

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 31/03/2024.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José do Rio Preto

Bruna Caroline da Silva Lima

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE RESÍDUO
OBTIDO NO PROCESSAMENTO DE AÇAÍ APLICADO EM
HAMBÚRGUERES DE CARNE BOVINA**

São José do Rio Preto
2023

Bruna Caroline da Silva Lima

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE RESÍDUO
OBTIDO NO PROCESSAMENTO DE AÇAÍ APLICADO EM
HAMBÚRGUERES DE CARNE BOVINA**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciências de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto/SP.

Financiadora: Capes

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Andrea Carla da Silva Barretto

São José do Rio Preto
2023

L732a Lima, Bruna Caroline da Silva

Avaliação do potencial antioxidante de resíduo obtido no processamento de açaí quando aplicado em hambúrgueres de carne bovina / Bruna Caroline da Silva Lima. -- São José do Rio Preto, 2023
69 f. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientadora: Andrea Carla da Silva Barretto

1. Açaí. 2. Hambúrguer bovino. 3. Antioxidantes. 4. Extratos naturais. 5. Recuperação de resíduos. I. Título.

Bruna Caroline da Silva Lima

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE RESÍDUO OBTIDO
NO PROCESSAMENTO DE AÇAÍ QUANDO APLICADO EM
HAMBÚRGUERES DE CARNE BOVINA

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciências de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto/SP.

Financiadora: Capes

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Andrea Carla da Silva Barretto
UNESP – Campus de São José do Rio Preto
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Marise Aparecida Rodrigues Pollonio
UNICAMP – Faculdade de Engenharia de Alimentos

Prof^a. Dr^a. Larissa Tátero Carvalho
UNESP – Campus de São José do Rio Preto

São José do Rio Preto
31 de Março de 2023

Dedico este trabalho a todos que me acompanharam durante sua execução. Amigos, família, meu parceiro, que me ajudaram durante esses anos de pesquisa. Em especial à minha avó Aracelis, que foi minha segunda mãe e que levo no coração pra sempre.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais, Carlos e Silvia, pelos ensinamentos, pelo apoio e pela educação. Vocês são meu exemplo de esforço, dedicação e honestidade. De forma especial, agradeço a minha mãe, que sempre teve um cuidado especial com meus estudos e sempre me incentivou dentro da área acadêmica. Também agradeço minha irmã Milena.

À minha família, em especial ao meu primo José Vinícius, que tenho como meu irmão mais velho e que sempre me orientou nos momentos mais difíceis. Aos meus tios José Roberto e Sônia, que são meus segundos pais.

Em especial agradeço à minha avó Aracelis, que já completou sua missão nesse plano, e que durante sua jornada aqui cuidou de mim, de todos os netos e de todos os filhos com todo carinho e dedicação.

Ao meu parceiro Rafael. Obrigada por ter esse coração e bondade imensos e por aceitar ser meu companheiro. Tenho uma gratidão imensa por ter você ao meu lado em todos os momentos.

Aos amigos dessa jornada. Nathália, Caio e Luana, meus amigos da graduação que se mantiveram por todos esses 12 anos. Obrigada pelas festas, pelas risadas, pelos perrengues e pelo companheirismo. A minha família do intercâmbio, em especial a Jéssica, Ariadni, Larisse, Carol, Rafael e Bruno. Agradeço vocês infinitamente pela amizade mesmo com a distância.

Também agradeço muito meus amigos Marcello, Carol, Lucas, Gabriela e Jeniffer. Obrigada por aguentarem as reclamações, mas em especial obrigada por estarem sempre comigo em todos os momentos.

A todo o pessoal e amigos do departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos. Ao Carlos e a Danúbia em especial, Yara, Viky, Mari, Jeniffer e Eloise. Obrigada pelas risadas e pelas confraternizações. Ao técnico Luíz e ao Seu Nelcindo que deram suporte essencial à pesquisa.

A minha orientadora, professora Dr^a. Andrea Carla da Silva Barretto, que aceitou me aconselhar e ensinar esse tempo e confiou no meu trabalho.

Por fim, agradeço à inteligência suprema, causa primária de todas as coisas, pela vida e pela oportunidade de aprendizado nessa encarnação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 88887.606429/2021-00.

“Uma lição sem dor não tem sentido. Porque não é possível obter nada sem um sacrifício. Mas ao suportar e superar a dor, ele conseguirá um coração enorme e incomparável. Isso mesmo. Um coração feito aço.”

