

**Atividade antioxidante de pequenas frutas produzidas no Estado do Rio Grande do Sul,
Brasil**

Antioxidant activity of small fruits produced in the State of Rio Grande do Sul, Brazil
**Actividad antioxidante de los frutos pequeños producidos en el Estado de Rio Grande do
Sul, Brasil**

Recebido: 21/11/2020 | Revisado: 30/11/2020 | Aceito: 13/12/2020 | Publicado: 15/12/2020

Magna da Gloria Silva Lameiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3250-4273>

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

E-mail: q.a.rm@hotmail.com

Maria Ines Rodrigues Machado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8016-6999>

Universidade Federal do Cariri, Brasil

ines.machado@ufca.edu.br

Adriana Rodrigues Machado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2641-256X>

Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia, Portugal

E-mail: adririzo85@gmail.com

Elizabete Helbig

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7118-575X>

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

E-mail: helbignt@gmail.com

Rui Carlos Zambiasi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5388-6739>

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

E-mail: zambiasi@ufpel.tche.br

Resumo

A busca por pequenos frutos, por consumidores, tem aumentado nos últimos tempos devido as grandes pesquisas sobre bioativos, que trazem benefícios associados à manutenção e bem-estar da saúde. Com isso, as agroindústrias também têm focado na expansão do mercado consumidor de polpas de frutas. Assim sendo, as culturas de amora-preta e mirtilo

ganham espaço dentre outras espécies, das pequenas frutas consumidas no Brasil, despertam a atenção de consumidores, processadores de frutas, agentes comercializadores e, por consequência, por produtores em escala familiar, médio e de grande porte. O objetivo deste estudo foi avaliar a atividade antioxidante da polpa *in natura*, da polpa diluída e da polpa liofilizada de amora-preta cv. Tupy e de mirtilo cv. Powderblue. Foram utilizados frutos de amora-preta (*Rubus fruticosus*) da cultivar cv.Tupy, e mirtilos (*Vaccinium ashei Reade*) da cv. Powderblue, ambos cultivados na cidade de Morro Redondo-RS. Os frutos previamente congelados (-18°C) foram mantidos à temperatura ambiente até o descongelamento, e em seguida foram triturados em liquidificador e peneirados para obtenção da polpa, que foram diluídas com água mineral nas proporções de 50% e 75% p/v (polpa: água). As frutas também foram armazenadas e retiradas do ultrafreezer (-80°C) e imediatamente liofilizadas, após foram armazenadas em embalagens de polietileno sob congelamento (-20±2°C) até o momento das análises. A atividade antioxidante foi determinada seguindo o método descrito por Brand-Willians. Portanto, verificou-se que a polpa *-in natura* de mirtilo cv. Powderblue apresenta maior capacidade antioxidante que a amora- preta cv. Tupy.

Palavras-chave: Mirtilo; Amora -preta; Antioxidantes.

Abstract

The search for small fruits, for consumers, has increased in recent times due to the great research on bioactive, which brings benefits associated with the maintenance and well-being of health. With this, agro-industries have also focused on expanding the consumer market for fruit pulp. Thus, blackberry and blueberry crops gain space among other species, from the small fruits consumed in Brazil, attract the attention of consumers, fruit processors, marketing agents and, consequently, producers on a family, medium and large scale. The objective of this study was to evaluate the antioxidant activity of fresh pulp, diluted pulp and freeze-dried blackberry pulp cv. Tupy and blueberry pulp cv. Powderblue. Blackberries (*Rubus fruticosus*) from the cultivar cv. Tupy and blueberries (*Vaccinium ashei Reade*) from cv. Powderblue, both grown in the city of Morro Redondo-RS, were used. The previously frozen fruits (-18°C) were kept at room temperature until thawing, and then crushed in a blender and sieved to obtain the pulp, which were diluted with mineral water in the proportions of 50% and 75% w/v (pulp: water). The fruit was also stored and removed from the ultrafreezer (-80°C) and immediately freeze-dried, after which it was stored in polyethylene containers under freezing (-20±2°C) until the time of analysis. The antioxidant activity was determined following the

method described by Brand-Willians. Therefore, it was found that the pulp -in natura of blueberry cv. Powderblue presents a greater antioxidant capacity than the blackberry cv. Tupy.

