

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE FARMÁCIA

ELAINE CARVALHO MINIGHIN

**COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E EFEITOS DA
DIGESTÃO *IN VITRO* SOBRE O TEOR DE MINERAIS, COMPOSTOS FENÓLICOS
E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE POLPAS COMERCIAIS DE AÇAÍ (*Euterpe
oleracea* Mart.) ROXO E BRANCO**

Belo Horizonte

2019

ELAINE CARVALHO MINIGHIN

**COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E EFEITOS DA
DIGESTÃO *IN VITRO* SOBRE O TEOR DE MINERAIS, COMPOSTOS FENÓLICOS
E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE POLPAS COMERCIAIS DE AÇAÍ (*Euterpe
oleracea* Mart.) ROXO E BRANCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestra em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Lucilene Rezende Anastácio
Coorientadora: Renata Adriana Labanca

Belo Horizonte

2019

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela a vida e pela graça de viver este momento único.

Aos meus pais Domingos Minighin e Elza Carvalho, que nunca duvidaram da minha capacidade e estiveram sempre ao meu lado, a minha eterna gratidão.

Aos meus irmãos Duarte Minighin e Eliene Minighin, pelo companheirismo, amor e amizade.

Ao meu namorado Igor Piazzi, pelo amor, carinho, companheirismo, compreensão e paciência nesta jornada.

Aos meus tios Hélio Souza e Cássia Souza, pela receptividade nesta cidade maravilhosa.

À minha orientadora, Lucilene Anastácio, por me receber tão bem em seu grupo de pesquisa, em um momento tão difícil, por todos os ensinamentos compartilhados e por todo o apoio concedido ao longo dessa caminhada, os meus sinceros agradecimentos e gratidão.

À minha coorientadora, Renata Labanca, por nunca ter me abandonado, por sempre ter acreditado no meu potencial, por todo conhecimento e experiências compartilhadas, os meus sinceros agradecimentos e gratidão.

Aos meus colegas de pesquisa, Maria Clara Macedo, Viviane Dias, Karine Freire, Sófia Bachi, Sarah Prates, Flávia Alvarenga, Vanessa Santos, Jean Melo, Pâmella Fronza, Bernardo Gazzinelli e Kellen Bragança e Vinícius Correia por tornarem essa caminhada mais leve e divertida, sem vocês com certeza seria mais difícil.

Aos técnicos do Departamento de Alimentos Maria José Costa e Dhionne Gomes, por todo apoio e por acreditarem e insistirem em mim, mesmo quando eu já não tinha mais forças.

À pesquisadora Vanny Ferraz do Departamento de Química da UFMG, pela disponibilidade na realização das análises cromatográficas.

Aos pesquisadores Nilton Silva e Virginia Valenzuela, e a toda a equipe dos Laboratórios de Contaminantes Metálicos, e de Microscopia de Alimentos da Fundação Ezequiel Dias, pela disponibilidade e auxílio na realização de parte das minhas análises.

Aos funcionários da Faculdade de Farmácia, em especial a Arlene, por todo carinho.

À Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela bolsa de estudos.

RESUMO

O açazeiro (*Euterpe oleracea*) é uma palmeira nativa da Amazônia brasileira, caracterizado pela presença de cachos de drupa globosa, arredondada, fibrosa e com coloração esverdeada (açai-branco) ou roxa (açai-roxo) quando maduro. Frequentemente seus frutos são utilizados para obtenção de polpas, que podem ser classificadas comercialmente em grossa, média e fina de acordo com o teor de sólidos totais. Neste contexto, objetivou-se avaliar a composição centesimal; perfil de ácidos graxos (AG) e suas contribuições para alcance das referências dietéticas de ingestão de AG essenciais; o teor de minerais, compostos fenólicos totais (CFT) e atividades antioxidantes antes e após digestão gastrointestinal *in vitro*, de polpas comerciais de açai-roxo (grosso-AGR, médio-AMR, fino-AFR) e açai-branco (grosso-AGB). Para avaliar a composição centesimal as amostras foram submetidas à análise de umidade, sólidos totais, cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos. A análise de AG foi realizada por cromatografia gasosa com detector de ionização de chama. Já as análises dos minerais, foram realizadas por ICP-OES, CFT e a capacidade antioxidante pelos métodos FRAP, ABTS e DPPH por espectrometria UV-Vis. As amostras foram submetidas à digestão gastrointestinal *in vitro*, compreendida nas fases, gástrica e intestinal. Todos os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 5% de significância exceto os AG. Quanto à composição, os teores de umidade variaram de 82,74-92,00g/100g e os sólidos totais, de 7,97-17,26g/100g, no entanto apenas a amostra AFR diferiu-se das demais com respectivamente 92,00 e 7,97g/100g. Já o teor de cinzas diferiu em todas as amostras (0,42-0,94g/100g). Em relação aos lipídios, a amostra AGR (10,67g/100g) apresentou o maior teor e a AFR (2,94g/100g), o menor teor. Os teores de proteína e carboidratos variaram respectivamente entre 1,21-1,62g/100g e 2,88-5,24g/100g. Em relação ao perfil de AG, houve predominância de insaturados, especialmente de monoinsaturados como oléico (56,80-59,50%) nas amostras. Quanto à contribuição dos AG poli-insaturados no alcance das recomendações de AG essenciais, destaca-se novamente a amostra AGR, com contribuições de pelo menos 17,71% para o AG linoléico e de 12,06% para AG alfa-linolênico respectivamente por porções habituais de consumo. O teor de CFT, diferiu em todas as amostras, sendo a AGR (583,79mgGAE/100g) a com maior teor, no entanto, a amostra AMR apresentou a maior bioacessibilidade (32,27%). A amostra AGR apresentou maior capacidade antioxidante nos testes FRAP (74,34µM de sulfato ferroso/g) e ABTS (55,05µM de Trolox/g). Apenas no DPPH não foram encontradas diferenças entre as amostras AGR (1.986,66 EC₅₀) e AMR (2.408,88 EC₅₀). Todas as amostras apresentaram decréscimo na capacidade antioxidante após digestão gastrointestinal *in vitro*. Quanto ao FRAP, a maior redução foi constatada na amostra AGR (80,52%), já no ABTS, a maior redução foi na AMR (73,79%). Quanto ao DPPH, a amostra AMR (13.711,40 EC₅₀) apresentou menor redução na capacidade antioxidante. O potássio foi o mineral em maior proporção (721,90mg/100g AGR), seguido de Ca (349,92mg/100g AMR) e Mg (169,51mg/100g AMR), em todas amostras. No entanto, o Ca apresentou a maior fração bioacessível, seguido do Mg e Mn, sendo as maiores frações bioacessíveis observados na amostras AGB (90,30; 74,30; 64,52% respectivamente).

Palavras-chave: Açai-branco. Ácidos graxos. Antioxidante. Bioacessibilidade. *Euterpe oleracea*. Minerais.

ABSTRACT

Açaí (*Euterpe oleracea*) is a palm native to the Brazilian Amazon, characterized by the presence of globular, rounded, fibrous and greenish (white-açaí) or purple (purple-açaí) drupe clusters, when it is ripe. Frequently its fruits are used to obtain pulps, which can be commercially classified in coarse, medium and fine according to the total solids content. In this context, the objective was to evaluate the centesimal composition; the profile of fatty acids (FA) and their contributions to reach the dietary references of essential FA ingestion; the mineral content, total phenolic compounds (TPC), and antioxidant capacity before and after *in vitro* gastrointestinal digestion of commercial purple-açaí (coarse-PAC, medium-PAM, and fine-PAF), and white-açaí (coarse-WAC). To evaluate centesimal composition the samples were submitted to analysis of moisture, total solids, ashes, lipids, proteins and carbohydrates. The FA analysis was performed by gas chromatography with flame ionization detector. The minerals analysis was performed by ICP-OES, TPC and the antioxidant capacity by the FRAP, ABTS and DPPH methods by UV-Vis spectrometry. The samples were submitted to *in vitro* gastrointestinal digestion, comprised in the gastric and intestinal phases. All the results were submitted to analysis of variance and Tukey's test at 5% of significance, except FA. As for the composition, the moisture contents varied from 82.74-92.00g/100g and total solids, from 7.97-17.26g/100g, however only the PAF sample differed from the others, with respectively 92.00 and 7.97g/100g. The ashes content differed in all the samples (0.42-0.94g/100g). In relation to lipids, the PAC sample (10.67g/100g) had the highest content and the PAF (2.94g/100g), the lowest. Protein and carbohydrate levels varied between 1.21-1.62g/100g and 2.88-5.24g/100g, respectively. Regarding the FA profile, there was predominance of unsaturated, especially monounsaturated as oleic (56.80-59.50%) in the samples. As regards to the contribution of polyunsaturated FA to the achievement of the essential FA recommendations, the PAC sample is again highlighted with contributions of at least 17.71% for linoleic AF and 12.06% for alpha-linolenic AF respectively for portions of consumption. The TPC content differed in all samples, with PAC (583.79mgAGE/100g) being the highest content, however, the PAM sample had the highest bioaccessibility (32.27%). The PAC sample presented higher antioxidant capacity in the FRAP tests (74.34µM ferrous sulphate/g) and ABTS (55,05µM Trolox/g). Only in the DPPH no differences were found between the PAC (1,986.66 EC₅₀) and PAM (2,408.88 EC₅₀) samples. All samples showed a decrease in antioxidant capacity after *in vitro* gastrointestinal digestion. Regarding the FRAP, the reduction was observed in the PAC sample (80.52%). In the ABTS, the largest reduction was in the PAM (73.79%). As for DPPH, the PAM sample (13,711.40 EC₅₀) presented a smaller reduction in antioxidant capacity. In all samples K was the mineral in highest proportion (721.90mg/100g PAC), followed by Ca (349.92mg/100g PAM) and Mg (169.51mg/100g PAM). However, Ca had the highest bioaccessible fraction, followed by Mg and Mn, with the highest bioaccessible fractions observed in WAC samples (90.30, 74.30 and 64.52%, respectively).

Keywords: White-açaí. Fatty acid. Antioxidant. Bioaccessibility. *Euterpe oleracea*. Minerals.