Edward Elric - Fullmetal Alchemist

RESUMO

O açaí (*Euterpe Oleracea Mart.*) é uma fruta nativa encontrada na região amazônica e de alto valor energético e comercial. Seu cultivo vem crescendo de forma considerável, gerando um grande volume de resíduo que tem por principal constituinte a semente aderida de resquícios de polpa. Estudos comprovam que esse resíduo apresenta quantidades significativas de fibras, lipídios e compostos fenólicos com atividade antioxidante. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial antioxidante do extrato de resíduo gerado na produção da polpa de açaí em hambúrgueres de carne bovina armazenados sob refrigeração e congelamento. Foram elaborados cinco tratamentos: CON (sem extrato e sem eritorbato de sódio); ERI (500 mg/g de eritorbato de sódio); ERA(B) (750 mg/kg de extrato liofilizado); ERA(M) (1000 mg/kg de extrato liofilizado) e ERA(A) (1500 mg/kg de extrato liofilizado). As análises de TBARS, pH, perda por cozimento, cor instrumental, perfil de textura e DPPH foram feitas nos tempos 0, 3, 6 e 10 dias para os hambúrgueres armazenados em condições de refrigeração (4°C) e nos tempos 0, 30, 60 e 90 dias para os hambúrgueres congelados (-18°C). No tempo 0 em específico, foram feitas análises de composição centesimal (lipídeos, umidade, cinzas e proteínas). Para o composto liofilizado foram feitas análises de compostos fenólicos totais e DPPH. Os resultados obtidos evidenciaram que o extrato de resíduo de açaí contribui para a redução da oxidação lipídica dos hambúrgueres, demonstrando ser uma alternativa de antioxidante natural para produtos cárneos.

Palavras-chave: Açaí. *Euterpe Oleracea Mart.* Hambúrguer bovino. Resíduo. Antioxidante. Extrato natural. Tecnologia de alimentos. Indústria.

ABSTRACT

Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) is a native fruit found in the Amazon region and has a high energy and commercial value. Its cultivation has been growing considerably and at the same time, a large volume of waste is generated, being its main constituent, the seed and pulp that remains attached to it. Studies are proving that this residue has significant amounts of fiber, lipids and phenolic compounds with antioxidant activity. Therefore, the purpose of this study were to evaluate the antioxidant potential of the extract produced from these residues, applied in beef patties stored under freezing and chilling. Five treatments were elaborated: ERA(B) (750 mg/kg of lyophilized extract); ERA(M) (1000 mg/kg of lyophilized extract); ERA(A) (1500 mg/kg of lyophilized extract); CON (no extract and no sodium erythorbate); ERI (500 mg/g sodium erythorbate). TBARS, pH, cooking loss/shrinkage, color parameters, texture profile and DPPH analyzes were performed at times 0, 3, 6 and 10 days for hamburgers stored under refrigerated conditions (4°C) and at times 0, 30, 60 and 90 days for frozen hamburgers (-18°C). At 0 time, specifically, analyzes of chemical composition (fat, moisture, ash and proteins) were made. For the lyophilized compound, analyzes of total phenolic compounds and DPPH were performed. The results obtained demonstrate that the açaí residue extract contributes to reduce the lipid oxidation of beef patties, proving to be a natural alternative of antioxidant for meat products.

Keywords: Açaí. *Euterpe Oleracea* Mart. Beef patties. Waste. Antioxidant. Natural extract. Food technology. Industry.

LISTA DE TABELAS

Table 1 - Formulation of all treatments of beef patties.....	57
Table 2 - Centesimal composition of beef patties.....	57
Table 3 - pH values of beef patties in two conditions of storage	57
Table 4 - Cooking loss and shrinkage of beef patties in two conditions of storage	58
Table 5 - Color parameters of beef patties at 4°C of storage	59
Table 6 - Color parameters of beef patties at -18°C of storage.....	60
Table 7 - Texture parameters analysis of beef patties at 0 day	61

LISTA DE FIGURAS

Figure 1 - By-products obtained through the processing of açaí residue	61
Figure 2 - TBARS of beef patties of all treatments. (A) at refrigeration storage (4°C). (B) at frozen storage (-18°C).....	62
Figure 3- Photographs of beef patties treatments under refrigeration	63
Figure 4 - Photographs of beef patties treatments under freezing	63
Figure 5 - In vitro antioxidant activity (%DPPH) of all treatments of beef patties, through 90 days of storage	64

