

Potencial antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais: revisão

Antioxidant potential of agro-industrial waste from tropical fruits: review

Potencial antioxidante de los residuos agroindustriales de frutas tropicales: revisión

Recebido: 26/02/2021 | Revisado: 07/03/2021 | Aceito: 08/03/2021 | Publicado: 16/03/2021

Anderson Lazzari

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4039-4772>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: anderson.lazzari29@gmail.com

Heloisa Dias Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1220-3652>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: heloisabbsa@gmail.com

Ingrid Caroline da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3606-0107>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: ingrid_caroline95@hotmail.com

Lucas Henrique Maldonado da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8835-3868>
Universidade Estadual de Maringá, Paraná
E-mail: lucasmaldonado7@gmail.com

Ana Paula Dada

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4548-9183>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: anapauladada2015@gmail.com

Andresa Caroline de Oliveira Cestário

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8524-006X>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: andresa_cestario@hotmail.com

Evandro Ribeiro Machado Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4065-6074>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: evandromachadofilho@gmail.com

Resumo

O Brasil é um país que se destaca por sua grande atividade agrícola, em consequência disso, é um dos países que mais produzem resíduos agroindustriais. Tem posição de destaque no que se refere à produção de frutas. Os alimentos, além de fornecerem nutrientes essenciais e necessários para a vida, fornecem compostos bioativos com propriedades biológicas ditas promotoras da saúde, tais como atividade antioxidante, anticarcinogênica de nutrientes como as vitaminas C, A e E, e de compostos fenólicos como flavonoides. O processamento dessas frutas para a elaboração de polpas e sucos é responsável pela geração de toneladas de resíduos, os quais em sua grande maioria são descartados de maneira inadequada, acarretando em grandes problemas ambientais. Como alternativa para a aplicação destes subprodutos, estudos apontam que resíduos de frutas tropicais, possuem um alto teor de compostos fenólicos e também atividade antioxidante. Foi realizado um levantamento de artigos publicados em periódicos entre os anos de 2015-2019 nas bases de dados Google Scholar, Scielo e Web of Science.

Palavras-chave: Resíduos agroindustriais; Compostos fenólicos; Atividade antioxidante.

Abstract

Brazil is a country that stands out for its great agricultural activity, as a result, it is one of the countries that most produces agro-industrial waste. It has a prominent position in terms of fruit production. Food, in addition to providing essential nutrients necessary for life, provide bioactive compounds with biological properties known to promote health, such as antioxidant, anticarcinogenic activity of nutrients such as vitamins C, A and E, and phenolic compounds such as flavonoids. The processing of these fruits to produce pulps and juices is responsible for the generation of tons of waste, most of which are disposed of inappropriately, resulting in major environmental problems. As an alternative for the application of the by-products, studies indicate that tropical fruit waste have a high content of phenolic compounds and antioxidant activity. A survey of articles published in journals between the years 2015-2019 was carried out in the Google Scholar, Scielo and Web of Science databases.

Keywords: Agro-industrial waste; Phenolic compounds; Antioxidant activity.

Resumen

Brasil es un país que se destaca por su grand actividad agrícola, por lo que es uno de los países que más produce residuos agroindustriales. Tiene una posición destacada encuanto a producción de frutas. Los alimentos, además de aportar los nutrientes esenciales necesarios para la vida, aportan compuestos bioactivos com propiedades biológicas conocidas por promover la salud, como antioxidantes, actividad anticancerígena de nutrientes como las vitaminas C, A y E, y compuestos fenólicos como los flavonoides. El procesamiento de estas frutas para la producción de pulpas y jugos es responsable de la generación de toneladas de residuos, la mayoría de los cuales se eliminan de manera inadecuada, lo que genera importantes problemas ambientales. Como alternativa para la aplicación de estos subproductos, los estudios muestran que los residuos de frutas tropicales tienen un alto contenido de compuestos fenólicos y también actividad antioxidante. Se realizó una encuesta de artículos publicados en revistas entre los años 2015-2019 en las bases de datos de Google Scholar, Scielo y Web of Science.

Palabras clave: Residuos agroindustriales; Compuestos fenólicos; Actividad antioxidante.