LISTA DE INLUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I

Figura 1 – Polpas do açaí-roxo e branco.....	15
Figura 2 – Aspectos estruturais do açaí. A) Diagrama de fruto em seção transversal; Estruturas são indicadas. B) Uma visão geral do pericarpo, os números são correspondidos pelo lado A (1- epiderme; 2- parênquima antocianina; 3- esclerênquima externo; 4- parênquima de armazenamento; 5- parênquima interno; 6- monosteles; 7- parênquima fenólico do endocarpo; 8- endosperma). Bar = 200 µm.....	16
Figura 3 – Células pétreas características em polpa de açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.).....	20
Figura 4 – Produção extrativista anual de açaí no Brasil entre os anos de 1986 e 2017.....	21
Figura 5 – Produção extrativista anual de açaí nas regiões norte e nordeste do Brasil entre os anos de 1986 e 2017.....	22
Figura 6 – Produção extrativista anual de açaí nos estados do Pará, Amazonas e Maranhão entre os anos de 2007 e 2017.....	23
Figura 7 – Produção anual de açaí cultivado no Brasil e no estado do Pará entre os anos de 2015 a 2017	31
Figura – 8 Rota de formação dos compostos fenólicos em plantas.....	32
Figura 09 – Estrutura química dos flavonóides	35
Figura 10 – Sistema de defesa antioxidante	37

CAPÍTULO II

Figura 1 - Teor de ácidos graxos presentes nas polpas de açaí-roxo e açaí-branco	59
--	----

CAPÍTULO III

Figura 1 – Figura 1- Elementos histológicos das polpas de açaí-roxo, açaí-branco e material de referência. (A) Células pétreas ao microscópio óptico (setas) - 200x. (B) Células pétreas (setas), sob luz polarizada - 200x. (C) Células de paredes espessadas do pericarpo - 200x	76
Figura 2 – Partes anatômicas de insetos identificadas nas amostras de açaí médio roxo - AMR (A) ao microscópio óptico 40x e açaí grosso branco – AGB [B (01) e (02)] ao microscópio óptico 57x	77
Figura 3 – Percentual de redução da capacidade antioxidante das amostras de açaí-roxo e açaí-branco após digestão gastrointestinal <i>in vitro</i>	82

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 – Classificação das polpas de açaí conforme a adição ou não de água e seus quantitativos	19
Tabela 2 – Composição centesimal das polpas de açaí-roxo e branco	24
Tabela 3 – Perfil lipídico da polpa de açaí-roxo expresso em porcentagem (%) da fração lipídica	26
Tabela 4 – Ingestão diária de referência dos ácidos graxos, linoléico e alfa-linolênico, para indivíduos adultos e saudáveis	27
Tabela 5 – Teor dos macro e microminerais presente na polpa de açaí-roxo	28
Tabela 6 – Classificação dos compostos fenólicos de acordo com sua estrutura básica.....	32
Tabela 7 – Vantagens e desvantagens dos modelos de digestão gastrointestinais <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> para avaliar a bioacessibilidade e a biodisponibilidade dos componentes alimentares	37
Tabela 8 – Modelo de digestão gastrointestinal <i>in vitro</i> estático versus dinâmico para aplicações alimentícias	38

CAPÍTULO II

Tabela 1 – Composição centesimal das amostras de açaí-roxo e açaí-branco	56
Tabela 2 – Perfil de ácidos graxos das polpas de açaí-roxo e açaí-branco.....	58
Tabela 3 – Participação percentual de uma porção de açaí no alcance da ingestão diária aceitável dos ácidos graxos linoléico e alfa-linolênico para homens e mulheres saudáveis com idade igual ou entre 19 a 50 anos	60

CAPÍTULO III

Tabela 1 – Teor de compostos fenólicos totais e fração bioacessível das amostras de polpa de açaí-roxo e açaí-branco.....	78
Tabela 2 – Capacidade antioxidante antes a após digestão gastrointestinal <i>in vitro</i> pelos métodos FRAP, ABTS e DPPH das amostras de polpa de açaí-roxo e açaí-branco.....	81
Tabela 3 – Teor e percentual da fração bioacessível de minerais em polpas de açaí-roxo e açaí-branco.....	84

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

- ABTS - Radical 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)
- AFR - Açaí Fino Roxo
- AGB - Açaí Grosso Branco
- AGE - Ácido Gálico Equivalente
- AGR - Açaí Grosso Roxo
- AMR - Açaí Médio Roxo
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists
- CFT - Compostos Fenólicos Totais
- DHA - Docosahexaenóico
- DPPH - Radical (2,2-difenil-1-picril-hidrazil)
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EPA - Eicosapentaenóico
- ERN - Espécie Reativa de Nitrogênio
- ERO - Espécie Reativa de Oxigênio
- FB - Fração Bioacessível
- FRAP - Potencial Antioxidante Redutor Férrico
- Funed - Fundação Ezequiel Dias
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICP-OES - Espectrômetro de Emissão Óptica com Plasma de Argônio Indutivamente Acoplado
- LDL - Lipoproteínas de Baixa Densidade
- MS - Matéria Seca
- MU - Matéria úmida
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
- OMS - Organização Mundial da Saúde
- SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
- SisGen - Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado
- SMCP - Serviço de Microscopia de Produtos
- TACO - Tabela de Composição de Alimentos
- TPTZ - 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina
- Trolox - 6-Hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-ácido carboxílico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos Específicos	13
CAPÍTULO I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
1.1 Açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.): Aspectos Botânicos	14
1.2 Processamento da Polpa	18
1.3 Produção	20
1.4 Composição	23
1.4.1 <i>Composição Físico-Química</i>	23
1.4.2 <i>Ácidos Graxos</i>	24
1.4.3 <i>Minerais</i>	27
1.5 Compostos Fenólicos.....	30
1.6 Radicais Livres, Estresse Oxidativo e Capacidade Antioxidante.....	34
1.7 Métodos de Digestão Gastrointestinal <i>In Vitro</i>	36
2 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	39
3 PARTE EXPERIMENTAL	51
CAPÍTULO II - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE POLPAS COMERCIAIS DE AÇAÍ (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) ROXO E BRANCO E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA ALCANCE DA INGESTÃO DIÁRIA ACEITAVEL DE ÁCIDOS GRAXOS ESSENCIAIS.....	51
RESUMO	51
1 INTRODUÇÃO.....	52
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	53
2.1 Obtenção das Amostras	53
2.2 Composição Centesimal	54
2.3 Perfil de Ácidos Graxos.....	54

2.4 Contribuição para o Alcance das Ingestões Diárias Aceitáveis de Ácidos Graxos Essenciais	55
2.5 Análise Estatística	55
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
3.1 Composição Centesimal	56
3.2 Perfil de Ácidos Graxos.....	58
4 CONCLUSÃO.....	61
5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	62

CAPÍTULO III - EFEITO DA DIGESTÃO GASTROINTESTINAL *IN VITRO* SOBRE O TEOR DE MINERAIS, COMPOSTOS FENÓLICOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE POLPAS COMERCIAIS DE AÇAÍ-ROXO E BRANCO (*Euterpe oleracea* Mart.).....

oleracea Mart.).....	66
RESUMO	66
1 INTRODUÇÃO.....	67
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	69
2.1 Produtos Químicos e Reagentes	69
2.2 Obtenção das Amostras	69
2.3 Análise Histológica e Pesquisa de Matérias Estranhas	70
2.4 Procedimento de Digestão Gastrointestinal <i>In Vitro</i>	70
2.4.1 <i>Fase Gástrica</i>	71
2.4.2 <i>Fase do Intestino Delgado</i>	71
2.5 Bioacessibilidade	71
2.6 Extração de Antioxidantes.....	72
2.7 Compostos Fenólicos Totais.....	72
2.8 Determinação da Capacidade Antioxidante Total.....	73
2.8.1 <i>Método da Redução do Ferro (FRAP)</i>	73
2.8.2 <i>Método de Captura do Radical Livre ABTS^{•+}</i>	73
2.8.3 <i>Método de Captura do Radical Livre DPPH</i>	74
2.9 Análise de Minerais por ICP-OES.....	74
2.9.1 <i>Digestão Ácida</i>	74
2.9.2 <i>Determinação do Teor de Minerais</i>	75
2.10 Análise Estatística	75
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	76

3.1 Análise Histológica e Pesquisa de Matérias Estranhas	76
3.2 Compostos Fenólicos Totais.....	77
3.3 Capacidade Antioxidante.....	80
3.4 Teor de Minerais.....	83
4 CONCLUSÃO.....	87
5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	88
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94

1. INTRODUÇÃO

Em 2017, a produção de açaí no Brasil atingiu a margem de 1.554.402 toneladas; do total produzido, 219.885 t (14,15 %) foram oriundos da produção extrativista e 1.334.517 t (85,85 %) do cultivo das palmeiras (IBGE, 2018ab). A crescente produção de açaí está associada à maior demanda dos consumidores que, nos últimos anos, apresentaram uma perspectiva de aumento no consumo de 9,41 % (SEBRAE, 2016).

O açaí (*Euterpe oleracea*) é uma palmeira nativa do estuário da floresta Amazônica, popularmente utilizado pelas comunidades ribeirinhas e pelas agroindústrias para a produção de polpas. Essa palmeira é constituída de algumas variedades botânicas que se diferem pelo tamanho, características da palmeira e coloração dos frutos. Dentre essas variedades, destacam-se o açaí-roxo e o açaí-branco, que se diferem principalmente pela coloração dos frutos e das polpas. O açaí-branco apresentar coloração creme quando maduro, originando polpa creme/esverdeada, diferentemente do açaí-roxo.

A polpa de açaí-roxo apresenta alto valor energético, devido ao seu elevado teor de lipídios dos quais se caracterizam pela presença dos ácidos graxos oléico, palmítico, linoléico e alfa-linolênico. Também se destaca pelos teores de minerais como cálcio, potássio e magnésio; e pelos altos teores de compostos fenólicos como antocianinas, flavonóis e ácidos fenólicos, que promovem a elevada capacidade antioxidante do açaí-roxo (SCHAUSS et al., 2006). Já, em relação à polpa de açaí-branco, poucos estudos se destinam trazer informações sobre sua composição centesimal. Silveira et al., (2017) são uns dos poucos pesquisadores que realizaram estudos sobre o perfil fenólicos do suco de açaí-branco. Sendo assim, ressalta-se a importância de um aprofundamento técnico científico sobre essa variedade botânica de açaí.

Entretanto, geralmente, os estudos, de avaliação da composição centesimal, normalmente negligenciam as mudanças físico-químicas ocorridas durante o processo digestivo no organismo. O que torna importante e interessante, estudos que avaliem a bioacessibilidade e a biodisponibilidade de tais componentes, uma vez que, muitos desses podem estar indisponíveis para absorção (CELEP et al., 2017; TOMMONARO et al., 2017).

Neste sentido, o presente trabalho está estruturado em três capítulos. No capítulo I, é apresentada revisão bibliográfica sobre o açaí (*Euterpe oleracea*) e produção das polpas, bem como outras informações, sobre a composição das polpas, abrangendo o perfil de ácidos graxos, minerais, compostos fenólicos, capacidade antioxidante e digestão *in vitro*. O capítulo II trata da composição centesimal das polpas de açaí-roxo e branco, quanto aos parâmetros de

umidade, sólidos totais, lipídios, proteínas e carboidratos, bem como do perfil de ácidos graxos e suas contribuições para a ingestão diária aceitável de ácidos graxos essenciais. Já o capítulo III, apresenta os efeitos da digestão gastrointestinal *in vitro* sobre o teor de minerais, compostos fenólicos e capacidade antioxidante das polpas de açaí-roxo e branco.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar as polpas comerciais de açaí-roxo e branco, quanto à composição centesimal, perfil de ácidos graxos, teor de minerais, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante, assim como, os efeitos da digestão gastrointestinal *in vitro* sobre os minerais, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar a conformidade das polpas de açaí-roxo e branco com os parâmetros de identidade e qualidade exigidos pela legislação brasileira.

Avaliar a presença de matérias estranhas nas polpas de açaí-roxo e branco.

Determinar a composição centesimal (umidade, sólidos totais, cinzas, proteína, lipídios e carboidratos) de polpas de açaí-roxo e branco.

Avaliar o perfil de ácidos graxos das polpas de açaí-roxo e branco.

Avaliar a contribuição dos ácidos graxos essenciais, presente nas polpas de açaí-roxo e branco, para atingir as referências dietéticas de ingestão desses ácidos graxos.

Avaliar o conteúdo de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante das polpas de açaí-roxo e branco, assim como da fração bioacessível.