Keywords: Blueberry; Blackberry; Antioxidants.

Resumen

La búsqueda de frutas pequeñas, por parte de los consumidores, se ha incrementado en los últimos tiempos debido a las grandes investigaciones sobre bioactivos, que aportan beneficios asociados al mantenimiento y bienestar de la salud. Con ello, las empresas agrícolas también se han centrado en la expansión del mercado de consumo de pulpa de fruta. Así, los cultivos de moras y arándanos ganan espacio entre otras especies, a partir de los pequeños frutos que se consumen en el Brasil, atraen la atención de los consumidores, los procesadores de frutas, los agentes de comercialización y, en consecuencia, los productores en escala familiar, mediana y grande. El objetivo de este estudio fue evaluar la actividad antioxidante de la pulpa en natura, la pulpa diluida y la pulpa liofilizada de la mora cv. Tupy y el arándano cv. Powderblue. Se utilizaron moras (*Rubus fruticosus*) del cultivar cv. Tupy y arándanos (*Vaccinium ashei* Reade) del cv. Powderblue, ambos cultivados en la ciudad de Morro Redondo-RS. Los frutos previamente congelados (-18°C) se mantuvieron a temperatura ambiente hasta su descongelación, y luego se trituraron en una licuadora y se tamizaron para obtener la pulpa, que se diluyó con agua mineral en las proporciones de 50% y 75% p/v (pulpa: agua). Las frutas también se almacenaron y sacaron del ultracongelador (-80°C) e inmediatamente se liofilizaron, tras lo cual se almacenaron en contenedores de polietileno bajo congelación (-20±2°C) hasta el momento del análisis. La actividad antioxidante se determinó siguiendo el método descrito por Brand-Willians. Por lo tanto, se verificó que la pulpa -in natura de la mora cv. Powderblue presenta mayor capacidad antioxidante que la mora cv. Tupy.

Palabra clave: Arándano; Blackberry; Antioxidantes.

1. Introdução

Pesquisas sobre bioativos para consumo humano aumentaram no passado recente devido à conscientização do consumidor sobre seus benefícios associados à manutenção e bem-estar da saúde. Entre esses compostos, aqueles relacionados à atividade antioxidante são objeto de várias pesquisas, devido à sua enorme importância na saúde humana (Paz et al., 2015).

Somado à constante procura por alimentos de baixas calorias, proporcionou a expansão da indústria de polpas congeladas de frutas nos últimos anos (Mota, 2007). Contudo, a atividade antioxidante do produto processado pode se apresentar diferente quando comparada à fruta —*in natura* e com isso pode alterar a efetividade de possíveis benefícios proporcionados ao organismo humano (Araujo, 2009). Preservar frutas altamente perecíveis constitui um grande desafio para as agroindústrias. Essas indústrias têm se concentrado principalmente em métodos de processamento que conservam a estrutura física e os atributos nutricionais e sensoriais das frutas. As agroindústrias também têm focado na expansão do mercado consumidor de polpas de frutas (Silva e Abud, 2017).

Segundo a legislação Brasileira (Ministério da Agricultura), polpa de fruta é definida como um produto não fermentado, não diluído, obtido de frutos polposos, através de processo tecnológico adequado proveniente da parte comestível do fruto, devendo apresentar características próprias da fruta. Ao mesmo tempo, devem ser obtidas de frutas sãs, não conter fragmentos das partes não comestíveis da fruta, limpas, isentas de matérias terrosas, de parasitas, de larvas e detritos de animais ou vegetais (Santos, 2004).

Em ritmo crescente, as culturas de amora-preta e mirtilo ganham espaço dentre outras espécies, das pequenas frutas consumidas no Brasil, despertam a atenção de consumidores, processadores de frutas, agentes comercializadores e, por consequência, por produtores em escala familiar, médio e de grande porte. O uso da polpa de fruta congelada está em expansão em indústrias processadoras de alimentos, como de produtos lácteos, sorvetes e de doces, o que tem aumentado o interesse de produtores e de consumidores (Kuskoski et al., 2006). A utilização de amora-preta e de mirtilo na forma de polpa congelada é uma alternativa para seu consumo (Jacques et al., 2009). Em razão da produção concentrada destas pequenas frutas, que ocorre nos meses de novembro a fevereiro, e a rápida perda de qualidade pós-colheita, há uma grande limitação quanto ao fornecimento das frutas no mercado —*in natura*. Uma alternativa para o aproveitamento econômico dessas frutas consiste em sua industrialização, podendo ser congelada, enlatada, processada na forma de polpa (como matéria-prima ou aditivo de cor e sabor), ou na forma de sucos e geléias³³

Pesquisas realizadas com polpa de amora-preta evidenciam que o emprego de altas temperaturas na conservação implica, na maioria das vezes, em redução do conteúdo de compostos bioativos presentes no produto (Jacques et al., 2010).