1. Introdução

Habitualmente, frutas são consumidas na forma *in natura*, pois suas características e qualidade nutricional são maiores. Por serem altamente perecíveis, em grande parte, são processadas e produz-se sucos, néctares e polpas. O processamento tem a finalidade de aumentar a vida de prateleira, facilitar a logística de transporte e valorização do produto final (Barret et al., 2005).

Segundo Lousada Júnior et al. (2006), a produção de polpas e sucos de manga, acerola, maracujá e caju, geram cerca de 40% de resíduos agroindustriais. O que demonstra uma necessidade cada vez maior de estudos que visem o aproveitamento desses resíduos, com enfoque na minimização de seus impactos ambientais, bem como fornecer um melhor consumo nutricional e maior economia.

Os resíduos gerados no processamento de polpa de frutas, dependem principalmente do tipo de fruta processada, os resíduos agroindústrias mais comumente encontrados são as cascas, caroço ou sementes e bagaço. Esses resíduos possuem em sua composição vitaminas, minerais, fibras e compostos antioxidantes importantes para as funções fisiológicas. No entanto, na maioria das indústrias, são desperdiçados (Matias et al., 2005).

Altas fontes de vitaminas C, E, carotenoides, compostos fenólicos e fibra alimentar são encontradas nas frutas tropicais (Gonzalez-Aguiar et al., 2008). Devido as propriedades físico-química, o consumo de frutas, aumenta os benefícios à saúde e diminui o risco de doenças crônicas. Os compostos bioativos e a alta atividade antioxidante dessas frutas, ajudam na inibição da oxidação de moléculas, impedindo as reações de oxidação (Ayala-Zavala et al., 2011).

Diante da relevância do tema, este artigo fornece uma revisão da literatura sobre a importância do aproveitamento dos resíduos agroindustriais de frutas tropicais, baseado no alto teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante dos subprodutos gerados no processamento.

2. Metodologia

Foram realizadas buscas nas bases de dados Google Scholar, Scielo e Science direct com palavras chaves para busca de dados: frutas tropicais, resíduos agroindústrias e polpa de frutas.

Os artigos que foram inclusos no presente estudo, foram estudos publicados nos idiomas português e inglês nos últimos quatro anos (2015 – 2019). Como critério de exclusão levou-se em conta artigos não disponíveis na íntegra, com repetição nas bases de dados, e que estavam fora do tema proposto.

Para inclusão dos artigos resultantes das pesquisas, foram selecionados os artigos publicados em periódicos, que apresentavam em seu título/resumo, informações sobre frutas tropicais, valor nutricional e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais e de polpa de frutas. Assim, denomina-se uma metodologia qualitativa em uma revisão bibliográfica (Pereira, Shitsuka, Pereira, & Shitsuka, 2018).

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1, obtemos os resultados da pesquisa de artigos publicados em periódicos entre os anos de 2015 a 2019. O maior número de publicações foi encontrado no Google Scholar, pois abrange todas as bases de dados. Quando foi restringido para a base de dados da Scielo e Web of Science, o número de artigos encontrados foram menores, como mostrado na tabela abaixo:

Tabela 1. Resultados da pesquisa de artigos publicados em periódicos entre os anos de 2015 a 2019.

Palavras-chave	Google Scholar	Scielo	Web of Science
Resíduos agroindustriais	5.310	50	182
Frutas tropicais	16.400	23	205
Polpa de frutas	14.600	65	193

Fonte: Autores (2019).

Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são encontrados em todas as partes dos vegetais, mas distribuídos em quantidades diferentes em cada uma delas, podendo ocorrer a variação em diferentes populações de uma mesma espécie. A variedade e o tipo de polifenóis variam com o estágio de desenvolvimento da planta, grau de maturação, condições ambientais, manejo, solo, processamento e armazenamento da matéria-prima e devido à sua diversidade química, os compostos fenólicos apresentam uma variedade de funções nos vegetais (Silva, 2003; Taiz, & Zeiger, 2009).

Os fenólicos são comumente classificados em fenóis simples ou fenóis compostos. Os flavonoides abrangem a mais ampla família de compostos fenólicos, apresentam solubilidade em água e em solventes polares como álcoois (Silva et al., 2010).

