

Compostos bioativos e potencial antioxidante de diferentes acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* do banco ativo de germoplasma de açaí

Bioactive compounds and antioxidant potential of different accessions of *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria* from the active açaí germoplasm bank

Compuestos bioactivos y potencial antioxidante de distintas accesiones de *Euterpe oleracea* y *Euterpe precatoria* del banco de germoplasma activo açaí

Recebido: 01/09/2022 | Revisado: 07/09/2022 | Aceito: 12/09/2022 | Publicado: 19/09/2022

Camile Ramos Lisboa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4289-2575>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: camilerl14@gmail.com

Maria do Socorro Padilha de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4753-2018>
Embrapa Amazônia Oriental, Brasil
E-mail: socorro-padilha.oliveira@embrapa.br

Renan Campos Chisté

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4549-3297>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: rcchisté@ufpa.br

Ana Vânia Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0369-6851>
Embrapa Amazônia Oriental, Brasil
E-mail: ana-vania.carvalho@embrapa.br

Resumo

O Banco Ativo de Germoplasma de açaí (*Euterpe* spp), BAG Açaí, da Embrapa Amazônia Oriental (Belém, PA, Brasil) possui um grande número de acessos de três espécies, das quais duas *E. oleracea* e *E. precatoria* subsidiam o melhoramento genético. Este estudo teve como objetivo investigar as diferenças químicas dos frutos de oito acessos de ambas as espécies conservados nesse BAG por meio dos parâmetros de rendimento de polpa, lipídeos totais, compostos fenólicos totais, flavonoides totais, antocianinas monoméricas totais e avaliação da capacidade antioxidante (sequestro do radical ABTS). De maneira geral, os acessos de *E. precatoria* apresentaram faixas de teores de lipídeos (19-53%), compostos fenólicos totais (769-2414 mg/100 g), flavonoides totais (164-325 mg/100 g), antocianinas monoméricas totais (76-1822 mg/100 g) e capacidade antioxidante (35-96 µM equivalente de Trolox/g) superiores aos acessos de *E. oleracea*, destacando-se o acesso PL01 (*E. precatoria*). Dos acessos de *E. oleracea*, o L2PL5 foi o que apresentou o maior teor de antocianinas monoméricas totais (736 mg/100 g), flavonoides totais (306 mg /100 g) e capacidade antioxidante (53 µM equivalente de trolox/g). Portanto, os acessos PL01 e L2PL5 foram os materiais mais promissores para dar continuidade às pesquisas de melhoramento genético.

Palavras-chave: Açaí; Compostos bioativos; Compostos fenólicos; Banco de germoplasma.

Abstract

The Active Germplasm Bank of Açaí (*Euterpe* spp), BAG Açaí, of Embrapa Amazon Eastern (Belém, PA, Brazil) has a large number of genotype of three species, of which two *E. oleracea* and *E. precatoria* subsidize the genetic improvement. This study aimed to investigate the chemical differences of the fruits of eight genotype of both species conserved in the BAG through the parameters of pulp yield, total lipids, total phenolic compounds, total flavonoids, total monomeric anthocyanins and the evaluation of the antioxidant capacity (ABTS radical scavenging). In general, the genotype of *E. precatoria* presented ranges of lipid contents (19-53%), total phenolic compounds (769-2414 mg/100 g), total flavonoids (164-325 mg/100 g), total monomeric anthocyanins (76-1822 mg/100 g) and antioxidant capacity (35-96 µM equivalent of Trolox/g) were higher than genotypes of *E. oleracea*, with accession PL01 (*E. precatoria*) being the most prominent. Of the species *E. oleracea*, genotype L2PL5 presented the highest content of total monomeric anthocyanins (736 mg/100 g), total flavonoids (306 mg/100 g) and antioxidant capacity (53 µM trolox equivalent/g). Therefore, accessions PL01 and L2PL5 were the most promising materials to continue the genetic improvement research.

Keywords: Açaí; Bioactive compounds; Phenolic compounds; Germplasm bank.

Resumen

El Banco de Germoplasma Activo de Açaí (*Euterpe spp*), Açaí BAG, de Embrapa Amazônia Oriental (Belém, PA, Brasil) posee un gran número de accesiones de tres especies, dos de las cuales *E. oleracea* y *E. precatoria* subsidian el mejoramiento genético. Este estudio tuvo como objetivo investigar las diferencias químicas de los frutos de ocho accesiones de ambas especies conservadas en esta BAG a través de los parámetros de rendimiento de pulpa, lípidos totales, compuestos fenólicos totales, flavonoides totales, antocianinas monoméricas totales y evaluación de la capacidad antioxidante (secuestro de la radical ABTS). En general, las accesiones de *E. precatoria* presentaron rangos de contenido de lípidos (19-53%), compuestos fenólicos totales (769-2414 mg/100 g), flavonoides totales (164-325 mg/100 g), antocianinas monoméricas totales (76 -1822 mg/100 g) y la capacidad antioxidante (35-96 μ M equivalente de Trolox/g) fueron superiores a las accesiones de *E. oleracea*, siendo la accesión PL01 (*E. precatoria*) la más destacada. Entre las accesiones de *E. oleracea*, L2PL5 presentó el mayor contenido de antocianinas monoméricas totales (736 mg/100g), flavonoides totales (306 mg/100g) y capacidad antioxidante (53 μ M equivalente trolox/g). Por lo tanto, las accesiones PL01 y L2PL5 fueron los materiales más promisorios para continuar con la investigación de mejoramiento genético.

Palabras clave: Açaí; Compuestos bioactivos; Compuestos fenólicos; Banco de germoplasma.

1. Introdução

Os frutos de açaí das espécies de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* são amplamente conhecidos e consumidos na Amazônia brasileira, e ambas as espécies vêm despertando interesse tanto da comunidade científica quanto da indústria de alimentos devido ao elevado teor de compostos bioativos presentes na polpa de seus frutos. As antocianinas são os principais compostos fenólicos presentes nos frutos de açaí, sendo responsáveis pela coloração roxa da polpa, com predomínio da cianidina 3-glicosídeo e cianidina 3-rutinosídeo, representando aproximadamente 2% da composição do fruto (Pacheco-Palencia et al., 2009; Yamaguchi et al., 2015; Carvalho et al., 2016; Garzón et al., 2017; Torma et al., 2017). Ressalta-se que a literatura disponível reporta teores de antocianinas 50% superiores em *E. precatoria* quando comparados aos teores em frutos de *E. oleracea* (Pacheco-Palencia et al., 2009).