Com isso, a desidratação dos alimentos causa, em geral, poucas alterações, sendo algumas destas desejáveis, como a perda de água, por técnicas adequadas com a consequente

concentração dos nutrientes por unidade de peso. Ao liofilizar um produto, devido à perda de água, este, concentra suas propriedades funcionais proporcionando ao produto melhor qualidade nutricional, o que contribui diretamente para o melhor aproveitamento (Lameiro et al., 2019).

Tem-se empregado tecnologias que permitem processar a fruta na forma desidratada, fazendo com que o fruto, que antes era consumido apenas em sua época de safra, hoje possa ser consumido em qualquer período do ano (Ibarz & Barbosa-Cánovas, 1999).

Este estudo teve como objetivo avaliar a atividade antioxidante da polpa *in natura*, da polpa diluída e da polpa liofilizada de amora-preta cv. Tupy e de mirtilo cv. Powderblue.

2. Material e Métodos

A presente pesquisa caracterizou-se como um estudo laboratorial e qualitativo, com isso os métodos qualitativos são aqueles nos quais é importante a interpretação por parte do pesquisador com suas opiniões sobre o fenômeno em estudo, assim como a torna-se importante a prática reflexiva de ênfase social que se investiga e do processo de investigação (Pereira, et al., 2018).

2.1 Material

Foram utilizados frutos de amora-preta (*Rubus fruticosus*) da cultivar cv.Tupy, e mirtilos (*Vaccinium ashei Reade*) da cv. Powderblue, ambos cultivados na cidade de Morro Redondo-RS, local que apresenta latitude de 31°35'S e longitude de 52°37'O. Os frutos foram colhidos manualmente, no período de dezembro/2009 à janeiro/2010, em seu estágio apropriado de maturação e transportados ao laboratório de cromatografia do DCTA/UFPEL, sob refrigeração (0°C) em caixas de isopor, sendo então selecionados de acordo com o seu grau de sanidade. Os frutos inteiros foram imersos em água potável, após escorridos por 2 min e então acondicionados em embalagens de polietileno de alta densidade (0,45 micra) e armazenados em ultra-freezer a -80°C até o momento do processamento e das análises. Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

2.2 Processamento das polpas

Os frutos previamente congelados (-18°C) foram mantidos à temperatura ambiente até o descongelamento, e em seguida foram triturados em liquidificador e peneirados para obtenção da polpa.

A partir da polpa, foram obtidas as diluições com água mineral nas proporções de 50% e 75% p/v (polpa: água), recebendo as denominações:

Amora = polpa pura;

Amora50% = 1 parte (500 g) de polpa + 1 parte (500 mL) de água mineral;

Amora75% = 1,5 partes (750 g) de polpa + 1 parte (500 mL) de água mineral;

Mirtilo = polpa pura;

Mirtilo50% = 1 parte (500 g) de polpa + 1 parte (500 mL) de água mineral;

Mirtilo75% = 1,5 partes (750 g) de polpa + 1 parte (500 mL) de água mineral;

2.3 Processamento dos produtos liofilizados

As frutas foram retiradas do ultrafreezer (-80°C) e imediatamente liofilizadas, em liofilizador de bancada modelo FD 5505; após foram armazenadas em embalagens de polietileno sob congelamento (-20±2°C) até o momento das análises.

2.4 Avaliações

As avaliações foram realizadas em frutos —*in natura* nas polpas diluídas e nos produtos liofilizados, todas as análises em triplicata.