A estrutura química dos compostos fenólicos determina sua capacidade de atuar como sequestradores de radicais livres. Esta atividade antioxidante é determinada pelo tipo de composto, o grau de metoxilação e o número de hidroxilas, atuando assim como agentes redutores, exercendo proteção ao organismo contra o estresse oxidativo. Essas características são importantes na neutralização ou sequestro de radicais livres e na quelação de metais de transição, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Os intermediários formados pela ação de antioxidantes fenólicos são relativamente estáveis, devido à ressonância do anel aromático presente na estrutura destas substâncias (Gómez-Ruiz, Leake, & Ames, 2007).

Existe uma grande diversidade de compostos fenólicos na natureza, os mais abundantes nos vegetais são os taninos e flavonoides. A presença de compostos fenólicos em plantas vem sendo bastante estudado, uma vez que esses desempenham inúmeras atividades biológicas, farmacológicas, antioxidante, entre outras, e também por sua interferência em algumas características dos alimentos, como cor, aroma e a adstringência (Khoddami et al., 2013; Nagen et al., 1992).

Capacidade antioxidante

Moléculas produzidas naturalmente no organismo por meio de processos metabólitos oxidativos são denominadas de radicais livres. Embora desempenhem papel importante no desenvolvimento e manutenção de várias atividades fisiológicas, possuem um elétron não pareado, o qual pode agredir inúmeras moléculas no organismo, uma vez que fazem diferentes ligações com diversos compostos (Droge, 2002; Barreiros, & David, 2006).

À medida que os radicais livres são liberados no organismo, ocorre a produção de antioxidantes que eliminam os radicais livres em excesso. Halliwell e Guteridge (1999) definem antioxidantes como sendo qualquer substância que, quando

presente em baixa concentração comparada à do substrato oxidável, regenera o substrato ou previne significativamente a oxidação do mesmo.

A utilização de antioxidantes sintéticos é uma alternativa bastante empregada no combate aos radicais livres, os mais conhecidos são butil-hidroxil-anisol (BHA), butil-hidroxitolueno (BHT) e tri-hidroxi-butilfenona (THBP) (Barreiros, & David, 2006; Morais et al., 2006; Roesler et al., 2007).

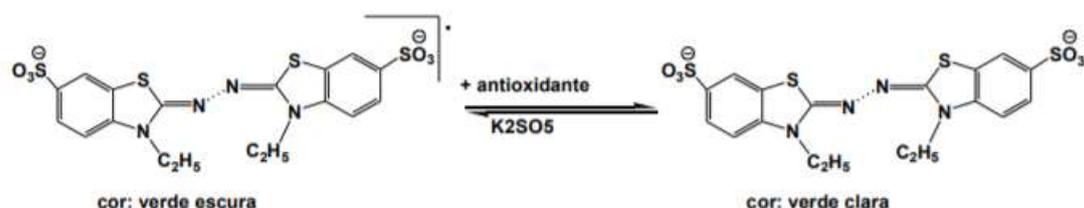
Há um grande apelo por substâncias naturais que apresentem propriedade antioxidante, de modo a diminuir ou até mesmo substituir o uso de antioxidantes sintéticos, visto que alguns estudos evidenciam que os antioxidantes sintéticos podem acarretar desenvolvimento de diversas doenças, tornando-os inviáveis para utilização (Ramalho, & Jorge, 2006).

Tocoferóis, carotenoides e flavonoides são os antioxidantes naturais mais conhecidos. Os mesmos podem ser encontrados e isolados numa grande variedade de alimentos, como ervas, sementes de frutas, especiarias, entre outros. A grande maioria desses alimentos é constituída de compostos fenólicos, vitaminas e minerais (Elmastas et al., 2007; Pérez-Jiménez, & Saura-Calixto, 2005).

Devido a grande variedade de radicais livres e esses atuarem de diferentes maneiras nos organismos vivos, a criação de um único método que seja capaz de medir a capacidade antioxidante e/ou a quantificação de antioxidantes específicos de forma simples e precisa é dificultada. Os métodos mais conhecidos e utilizados são ABTS, DPPH, FRAP, co-oxidação do β -caroteno e ácido linoleico e co-oxidação da desoxirribose (Alves et al., 2010).