Sumário

1. INTRODUÇÃO GERAL	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo Geral	11
2.2. Objetivos Específicos	11
3. REFERÊNCIAS	12
CAPÍTULO I – RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DE AÇAÍ E OUTROS CO- PRODUTOS DA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA COMO ALTERNATIVAS DE ANTIOXIDANTES PARA PRODUTOS CÁRNEOS	14
1. Introdução.....	17
2. Consumo de produtos cárneos	18
3. Produtos cárneos mais saudáveis	19
4. Processos oxidativos em produtos cárneos.....	21
5. Antioxidantes	23
6. Resíduos da indústria alimentícia como alternativa de antioxidantes.....	25
7. Açaí e seu subproduto	26
8. Conclusão	29
9. Referências	29
CAPITULO II - AÇAÍ PROCESSING RESIDUE EXTRACT AS POTENTIAL ANTIOXIDANT IN BEEF PATTIES AT DIFFERENT STORAGE TEMPERATURES	35
1. Introduction.....	38
2. Materials and Methods	39
2.1. Obtaining açaí processing residue extract and its characterization	39
2.2. Beef patties manufacture.....	40
2.3. Analytical Methods.....	40
2.3.1. DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical scavenging activity	40
2.3.2. The total phenolic compounds (TPC) determination.....	41
2.3.3. pH and centesimal composition.....	41
2.3.4. Cooking parameters	41
2.3.5. Texture profile	42
2.3.6. Instrumental color	42
2.3.7. Lipid oxidation (TBARS)	43
2.3.8. In vitro antioxidant capacity.....	43
2.3.9. Stistical analyses.....	43
3. Results and discussion.....	44
3.1. Antioxidant activity and total phenolic compounds (TPC) of freeze-dried extract ..	44

3.2.	Centesimal composition.....	44
3.3.	pH and lipid oxidation (TBARS).....	45
3.4.	Instrumental color.....	47
3.5.	Cooking loss and shrinkage rate.....	48
3.6.	Texture profile	49
3.7.	In vitro antioxidant capacity.....	49
4.	Conclusion	50
5.	References.....	51
	CONCLUSÃO GERAL	65

1. INTRODUÇÃO GERAL

A oxidação de ácidos graxos poli-insaturados em produtos cárneos durante o armazenamento e cozimento é uma das principais causas da deterioração da qualidade desses produtos, podendo resultar na formação de compostos tóxicos, como hidroperóxidos lipídicos e produtos finais de lipoxidação avançada (PAPUC et al., 2017; VAN HECKE, VAN CAMP, DE SMET, 2017). Esses produtos de oxidação podem ser parcialmente absorvidos no intestino e podem ser responsáveis por várias condições patológicas devido às suas atividades pró-aterogênicas e citotóxicas (VAN HECKE et al., 2019). A formação desses compostos durante a digestão de produtos cárneos, pode desempenhar um papel central no suposto risco epidemiológico que vincula o consumo de carne vermelha a doenças crônicas, como doenças cardiovasculares e câncer colorretal (MICHA, WALLACE, MOZAFFARIAN, 2010; VAN HECKE et al., 2019).

Antioxidantes são aplicados em carnes processadas para reduzir o processo oxidativo, e muitos extratos naturais de plantas em geral podem contribuir para isso (SHAH, BOSCO, MIR, 2014). Nos últimos anos, a indústria de produtos cárneos tem focado no desenvolvimento de produtos mais saudáveis (MUNEKATA *et al.*, 2020), atendendo um apelo dos consumidores, que buscam produtos alimentícios “clean label”. Além disso, a preferência do consumidor por aditivos naturais e preocupação com a segurança dos conservantes sintéticos levou a indústria alimentícia a procurar alternativas naturais (NIKMARAM *et al.*, 2018). Os antioxidantes naturais são atraentes para uso em produtos cárneos, pois são compatíveis em termos de solubilidade e possuem atividade antioxidante que pode ser tão boa ou melhor que a dos antioxidantes sintéticos (TURAN; ŞİMŞEK, 2021).