O conhecimento da variação genética em acessos das referidas espécies conservados em bancos ativos ou coleções de germoplasma é fundamental para subsidiar programas de melhoramento genético direcionados para a obtenção de variedades ou cultivares com características agrônomicas desejáveis ao mercado de polpa e corantes naturais, por auxiliar na seleção de materiais genéticos com elevados teores de compostos bioativos (De Sousa et al., 2015). Para tanto, tem-se disponível 390 acessos no único Banco Ativo de Germoplasma de Açaí (*Euterpe spp*), do Brasil (Alelo, 2022), BAG Açaí, representado por três espécies, dentre elas: *E. oleracea* e *E. precatoria*. Neste BAG os acessos são constantemente avaliados e caracterizados para diferentes parâmetros, como por exemplo aspectos agrônomicos, físico-químicos, nutricionais, entre outros, para que sejam disponibilizados para diferentes pesquisas.

A Embrapa Amazônia Oriental estabeleceu, a partir de 1990, um programa de melhoramento genético para o açaizeiro, com ênfase na produção de frutos, o qual recebe apoio do BAG Açaí com a indicação de acessos e de plantas desejáveis. Em 2004, foi lançada a primeira cultivar de açaí para condições de terra firme, a BRS Pará, sendo uma população melhorada formada por 25 materiais elites do BAG Açaí e cujas principais características são: bom perfilhamento, menor tempo de produção, boa produtividade, frutos de coloração violáceo e bom rendimento de polpa (Oliveira & Farias Neto, 2005). Mais recentemente, este programa disponibilizou uma nova cultivar, BRS Pai d' Égua, também com o uso de germoplasma desse BAG (Farias Neto, 2019).

A caracterização química de frutos provenientes de estudos de melhoramento genético é indispensável para a tomada de decisão sobre os melhores acessos e visa subsidiar a identificação de indivíduos com características superiores, no intuito de proporcionar o lançamento de novas cultivares que atendam às necessidades dos produtores, do mercado, e, conseqüentemente, proporcionar um avanço do conhecimento científico sobre as espécies (Mattietto et al., 2016).

Portanto, este estudo teve como objetivo caracterizar quimicamente diferentes acessos de *E. oleracea* e *E. precatória* provenientes do BAG Açáí e conservados na Embrapa Amazônia Oriental, para teores dos principais compostos bioativos, nomeadamente os compostos fenólicos e a capacidade antioxidante, buscando investigar as diferenças químicas entre os acessos analisados para subsidiar as ações de melhoramento genético do açazeiro.

2. Metodologia

Foram realizadas análises físico-químicas em laboratório, de acordo com o que preconiza a pesquisa científica (Pereira et al., 2018), a fim de quantificar o teor de lipídeos, compostos fenólicos, antocianinas e capacidade antioxidante da polpa de diferentes acessos de *E. precatória* e *E. oleracea*.

Matéria-prima e rendimento da polpa

Amostras de frutos maduros de dezesseis acessos, sendo oito de *E. oleracea* e oito de *E. precatória* foram obtidas do Banco Ativo de Germoplasma de Açáí (BAG-Açáí) da Embrapa Amazônia Oriental, localizado em Belém, Pará, Brasil (latitude 01°0'28"S, longitude 048°0'27"W), no período de março a setembro de 2019. Para *E. oleracea* as amostras recebidas foram codificadas como: L2PL5, L2PL6, L2PL14, L3PL3, L3PL20, L4PL16, L7PL1 e L11PL18; enquanto as de *E. precatória* receberam os seguintes códigos: PL01, PL02, PL03, PL04, PL06, PL07, PL08 e PL30. O acesso aos frutos selecionados foi registrado no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e Conhecimentos Tradicionais Associados (SisGen, ADE7DEC).

Todas as amostras de *E. oleracea* foram obtidas dentro da população melhorada (CV BRS Pará), conservada no BAG Açáí. As amostras de *E. precatória* utilizadas nesse trabalho também estão conservadas neste BAG, sendo procedentes do Acre. Todos os acessos estão conservados na forma *ex situ*, a campo em condições de terra firme.

Cada amostra foi representada por, aproximadamente, 2 kg de frutos sadios e maduros, as quais logo após a análise dos cachos foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e imediatamente transportadas ao Laboratório de Agroindústria Da Embrapa Amazônia Oriental. Logo após a recepção, os frutos de cada amostra foram selecionados, lavados em água corrente, sanitizados por imersão em água contendo 30 mg/L de cloro livre por 15 min, seguido de amolecimento dos frutos em água quente (60 °C/15 min). O despulpamento mecânico foi realizado em despulpadeira própria para açáí, de aço inoxidável tipo "batedeira" (METVISA® DG.10, Belém, Brasil), previamente sanitizada (solução aquosa de hipoclorito de sódio a 200 mg/L). O despulpamento foi realizado na proporção de 2:1 (fruto:água, m/v) em um tempo médio de 5 minutos por amostra, sendo as sementes mais borra descartadas.

O rendimento (%) das polpas de açáí para cada acesso foi determinado pela razão entre a massa de polpa obtida após o despulpamento e a massa de frutos submetidos ao despulpamento. As polpas obtidas foram acondicionadas em formas de aço inoxidável, identificadas, e em seguida foram congeladas à -18 °C em câmara fria. Após o congelamento, o material foi submetido à liofilização em liofilizador de bancada (Liotop, modelo L101) por 72 h. As amostras liofilizadas foram acondicionadas ao abrigo da luz e mantidas a 10 °C até o momento de realização das análises.