O método ABTS é fundamentado na capacidade dos antioxidantes em capturar o cátion ABTS, o qual é formado pela oxidação do ABTS [2,2'-azino-bis (3-etil-benzolína-6-sulfonato)] com persulfato de potássio. Quando uma amostra contendo antioxidantes é adicionada ao cátion pré-formado, este é reduzido novamente à ABTS, ocorrendo a descoloração da solução (Figura 1). Quanto maior a descoloração, maior o potencial antioxidante (Re et al., 1999; Tomei, & Salvador, 2007).

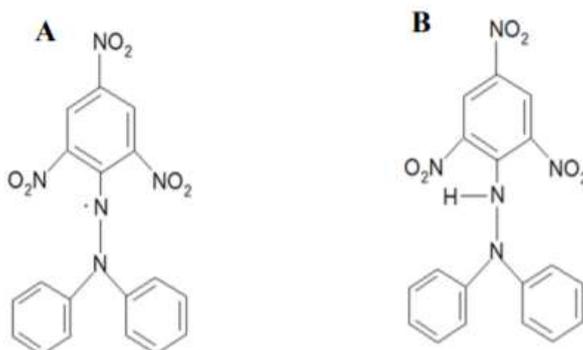
Figura 1. Estabilização do cátion radical ABTS⁺ por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.



Fonte: Borges et al. (2011).

A atividade antioxidante determinada pelo ensaio DPPH, fundamenta-se na capacidade do radical DPPH reagir com doadores de hidrogênio radiculares. As substâncias antioxidantes presentes nas amostras reagem com o DPPH, o qual recebe H[•], sendo reduzido a hidrazina (Figura 2). Com a fixação do hidrogênio retirado do antioxidante, ocorre uma descoloração da solução, deixando de ser púrpura para ser amarelada, em consequência ocorre uma redução na absorvância e quanto maior o grau de descoloração, maior o potencial antioxidante da amostra (Sanchez-Moreno et al., 1998; Pereira et al., 2013).

Figura 2. Forma radicalar (A) e não radicalar (B) do DPPH



Fonte: Alves et al. (2010).

No método de Co-oxidação do β -caroteno e ácido linoleico, ocorre a perda da coloração amarela do β -caroteno devido às estruturas radicalares formadas pela oxidação do ácido linoleico, estas estruturas atacam as duplas ligações do β -caroteno, perdendo seu cromóforo, responsável por sua cor. A presença de antioxidantes no sistema protege o ácido linoleico, prolongando ou impedindo a formação dos radicais (Huang, & Wang, 2004; Jayaprakasha et al., 2007).

O método de Co-oxidação da desoxirribose, o radical hidroxil é gerado pela reação de Fenton (Equação 1), e quantificado por meio da degradação oxidativa da desoxirribose, a qual é degradada à malonaldeído. O malonaldeído, em ambiente ácido e em alta temperatura interage com o ácido tiobarbitúrico, formando compostos de cor rosa. Se o extrato adicionado ao sistema possuir a capacidade de sequestrar OH, uma diminuição da absorvância a 532 nm pode ser observada (Zarena, & Sankar, 2009; Nascimento et al., 2014).



Frutas tropicais

Entre as frutas tropicais, a de maior destaque é a acerola, é uma espécie pertencente à família Malpighiaceae, e gênero *Malpighia*. Nativa das Ilhas do Caribe, América Central e Norte da América do Sul, no Brasil sua introdução foi apenas em 1955, e partir da década de 80 passou a ser comercializada em vários estados do país, principalmente na região Nordeste, devido às características do solo e do clima que favorecem seu desenvolvimento (Ritzinger, & Ritzinger, 2011; Chabaribery et al., 2002). Pela sua riqueza em compostos, através de produtos com geléia, suco concentrado, suplementos são maneiras de comercializar a fruta e agregar um maior valor nutricional aos produtos (Saqueti et al., 2021).