Determinar o percentual bioacessível do conteúdo de compostos fenólicos totais presentes nas polpas de açaí-roxo e branco.

Quantificar o teor de minerais (sódio, potássio, cálcio, magnésio, cobre e manganês) presentes nas polpas de açaí-roxo e branco, assim como nas frações bioacessíveis.

Determinar o percentual bioacessível dos minerais presentes nas polpas de açaí-roxo e branco.

CAPÍTULO I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): Aspectos Botânicos

O açaizeiro pertence à divisão Magnoliophyta; classe Liliopsida; sub-classe Arecidae; ordem Arecales; família Arecaceae; subfamília Arecoideae; gênero *Euterpe*; espécie *Euterpe oleracea* Mart. (CRONQUIST, 1981).

O gênero *Euterpe* apresenta cerca de 49 espécies localizadas na América Central e do Sul, sendo distribuídas por toda a bacia amazônica. As maiores concentrações de açaizeiros são encontradas na Colômbia, Brasil e Venezuela com dezenove, dez e nove espécies respectivamente (VILLACHICA et al., 1996). Entre as dez espécies presentes no Brasil, sete delas estão distribuídas na Amazônia (OLIVEIRA; FARIAS NETO; PENA, 2007), e três destas (*Euterpe oleracea*, *Euterpe precatoria* e *Euterpe edulis*) produzem frutas comestíveis (SCHAUSS, 2009) e ocorrem com maior frequência no Brasil, porém apenas a *E. oleracea* e a *E. precatoria* são utilizadas comercialmente para a produção do suco do açaizeiro comumente conhecido de “açaí” ou “bebida açaí” (YAMAGUCHI et al., 2015).

Popularmente é conhecido por açaí, açaí-do-pará, açaí-do-baixo-amazonas, açaí-de-touceira, açaí-de-planta, açaí-de-várzea, juçara, juçara-de-touceira, açaí-verdadeiro asaí e manaca (VILLACHICA et al., 1996; OLIVEIRA et al., 2002). O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no Brasil, pode ser identificado principalmente em terras baixas e em terras florestais inundadas do estuário do rio Amazonas, nos estados do Pará, Maranhão, Tocantins, Amapá, assim como na Guiana, Venezuela e Suriname (ALMEIDA; AMARAL; SILVA, 2004; SCHAUSS, 2009; YAMAGUCHI et al., 2015; NERI-NUMA et al., 2018).

A *Euterpe oleracea* Mart. é constituída botanicamente de duas variedades de açaí (açaí-roxo/açaí-comum e açaí-branco/açaí-verde/açaí-tinga) que ocorrem naturalmente em seus habitats (COSTA; OLIVEIRA; MOURA, 2001; NERI-NUMA et al., 2018). Essas variedades se diferem pela coloração do epicarpo do fruto quando maduros, pelo tamanho, peso, coloração da polpa (figura 1). O açaí-roxo diferencia do branco pela coloração violácea a roxa dos frutos e da polpa e, quando maduro, os frutos podem perfilhar ou não. Já os frutos do açaí-branco apresentam o epicarpo de coloração verde opaca em decorrência de uma camada esbranquiçada que os envolve e o mesocarpo de coloração creme, a polpa apresenta

coloração meio creme esverdeada e seus frutos podem perfilhar ou não quando maduros (OLIVEIRA et al., 2002; OLIVEIRA; FARIAS NETO; PENA, 2007).

Figura 1 – Polpas do açaí-roxo e branco



Fonte: Arquivo Pessoal.

Quanto ao aspecto morfológico, a *Euterpe oleracea* Mart. é uma palmeira monóica, que apresenta caule do tipo estipe, multicaule quanto na fase adulta, podendo apresentar de 20 a 45 estipes por touceira. Tais caules são cilíndricos, com diâmetro de 12 a 18 cm, anelados, ereto, fibroso e sem ramificações, atingindo de 3 a 30 m de altura (POZO-INSFRAN; BRENES; TALCOTT, 2004; OLIVEIRA; FARIAS NETO; PENA, 2007). Cada estipe apresenta em média de 10-12 folhas compostas e pinadas de arranjo espiralado, de coloração verde-oliva, medindo cerca de 2 m de comprimento. A bainha da folha envolve o estipe, formando de pecíolo com 20-40 cm de comprimento e limbo distinto; além de um eixo central com 40-80 pares de folíolos, opostos ou sub-opostos e inserido em intervalos regulares. As raízes dessa palmeira são fasciculadas, superficiais e densas e podem ser encontradas nos primeiros 30 cm do solo, formando um agregado na base do estipe (DONADIO; MÔRO; SERVIDONE, 2002; OLIVEIRA; FARIAS NETO; PENA, 2007).

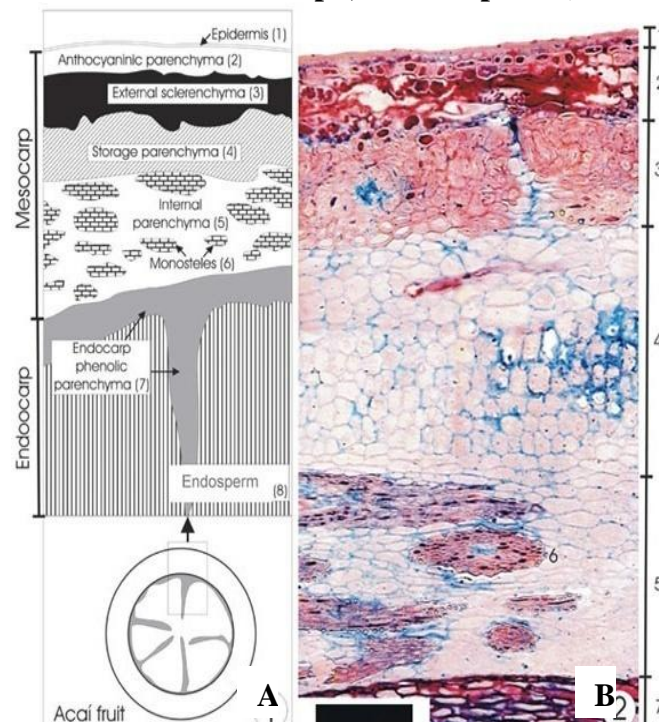
A inflorescência desta palmeira é infrafoliar e possui pedúnculo com comprimento entre 5-15 cm e diâmetro entre 2,70-4 cm. A inflorescência é envolvida totalmente por duas brácteas conhecidas por espaleta ligular e espata navicular que, ao abrirem, exibem a inflorescência ou cacho constituído por raquillas, onde as flores estão inseridas em alvéolos. Nos dois terços iniciais de cada raquila, as flores são organizadas em tríades, com cada flor feminina flanqueada por duas flores masculinas, já no terço final de cada raquila encontram-se geralmente apenas as flores masculinas. As inflorescências apresentam em torno de 80,50 % de flores masculinas e 19,50 % de flores femininas (OLIVEIRA et al., 2002; YAMAGUCHI et al., 2015).

Cada palmeira de açaí produz de 3-4 cachos com 3-6 kg de frutos (POZO-INSFRAN; BRENES; TALCOTT, 2004). Esses frutos são caracterizados por drupa globosa ou levemente depressas, arredondada e fribosa com 1-2 cm de diâmetro e peso de 0,80-2,30 g.

Quando imaturo, o fruto apresenta coloração verde brilhante e violáceo (açai-roxo) ou verde opaco (açai-branco) quando maduro. O mesocarpo com espessura de 1-2 mm é polposo e de coloração variável. A parte comestível (epicarpo e mesocarpo) do fruto corresponde a 5-15 % do peso do fruto, sendo os outros 85-95 % restante composto pelo endocarpo que é volumoso, duro e contém em seu interior semente marrom-amarelada (OLIVEIRA et al., 2002; OLIVEIRA; FARIAS NETO; PENA, 2007; DALL'ACQUA et al., 2015; NERI-NUMA et al., 2018).

Quanto aos aspectos microscópicos o pericarpo (endocarpo, mesocarpo e epicarpo), é formado por um parênquima externo, um esclerênquima intermediário e um parênquima interno, seguido pelo endocarpo e pelo tegumento da semente (PAULA, 1975). O mesocarpo é formado pela epiderme, coberta externamente por uma cutícula, apresentando abaixo uma camada de esclereídeos; parênquima externo, rico em antocianinas, com células parenquimáticas; esclerênquima externo, formado por células com paredes secundárias espessas; parênquima de armazenamento, rico em lipídios e formado por células alongadas na orientação anticial e parênquima interno, formado por camadas alongadas na orientação periclinal, conforme apresentado na figura 2 (PESSOA et al., 2010).

Figura 2 - Aspectos estruturais do açaí. A) Diagrama de fruto em seção transversal; Estruturas são indicadas. B) Uma visão geral do pericarpo, os números são correspondidos pelo lado A (1- epiderme; 2- parênquima antocianina; 3- esclerênquima externo; 4- parênquima de armazenamento; 5- parênquima interno; 6- monosteles; 7- parênquima fenólico do endocarpo; 8- endosperma). Bar = 200 µm



Fonte: Adaptado Pessoa et al. (2010).

A colheita dos frutos deve ser realizada aproximadamente 180 dias após a fecundação das flores (OLIVEIRA et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2002; NOGUEIRA; FIGUERÊDO; MULLER, 2005; OLIVEIRA; FARIAS NETO; PENA, 2007). Como o florescimento do açaizeiro ocorre durante todos os meses do ano, destacam-se duas épocas diferentes de colheita, a de inverno e a de verão. A safra de inverno corresponde à época das chuvas nos meses de janeiro a julho; na qual os frutos colhidos neste período apresentam diferentes estágios de maturação, fornecendo polpas consideradas de qualidade inferior. Já a safra de verão corresponde ao período de estiagem, que ocorre entre os meses de agosto a dezembro, com um volume de produção quatro vezes maior que a safra de inverno, os frutos colhidos são mais homogêneos quanto ao estágio de maturação e fornecem polpas de melhor qualidade, tanto quanto aos aspectos sensoriais, quanto aos nutricionais (NOGUEIRA; FIGUERÊDO; MULLER, 2005; PORTINHO; ZIMMERMANN; BRUCK, 2012).

A colheita do açaí é uma operação onerosa e difícil, e que deve ser realizada preferencialmente, pela manhã. O colhedor escala o estipe com auxílio de uma peçonha e corta o cacho na sua base, sempre tendo cuidado para que os frutos não se desprendam das ráquias. Após o corte, normalmente os cachos são depositados ao solo, sobre lona, para evitar maiores contaminações aos frutos. Em seguida é realizada, ainda no açaizal, manualmente a debulha e catação com o objetivo de fazer a remoção das sujidades mais grosseiras, de frutos verdes, atacados por insetos, doenças e de outros produtos indesejáveis a comercialização e ao processamento, além de realizar seleção dos frutos de acordo com a coloração ou estágio de maturação (OLIVEIRA et al., 2002; NOGUEIRA; FIGUERÊDO; MULLER, 2005; OLIVEIRA; FARIAS NETO; PENA, 2007).

Após a colheita e seleção, os frutos são acondicionados em cestos confeccionados com fibras vegetais ou caixas plásticas e direcionados imediatamente ao mercado ou área de processamento das polpas de açaí e outros derivados. Como os frutos são muito perecíveis após a colheita, é recomendado processá-los no prazo máximo de 24 horas quando mantidos em temperatura ambiente ou até em 48 horas quando mantidos sobre refrigeração à temperatura de 10 °C (NOGUEIRA; FIGUERÊDO; MULLER, 2005; OLIVEIRA; FARIAS NETO; PENA, 2007).