2.4.1 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada seguindo o método descrito por Brand-Willians et al, (1995) com alterações. Para a extração dos compostos com atividade antioxidante empregou-se metanol, e a amostra foi homogeneizada usando um Ultra-Turrax em velocidade máxima. Após maceração de 24 horas à uma temperatura de 3-4°C a amostra foi centrifugada. Foi preparada uma solução de 2,2-difenil¹-picrylhidrazil (DPPH) pesando-se 24 mg do radical livre DPPH e dissolvendo em 100 mL de metanol, após

esta foi estocada a 4°C. No momento da análise, retirou-se 10 mL desta solução, que foram diluídos em 45 mL de metanol, para preparar a solução uso. A absorbância desta solução foi ajustada para $1,1 \pm 0,02$. Para quantificação da atividade antioxidante, 100 µL do extrato da amostra foram adicionados a 3,9 mL da solução uso de DPPH, com a finalidade de completar o volume a 4 mL. A absorbância da amostra foi lida em espectrofotômetro após 24 horas em comprimento de onda de 517 nm. A atividade seqüestrante de radicais livres foi determinada pela comparação com uma curva padrão de Trolox- DPPH, que variou entre 0,10 a 5 mM ($y=0,508x$; $R^2: 0,997$). Os resultados foram expressos µmol de equivalente Trolox.g⁻¹ de amostra.

2.5 Análise estatística

Os resultados das avaliações foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância (ANOVA), teste F e teste de Tukey, com nível de significância de 5% para comparação das médias, através do programa STATISTICA versão 7.0 (2004).

3. Resultados e Discussão

Atividade antioxidante

A atividade antioxidante do fruto reflete a capacidade antiradical apresentada, expressa em µmol de equivalente Trolox.g⁻¹, após todos os antiradicais encontrados no extrato terem reagido com o radical estável DPPH (Vizzoto, 2007).

O resultados das determinações da atividade antioxidante da polpa liofilizada, da polpa e da polpa diluída de amora-preta cv. Tupy e do mirtilo cv. Powderblue estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Atividade antioxidante da polpa in natura, da polpa diluída e da polpa liofilizada de amora-preta cv. Tupy e de mirtilo cv. Powderblue.

Polpa	Atividade antioxidante ($\mu\text{mol. EqTrolox}/100\text{g}$)
Amora	$1270,86 \pm 33,34^b$
Amora 75%	$1086,51 \pm 16,25^c$
Amora 50%	$896,07 \pm 22,15^d$
Amora Liofilizada	$997,04 \pm 33,52^{c,d}$
Mirtilo	$1807,98 \pm 29,05^a$
Mirtilo 75%	$1293,96 \pm 22,42^b$
Mirtilo 50%	$1056,74 \pm 12,50^c$
Mirtilo Liofilizado	$894,74 \pm 31,46^d$

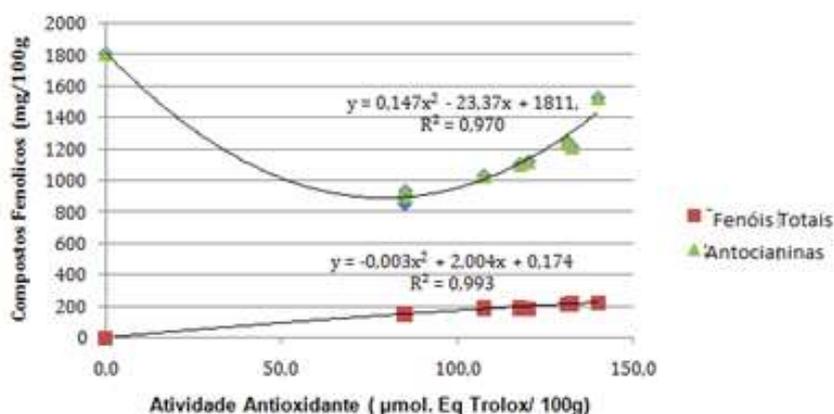
*Médias de três repetições \pm estimativa de desvio padrão;