Um aumento significativo na demanda pela acerola e seus derivados tanto no mercado interno, quanto no externo nos últimos anos, deve-se em grande parte à sua composição nutricional. A acerola é rica em vitamina C, sendo uma das principais fontes naturais de ácido ascórbico. Estima-se que em cada 100g da polpa de acerola haja 600 a 1.000 mg de vitamina C. Além disso, é fonte de carotenoides e antocianinas. Tem despertado o interesse de produtores em diversas regiões do Brasil, por apresentar um bom potencial de aproveitamento industrial (Cecílio et al., 2009; Nogueira et al., 2002; Freitas et al., 2006).

Durante o processamento de acerola, geram-se resíduos que representam 40% do volume de produção. Na maioria das vezes, estes resíduos são desprezados, no entanto, poderiam ser aproveitados como fontes alternativas de nutrientes, devido à presença de antocianinas e ácido ascórbico nesses resíduos (Ritzinger, & Ritzinger, 2011).

4. Conclusão

Este estudo evidencia que ainda há muito para ser estudado e explorado em relação aos resíduos industriais e seu aproveitamento. Os resíduos das polpas de frutas tropicais, em sua grande maioria, são fontes importantes de carotenoides, fenólicos totais e vitamina C, além de possuírem considerável atividade antioxidante. Um olhar mais cuidadoso e amplo, abre a perspectiva para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios, com adição desses resíduos, agregando ao produto valor nutricional e antioxidante.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Superior (CAPES) pela assistência financeira.

Referências

- Alves, C. Q., David, J. M., David, J. P., Bahia, M. V., & Aguiar, R. M. (2010). Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. *Química Nova*, 33, 2202-2210.
- Ayala-Zavala, J. F., Veja-Veja, V., Rosa-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodríguez, J. A., Siddiqui, Md. W., Dávila- Avina, J. E., & González-Aguilar, G. A. (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Res. Int.*, 44 (7), 1866-1874.
- Barreiros, A. L. B. S., & David, J. M. (2006). Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. *Química Nova*, 29, 113-123.
- Barret, D. M., Somogyi, L. P., & Ramaswamy, H. S. (2005). Processing fruits: science and technology. Boca Raton: CRC.
- Borges, L. L., Lúcio, T. C., Gil, E. S., & Barbosa, E. F. (2011). Uma abordagem sobre métodos analíticos para determinação da atividade antioxidante em produtos naturais. *Enciclopédia Biosfera*, 7, 1-20.
- Cecílio, R. A., Medeiros, S. S., Pezzopane, J. E. M., & Garcia, G. O. (2009). Elaboração de zoneamento agroclimático da região nordeste para a cultura de acerola. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 4, 26-32.
- Chabaribery, D., Franca, T. J. F., Alves, H. S., & Freitas, S. M. (2002). Perfil das associações de fruticultores do Estado de São Paulo: demanda de tecnologia e estratégias de comercialização. *Informações Econômicas*, 32 (1), 7-25.
- Droge, W. (2002). Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiological Review*, 82, 47-95.
- Elmastas, M., Isildak, O., Turkekul, I., & Tmur, N. (2007). Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 337-345.
- Freitas, C. A. S., Maia, G. A., Costa, J. M. C., Figueiredo, R. W., & Sousa, P. H. M. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. *Revista Brasileira Agrocência*, 12, 395-400.
- Gómez-Ruiz, J. A., Leake, D. S., & Ames, J. M. (2007). In vitro antioxidante activity of coffee compounds and their metabolites. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, 55(17), 6962-6969.
- Gonzalez-Aguilar, G. A., Sánchez, M. R., Martínez-Téllez, M. A., & Olivás, G. I. (2008). Bioactive compounds in fruits: health benefits and effect of storage conditions. *Postharv. Stewart Rev.*, 4(3), 1-10.
- Halliwel, B., & Gutteridge, J. M. C. (1999). Free radicals in biology and medicine. Oxford University Press.
- Huang, L. H., & Wang, B. G. (2004). Antioxidant capacity and lipophilic content of seaweeds collected from the Qingdao coastline. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 4993-4997.
- Jayaprakasha, G. K., Negi, P. S., Jena, B. S., & Rao, J. M. (2007). Antioxidant and antimutagenic activities of Cinnamomum zeylanicum fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 330-336.
- Khoddami, A., Wilkes, M. A., & Roberts, H. (2013). Techniques for analysis of plant phenolic compounds. *Molecules*, 18, 2328-2375.
- Lousada-Júnior, J. E., Costa, J. M. C., Neiva, J. N. M., & Rodriguez, N. M. (2006). Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. *Revista Ciência Agronômica*, 37, 70-76.
- Matias, M. F. O., Oliveira, E. L., Gertrudes, E., & Magalhães, M. A. (2005). Use of fibres obtained from the cashew (*Anacardium occidentale*, L) and guava (*Psidium guajava*) fruits for enrichment of food products. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48, 143-150.
- Morais, S. M., Catunda Júnior, F. E. A., Silva, A. R. A., & Martins Neto, J. S. (2006). Atividade antioxidante de óleos essenciais de espécies de *Croton* do Nordeste do Brasil. *Química Nova*, 29, 907-910.
- Nagen, T. J., Albuquerque, T. T. O., & Miranda, L. C. G. (1992). Ácidos fenólicos em cultivares de soja: ação antioxidante. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 35, 129-138.