1.2 Processamento da Polpa

Normalmente, o fruto do açazeiro não é consumido *in natura*, por apresentar uma pequena parte comestível e um sabor relativamente insípido, que leva a utilização dos frutos na produção da polpa de açaí (OLIVEIRA; SANTOS, 2011). A obtenção da polpa de açaí é relativamente simples, consistindo na extração, por atrito dos frutos; adição de água e filtração separando a polpa da semente, logo após o amolecimento dos frutos em água morna (OLIVEIRA; FARIAS NETO; PENA, 2007). Em processo industrial, a extração da polpa envolve as seguintes etapas: seleção; pré-lavagem, amolecimento e lavagem; despulpamento e refino; tratamento térmico, embalagem e congelamento (NOGUEIRA; FIGUERÊDO; MÜLLER, 2005).

A etapa de seleção normalmente é realizada manualmente, com o intuito de retirar as sujidades grosseiras assim como os frutos verdes e em estado fitossanitário precários. Já a pré-lavagem, amolecimento e lavagem normalmente ocorrem em quatro lavagens consecutivas. Na primeira, os frutos são imersos em um tanque com água em temperatura ambiente, para a retirada das sujidades aderidas aos frutos. A segunda lavagem representa a etapa de amolecimento da polpa, na qual os frutos são imersos em água morna com temperaturas em torno de 40 a 60 °C por um tempo de 10 a 60 minutos. No entanto, o binômio tempo e temperatura são variáveis em função da procedência dos frutos e do grau de maturidade. A terceira lavagem é realizada com água clorada na concentração de 20 a 50 ppm por um período de 20 a 40 minutos. E por fim, a última lavagem é realizada com água potável com o objetivo de retirar o excesso de cloro (NOGUEIRA; FIGUERÊDO; MÜLLER, 2005).

Posteriormente, inicia-se a etapa de despulpamento e refino. Realizado em despulpador, em um primeiro estágio de processamento, os frutos juntamente com um determinado volume de água são despulpados, por meio da remoção do epicarpo e do mesocarpo, separando a semente; a seguir, em um segundo estágio, a polpa obtida passa por gravidade para o tanque de refino, onde são retidos em peneiras outros resíduos como a borra. Posteriormente, em um terceiro estágio, a polpa é transferida para um tanque de homogeneização (NOGUEIRA; FIGUERÊDO; MÜLLER, 2005). De acordo com Bezerra (2007), com 9 kg de frutos são produzidos aproximadamente 5 kg de polpa de açaí grosso, 7 kg de polpa de açaí médio e 9 kg de polpa açaí fino.

Após o despulpamento, a polpa de açaí é pasteurizada sob a temperatura de 80 - 85 °C por um período de 10 segundos a 1 minuto, seguidamente é embalada e encaminhada ao congelamento a uma temperatura de -18 a -25 °C, por 24 a 36 horas. Posteriormente, se não

for comercializada imediatamente, esta pode ser armazenadas em câmara fria -18 a -25 °C por um período de 12 meses (NOGUEIRA; FIGUERÊDO; MÜLLER, 2005; BEZERRA, 2007).

A produção de polpa de açaí é regulamentada pelo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que define como açaí o produto obtido da extração com água da parte comestível do fruto maduro das espécies vegetais *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatória* (BRASIL, 2018). Sendo assim a polpa de açaí pode ser classificada conforme a adição de água e seus quantitativos em polpa de açaí, açaí grosso, açaí médio e açaí fino (BRASIL, 2000), como apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Classificação das polpas de açaí conforme a adição ou não de água e seus quantitativos

Classificação	Adição de água	Filtração	Teor de Sólidos Totais %	Aparência
Polpa de Açaí	Não	Não	Mínimo de 40	ND*
Grosso/Especial/Tipo A	Sim	Sim	Acima de 14	Muito Densa
Médio/Regular/Tipo B	Sim	Sim	Acima de 11 a 14	Densa
Fino/Popular/Tipo C	Sim	Sim	Acima de 8 a 11	Pouco Densa

*Não Determinado (ND).

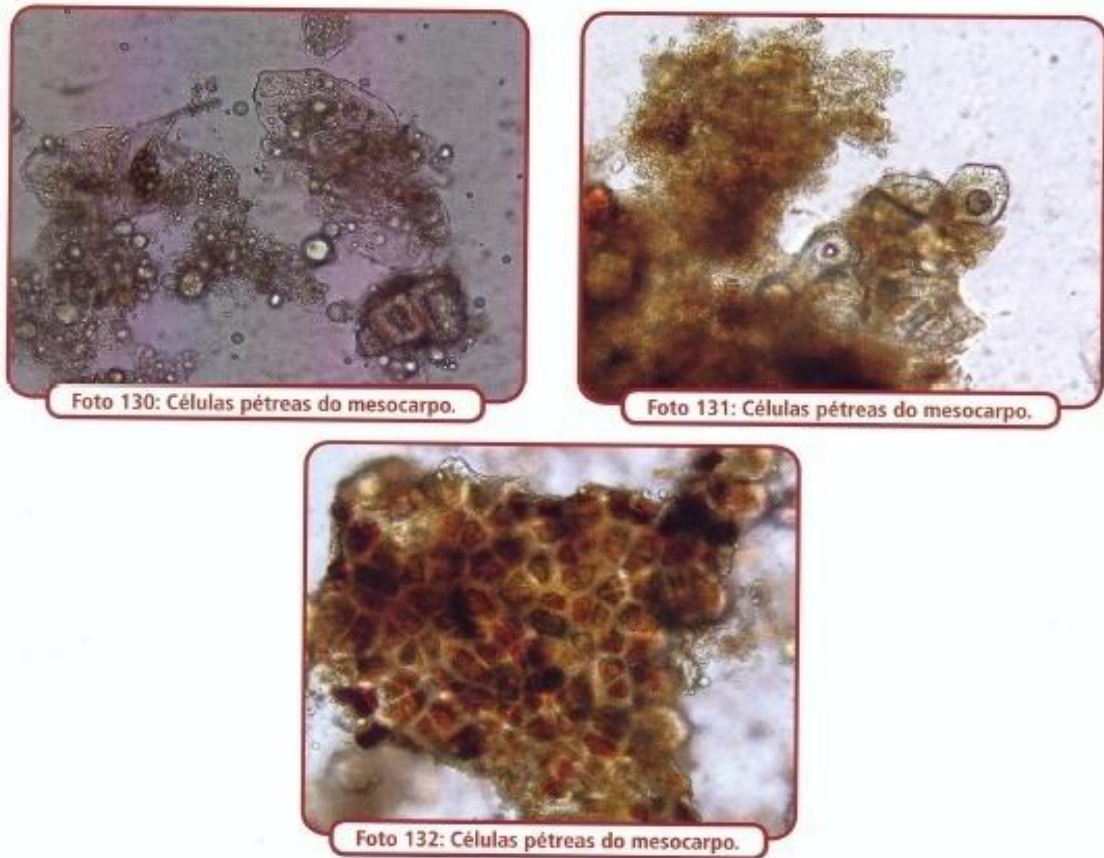
Fonte: Adaptado Brasil (2000).

Além disso, de acordo com o MAPA, a polpa de açaí deve ser obtida de frutas frescas, sãs, maduras, desprovidas de terra, sujidades, parasitas, insetos e microorganismos que possa tornar o produto impróprio para o consumo (BRASIL, 2000; 2018). Sensorialmente as polpas de açaí grosso, médio e fino devem apresentar coloração roxa violácea própria do açaí-roxo e/ou verde claro própria do açaí-branco; com odor característico e sabor não adocicado e não azedo (BRASIL, 2000).

Já microbiologicamente o açaí deve apresentar contagens máximas de 10^3 UFC/g de bolores e leveduras e $< 10^2$ /g de *Staphilococcus aureus*, além disso, os microorganismos *Escherichia coli*, *Salmonela* e *Typanossoma cruzi* viável, devem estar ausentes em 25 g de polpa de açaí (BRASIL, 2018). A ausência de matéria estranha, que é aquela, que pode ser obtida por meio de práticas inadequadas na produção, manipulação, armazenamento ou distribuição e detectada macroscopicamente e/ou microscopicamente também é preconizada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) por meio da Resolução da Diretoria Colegiada N° 14, de 28 de março de 2014 (BRASIL, 2014).

Microscopicamente, essas polpas podem ser identificadas pela a existência de células pétreas dispersas abaixo do epicarpo e agregadas no mesocarpo como demonstrado na figura 3 (ATUI et al., 2012).

Figura 3 – Células pétreas características em polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)



Fonte: Atui et al. (2012).

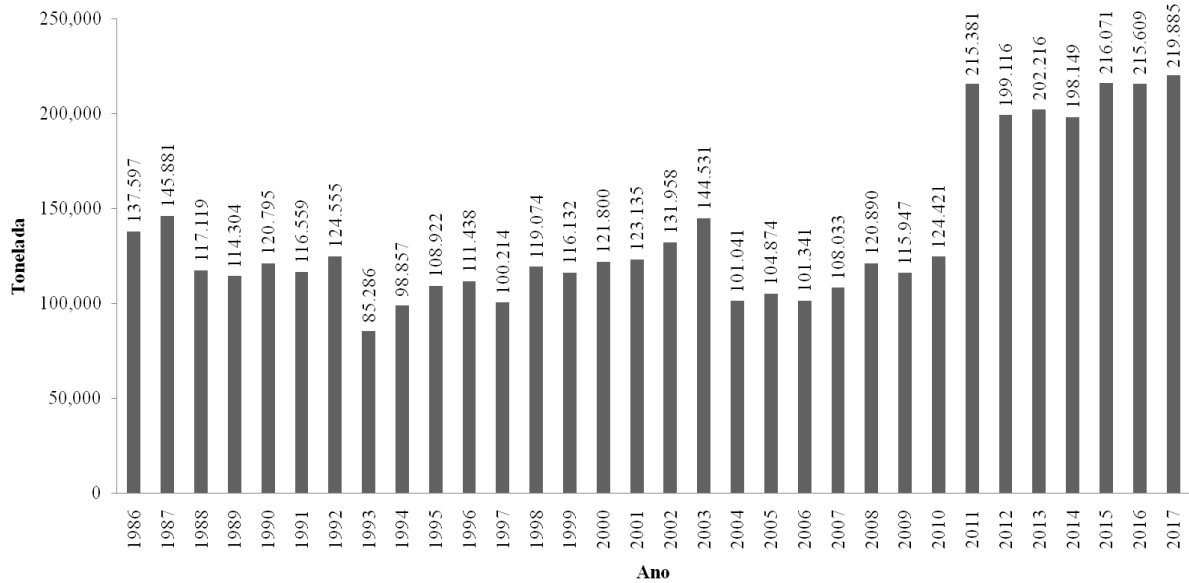
1.3 Produção

A crescente demanda mundial por alimentos e bebidas com características nutricionais interessantes, sabores agradáveis e apelo funcional tem criado boas oportunidades ao mercado da fruticultura, principalmente aos de frutas tropicais como o açaí.

De acordo com dados publicados pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), o interesse cada vez maior dos consumidores pelo o açaí, permite perspectiva de aumento no consumo entre os anos de 2015 a 2018 de 9,41 %, assim como aumento na exportação de 3,94 % (SEBRAE, 2016).

