravin.org.br/admin/arquivos/estatisticas/1510252152.pdf>. Acesso em 06 de ago de 2018.
- Kong, J. M., Chia, L. S., Goh, N. K., Chia, T. F. & Brouillard, R. 2003. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 64, 923-933.
- Ma, E., Cervera, Q. & Mejía Sánchez, G. M. 1993. Integrated utilization of orange peel. *Bioresource Technology*, 44(1), 61-63.
- Martín, M. A., Siles, J. A., Chica, A. F. & Martín, A. 2010. Biomethanization of orange peel waste. *Bioresource Technology*, 101(23), 8993-8999.
- Meléndez-Martínez, A. J., Britton, G., Vicario, I. M. & Heredia, F. J. 2008. The complex carotenoid pattern of orange juices from concentrate. *Food Chemistry*, 109(3) 546-553.
- Munekata, P. E. S., Franco, D., Trindade, M. A. & Lorenzo, J. M. 2016. Characterization of phenolic composition in chestnut leaves and beer residue by LC-DAD-ESI-MS. *LWT - Food Science and Technology*, 68, 52-58.
- Mussatto, S. I., Dragone, G. & Roberto, I. C. 2006. Brewers' spent grain: Generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science*, 43(1), 1-14.
- Muthusamy, N. 2014. Chemical Composition of Brewers Spent Grain – a Review. *International Journal of Science, Environment and Technology*.
- Nagy, S.; Shaw, P. E. & Veldhus, M. K. 1997. *Citrus science and technology*. Westport: Avi, (1).
- Pelaes Vital, A. C., Goto, P. A., Hanai, L. N., Gomes-da-Costa, S. M., de Abreu Filho, B. A., Nakamura, C. V. & Matumoto-Pinto, P. T. 2015. Microbiological, functional and rheological properties of low fat yogurt supplemented with *Pleurotus ostreatus* aqueous extract. *LWT - Food Science and Technology*, 64(2), 1028-1035.
- Pereira, A. L. F., Vidal, T. F. & Constant, P. B. L. 2009. Antioxidantes alimentares : importância química e biológica. *Revista Nutrire*, 34(3) 231-247.

- Pojić, M., Mišan, A. & Tiwari, B. 2018. Eco-innovative technologies for extraction of proteins for human consumption from renewable protein sources of plant origin. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 93-104.
- Priest, F. G. & Stewart, G. G. 2006. *Handbook of Brewing*. 2 ed. Flórida: CRC Press and Taylor & Francis Group, 829.
- Reddy, J. B. & Hendrix, C. M. 1993. In: *Fruit Juice Processing Technology*. Nagy, S.; Chen, C. S.; Shaw, P. E. (eds). Ag. Science, Florida.
- Rivas, B., Torrado, A., Torre, P., Converti, A. & Domínguez, J. M. 2008. Submerged citric acid fermentation on orange peel autohydrolysate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(7), 2380-2387.
- Robertson, J. A., l'Anson, K. J. A., Treimo, J., Faulds, C. B., Brocklehurst, T. F., Eijsink, V. G. H. & Waldron, K. W. 2010. Profiling brewers' spent grain for composition and microbial ecology at the site of production. *LWT - Food Science and Technology*, 43(6), 890-896.
- Rockenbach, I. I., Gonzaga, L. V., Rizelio, V. M., Gonçalves, A. E. de S. S., Genovese, M. I. & Fett, R. 2011a. Phenolic compounds and antioxidant activity of seed and skin extracts of red grape (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) pomace from Brazilian winemaking. *Food Research International*, 44(4), 897-901.
- Rockenbach, I. I., Rodrigues, E., Gonzaga, L. V., Caliari, V., Genovese, M. I., Goncalves, A. E. D. S. S. & Fett, R. 2011b. Phenolic compounds content and antioxidant activity in pomace from selected red grapes (*Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L.) widely produced in Brazil. *Food Chemistry*, 127(1), 174-179.
- Romeih, E. A., Michaelidou, A., Biliaderis, C. G. & Zerfiridis, G. K. 2002. Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: Chemical, physical and sensory attributes. *International Dairy Journal*, 12(6), 525-540.
- Rondeau, P., Gambier, F., Jolibert, F. & Brosse, N. 2013. Compositions and chemical variability of grape pomaces from French vineyard. *Industrial Crops and Products*, 43(1), 251-254.
- Roussos, P. A. 2011. Phytochemicals and antioxidant capacity of orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Salustiana) juice produced under organic and integrated farming system in Greece. *Scientia Horticulturae*, 129(2), 253-258.
- Townsley, P. M. 1979. Preparation of commercial products from brewer's waste grain and trub. *MBAA Technical Quarterly*, 16, 130-134.
- Usda, 2010. *Education and research*. <http://www.usda.gov>. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em 07 de ago de 2018.
- Waters, D. M., Jacob, F., Titze, J., Arendt, E. K. & Zannini, E. 2012. Fibre, protein and mineral fortification of wheat bread through milled and fermented brewer's spent grain enrichment. *European Food Research and Technology*, 235(5), 767-778.
- Wu, G. 2009. Amino acids: Metabolism, functions, and nutrition. *Amino Acids*, 37(1).
- Yilmaz, E. E., Özvural, E. B. & Vural, H. 2011. Extraction and identification of proanthocyanidins from grape seed (*Vitis Vinifera*) using supercritical carbon dioxide. *Journal of Supercritical Fluids*, 55(3), 924-928.

MINICURRÍCULO

BIANKA ROCHA SARAIVA Engenheira de Alimentos, Mestranda em Ciência de Alimentos – Universidade Estadual de Maringá.

ANA CAROLINA PELAES VITAL Engenheira de Alimentos, Doutora em Ciência de Alimentos, Pós-doutoranda em Zootecnia – Universidade Estadual de Maringá.

FERNANDO ANTÔNIO ANJO Engenheiro de Alimentos, Mestre em Ciência de Alimentos, Doutorando em Ciência de Alimentos – Universidade Estadual de Maringá.

ELISÂNGELA DE CESARO Zootecnista, Mestranda em Zootecnia – Universidade Estadual de Maringá.

PAULA TOSHIMI MATUMOTO-PINTRO Professora Dra. no Departamento de Agronomia, Orientadora nos programas de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos e Zootecnia – Universidade Estadual de Maringá.