Teor de lipídeos totais, compostos bioativos e capacidade antioxidante

As amostras liofilizadas obtidas a partir de cada acesso de açáí foram caracterizadas com relação ao teor de lipídeos totais pelo método soxhlet realizado de acordo com a Association of Official Analytical Chemists (2011). Os compostos fenólicos totais foram determinados de acordo com metodologia sugerida por Singleton & Rossi (1965; modificado por Georgé et al., 2005) e os resultados expressos em mg equivalente ao ácido gálico por 100 g de açáí liofilizado em base seca (b.s.). A

quantificação de flavonoides totais foi realizada de acordo com o procedimento descrito por Meda et al. (2005) e os resultados expressos em mg equivalente a quercetina por 100 g em base seca (b.s.) Para a quantificação de antocianinas monoméricas totais e antocianinas totais utilizou-se o método espectrofotométrico do pH diferencial, conforme descrito por Giusti e Wrolstad (2001), sendo os resultados expressos em mg equivalente de cianidina 3-glicosídeo por 100 g em base seca (b. s.). A capacidade antioxidante pelo método *Trolox equivalent antioxidant capacity* (TEAC) foi determinada de acordo com o procedimento proposto por Rufino et al. (2007), sendo os resultados calculados e expressos em μM equivalente de trolox por grama em base seca (b.s.) ($\mu\text{M ET/g}$).

Análise estatística

As médias dos acessos foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa STATISTICA® versão 7.0. Adicionalmente, foram realizadas análises de correlação de Pearson ($p < 0,05$) para avaliar a correlação entre os teores dos compostos bioativos e a capacidade antioxidante. Além disso, todos os dados de caracterização das polpas de açaí das duas espécies foram avaliados por análises multivariadas utilizando os valores de rendimento, lipídeos totais, compostos fenólicos totais, flavonoides totais e antocianinas monoméricas totais como variáveis ativas, e a capacidade antioxidante (CA-ABTS) como variável suplementar. Para a análise de componentes principais (PCA), utilizou-se o software UNSCRAMBLER® Camo Analylics AS. versão 11.0, com o objetivo de classificar/agrupar as amostras das referidas espécies de acordo com os parâmetros selecionados.

3. Resultados e Discussão

Rendimento de polpa, lipídeos totais, compostos bioativos e capacidade antioxidante dos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatória*

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de rendimento de polpa, lipídeos totais, compostos bioativos e capacidade antioxidante dos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatória* avaliados.

Tabela 1. Valores para rendimento de polpa, lipídeos totais, compostos bioativos e capacidade antioxidante em oito acessos de *E. oleracea* e oito de *E. precatória* conservados no BAG Açaí da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

Espécie	Acessos	Rendimento de polpa (%)	Lipídeos totais (%)	Compostos fenólicos totais (mg EAG/100 g) ¹	Flavonoides totais (mg QC/100 g) ²	Antocianinas monoméricas totais (mg C3G/100g) ³	Antocianinas totais (mg C3G/100g) ⁴	Capacidade antioxidante (µM ET/g) ⁵
<i>Euterpe oleracea</i>	L2PL5	43,15	24,92 ± 0,09 ^{fg}	1272,21 ± 36,59 ^{de}	306,55 ± 7,70 ^{ab}	736,05 ± 5,27 ^{cd}	928,12 ± 17,33 ^e	53,77 ± 3,56 ^e
	L2PL6	23,50	20,08 ± 0,03 ^h	794,44 ± 6,99 ⁱ	268,49 ± 5,62 ^{bc}	177,83 ± 0,58 ^{gh}	253,17 ± 0,87 ^e	31,63 ± 1,19 ^{gh}
	L2PL14	33,50	27,88 ± 0,05 ^e	1321,45 ± 26,44 ^d	225,48 ± 18,56 ^{cdef}	704,23 ± 2,13 ^d	891,77 ± 13,03 ^e	64,14 ± 1,84 ^{cd}
	L3PL3	42,14	31,19 ± 0,34 ^d	966,89 ± 19,71 ^h	168,06 ± 14,99 ^{gh}	404,26 ± 20,17 ^{efg}	509,58 ± 14,12 ^a	41,08 ± 1,21 ^f
	L3PL20	24,63	16,39 ± 0,06 ⁱ	1046,37 ± 13,91 ^g	197,62 ± 13,10 ^{efg}	226,76 ± 3,35 ^{fgh}	249,31 ± 3,71 ^f	35,67 ± 0,79 ^{fgh}
	L4PL16	27,07	23,60 ± 1,34 ^g	794,38 ± 1,16 ⁱ	166,79 ± 12,50 ^{gh}	104,07 ± 2,37 ^h	153,71 ± 2,96 ^d	32,31 ± 0,65 ^{fgh}
	L7PL1	26,17	23,50 ± 0,06 ^g	741,50 ± 6,21 ⁱ	237,15 ± 7,49 ^{cde}	255,29 ± 6,69 ^{fgh}	339,25 ± 8,07 ^f	34,89 ± 0,94 ^{fgh}
	L11PL18	22,42	33,06 ± 0,07 ^d	1020,94 ± 1,68 ^{gh}	136,75 ± 10,52 ^h	318,65 ± 13,11 ^{fgh}	449,79 ± 9,71 ^b	30,32 ± 0,00 ^h
	Média	30,32 ± 8,31	25,08 ± 5,53	994,77 ± 217,86	213,36 ± 57,04	365,89 ± 236,25	477,46 ± 288,92	40,48 ± 12,19
CV (%)	27,41	22,05	21,90	26,73	64,57	60,51	30,11	
<i>Euterpe precatória</i>	PL01	18,64	49,21 ± 0,12 ^b	2414,11 ± 5,37 ^a	325,07 ± 7,21 ^a	1822,22 ± 78,40 ^a	2131,39 ± 53,77 ^a	96,54 ± 0,00 ^a
	PL02	23,28	23,16 ± 0,13 ^g	1823,02 ± 14,69 ^b	165,49 ± 8,44 ^{gh}	890,12 ± 59,12 ^{cd}	1099,60 ± 41,22 ^d	72,66 ± 2,63 ^{bc}
	PL03	34,52	53,10 ± 0,09 ^a	1124,56 ± 11,49 ^f	251,53 ± 1,94 ^{cd}	76,36 ± 0,73 ^h	134,69 ± 0,55 ^f	40,75 ± 0,37 ^f
	PL04	20,00	38,27 ± 0,68 ^c	1666,39 ± 28,75 ^c	205,38 ± 8,13 ^{defg}	1009,31 ± 43,97 ^{bc}	1284,18 ± 29,62 ^c	81,49 ± 3,44 ^b
	PL06	25,72	51,97 ± 0,27 ^a	1239,97 ± 30,14 ^e	249,52 ± 15,57 ^{cd}	580,64 ± 30,60 ^{de}	787,35 ± 39,76 ^g	39,73 ± 0,49 ^{fg}
	PL07	45,19	25,98 ± 0,22 ^{ef}	1661,09 ± 5,83 ^c	326,75 ± 17,13 ^a	1273,74 ± 27,51 ^b	1492,76 ± 53,64 ^b	60,99 ± 0,13 ^{de}
	PL08	42,17	48,64 ± 0,65 ^b	769,42 ± 7,76 ⁱ	183,80 ± 11,66 ^{fgh}	435,72 ± 26,23 ^{ef}	563,53 ± 30,71 ^e	35,13 ± 0,83 ^{fgh}
	PL30	33,72	19,11 ± 0,01 ^h	1030,48 ± 16,36 ^{gh}	164,45 ± 11,49 ^{gh}	692,09 ± 57,13 ^d	860,79 ± 65,00 ^g	56,87 ± 0,96 ^{de}
	Média	30,41 ± 10,03	38,68 ± 14,04	1466,13 ± 527,41	234,00 ± 65,81	847,53 ± 537,10	1044,28 ± 609,65	60,52 ± 21,93
CV (%)	32,99	36,30	38,00	28,12	63,37	58,38	36,24	