Devido a essa demanda, nos últimos anos, o Brasil vem apresentando uma crescente na produção extrativista de açaí. Conforme dados publicados pelo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2017, o Brasil chegou a produzir 219.885 toneladas de açaí, apresentando um aumento de 3.814 toneladas (0,002 %) em relação ao ano de 2015 (figura 4) (IBGE, 2018a).

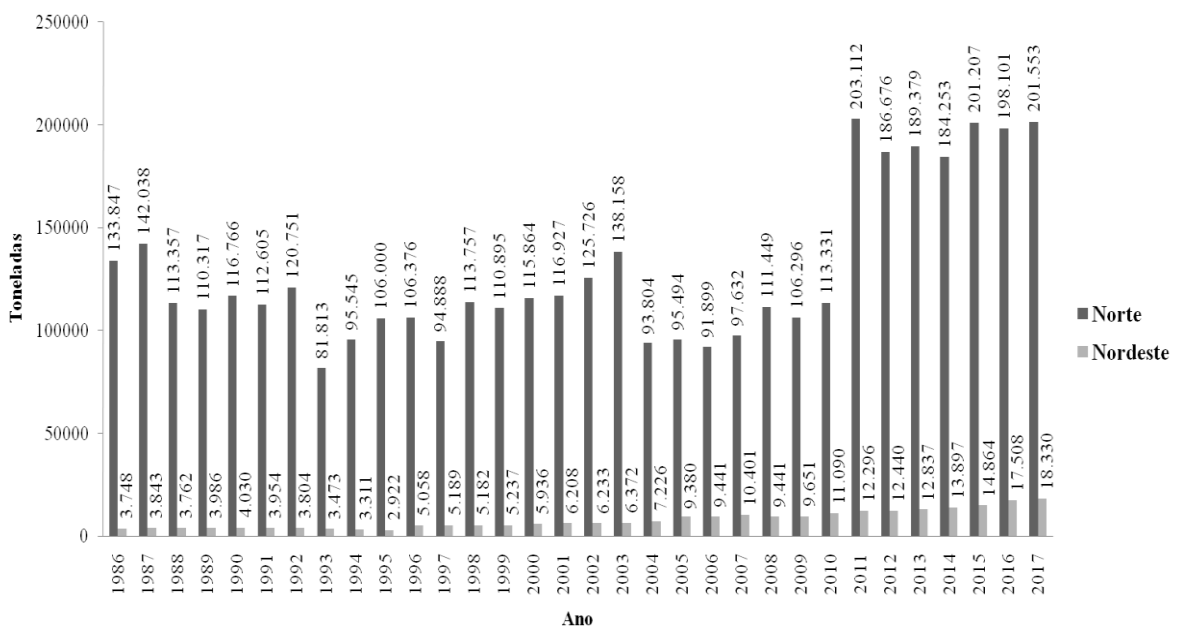
Figura 4 – Produção extrativista anual de açaí no Brasil entre os anos de 1986 e 2017



Fonte: IBGE (2018a).

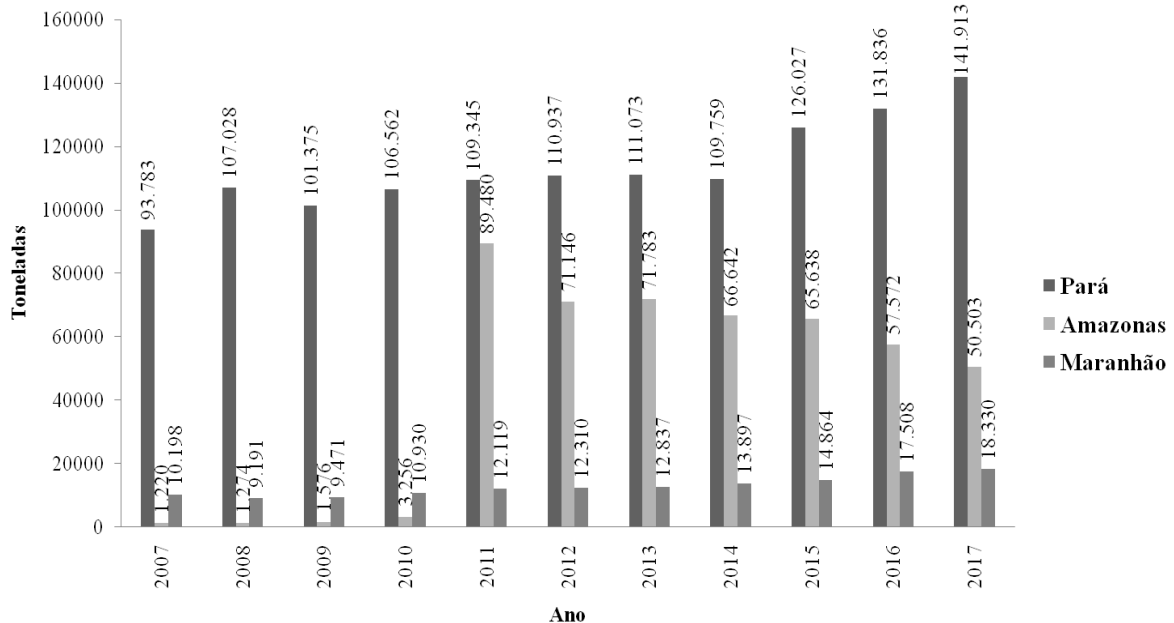
Do total de açaí produzido no Brasil no ano de 2017 por meio da produção extrativista, 91,70 % foi fornecido pela a região Norte do país com 201.553 toneladas e 8,30 % pelo o Nordeste, com 18.330 toneladas anuais (figura 5). Dentro da região Norte, os principais estados extrativistas de açaí são o Pará e Amazonas com 70,40 % (141.913 t) e 25,10 % (50.503 t) respectivamente. Já no Nordeste, o Maranhão é o único estado fornecedor, responsável por 100 % da produção (figura 6) (IBGE, 2018a).

Figura 5 – Produção extrativista anual de açaí nas regiões norte e nordeste do Brasil entre os anos de 1986 e 2017



Fonte: IBGE (2018a).

Figura 6 – Produção extrativista anual de açaí nos estados do Pará, Amazonas e Maranhão entre os anos de 2007 e 2017



Fonte: IBGE (2018a).

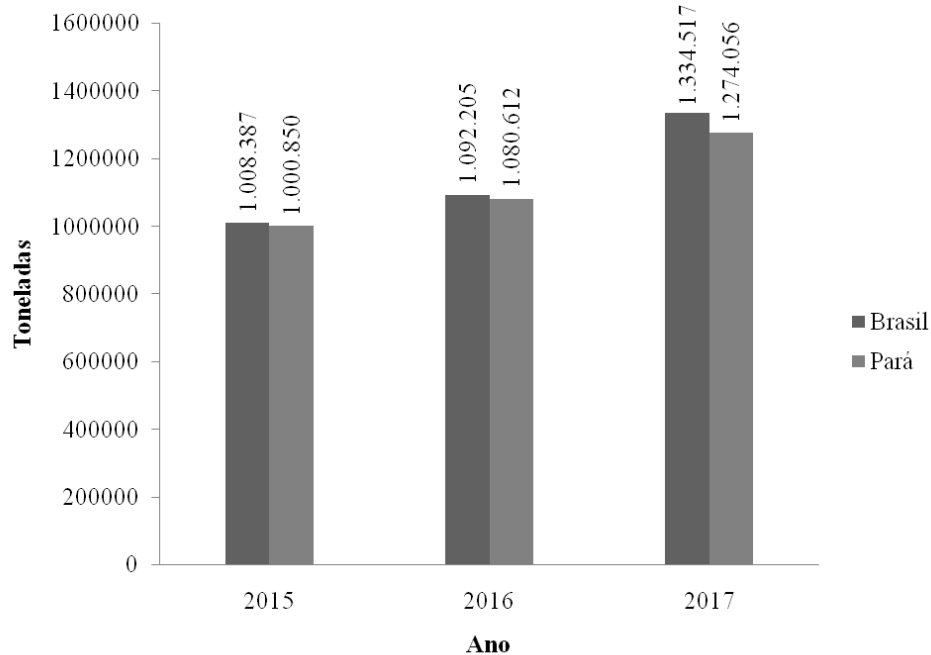
Nos últimos anos, o açaí deixou de ser consumido apenas pelas comunidades locais e ribeirinhas dos estados produtores e chegou aos grandes centros urbanos, nacionais e internacionais. Estima-se que dos alimentos processados a base de açaí lançados no mercado mundial, 22 % seja representado por sucos, 12 % por bebidas energéticas e esportivas, 9 % lanches, 7 % sobremesas e sorvetes, 5 % na categoria láctea e 3 % em doces e balas (BEZERRA; FREITA-SILVA; DAMASCENO, 2016). Com a comercialização nacional representada pelo mercado varejista, 37 % dela é realizada em batedeiras, local onde o açaí é despulpado e vendido diretamente ao consumidor; 40 % por microempreendedores com ponto de venda e marca própria e 23 % em segmentos de supermercados, academias e lojas de redes de *fast food*; com o propósito de atender aos novos nichos de mercado (CONAB, 2018).

Com essa nova dinâmica de mercado e demanda crescente pelo o açaí, novos sistemas de produção tiveram de ser implantados. Além da produção extrativista dos açaizais nativos, foi necessário o início de nova modalidade, o do açaí cultivado. Esse sistema de produção é dotado de boas práticas agrícolas, relacionadas ao manejo, no que se diz respeito à adubação, irrigação e utilização de plantas geneticamente melhoradas com alta produtividade (NOGUEIRA; SANTANA, 2016).

Entre os anos de 2015 e 2017, foram produzidos 1.008.387 e 1.334.517 toneladas, respectivamente, de açaí cultivado no Brasil (figura 7); 78,60 e 83,50 % a mais, respectivamente, que a produção extrativista no mesmo período (figura 4). Da mesma forma

como na produção extrativista, o estado do Pará é o maior produtor de açaí cultivado no Brasil, com a produção de cerca de 1.080.612 toneladas em 2017, 88,90 % a mais que a produção extrativista no mesmo período (figura 6) (IBGE, 2018b).

Figura 7- Produção anual de açaí cultivado no Brasil e no estado do Pará entre os anos de 2015 a 2017



Fonte: IBGE (2018b).

De acordo com o MAPA, em 2016, o Pará consumiu 60 % da produção de açaí e comercializou os 40 % restante, sendo 30 % destinados ao mercado interno, principalmente aos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro e 10 % destinado à exportação (MAPA, 2016a). Do total de açaí destinado à exportação, 90 % foi para o mercado norte-americano e japonês, e os outros 10 % foram vendidos à Alemanha, Bélgica, Reino Unido, Angola, Austrália, Canadá, Chile, China, Cingapura, Emirados Árabes, França, Israel, Nova Zelândia, Peru, Porto Rico, Portugal e Taiwan (MAPA, 2016b).

1.4 Composição do Açaí

1.4.1 Composição Físico-Química

O elevado consumo do açaí pode estar relacionado à sua grande visibilidade nutricional. Conhecido pelo seu elevado valor energético, o açaí apresenta altos teores de lipídeos, proteínas, entre outros constituintes como demonstrado na tabela 2.