Dentro desse contexto, o açaí (*Euterpe oleraceae*) se torna uma alternativa de fonte desses compostos antioxidantes. Trata-se de uma fruta comumente consumida no Brasil, principalmente na região Norte. É naturalmente disseminado em toda a região amazônica

(MELO et al., 2016), mas também produzidas em outras regiões do país. Seus frutos são compostos por 10% de polpa e casca e cerca de 90% de sementes (GONÇALVES JUNIOR et al., 2016). Também possui alto valor energético e é rico em fitoquímicos com propriedades antioxidantes, antiproliferativas e anti-inflamatórias (HOGAN et al., 2010; KANG et al., 2011; YAMAGUCHI et al., 2015). A polpa de açaí é o principal produto de interesse na indústria, pois é utilizada como matéria-prima para consumo in natura e como corante natural (BARROS et al., 2015). Ela contém proteínas, fibras alimentares (RUFINO et al., 2010) e uma grande quantidade de polifenóis extraíveis, que são as principais substâncias responsáveis pelas atividades antioxidante, anti-inflamatória e anticancerígena (BARROS et al., 2015).

As sementes também possuem uma grande quantidade de compostos bioativos e esses compostos podem ser um fator importante na proposição de um destino de maior valor para este subproduto (RODRIGUES et al., 2006; WYCOFF et al., 2015). Rodrigues et al. (2006), realizaram um estudo pioneiro para determinar a composição fenólica e a atividade antioxidante dessas sementes. Desde então, alguns outros estudos também relataram sobre o perfil fenólico, antioxidante e propriedades antimicrobianas de sementes de açaí (BARROS et al., 2015; MELO et al., 2016; ROSSETTO et al., 2020).

Diante destas colocações, o presente estudo tem como objetivo avaliar o potencial antioxidante do extrato produzido a partir do resíduo obtido do processamento de polpa de açaí, aplicados em hambúrgueres de carne bovina armazenados sob refrigeração e congelamento.

5. References

- AOAC 2007. (2007). Official methods of analysis of AOAC International. Association of Official Analysis Chemists International.
- Babaoğlu, A. S., Unal, K., Dilek, N. M., Poçan, H. B., & Karakaya, M. (2022). Antioxidant and antimicrobial effects of blackberry, black chokeberry, blueberry, and red currant pomace extracts on beef patties subject to refrigerated storage. *Meat Science*, 187(November 2021). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108765>
- Bambeni, T., Tayengwa, T., Chikwanha, O. C., Manley, M., Gouws, P. A., Marais, J., Fawole, O. A., & Mapiye, C. (2021). Biopreservative efficacy of grape (*Vitis vinifera*) and clementine mandarin orange (*Citrus reticulata*) by-product extracts in raw ground beef patties. *Meat Science*, 181(April), 108609. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108609>
- Barros, L., Calhella, R. C., Queiroz, M. J. R. P., Santos-Buelga, C., Santos, E. A., Regis, W. C. B., & Ferreira, I. C. F. R. (2015). The powerful in vitro bioactivity of Euterpe oleracea Mart. seeds and related phenolic compounds. *Industrial Crops and Products*, 76, 318–322. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.05.086>
- Bellucci, E. R. B., dos Santos, J. M., Carvalho, L. T., Borgonovi, T. F., Lorenzo, J. M., & Silva-Barretto, A. C. da. (2022). Açaí extract powder as natural antioxidant on pork patties during the refrigerated storage. *Meat Science*, 184(June 2021). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108667>

- Bellucci, E. R. B., Munekata, P. E. S., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., & da Silva Barretto, A. C. (2021). Red pitaya extract as natural antioxidant in pork patties with total replacement of animal fat. *Meat Science*, 171(August 2020), 108284. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108284>
- Bourne, M. C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, 32(1), 62–67.
- de Paiva, G. B., Trindade, M. A., Romero, J. T., & da Silva-Barretto, A. C. (2021). Antioxidant effect of acerola fruit powder, rosemary and licorice extract in caiman meat nuggets containing mechanically separated caiman meat. *Meat Science*, 173(September 2020), 108406. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108406>
- Carvalho, A. V., Silveira, T. F. F., Mattietto, R. A., de Oliveira, M. S. P., & Godoy, H. T. (2017). Chemical composition and antioxidant capacity of açaí (*Euterpe oleracea*) genotypes and commercial pulps. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(5), 1467–1474. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7886>
- Gonçalves Junior, A. C., Coelho, G. F., Schwantes, D., Rech, A. L., Campagnolo, M. Â., & Miola, A. J. (2016). Biossorção de Cu (II) e Zn (II) utilizando o endocarpo de açaí *Euterpe oleracea* M. em solução aquosa contaminada. *Acta Scientiarum - Technology*, 38(3), 361–370. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v38i3.28294>
- Hogan, S., Chung, H., Zhang, L., Li, J., Lee, Y., Dai, Y., & Zhou, K. (2010). Antiproliferative and antioxidant properties of anthocyanin-rich extract from açaí. *Food Chemistry*, 118(2), 208–214. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.099>
- Kang, J., Xie, C., Li, Z., Nagarajan, S., Schauss, A. G., Wu, T., & Wu, X. (2011). Flavonoids from açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp and their antioxidant and anti-inflammatory activities. *Food Chemistry*, 128(1), 152–157. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.011>