Os teores de compostos bioativos e capacidade antioxidante (média ± desvio padrão, n=3, base seca) foram expressos em equivalentes de ¹ácido gálico (EAG), ²quercetina (QC), ^{3,4}cianidina 3-glicosídeo (C3G) e ⁵Trolox (ET, método ABTS). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey. Fonte: Autores (2022).

Observou-se que os acessos apresentaram alta variação para rendimento da polpa de açaí (18,64% a 45,19%), mas com médias gerais similares, de 30,32% e 30,41%, para os acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria*, respectivamente (Tabela 1). Os acessos L2PL5 e L3PL3 de *E. oleracea* e os acessos PL07 e PL08 de *E. precatoria* expressaram os maiores rendimentos, com valores superiores a 40%; já o acesso PL01 de *E. precatoria* teve o menor valor (18%). O rendimento em polpa é uma informação importante para as indústrias beneficiadoras de açaí devido ao maior lucro que se pode obter com frutos que rendem maior quantidade. A estratégia mais promissora para o melhoramento genético seria conciliar as características de maior rendimento de polpa com os maiores teores de compostos bioativos.

Carvalho & Muller (2005), ao avaliarem a caracterização biométrica e o rendimento percentual da polpa de 50 frutas nativas da Amazônia verificaram que o grupo com a categoria de baixo rendimento (21% a 40%) englobou 28% das espécies, incluindo a polpa de açaí (*Euterpe oleracea*), com valor médio de 26,4%. Segundo aqueles autores, as diferentes espécies de frutas podem ser enquadradas nas seguintes categorias, de acordo com o rendimento apresentado: muito baixo (igual ou inferior a 20%), baixo (entre 21% e 40%), médio (entre 41% e 60%), alto (entre 61% e 80%) e muito alto (superior a 81%). Portanto, de acordo com a classificação proposta por Carvalho & Muller (2005), os rendimentos das polpas de *E. oleracea* e *E. precatoria* avaliadas neste estudo podem ser caracterizados como baixos, exceto para os frutos dos acessos L2PL5, L3PL3, PL07 e PL08, classificados como médio rendimento, e os frutos do acesso PL01 (*E. precatoria*) que foram classificados como muito baixo rendimento (18,64%).

Campos et al. (2016), em estudo utilizando polpa de açaí de *E. precatoria*, reportaram que frutos dessa espécie obtidos em área de baixo apresentaram a menor média de rendimento de polpa (24,71%), enquanto os de terra firme a maior média (40,75%). Considerando que todos os frutos de *E. precatoria* investigados no presente estudo foram obtidos de plantas de terra firme e que os rendimentos de polpa variaram de 19% a 45%, não parece haver diferença entre tais resultados e aqueles reportados por Campos et al. (2016), tanto para frutos de áreas de baixo quanto os de terra firme.

Com relação ao teor de lipídeos totais foram observadas diferenças significativas entre as polpas dos diferentes acessos (Tabela 1), com valores variando de 16,39 % a 33,06 % para acessos de *E. oleracea* e 19,11 a 53,10 % para os de *E. precatoria*. Para essa característica, dois acessos de *E. precatoria*, o PL06 e o PL03, apresentaram os maiores teores com 53,10 % e 51,97 %, respectivamente, sendo estatisticamente iguais entre si e diferentes dos demais acessos. Nascimento et al. (2008) em estudo com amostras de *E. oleracea* obtiveram teores de lipídeos de 42,61 % para polpa comercial; já Freitas et al. (2015) observaram valores entre 38 % e 58 % referentes a três marcas comerciais de polpa de açaí congelada; e Silva et al. (2017) observaram teores entre 41,52 % e 57,52 % referentes a dez marcas de polpas comerciais de açaí. Yuyama et al. (2011) em estudo com o suco de *E. precatoria* oriundos de diferentes ecossistemas amazônicos obtiveram teores de lipídeos entre 1,83 e 9,74 % (b.u.). Consta-se que os resultados aqui obtidos apresentam amplitude maior de variação (16,39 a 53,10%) quando comparados aos relatados na literatura, para a espécie *E. oleracea*.

Para os compostos fenólicos totais, de acordo com a Tabela 1, foram detectadas diferenças significativas para teores médios entre os acessos, com valores variando de 741,50 a 1321,45 mg EAG/100 g e 769,42 a 2414,11 mg EAG/100 g, para os acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria*, respectivamente. O maior valor foi observado para o acesso PL01, pertencente à *E. precatoria* (2414,11 mg EAG/100 g), sendo quase duas vezes superior ao maior teor encontrado para *E. oleracea* (1321,45 mg EAG/100 g, acesso L2PL14). Destacaram-se, também, os acessos PL02 (1823,02 mg EAG/100 g) e PL04 (1666,39 mg EAG/100 g) ambos pertencentes à *E. precatoria*, seguidos pelo acesso L2PL5 (1272,21 mg EAG/100 g) de *E. oleracea*. De acordo com a média geral obtida para cada espécie, pode-se verificar que as polpas dos acessos de *E. precatoria* tiveram os maiores teores quando comparados aos de *E. oleracea*.