Tabela 2 – Composição centesimal das polpas de açaí-roxo e branco

Constituintes (g/100g)	Menezes; Torres; Srur (2008)	TACO* (2011)	Bichara; Rogez (2011)	Gordon et al. (2012)	Carvalho et al. (2017)**	Mattietto et al. (2011)	Mattietto et al. (2016)***
	Liofilizada Açaí-roxo	Fresca Açaí-roxo	Fresca Açaí-roxo	Seca Açaí-roxo	Liofilizada Açaí-roxo	Fresca Açaí- branco	Liofilizada Açaí- branco
Lipídeos	40,75	3,90	6,06	48,00	51,29	48,05	47,86
Proteína	8,13	0,80	1,03	12,00	8,37	9,88	10,58
Cinzas	3,66	-	0,37	4,00	4,61	-	3,04
Carboidratos	42,53	6,20	-	36,00	-	5,43	35,17
Fibra	-	2,60	2,56	-	7,69	-	17,53

* Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO).

** Média dos resultados obtidos para as três polpas comerciais avaliadas no estudo de Carvalho et al., (2017).

*** Média dos resultados obtidos de três genótipos de açaí branco avaliados no estudo de Mattietto et al., (2016).

Apesar da pesquisa sobre a composição centesimal do açaí já ter sido explorada, poucos são os estudos que levam em consideração as classificações das polpas (grosso, médio e fino) como apresentadas anteriormente (tabela 1) e as variações genéticas (açaí-roxo e branco). A literatura científica é praticamente inexistente quando se refere à composição centesimal do açaí-branco, no entanto alguns trabalhos divulgados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Amazônia Oriental já estão disponíveis, por meio de anais de eventos (MATTIETTO et al., 2011, 2016). Considerando estes fatos, torna-se relevante a abrangência de estudos desta variedade de açaí.

1.4.2 Ácidos Graxos

Os ácidos graxos são a principal classe de lipídeos da dieta humana, são encontrados na natureza principalmente como ésteres de glicerol que originam os triacilgliceróis (ASGARY; NAZARI, 2008). São classificados de acordo com a ausência ou presença de duplas ligações entre carbonos em: saturados e insaturados. Os ácidos graxos saturados possuem número par de átomos de carbonos e a cadeia de hidrocarbonetos não apresenta nenhuma ramificação. Normalmente, estes são subdivididos de acordo com o número de carbono em: ácidos graxos de cadeia curta, quando apresentam de 4-10 carbonos; ácidos graxos de cadeia média, de 12-14 carbonos; ácidos graxos de cadeia longa com 16-22 carbonos e ácidos graxos de cadeia muito longa, acima de 22 carbonos. Já os ácidos graxos insaturados são aqueles que possuem uma ou mais duplas ligações entre os átomos de carbono, podendo ser subdivididos em monoinsaturados, apresentando apenas uma única dupla ligação ou em poli-insaturados, com mais de uma dupla ligação (ARAÚJO, 2008).

Os ácidos graxos saturados são encontrados em produtos de origem animal e em alguns vegetais como em óleo de coco, algodão, dendê (ORTEGA et al., 2012) e açaí, em menor proporção (SCHAUSS et al., 2006). Entre os ácidos graxos saturados encontrados na dieta, destaca-se o mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) (SANTOS et al., 2013). De acordo com Ortega et al. (2012), o ácido graxo palmítico é o principal ácido graxo saturado presente na dieta, e seu consumo vem sendo relacionado ao aumento à resistência à insulina (POSEY et al., 2009). Além disso, o elevado consumo de ácidos graxos saturados está associado ao aumento do colesterol total e do colesterol de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) no sangue, intensificando os riscos de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (ZELMAN, 2011).

Desta forma, alguns estudos sugerem a substituição na dieta dos ácidos graxos saturados por ácidos graxos insaturados (ORTEGA et al., 2012; HOOPER et al., 2015; WANG et al., 2017). A maior ingestão de ácidos graxos poli-insaturados quando comparados com os ácidos graxos saturados está relacionada a menores riscos de eventos cardiovasculares, a redução do colesterol LDL e colesterol não-HDL (MAKI et al., 2018). Conclusões semelhantes foram obtidas por Cheng; Wang; Shao (2016), ao realizarem uma meta-análise de estudos prospectivos de coorte sobre os benefícios cardiovasculares da maior ingestão de ácidos graxos monoinsaturados.

Entre os ácidos graxos monoinsaturados tem-se o ácido oléico (C18:1), como o principal ácido graxo monoinsaturado da dieta (ORTEGA et al., 2012), seguido do ácido palmitoléico (C16:1) e ácido vacênico (C18:1). As principais fontes desses ácidos graxos são os azeites, óleos de canola, amendoim, amêndoa, avelã e girassol, no entanto, também estão presentes, em nozes e sementes como macadâmia e avelã (SCHWINGSHACKL; HOFFMANN, 2012) e em frutas como açaí (SCHAUSS et al., 2006), juçara (SILVA et al., 2013) e abacate (MASSAFERA; COSTA; OLIVEIRA, 2010).

Já os ácidos poli-insaturados são representados pelas famílias ω -3 e ω -6. O ácido alfa-linolênico (C18:3) é o precursor da série ω -3, trata-se de um ácido graxo essencial, que deve ser suprido pela dieta e a partir do qual são produzidos outros ácidos graxos de cadeia longa, como eicosapentaenóico (EPA C20:5) e ácido docosahexaenóico (DHA C22:6). Já o ácido graxos linoléico (C18:2), o precursor da série ω -6, também essencial, do qual são produzidos os ácidos dihomogama-linolênico (C20:3) e araquidônico (C20:4) (ORTEGA et al., 2012; PATTERSON et al., 2012). A deficiência alimentar desses ácidos graxos está associada a defeitos no desenvolvimento e manutenção do sistema nervoso central e retina, redução da

taxa de crescimento, além de lesões de pele e comprometimento na produção de eicosanóides que regulam a coagulação e reposta inflamatória (GRAMLICH et al., 2015).

São consideradas fontes de alfa-linolênico os vegetais de folhas verdes, sementes de linhaça, óleos de canola, óleo de soja e groselha preta; já para o ácido linoléico, consideram-se fontes os óleos vegetais como o de girassol, cártamo e milho, soja e caroço de algodão; os ácidos EPA e DHA estão presentes em peixes de águas frias como arenque, salmão, atum, truta, sardinha e bacalhau (PATTERSON et al., 2012).

No entanto, alguns outros alimentos, assim como seus derivados, também podem contribuir com a ingestão de ácidos graxos saturados e insaturados, como é o caso da polpa de açaí. Como demonstrado na tabela 2, a polpa de açaí apresenta alto teor de lipídios, sendo estes compostos por 26,10 % de ácidos graxos saturados, 60,70 % de monoinsaturados e 13,30 % de ácidos graxos poli-insaturados (SCHAUSS et al., 2006), observa-se que do total de lipídios presentes nestas polpas, 74 % são de ácidos graxos insaturados. O perfil lipídico da polpa de açaí-roxo expresso em porcentagem da fração lipídica está apresentado na tabela 3.

A partir da tabela 3 é possível observar predominância dos ácidos graxos palmítico e esteárico entre os ácidos graxos saturados na polpa de açaí-roxo. Já entre os monoinsaturados destacam-se os ácidos graxos palmitoléico e oléico e entre os poli-insaturados os ácidos graxos linoléico e linolênico.

Tabela 3 – Perfil lipídico da polpa de açaí-roxo expresso em porcentagem (%) da fração lipídica

Ácidos Graxos	Schauss et al. (2006)	Menezes; Torres; Srus (2008)	Nascimento et al. (2008)	Bichara; Rogez (2011)	Batista et al. (2016)
	Liofilizado	Liofilizada	Fresca	Fruto	Liofilizada
Saturados (%)	26,00	27,40	28,19	29,76	27,04
Láurico (C12:0)	0,10	-	0,07	-	0,07
Mirístico (C14:0)	0,20	-	0,13	-	0,13
Palmítico (C16:0)	24,10	25,56	26,18	25,3	25,41
Esteárico (C18:0)	1,60	1,84	1,81	4,46	1,43
Monoinsaturados (%)	60,50	56,24	56,88	51,20	59,87
Palmitoléico (C16:1)	4,30	3,54	4,88	1,50	4,16
Oléico (C18:1)	56,20	52,70	52,00	49,70	55,71
Poli-insaturados (%)	13,30	0,95	7,83	14,66	12,59
Linoléico (C18:2)	12,50	0,95	7,28	13,5	12,59
Linolênico (C18:3)	0,80	-	0,55	1,16	-

Recomendações quanto ao consumo de gorduras e ácidos graxos são propostas por órgãos relacionados à saúde. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o consumo total de gordura deve estar entre 15-30 % do consumo calórico total, sendo

recomendado menos de 10 % para os ácidos graxos saturados; de 6-10 % para os poli-insaturados, divididos em 5-8 % para os ácidos graxos da série ω -6 e 1-2 % para a série ω -3 e menos 1 % para os ácidos graxos trans; com relação aos ácidos graxos monoinsaturados a recomendação é baseada na diferença entre o consumo total de gordura menos o consumo dos ácidos graxos saturados, poli-insaturados e trans (OMS, 2003).

O Instituto de Medicina (2011) recomenda ingestão diária aceitável de ácidos graxos poli-insaturados, linoléico e alfa-linolênico, para indivíduos homens e mulheres saudáveis na faixa de 17,00 g/dia de linoléico e 1,60 g/dia de alfa-linolênico para homens de 19-50 anos e de 12,00 g/dia e 1,10 g/dia para mulheres respectivamente, na mesma faixa etária (tabela 4).

Tabela 4- Ingestão diária de referência dos ácidos graxos, linoléico e alfa-linolênico, para indivíduos adultos e saudáveis

Faixa etária/Indivíduo	Linoléico (g/dia)	Alfa-linolênico (g/dia)
Homens		
19-30	17,00	1,60
31-50	17,00	1,60
51-70	14,00	1,60
>70	14,00	1,60
Mulheres		
19-30	12,00	1,10
31-50	12,00	1,10
51-70	11,00	1,10
>70	11,00	1,10

Fonte: Adaptada Instituto de Medicina (2011).

Considerando essas recomendações de ingestão de ácidos graxos, o perfil lipídico das polpas de açaí e o aumento do consumo de açaí pela população, pesquisas sobre essas polpas, principalmente considerando os seus diferentes tipos presentes no mercado (grosso, médio e fino) e suas variedades (roxo e branco) tornam-se interessantes. Uma vez que há poucos relatos na literatura sobre o perfil lipídico do açaí-branco e trabalhos que abordem os três tipos de polpa, principalmente no que diz respeito as suas contribuições para atingir as recomendações de ingestão de ácidos graxos.

1.4.3 *Minerais*

Os minerais são substâncias inorgânicas presente nos alimentos, solos, rochas e água, ou seja, são elementos que se originam na Terra e não podem ser produzidos por

organismos vivos. Normalmente são obtidos por meio da dieta, na ingestão de frutas e hortaliças e seus derivados, de forma direta, ou por meio de fontes animais como carne e leite de forma indireta (HIGDON; DRAKE, 2013).

Classificados como micronutrientes, os minerais são subdivididos em macrominerais e microminerais. Na classe dos macrominerais enquadram-se o cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), potássio (K), magnésio (Mg) e o enxofre (S). Já os microminerais são ferro (Fe), selênio (Se), cobre (Cu) e zinco (Zn), manganês (Mn), cobalto (Co), molibdênio (Mo), flúor (F), cromo (Cr) e boro (B) (GHARIBZAHEDI; JAFARI, 2017).