- Nascimento, J. L. Coelho, A. G., Barros, Y. S. O., Silva, O. A.; Freitas, R. M., & Rocha, M. S. (2014). Avaliação da atividade antioxidante in vitro do extrato hexânico da semente do bacuri (*Platoniainsignis* Mart.) e de seu complexo de inclusão com β -ciclodextrina. *Boletim Informativo Geum*, 5, 44-53.
- Nogueira, R. J. M. C., Moraes, J. A. P. V., Burity, H. A., & Silva Júnior, J. F. (2002). Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 3, 463-470.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Pereira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. UFSM. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.
- Pereira, C. T. M., Silva, C. R. P.; Lima, A., Pereira, D. M., Costa, C. N., & Neto, A. A. C. (2013). Obtenção, caracterização físico-química e avaliação da capacidade antioxidante in vitro da farinha do resíduo de acerola (*Malpighia glabra* L.). *Acta Tecnológica*, 8, 50-56.
- Pérez-Jiménez, J., & Saura-Calixto, F. (2005). Literature data may underestimate the actual activity of cereals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 5036-5040.
- Ramalho, V. C., & Jorge, N. (2006). Atividade antioxidante do α -tocoferol e do extrato de alecrim em óleo de soja purificado. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, 65, 15-20.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., & Yang, M., Riceevans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS \bullet + radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26, 1231-1237.
- Ritzinger, R., & Ritzinger, C. H. S. P. (2011). *Acerola*. *Informe Agropecuário*, 32, 17-25.
- Roesler, R., Malta, L. G., Carrasco, L. C., Holanda, R. B., Sousa, C. A. S., & Pastore, G. M. (2007). Atividade antioxidante de frutas do cerrado. *Ciência Tecnologia Alimentos*, 27, 53-60.
- Sanchez-Moreno, C., Larrauri, J. A., & Saura-Calixto, F. (1998). A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76, 270-276.
- Saqueti, B. H. F., Alves, E. S., Phonozi, I. B. S., Castilho, P.A., Castro, M. C., Souza, P. M., Favetta, P. M., Visentainer, J. G., De Oliveira Santos, O. (2021). Viabilidade da obtenção de polpa de acerola (*malpighia* spp) microencapsulada e liofilizada: Uma revisão. *Research, Society and Development*, 10 (2), e30410212536.
- Silva, M. L. C., Santana, A. S., Costa, R. S., & Koblitz, M. G. B. (2010). Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Ciências Agrárias*, 31, 669- 682.
- Silva, P. C. F. Propriedades antioxidantes in vitro de uva branca e de uva tinta e de seus respectivos vinhos elaborados. (2003). *Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos)* – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2009). *Fisiologia vegetal*. Artmed.
- Tomei, R. R., & Salvador, M. J. (2007). Metodologias analíticas atuais para avaliação da atividade antioxidante de produtos naturais. In: XI Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação.
- Zarena, A. S., & Sankar, U. K. (2009). Supercritical carbon dioxide extraction of xanthenes with antioxidant activity from *Garcinia mangostana*: Characterization by HPLC/LC-ESI-MS. *The Journal of Supercritical Fluids*, 49, 330-337.