De acordo com a literatura, as polpas de *E. oleracea* são conhecidas por apresentarem elevados teores de compostos fenólicos, com valores reportados entre 2123 e 3268 mg EAG/ 100 g (b.s.) (Rufino et al., 2010; Gordon et al., 2012; Ferreira et

al., 2016). Em estudos anteriores envolvendo amostras de polpas de açaí (*E. oleracea*) oriundas do BAG da Embrapa Amazônia Oriental foram verificados valores entre 527 e 3484 mg EAG/100 g (b.s.) (Rosário et al., 2016; Torma, 2016; Silveira, 2017). Pode-se considerar que no presente estudo foi detectada ampla faixa de variação (741,50 a 2414,11 mg EAG/100 g), semelhante aos valores relatados na literatura. Esta variação pode ser explicada por diversos fatores extrínsecos e intrínsecos, a exemplo das condições ambientais (temperatura, índice pluviométrico, taxa de exposição solar e estresse hídrico), tipo de solo, ciclos de crescimento vegetativo, genótipos, período de colheita, técnicas de cultivo, entre outros (Barbosa et al., 2020).

De acordo com a Instrução Normativa nº 37, de 08 de outubro de 2018 (Brasil, 2018), o teor mínimo de compostos fenólicos totais na polpa de açaí para comercialização deve ser 1800 mg EAG/ 100 g (b.s.). Com base nesse valor, pode-se considerar que as amostras dos acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria* (Tabela 1) apresentaram polpas com teores de compostos fenólicos abaixo do teor mínimo estipulado pela legislação, exceto para dois acessos, PL01 (2414,11 mg/100 g) e PL02 (1823,02 mg/100 g), ambos pertencentes à *E. precatoria*, sugerindo que acessos de terra firme tenham maior dificuldade em se adequar ao teor de compostos fenólicos totais estabelecido pela legislação.

Com relação aos teores de flavonoides totais foram observadas diferenças significativas entre os acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria*, com valores variando de 136,75 a 306,55 mg EQ/100 g e 164,45 a 326,75 mg EQ/100 g, respectivamente (Tabela 1). Os maiores teores foram observados para as polpas dos acessos PL01 (325,07 mg EQ/100 g) e PL07 (326,75 mg EQ/100 g), ambos pertencentes à *E. precatoria*, sendo estatisticamente iguais entre si, porém diferentes dos demais acessos. Para *E. oleracea*, a polpa do acesso L2PL5 apresentou o maior teor de flavonoides totais (306,55 mg EQ/100 g), seguida pela do acesso L2PL6, ambos estatisticamente iguais. Considerando os resultados das polpas analisadas, a média geral alcançou valor próximo para as espécies estudadas, com 213,36 e 234,00 mg EAG/100 g, para *E. oleracea* e *E. precatoria*, respectivamente.

Segundo a literatura, frutos de açaizeiro apresentam elevados teores de flavonoides totais. Gallori et al. (2004), Dias et al. (2012) e Wong et al. (2013) estudando polpas de *E. oleracea* obtiveram valores de 350 mg/100 g (b.s.), 143,33 a 209,67 mg/100 g (b.s.) e 338 mg EQ/100 g (b.u.), respectivamente. Estas pesquisas demonstram valores similares aos obtidos para os acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria* do presente estudo. Salienta-se que, para *E. precatoria* não foram encontrados estudos que relatem as variações no conteúdo de flavonoides totais.

Para os teores de antocianinas monoméricas totais e antocianinas totais foram verificadas diferenças estatísticas significativas, com variação de 104,07 a 736,05 mg e 76,36 a 1822,22 mg de cianidina 3-glicosídeo/100 g (b.s.) para os acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria*, respectivamente (Tabela 1). O maior teor foi atribuído ao acesso PL01 (1822,22 mg de cianidina 3-glicosídeo/100 g) pertencente à *E. precatoria*, o qual foi mais de duas vezes superior ao maior teor encontrado para *E. oleracea* (736 mg cianidina 3-glicosídeo/100 g para o acesso L2PL5). Pela média geral, pode-se constatar que os acessos de *E. precatoria* apresentaram valor quase 3 vezes superior (847,53 mg cianidina 3-glicosídeo/100 g), quando comparado ao valor médio obtido para os acessos de *E. oleracea* (365,89 mg cianidina 3-glicosídeo/100 g).

Mattietto et al. (2016) avaliando polpas de *E. oleracea* de outros acessos oriundos do BAG da Embrapa Amazônia Oriental, obtiveram valores de antocianinas totais de 361,10 a 1138,59 mg cianidina 3-glicosídeo/100 g (b.s.). Já em polpa de *E. precatoria*, Yuyama et al. (2011) observaram teores variando de 128,4 a 868,9 mg cianidina 3-glicosídeo/100 g (b.s.). Verifica-se que os resultados encontrados no presente estudo apresentaram uma ampla faixa de variação (76,36 a 1822,22 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g), semelhante às pesquisas disponíveis na literatura.

A Instrução Normativa nº 37, de 08 de outubro de 2018 (Brasil, 2018), estabelece que polpas de açaí devem apresentar teor mínimo de antocianinas totais de 440 mg/100 g, em base seca. No presente estudo, somente os acessos L2PL5 (928,12 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g), L2PL14 (891,77 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g), L3PL3 (509,58 mg cianidina-3-

glicosídeo/100 g) e L11PL18 (449,79 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g), todos pertencentes à *E. oleracea*, alcançaram o teor mínimo preconizado na legislação. Por outro lado, apenas o acesso PL03 (134,69 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g) de *E. precatoria* não alcançou o teor mínimo; essa avaliação é importante para sinalizar quais acessos estariam de acordo com a atual legislação.