- Liang, Z., Veronica, V., Huang, J., Zhang, P., & Fang, Z. (2022). Combined effects of plant food processing by-products and high oxygen modified atmosphere packaging on the storage stability of beef patties. *Food Control*, 133(PA), 108586.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108586>
- Martins, G. R., do Amaral, F. R. L., Brum, F. L., Mohana-Borges, R., de Moura, S. S. T., Ferreira, F. A., Sangenito, L. S., Santos, A. L. S., Figueiredo, N. G., & Silva, A. S. A. da. (2020). Chemical characterization, antioxidant and antimicrobial activities of açai seed (*Euterpe oleracea* Mart.) extracts containing A- and B-type procyanidins. *Lwt*, 132(April). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109830>
- Melo, P. S., Arrivetti, L. de O. R., de Alencar, S. M., & Skibsted, L. H. (2016). Antioxidative and prooxidative effects in food lipids and synergism with α -tocopherol of açai seed extracts and grape rachis extracts. *Food Chemistry*, 213, 440–449.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.101>
- Melo, P. S., Selani, M. M., Gonçalves, R. H., Paulino, J. de O., Massarioli, A. P., & Alencar, S. M. de. (2021). Açai seeds: An unexplored agro-industrial residue as a potential source of lipids, fibers, and antioxidant phenolic compounds. *Industrial Crops and Products*, 161(June 2020), 113204. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113204>
- Micha, R., Wallace, S. K., & Mozaffarian, D. (2010). Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Circulation*, 121(21), 2271–2283.
<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.924977>
- Muñoz, I., Díaz, M. T., Apeleo, E., Pérez-Santaescolástica, C., Rivas-Cañedo, A., Pérez, C., Cañeque, V., Lauzurica, S., & Fuente, J. de la. (2017). Valorisation of an extract from olive oil waste as a natural antioxidant for reducing meat waste resulting from oxidative

processes. *Journal of Cleaner Production*, 140, 924–932.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.175>

Munekata, P. E. S., Rocchetti, G., Pateiro, M., Lucini, L., Domínguez, R., & Lorenzo, J. M. (2020). Addition of plant extracts to meat and meat products to extend shelf-life and health-promoting attributes: an overview. *Current Opinion in Food Science*, 31, 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.03.003>

Nikmaram, N., Budaraju, S., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Cox, R. B., Mallikarjunan, K., & Roohinejad, S. (2018). Application of plant extracts to improve the shelf-life, nutritional and health-related properties of ready-to-eat meat products. *Meat Science*, 145(May), 245–255. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.031>

Papuc, C., Goran, G. V., Predescu, C. N., & Nicorescu, V. (2017). Mechanisms of Oxidative Processes in Meat and Toxicity Induced by Postprandial Degradation Products: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(1), 96–123. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12241>

Parafati, L., Restuccia, C., Palmeri, R., Fallico, B., & Arena, E. (2021). Impact of prickly pear extract on the quality parameters of beef burger patties after cooking. *Food Bioscience*, 42(May), 101146. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101146>

Prommachart, R., Belem, T. S., Uriyapongson, S., Rayas-Duarte, P., Uriyapongson, J., & Ramanathan, R. (2020). The effect of black rice water extract on surface color, lipid oxidation, microbial growth, and antioxidant activity of beef patties during chilled storage. *Meat Science*, 164(December 2019), 108091. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108091>

Rodrigues, R. B., Lichtenthäler, R., Zimmermann, B. F., Papagiannopoulos, M., Fabricius, H., Marx, F., Maia, J. G. S., & Almeida, O. (2006). Total oxidant scavenging capacity of