Menezes; Torres; Srur (2008) ao estudarem a polpa de açaí-roxo liofilizada observaram que há predominância dos macrominerais K (900 mg/100g), Ca (330 mg/100g) e Mg (124,40 mg/100g) neste tipo de polpa. Já em relação aos microminerais destacam-se os teores Mn (10,71 mg/100g), Fe (4,50 mg/100g), Zn (2,82 mg/100g) e Cu (2,15 mg/100g). O mesmo pode ser observado por outros pesquisadores como demonstrado na tabela 5.

Tabela 5 – Teor dos macro e microminerais presente na polpa de açaí-roxo

Minerais (mg/100g)	Sanabria; Sangronis (2007)*	Menezes; Torres; Srur (2008)	TACO (2011)**	Sangronis; Sanabria (2011)	Smith et al. (2012)		
	Seca	Liofilizada	Fresca	Seca	Liofilizada		
					Grosso	Médio	Fino
Macrominerais							
Cálcio	277,50	330,00	35,00	373,00	194,00	195,00	194,00
Fósforo	146,00	54,50	16,00	200,00	153,00	159,00	162,00
Sódio	37,50	28,50	5,00	66,00	-	-	-
Potássio	581,50	900,00	124,00	697,00	275,00	277,00	271,00
Magnésio	95,50	124,40	17,00	112,00	1197,00	1318,00	1321,00
Microminerais							
Ferro	19,00	4,50	0,40	23,00	-	-	-
Selênio	-	< 0,02	-	-	-	-	-
Cobre	1,00	2,15	0,18	1,00	-	-	-
Zinco	4,00	2,82	0,30	6,00	-	-	-
Manganês	11,00	10,71	6,16	9,00	-	-	-
Cobalto	-	0,009	-	-	-	-	-
Molibdênio	-	0,013	-	-	-	-	-
Cromo	3,50	-	4,00	-	-	-	-

*Média obtida para as duas épocas de obtenção de amostras no estudo de Sanabria; Sangronis (2007).

** Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO).

O teor desses minerais no açaí pode variar em função do solo, água, estágio de maturação, variabilidade genética e processamento (GORDON et al., 2012). Quanto ao processamento, Nosratpour; Jafari (2018) relatam que durante o processamento e armazenamento de alimentos, os minerais são submetidos à luz; umidade; oxigênio e várias

técnicas de processamento, como por exemplo, aquecimento, imersão, moagem, germinação e fermentação. Para estes autores, estas condições podem influenciar substancialmente a biodisponibilidade mineral e a degradação de minerais-traço especiais pela desativação de enzimas que degradam inibidores ou pela geração de compostos minerais insolúveis.

Gharibzahedi; Jafari (2017) explicam que alguns microminerais são complexados de forma irreversível durante o processamento de alimentos, por exemplo, a utilização de tratamentos térmicos podem promover redução significativa de alguns microminerais como Fe, Zn, Cu e Mn, da mesma forma de alguns macrominerais como Ca, Mg, P, K e Na. No entanto, vale ressaltar que o processamento pode apresentar efeitos benéficos a biodisponibilidade dos minerais, dependendo da matriz alimentícia e do processamento utilizado.

Quanto aos aspectos agrônômicos das plantas, em relação aos teores de minerais, técnicas de biofortificação vêm sendo utilizadas, com o intuito de melhorar a quantidade e qualidade destes nutrientes em diversas culturas, como no açaí (FARIAS NETO; RESENDE; OLIVEIRA, 2011; CUNHA et al., 2013; ARAUJO et al., 2018), alface (RAMOS et al., 2011), lentilha (THAVARAJAH et al., 2015), trigo, arroz e feijão (RAM et al., 2016) por exemplo. De acordo com Dwivedi et al. (2012), a melhor fase de aplicação da biofortificação mineral é a do crescimento das culturas agrícolas, sendo as principais estratégias de biofortificação as agrônômicas, por meio da adubação do solo ou por aplicação foliar; melhoramento convencional, com a utilização de mutagênese induzida quimicamente e radiação; e a transgenia.

No entanto, esses minerais apresentam uma variedade de funções no organismo humano. O sódio, por exemplo, é necessário para a manutenção adequada do balanço eletrolítico e equilíbrio de fluidos, função cardíaca e atividades metabólicas especificadas, contração muscular e transição nervosa (GHARIBZAHEDI; JAFARI, 2017). Já o potássio está relacionado ao equilíbrio hídrico, adequada transmissão nervosa, contração muscular e manutenção da pressão arterial normal (GHARIBZAHEDI; JAFARI, 2017; NOSRATPOUR; JAFARI, 2018).

O cálcio é o mineral mais abundante no corpo humano e desempenha um papel essencial como segundo mensageiro nas vias de sinalização celular, atuando na mediação da constrição e relaxamento dos vasos sanguíneos, transmissão do impulso nervoso, contração muscular e secreção de hormônios como insulina; além disso, está relacionado ao crescimento e desenvolvimento esquelético e a regulação de funções protéicas envolvendo a coagulação sanguínea (HIGDON; DRAKE, 2013).

Outro macromineral importante é o magnésio por ser co-fator para centenas de enzimas, estando envolvidos em muitos caminhos fisiológicos, incluindo a produção de energia, ácido nucléico e proteína síntese; de íons de transporte; a sinalização celular e a funções estruturais (HIGDON; DRAKE, 2013). Já o cobre é um micromineral, considerado componente funcional crítico de várias enzimas essenciais conhecidas como cuproenzimas, estar relacionado à produção de energia; formação e manutenção do tecido conjuntivo; metabolismo do ferro; a neurotransmissão; a formação de melanina e a funções antioxidantes (HIGDON; DRAKE, 2013).

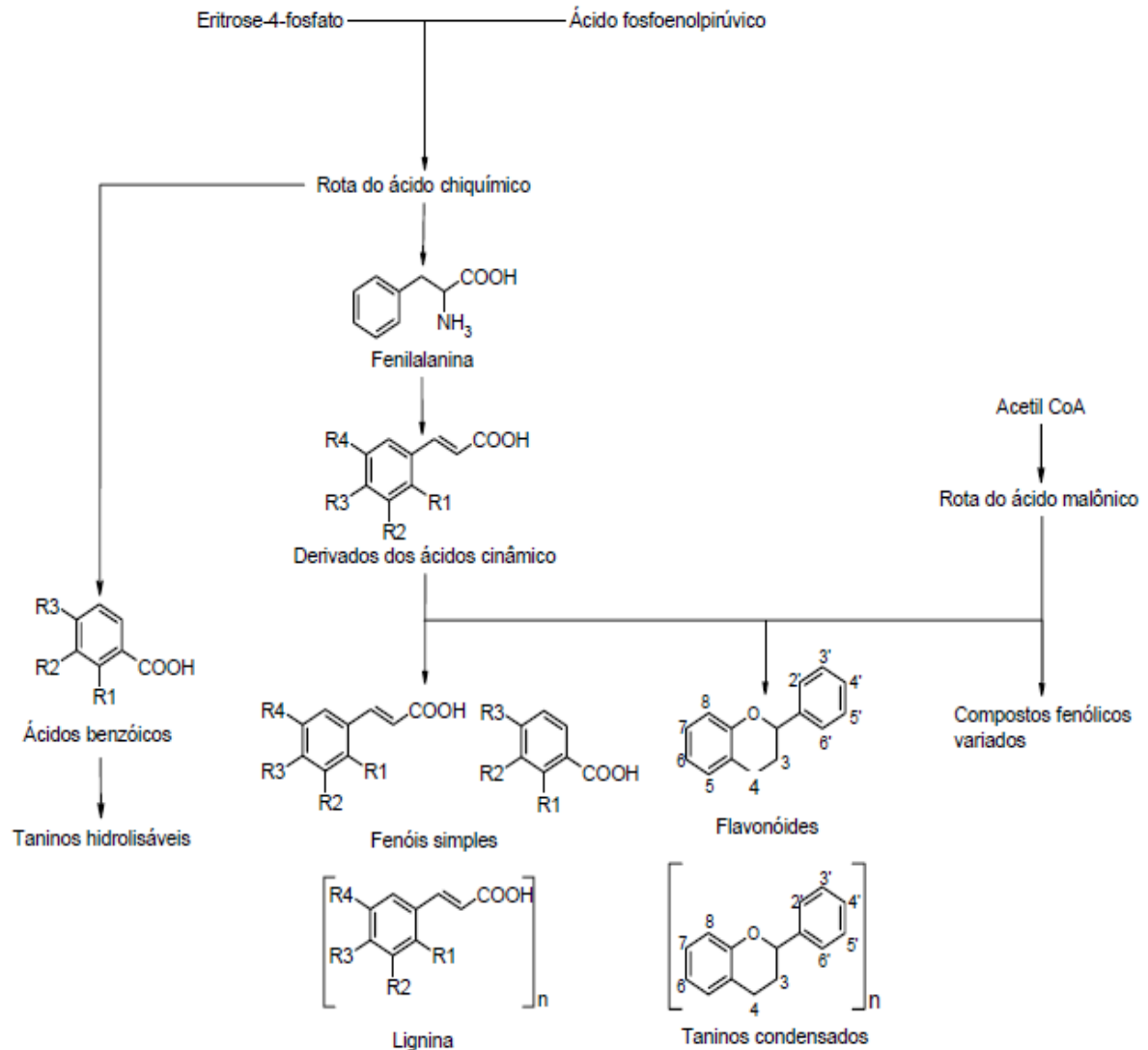
O manganês se destaca por estar relacionado ao desempenho de vários processos fisiológicos como constituinte de múltiplas enzimas e ativador de outras enzimas, o Mn apresenta importante papel em funções antioxidante; ao metabolismo de carboidratos, aminoácidos e colesterol; ao funcionamento normal do cérebro e atividade adequada do sistema nervoso; desenvolvimento de ossos e cicatrização de feridas (HIGDON; DRAKE, 2013; NOSRATPOUR; JAFARI, 2018).

Considerando que a ingestão inadequada dos macro e microminerais pode afetar negativamente a saúde, há recomendações de ingestão adequada dos mesmos (INSTITUTO DE MEDICINA, 2011). Essas recomendações constituem um grupo de quatro valores: a estimativa de requerimento médio, a ingestão dietética recomendada, a ingestão adequada e o limite superior tolerável de ingestão. Sendo assim, a determinação dos teores destes nutrientes em polpa de açaí torna-se interessante uma vez que esse tipo de alimento pode ser considerado uma boa fonte de alguns minerais (tabela 5) e conseqüentemente contribuirão no alcance das recomendações de ingestão.

1.5 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são amplamente distribuídos em todo o reino vegetal. Esses compostos são considerados metabólitos secundários das plantas, sintetizados durante o desenvolvimento normal da planta em resposta a diferentes situações de estresse, radiação UV, ferimentos, pressões ecológicas e fisiológicas (HAMINIUK et al., 2012; KHODDAMI; WILKES; ROBERTS, 2013; ZHANG et al., 2014). A biossíntese dos compostos fenólicos pode ocorrer por diferentes rotas, no entanto as rotas dos ácido chiquímico e ácido malônico são a mais importantes (figura 8). No entanto, a rota do ácido chiquímico é a que está relacionada à biossíntese da maioria dos fenóis (HERMANN; WEAVER, 1999).