Quanto à capacidade antioxidante das polpas dos acessos estudados, todos foram capazes de desativar o radical ABTS⁺, porém, houve variação nesta propriedade, de 30,32 a 64,14 µM ET/g e de 35,13 a 96,54 µM ET/g, para os acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria*, respectivamente. A maior capacidade antioxidante foi observada para o acesso PL01 (96,54 µM ET/g) de *E. precatoria*, que apresentou os maiores teores de compostos bioativos, sendo estatisticamente diferente dos demais acessos. Já dois acessos de *E. oleracea*, L2PL14 (64,14 µM ET/g) e L2PL5 (53,77 µM ET/g) exibiram as maiores capacidades antioxidantes, sendo estatisticamente diferentes entre si e dos demais acessos. De acordo com a média geral obtida para os acessos de cada espécie, pode-se constatar maior capacidade antioxidante para acessos pertencentes à *E. precatoria*, quando comparado com a média geral dos acessos de *E. oleracea*. Tal fato pode estar associado com os maiores valores de compostos fenólicos totais, incluindo as antocianinas, observados para os acessos de *E. precatoria*.

De acordo com a literatura, as polpas de açaizeiro (*E. oleracea*) expressam capacidade de desativar o radical ABTS na faixa de 24,7 a 64,5 µM ET/g (b.s.) (Rufino et al., 2010; Ferreira et al., 2016; Garzón et al. 2017). Esses valores são próximos aos observados para os acessos de *E. oleracea* do presente estudo, porém, são inferiores aos observados para os acessos PL01 (96,54 µM ET/g), PL02 (72,66 µM ET/g) e PL04 (81,49 µM ET/g), pertencentes à *E. precatoria*. Por outro lado, Pacheco-Palencia et al. (2009) ao avaliarem a capacidade antioxidante em amostras dessas duas espécies observaram valores de 114 µmol ET/g (b.u.) e 87,4 µmol ET/g (b.u.) para *E. precatoria* e *E. oleracea*, respectivamente, superiores aos observados no presente trabalho.

Em comparação a outras matrizes alimentares, Oliveira et al. (2020) ao avaliarem a capacidade antioxidante (pelo método ABTS) em diferentes polpas de frutas tropicais no Brasil (acerola, goiaba, manga e caja-umbu) constataram que a acerola se destacou com capacidade antioxidante de 91,33 µM ET/g b.u., valor próximo ao encontrado para o acesso PL01 do presente estudo. Salienta-se que a acerola é uma fonte conhecida de compostos antioxidantes. Já as polpas de manga, goiaba e cajá-umbu apresentaram valores de 3,84, 16,25 e 4,93 µM ET/g (b.u.), respectivamente, todos inferiores aos verificados no presente estudo.

A partir dos resultados obtidos pode-se considerar que, de maneira geral, o acesso PL01, pertencente à *E. precatoria*, destacou-se em comparação aos demais acessos, com maior média para compostos fenólicos totais, flavonoides totais, antocianinas monoméricas totais e capacidade antioxidante (Tabela 1). Para a espécie *E. oleracea*, os acessos L2PL5 e L2PL14 se destacaram dentro da espécie, com teores elevados de compostos bioativos e capacidade antioxidante.

Correlação entre os compostos bioativos e a capacidade antioxidante *in vitro*

Na Tabela 2 são apresentados os coeficientes de correlação de Pearson obtidos entre as médias dos teores de compostos fenólicos totais, flavonoides totais, antocianinas monoméricas totais e capacidade antioxidante pelo método ABTS.

Tabela 2. Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre os compostos bioativos e a capacidade antioxidante *in vitro* pelo método ABTS dos acessos das espécies de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*.

Variável	Antocianinas monoméricas totais	Compostos fenólicos totais	Flavonoides totais
ABTS	0,8996*	0,9167*	0,3502*

*Significativo a $p \leq 0,05$. Fonte: Autores (2022).

A correlação de Pearson ($p \leq 0,05$) foi positiva e de alta magnitude entre os compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante *in vitro* dos acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria* ($r = 0,9167$), assim como entre as antocianinas monoméricas totais e a capacidade antioxidante ($r = 0,8996$) (tabela 2). Tais resultados demonstram maior grau de dependência linear entre as variáveis, sugerindo que os compostos fenólicos totais e as antocianinas monoméricas totais contribuíram de forma significativa ($p \leq 0,05$) para a capacidade antioxidante dos acessos estudados.

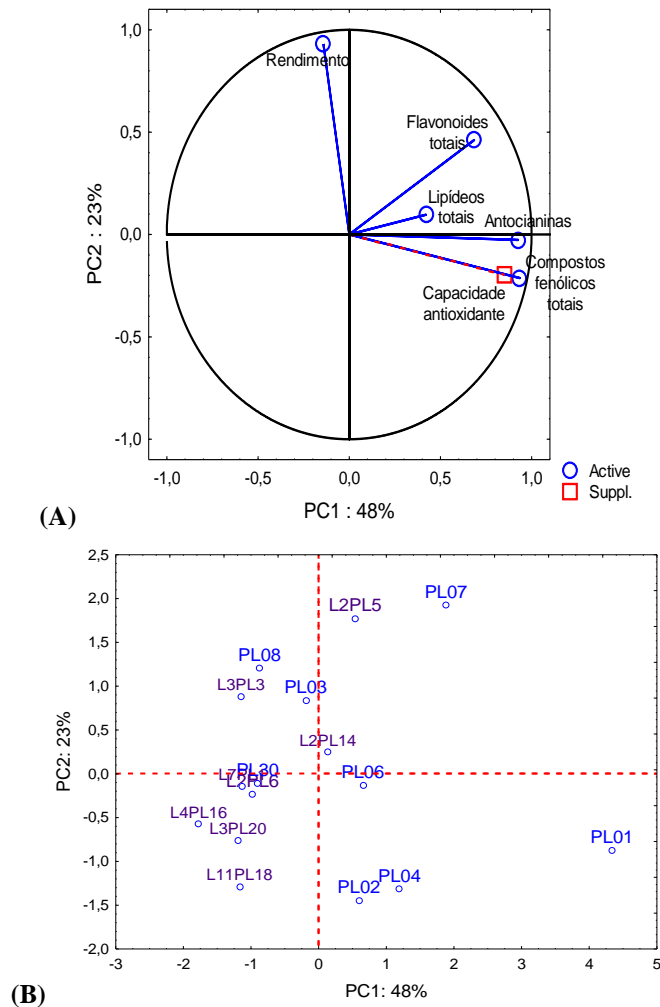
Por outro lado, correlação positiva e de baixa magnitude foi observada entre os flavonoides totais e a capacidade antioxidante *in vitro* ($r = 0,3502$), fator que pode estar relacionado aos efeitos sinérgicos ou antagônicos dos compostos presentes no extrato, como, também, ao tipo, quantidade e proporções de compostos fenólicos presentes (Jacobo-Velázquez & Cisneros-Zevallos, 2009).