** Letras distintas na mesma coluna indicam diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autores.

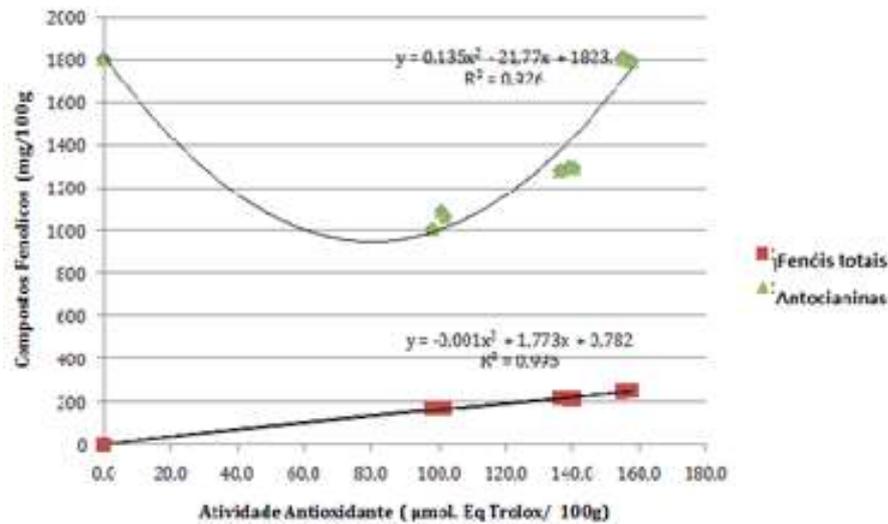
Observa-se que o mirtilo apresentou maior capacidade antioxidante que a amora-preta, coincidindo com o maior conteúdo de fitoquímicos do mirtilo. A correlação entre a atividade antioxidante (TEAC), o conteúdo de antocianinas e o conteúdo total de compostos fenólicos nos frutos estudados (amora-preta e mirtilo) estão representados nas Figuras 1 e 2.

Figura 1 - Correlação entre o conteúdo total de compostos fenólicos ($R^2 = 0,99$) e de antocianinas totais ($R^2 = 0,97$) como os valores de atividade antioxidante em TEAC ($\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$) de amora-preta.



Fonte: Autores.

Figura 2. Correlação entre o conteúdo total de compostos fenólicos ($R^2 = 0,98$) e de antocianinas ($R^2 = 0,93$) como os valores de atividade antioxidante em TEAC (μmolg^{-1}) de mirtilo.



Fonte: Autores.

A média dos valores de TEAC se correlaciona de forma positiva com a média dos valores de compostos fenólicos e de antocianinas. Para polpa de amora-preta cv. Tupy observou-se a correlação de $R^2: 0,993$ ($P < 0,01$) com o conteúdo total de compostos fenólicos e de $R^2: 0,970$ para o conteúdo total de antocianinas ($P < 0,01$) (Figura 1). Para a polpa de mirtilo cv. Powderblue foi observado com o conteúdo total de fenóis $R^2:0,975$ ($P < 0,01$) e com o conteúdo total de antocianinas $R^2:0,926$ ($P < 0,01$) (Figura 2).

Os compostos fenólicos são considerados os principais responsáveis pela atividade antioxidante em frutos (Jacques, 2009), apesar de o ácido ascórbico ter papel relevante no estresse oxidativo. Sun et. al.(2002) demonstraram que a contribuição da vitamina C na determinação da atividade antioxidante de 11 (onze) frutos é baixa e afirmaram que a maior contribuição para a atividade antioxidante de frutos se deve à composição de compostos fenólicos. Kuskoski et. al.(2006) observaram a influência majoritária dos compostos fenólicos na atividade antioxidante e, principalmente, a dos pigmentos antociânicos, em polpas de frutas como o abacaxi, a graviola, o cupuaçu e o maracujá. Pertuzatti (2010) constatou uma correção expressiva entre o conteúdo total de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante ($r^2: 0,997$) em relação ao conteúdo de outros fitoquímicos, concordando com os dados deste estudo.

De acordo com Kuskoski et. al., (2006) a relação direta de cada grupo de compostos ou dos compostos fenólico individuais, deve ser estabelecida através de estudo específico

com os compostos isolados, assim como para se determinar as quantidades diárias necessárias e ideais de antioxidantes na alimentação equilibrada, levando em consideração diversas variáveis e condições de vida de cada indivíduo.

Neste estudo, as polpas mantiveram suas propriedades antioxidantes, mas apresentaram um declínio desta propriedade após a liofilização.