- Euterpe oleracea Mart. (açaí) seeds and identification of their polyphenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(12), 4162–4167.
<https://doi.org/10.1021/jf058169p>
- Rossetto, R., Maciel, G. M., Bortolini, D. G., Ribeiro, V. R., & Haminiuk, C. W. I. (2020). Açaí pulp and seeds as emerging sources of phenolic compounds for enrichment of residual yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*) through biosorption process. *Lwt*, 128(April), 109447. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109447>
- Rufino, M. do S. M., Alves, R. E., de Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., & Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121(4), 996–1002.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>
- Selani, M. M., Contreras-Castillo, C. J., Shirahigue, L. D., Gallo, C. R., Plata-Oviedo, M., & Montes-Villanueva, N. D. (2011). Wine industry residues extracts as natural antioxidants in raw and cooked chicken meat during frozen storage. *Meat Science*, 88(3), 397–403.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.01.017>
- Shah, M. A., Bosco, S. J. D., & Mir, S. A. (2014). Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Science*, 98(1), 21–33.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.03.020>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. In L. Packer (Ed.), vol. 299. *Methods in enzymology* (pp. 152–178). Academic Press.
- Turan, E., & Şimşek, A. (2021). Effects of lyophilized black mulberry water extract on lipid oxidation, metmyoglobin formation, color stability, microbial quality and sensory

- properties of beef patties stored under aerobic and vacuum packaging conditions. *Meat Science*, 178(March). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108522>
- Van Hecke, T., Goethals, S., Vossen, E., & De Smet, S. (2019). Long-Chain n-3 PUFA Content and n-6/n-3 PUFA Ratio in Mammal, Poultry, and Fish Muscles Largely Explain Differential Protein and Lipid Oxidation Profiles Following In Vitro Gastrointestinal Digestion. *Molecular Nutrition and Food Research*, 63(22), 1–12. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201900404>
- Van Hecke, T., Van Camp, J., & De Smet, S. (2017). Oxidation During Digestion of Meat: Interactions with the Diet and Helicobacter pylori Gastritis, and Implications on Human Health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(2), 214–233. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12248>
- VYNCHÉ, W. (1969). Vyncke1970 - Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a m.pdf. 1084–1087.
- Wycoff, W., Luo, R., Schauss, A. G., Neal-Kababick, J., Sabaa-Srur, A. U. O., Maia, J. G. S., Tran, K., Richards, K. M., & Smith, R. E. (2015). Chemical and nutritional analysis of seeds from purple and white açai (Euterpe oleracea Mart.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 41, 181–187. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.01.021>
- Yamaguchi, K. K. D. L., Pereira, L. F. R., Lamarão, C. V., Lima, E. S., & Da Veiga-Junior, V. F. (2015). Amazon açai: Chemistry and biological activities: A review. *Food Chemistry*, 179, 137–151. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.055>
- Zahid, M. A., Choi, J. Y., Seo, J. K., Parvin, R., Ko, J., & Yang, H. S. (2020). Effects of clove extract on oxidative stability and sensory attributes in cooked beef patties at refrigerated storage. *Meat Science*, 161(July 2019), 107972. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107972>

CONCLUSÃO GERAL

Os resíduos da indústria alimentícia podem ser uma fonte de antioxidantes naturais. Esses resíduos podem conter compostos antioxidantes naturais, como polifenóis, flavonoides, carotenoides, vitaminas e outros compostos bioativos.

Os resíduos da indústria alimentícia, como cascas de frutas e legumes, sementes e grãos, podem ser fonte valiosa desses antioxidantes naturais. A utilização desses resíduos não apenas reduz o desperdício de alimentos, mas também proporciona uma alternativa mais sustentável e econômica aos antioxidantes sintéticos usados na indústria de alimentos.

Dentro desse contexto, o extrato de resíduo de açaí demonstrou ser uma alternativa de antioxidante natural para aplicação em produtos cárneos, uma vez que contribuiu para a redução de oxidação lipídica, além de conservar outros parâmetros físico químicos dos hambúrgueres bovinos conservados sob refrigeração e congelamento.

Seria oportuno novos estudos com diferentes formas de obtenção do extrato do resíduo de açaí a fim de avaliar o efeito na quantificação de compostos bioativos com propriedades antioxidantes. Além disso, também é oportuno a aplicação do extrato de resíduo de açaí em outros produtos cárneos como os fermentados e emulsionados para avaliar a estabilidade oxidativa, dentre outras propriedades.