Kuskoski et al. (2005) observaram uma alta correlação positiva (0,995) entre a capacidade antioxidante pelo método ABTS e compostos fenólicos totais em polpa de frutas contendo antocianinas, e verificaram uma diminuição na correlação (0,599) em frutas que não apresentavam alto teor de antocianinas em sua composição.

Classificação dos acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria* com base na análise de componentes principais

Na Figura 1 é apresentada a análise de componentes principais (PCA) realizada a fim de avaliar e classificar os dados obtidos na análise de antocianinas monoméricas totais (AMT), compostos fenólicos totais (CFT), flavonoides totais (FT) e de capacidade antioxidante (método ABTS) (CA-ABTS), permitiu uma análise global dos resultados e a condensação da maior parte das informações referentes aos dados originais.

Figura 1. Distribuição espacial das variáveis analisadas e dos acessos no plano formado pelas variáveis ativas e suplementar pela Análise de Componentes Principais (PCA). (A) Projeção das variáveis e (B) Gráfico de escores da análise de componentes principais – visualização (PC1xPC2) da distribuição dos dados dos oito acessos de *E. oleracea* e oito acessos de *E. precatoria*.



Fonte: Autores (2022).

A análise de componentes principais (PCA) detectou que os dois primeiros componentes foram capazes de explicar 71% da variação dos dados (Figura 1). A capacidade antioxidante foi selecionada como variável suplementar em função da propriedade antioxidante ser dependente da presença de compostos bioativos na amostra.

Como neste estudo houve elevada correlação entre o teor de compostos fenólicos totais e antocianinas monoméricas (Figura 1A), pode-se sugerir que as variáveis determinadas nesse estudo não foram eficientes para permitir a discriminação das polpas dos acessos, de acordo com a espécie. No entanto, pode-se verificar que os teores de compostos fenólicos totais e antocianinas monoméricas totais foram as variáveis responsáveis por diferenciar as polpas dos diferentes acessos (Figura 2B), onde as amostras com os maiores teores de antocianinas (PL01, PL02, PL04, PL06, PL07, L2PL5 e L2PL14) ocuparam o lado positivo e o restante das amostras o lado negativo. Da mesma forma, a PC2 foi capaz de separar os acessos com maior teor de lipídeos totais (lado positivo) e menores e médio teores de lipídeos totais (lado negativo).

4. Conclusão

A partir dos resultados obtidos no presente estudo, pode-se concluir que os acessos pertencentes à espécie *E. precatoria* apresentam tendência de teores superiores para as análises realizadas, em comparação aos acessos da espécie *E. oleracea*, dando destaque ao acesso PL01 pertencente à espécie *E. precatoria*.

Os acessos L2PL5 e PL01, pertencentes às espécies de *E. oleracea* e *E. precatoria*, respectivamente, apresentaram os melhores resultados, em relação a sua mesma espécie, para os compostos fenólicos totais, antocianinas monoméricas totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método ABTS.

Para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação dos açais liofilizados, de ambas as espécies, no desenvolvimento de novos produtos, a fim de agregar a sua ótima fonte de compostos bioativos em matrizes alimentares.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Capes pela concessão da bolsa de mestrado e à Embrapa pelo apoio financeiro na execução do projeto.

Referências

- Plataforma Alelo Recursos Genéticos. (2022). <http://alelobag.cenargen.embrapa.br/AleloConsultas/Passaporte/detalhe.do?idb=397>
- Association of Official Analytical Chemists. (2011). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Gaithersburg: AOAC International.
- Barbosa, A. P. P., Moraes, A. F., & Chisté, R. C. (2020). Physicochemical characterization and qualification of bioactive compounds of *Antrocaryon amazonicum* fruits cultivated in Brazilian Amazonia. *Cyta Journal of Food*, 18, 616-623.
- Instrução normativa nº 37, de 08 de outubro de 2018. (2018, outubro 8). Regulamentos Técnicos para Fixação dos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta. Diário Oficial da União, Seção 1. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-no-37-de-1o-de-outubro-de-2018.pdf/view>
- Campos, T. D., Azêvedo, H. D. S., Azevedo, J. M. A. de, Rufino, P. B., Silva, S. M. M., Oliveira, J. C. de, & Silva, L. M. da. (2016). Rendimento de polpa de frutos de açazeiro em áreas de baixio e terra firme em Feijó, AC. In *II Congresso Regional de Pesquisa do Estado Do Acre, XXV Seminário de Iniciação Científica da Ufac* (pp. 181). Rio Branco: Edufac.
- Carvalho, J. E. U. de, & Muller, C. H. (2005). *Biometria e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia*. (Comunicado técnico, 139). Belém: Embrapa Amazônia Oriental. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/404792/1/com.tec.139.ppd>
- Carvalho, A. V., Silveira, T. F. F. da, Mattietto, R. de A., Oliveira, M. do S. P., & Godoy, H. T. (2016). Chemical composition and antioxidant capacity of açai (*Euterpe oleracea*) genotypes and commercial pulps. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(5), 1467-1474.
- Dias, A. L. S., Rozet, E., Chataigné, G., Oliveira, A. C., Rabelo, C. A. S., Hubert, P., & Quetin-Leclercq, J. (2012). A rapid validated UHPLC–PDA method for anthocyanins quantification from *Euterpe oleracea* fruits. *Journal of Chromatography B*, 907, 108-116.
- Sousa, A. M. de, Oliveira, M., & Farias Neto, J. T. de. (2015). Variabilidade genética entre progênies de açai branco para caracteres da planta. In *XIX Seminário de Iniciação Científica* (pp. 310-315). Belém: Embrapa Amazônia Oriental.
- Farias Neto, J. T. de. (2019). *BRS Pai d' Égua: Cultivar de açai para terra firme com suplementação hídrica*. (Comunicado Técnico, 317). Belém: Embrapa Amazônia Oriental. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1114134/1/CoComT317.pdf>
- Ferreira, D. S., Gomes, A. L., Silva, M. G. da, Alves, A. B., Agnol, W. H. D., Ferrari, R. A., & Pacheco, M. T. B. (2016). Antioxidant capacity and chemical characterization of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) fruit fractions. *Food Science Technology*, 4(5), 95-102.
- Freitas, B., Bento, F. S., Santos, F. de Q., Figueiredo, M., América, P., & Marçal, P. (2015). Características Físico-químicas, Bromatológicas, Microbiológicas e Microscópicas de Polpas de Açai (*Euterpe oleracea*) Congeladas do Tipo B. *Journal of Applied Pharmaceutical Sciences*, 2(2), 2-13.
- Gallori, S., Bilia, A. R., Bergonzi, M. C., Barbosa, W. L. R. & Vincieri, F. F. (2004). Polyphenolic constituents of fruit pulp of *Euterpe oleracea* Mart. (Açai palm). *Chromatographia*, 5(11-12), 739-743.
- Garzón, G. A., Narváez-Cuenca, C. E., Vincken, J. P., & Gruppen, H. (2017). Polyphenolic composition and antioxidant activity of acai (*Euterpe oleracea* Mart.) from Colombia. *Food chemistry*, 217, 364-372.
- Georgé, S., Brat, P., Alter, P., Amiot, M. J. (2005). Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(5), 1370-1373.

- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV visible spectroscopy. In R. E. Wrolstad (Ed.), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. New York/London: John Wiley & Sons.
- Gordon, A., Cruz, A. P. G., Cabral, L. M. C., Freitas, S. C. de, Taxi, C. M. A. D., & Donangelo, C. M. (2012). Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of acai fruits (*Euterpe oleracea* Mart.) during ripening. *Food Chemistry*, *133*(2), 256-263.
- Jacobo-Velázquez, D. A., & Cisneros-Zevallos, L. (2009). Correlations of antioxidant activity against phenolic content revisited: a new approach in data analysis for food and medicinal plants. *Journal of Food Science*, *74*(9), R107-R113.
- Mattietto, R. de A., Carvalho, A. V., Lanes, N., Oliveira, M. S. P. de, & Rosário, V. N. M. (2016). Composição química e nutricional da polpa de açaí: comparação entre as variedades roxa e branca. In XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Gramado: SBCTA Regional. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150120/1/CBCTA-ID-948.pdf>
- Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J., & Nacoulma, O. G. (2005). Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, *91*(3), 571-577.
- Moura, R. S., & Resende, Â. C. (2016). Cardiovascular and metabolic effects of açaí, an Amazon plant. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, *68*(1), 19-26.
- Nascimento, R. J. S. D., Couri, S., Antoniassi, R., & Freitas, S. P. (2008). Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. *Revista Brasileira de Fruticultura*, *30*(2), 498-502.
- Oliveira, M. S. P. De & Farias Neto, J. T. (2005). *Cultivar BRS - Pará: açazeiro para produção de frutos em terra firme*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 2 p. (Comunicado Técnico, 114).
- Oliveira, L. M. N.; Da Silva, L. M. R.; De Lima, A. C. S.; De Almeida, R. R.; Ricardo, N. M. P. S.; De Figueiredo, E. A. T. & De Figueiredo, R. W. (2020). Characterization of rutin, phenolic compounds and antioxidant capacity of pulps and by-products of tropical fruits. *Research, Society and Development*, *9*(4), e42942812-e42942812.
- Pacheco-Palencia, L. A., Duncan, C. E., & Talcott, S. T. (2009). Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açaí species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. *Food Chemistry*, *115*(4), 1199-1205.
- Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free e-book]. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFMS.
- Rosário, V., Mattietto, R. de A., Lanes, J. D. J., & Oliveira, M. (2016). Determinação de antocianinas e compostos fenólicos totais em diferentes genótipos de açaí. In XX Seminário de Iniciação Científica (pp. 337-341). Belém: Embrapa Amazônia Oriental.
- Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Morais, S. M., Sampaio, C. G., Pérez-Jiménez, J., & Saura-Calixto, F. D. (2007). *Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS*. (Comunicado Técnico, 128). Belém: Embrapa Amazônia Oriental. https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT/10225/1/Cot_128.pdf.
- Rufino, M. S. M., Alves, R. E., 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.
- Silva, A. K. N., Beckman, A., Rodrigues, A. M. C., & Silva, L. H. M. (2017). Avaliação da composição nutricional e capacidade antioxidante de compostos bioativos da polpa de açaí. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, *11*(1), 2205-2216.
- Silva, W. B. C., & Carvalho, A. V. (2019). Avaliação físico-química de polpas comerciais de açaí. In XXIII Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental (pp. 149-154). Belém: Embrapa Amazônia Oriental.
- Silveira, T. F. F. (2017). *Phenolic compounds and antioxidant capacity of açaí pulp ("Euterpe oleracea" Mart.): effect of high-pressure processing in comparison to thermal pasteurization of purple açaí and a study on "white açaí"*. (Tese de Doutorado). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid solution acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, *16*(3), 144-158.
- Torma, P. C. M. R. (2016). *Valor nutricional, perfil de compostos bioativos e atividade antioxidante de genótipos de açaí (Euterpe oleracea)*. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Torma, P. D. C. M. R., Brasil, A. V. S., Carvalho, A. V., Jablonski, A., Rabelo, T. K., Moreira, J. C. F., & Rios, A. de O. (2017). Hydroethanolic extracts from different genotypes of açaí (*Euterpe oleracea*) presented antioxidant potential and protected human neuron-like cells (SH-SY5Y). *Food chemistry*, *222*, 94-104.
- Wong, D. Y. S.; Musgrave, I. F.; Harvey, B. S. & Smid, S. D. (2013). Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) berry extract exerts neuroprotective effects against β -amyloid exposure in vitro. *Neuroscience Letters*, *556*, 221-226.
- Yamaguchi, K. K. L., Pereira, L. F. R., Lamarao, C. V., Lima, E. S., & Veiga-Junior, V. F. da. (2015). Amazon açaí: Chemistry and biological activities: A review. *Food Chemistry*, *179*, 137-151.
- Yuyama, L. K. O., Aguiar, J. P. L., Silva Filho, D. F., Yuyama, K., Varejão, M. de J., Fávares, D. I. T., & Caruso, M. (2011). Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas Amazônicos. *Acta Amazonica*, *41*(4), 545-552.