A capacidade antioxidante de ambos os frutos foi afetada pelo processo de liofilização, apresentando diferença significativa dos demais tratamentos, ao nível de 5%. A polpa de amora-preta liofilizada apresentou uma redução de 21,49% na atividade antioxidante, em relação a sua polpa *in natura*. No entanto, a redução da atividade antioxidante foi mais evidente nas polpas do mirtilo liofilizado quando comparado com a polpa *in natura*, atingindo redução de 50,51%.

4. Conclusões

Pelo estudo comparativo dos dois frutos, verificou-se que a polpa *in natura* de mirtilo cv. Powderblue apresenta maior capacidade antioxidante que a amora-preta cv. Tupy, coincidindo com sua maior concentração em fitoquímicos quantificados.

Os frutos submetidos à liofilização apresentaram um declínio na sua capacidade antioxidante de aproximadamente 21,49% na polpa de amora-preta e de 50,51% na polpa do mirtilo, coincidindo com o decréscimo do conteúdo dos compostos fenólicos.

Outros trabalhos deverão ser elaborados verificando a atividade antioxidante, com outros métodos, como através do sequestro de cátion ABTS⁺ e pelo método de redução do ferro - FRAP.

Referências

Araújo, P. F. (2009). Atividade antioxidante de néctar de amora-preta (*Rubus* spp.) e sua influência sobre os lipídios séricos, glicose sanguínea e peroxidação lipídica em hamsters (*Mesocricetus auratus*) hipercolesterolêmicos. 123f. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Ciências e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

- Brand, W., Cuvelie, R, M. E., Berser, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant. Activity Lebensm.-Wiss. u.-Technol, 28, 25-30.
- Ibarz, A., Barbosa-Cánovas, G. V. (1999). Operaciones unitárias de la ingeniería de alimentos. Lancaster: Tec. Publishing, 822.
- Jacques, A. C., et. al., (2009). Compostos bioativos em pequenas frutas cultivadas na região sul do Estado do Rio Grande do Sul. Braz. J. Food Technol., 12(2), 123-127.
- Jacques, A. C., et. al., (2010). Estabilidade de compostos bioativos em polpa congelada de amora-preta (*Rubus fruticosus*) cv. Tupy. Quím. Nova, 33(8), 1720-1725.
- Kuskoski, E. M., et. al., (2006). Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. Ciênc. Rural, 36(4), 1283-1287.
- Lameiro, M. D. G. S., Machado, M. I. R., Machado, A. R., & Zambiasi, R. C. (2019). Características físico-químicas da amora-preta (*rubusfruticosus*) e mirtilo (*vacciniumasheireade*) em seus produtos liofilizados. *Global Science and Technology*, 12(1).
- Mota, R.V.(2007). Características Químicas e Aceitabilidade de Geléias de Amora-preta de Baixo Teor de Sólidos Solúveis. Braz. J. Food Technol., 10(2), 116-121.
- Paz, M., Gúllon, P., Barroso, M. F., Carvalho, A. P., Domingues, V. F., Gomes, A. M., & Delerue-Matos, C. (2015). Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. *Food Chemistry*, 172, 462-468.
- Pereira, A. S., et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.
- Pertuzatti, P. B.(2009). Compostos bioativos em diferentes cultivares de mirtilo (*VacciniumasheiReade*). 68f. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Ciências e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Santos, C. A. A., Coelho, A. F., Carreiro, S. C.(2004). Avaliação microbiológica de polpas de frutas congeladas. *Ciênc.e Tecn. de Alimentos*, 28(4), 913-915.

Silva, C. E. de F., & Abud, A. K. S. (2017). Tropical Fruit Pulps: Processing, Product Standardization and Main Control Parameters for Quality Assurance. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 60, e17160209. <https://dx.doi.org/10.1590/1678-4324-2017160209>

Statistica–Statsoft, Inc. Statistica (software de análise de dados do sistema), aversão 7. www.statsoft.com. 2004.

Sun, J., et. al., (2002). Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. *J Agric Food Chem*, 50, 7449–7454.

Vizzotto, M. et al., (2007). Large variation found in the phytochemical and antioxidant activity of peach and plum germplasm. *J. of American Society for the Horticultural Science*, Stanford, 132(3), 334-340.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Magna da Gloria Silva Lameiro - 30%

Maria Ines Rodrigues Machado -25%

Adriana Rodrigues Machado -25%

Elizabete Helbig -10%

Rui Carlos Zambiasi - 10%