Figura – 8 Rota de formação dos compostos fenólicos em plantas



Fonte: Pompeu (2007).

Compostos fenólicos são caracterizados por apresentarem uma estrutura básica formada por um anel aromático que contém um ou mais grupos hidroxila com estruturas variáveis entre moléculas fenólicas simples a polímeros complexos de massa molecular elevada (HAMINIUK et al., 2012; KHODDAMI; WILKES; ROBERTS, 2013). Esses compostos podem se apresentar nos alimentos tanto na forma livre, quanto ligado a outros componentes alimentares, devido à natureza de suas estruturas químicas (ANGELO; JORGE, 2007; ALU'DATT et al., 2017).

Estruturalmente, os compostos fenólicos podem ser classificados em fenóis simples ou polifenóis (KHODDAMI; WILKES; ROBERTS, 2013). Essa classificação pode ser feita em função do número de anéis fenol que eles contêm e dos elementos estruturais que ligam estes anéis uns aos outros (tabela 6) (MANACH et al., 2004).

Tabela 6 – Classificação dos compostos fenólicos de acordo com sua estrutura básica

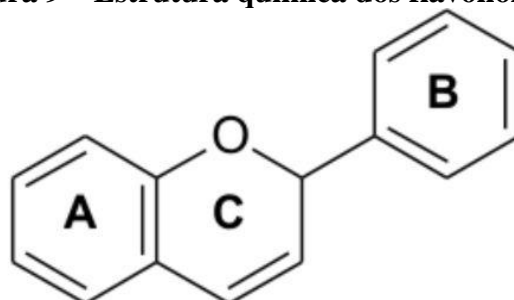
Classe	Estrutura
Fenólicos simples, benzoquinonas	C_6
Ácidos hidroxibenzoicos/ Ácidos fenólicos	C_6-C_1
Acetofenol, ácidos fenilacéticos	C_6-C_2
Ácidos hidroxicinâmicos, fenilpropanóides	C_6-C_3
Nafitoquinonas	C_6-C_4
Xantonas	$C_6-C_1-C_6$
Estilbenos, antoquinonas	$C_6-C_2-C_6$
Flavonóides, isoflavonóides	$C_6-C_3-C_6$
Lignanas, neolignanas	$(C_6-C_3)_2$
Diflavonóides	$(C_6-C_3-C_6)_2$
Ligninas	$(C_6-C_3)_n$
Taninos hidrossolúveis	$(C_6-C_1)_n$
Taninos condensados	$(C_6-C_3-C_6)_n$

Fonte: Angelo; Jorge (2007).

De acordo com Soares (2002), estes compostos também podem ser classificados em: pouco distribuídos na natureza, onde se enquadram os fenóis simples, pirocatecol, hidroquinona, resorcinol e aldeídos derivados dos ácidos benzóicos; polímeros, que são os compostos que não se apresentam em forma livre nos tecidos vegetais como os taninos e as ligninas; e largamente distribuído na natureza, que são os fenóis encontrados geralmente em todo o reino vegetal, como os do grupo dos flavonóides, ácidos fenólicos e cumarinas.

Os três maiores grupos de compostos fenólicos presente nos alimentos são os dos flavonóides, ácidos fenólicos e taninos. No entanto, o teor destes compostos nos alimentos pode ser influenciado pelo grau de maturação, variabilidade genética, fatores ambientais, manejo pós-colheita, processamento e armazenamento (MANACH et al., 2004; CARVALHO et al., 2017).

Os flavonóides são compostos de baixo peso molecular, com 15 átomos de carbono, estruturados em dois anéis aromáticos (A e B), unidos por três carbonos que forma um anel heterocíclico (C) como demonstrado na figura 9 (ANGELO; JORGE, 2007).

Figura 9 – Estrutura química dos flavonóides

Fonte: Angelo; Jorge (2007).

Variações nestas estruturas da molécula básica podem surgir por meio de reações de hidroxilação, prenilação, alcalinização e glicosilação, resultando diferentes classes de flavonóides como: flavonas, flavonóis, antocianinas, antocianidinas, proantocianidinas e catequinas (ANGELO; JORGE, 2007; KHODDAMI; WILKES; ROBERTS, 2013). Esses compostos juntamente com os carotenóides e clorofilas são responsáveis pelas cores azul, púrpura, amarelo, laranja e vermelho nos vegetais (KHODDAMI; WILKES; ROBERTS, 2013).

Já os ácidos fenólicos, ocorrem na forma de ésteres, glicosídeos ou amidas, mas raramente na forma livre, se caracterizam pela presença de um anel benzênico, um grupamento carboxílico e um ou mais grupamentos de hidroxila e/ou metoxila. As variações das suas estruturas estão relacionadas ao número e localização de grupos hidroxilas no anel benzênico. Os ácidos fenólicos consistem em dois grupos, derivados do ácido hidroxibenzóico e derivados do ácido hidroxicinâmico. Os derivados do ácido hidroxibenzóico incluem os ácidos gálico, p-hidroxibenzóico, protocatecuico, vanílico e siríngico, enquanto que os derivados do ácido hidroxicinâmico consistem em caféico, ferúlico, p-cumárico e sináptico (ANGELO; JORGE, 2007; KHODDAMI; WILKES; ROBERTS, 2013).

Os taninos são compostos de alto peso molecular, que se classificam em taninos hidrolisáveis e taninos condensáveis de acordo com suas estruturas químicas. Os taninos hidrolisáveis consistem em ácido gálico e seu produto de condensação dimérica, e ácido elágico glicosilados, já os taninos condensáveis também denominados de proantocianidinas são oligômeros e polímeros de catequina e/ou leucocianidina, produtos do metabolismo do fenilpropanol (ANGELO; JORGE, 2007; ALU'DATT et al., 2017).

Dentre tantos grupos e compostos fenólicos, o açaí-roxo se destaca pela predominância de antocianinas como pelargonidina glicosídeo (111,92 mg/100g peso seco), cyanidinglucoside (67,33 mg/100g peso seco) e malvidindiglucoside (11,51 mg/100g peso seco); flavonols como galatoepicatequina (25 mg/100g peso seco), procianidina A2 (11,53 mg/100g peso seco) e catequina (5,07 mg/100g peso seco); flavonóis como rutina (3,89 mg/100g peso seco) e ácidos fenólicos como ácido gálico (6,87 mg/100g peso seco) e ácido clorogênico (5,01 mg/100g peso seco) (DANTAS et al., 2019). Já para o açaí-branco, até o momento, apenas um estudo se destinou a descrever o perfil de compostos fenólicos de sua polpa (SILVEIRA et al., 2017). Silveira et al. (2017) ao avaliarem 14 compostos fenólicos na polpa de açaí-branco liofilizada verificaram predominância de orientina (189,49 µg/g de peso

seco), iso-orientina (89,74 $\mu\text{g/g}$ de peso seco), ácido vanílico (55,61 $\mu\text{g/g}$ de peso seco), ácido ferúlico (27,95 $\mu\text{g/g}$ de peso seco) e ácido 4-hidroxibenzóico (13,38 $\mu\text{g/g}$ de peso seco).

Nos últimos anos, esses compostos têm recebido considerável atenção, pois alguns estudos têm sugerido que os compostos fenólicos desempenham um papel significativo na prevenção de algumas doenças crônicas como câncer, diabetes, doença de Alzheimer e doenças cardiovasculares, devido às suas propriedades antioxidantes e antiinflamatórias (BONDIA-PONS et al., 2009; RIO et al., 2013; GUTIÉRREZ-GRIJALVA et al., 2016).

1.6 Radicais Livres, Estresse Oxidativo e Capacidade Antioxidante

Radicaís livres são estruturas químicas que possuem um ou mais elétrons desemparelhados nos orbitais externos. Essa configuração faz desses radicaís altamente instáveis, reativos e com meia vida curtíssima (BIANCHI; ANTUNES, 1999; GARCEZ et al., 2004).

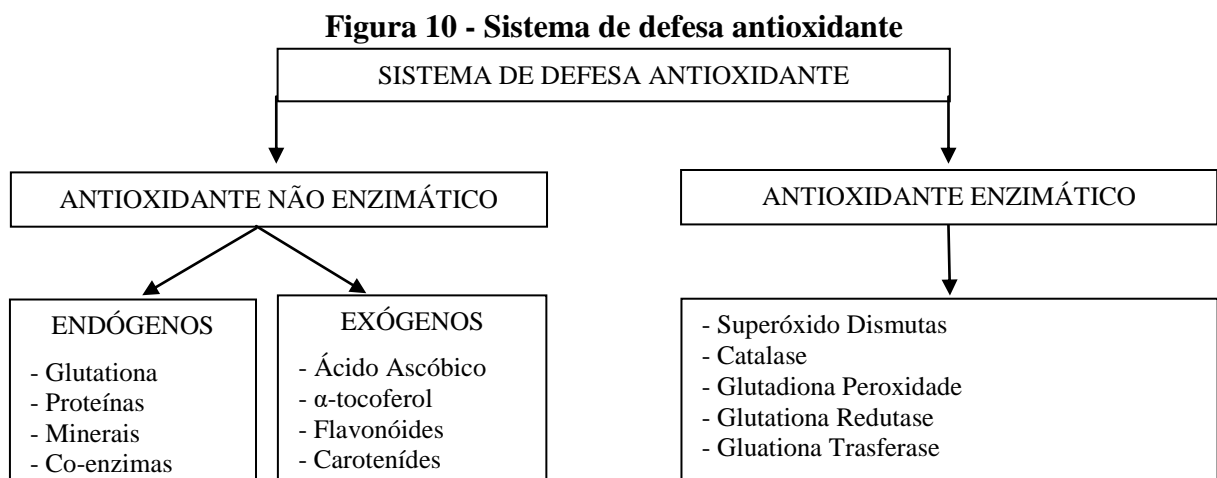
Os radicaís livres são gerados em processos aeróbicos como a respiração celular, exposição a infecções microbianas que envolvem a ativação de fagócitos, durante atividade física intensiva ou a ação de poluentes/toxinas como fumaça de cigarro, álcool, radiações ionizantes e ultravioleta, pesticidas, ozônio, por reações redoxes ou por processos de catálise enzimática (GARCEZ et al., 2004; PISOSCHI; POP, 2015). Normalmente, os radicaís livres formam-se em um cenário de reações oxido-redução, ou seja, os radicaís livres doam o elétron solitário, oxidando-se, ou recebem o elétron, reduzindo-se (BERNAUD; FUNCHAL, 2011).

Quando o elétron desemparelhado encontra-se nos átomos de oxigênio ele é denominado de espécie reativa de oxigênio (ERO), esses podem ser divididos em dois grupos os radicalares (hidroxila (HO^\bullet), superóxido ($\text{O}_2^{\bullet-}$), peroxila (ROO^\bullet) e alcoxila (RO^\bullet)); e os não-radicalares (oxigênio, peróxido de hidrogênio e ácido hipocloroso). Já quando o elétron desemparelhado encontra-se nos átomos nitrogênio é denominado de espécie reativa de nitrogênio (ERN); esses também podem ser divididos em radicalares como, óxido nítrico (NO^\bullet) e dióxido de nitrogênio (NO_2^\bullet) e não radicalares como óxido nitroso (N_2O_3), ácido nitroso (HNO_2), nitritos (NO_2^-), nitratos (NO_3^-) e peroxinitritos (ONOO^-) (HALLIWELL, 2001; BERNAUD; FUNCHAL, 2011).

As espécies reativas EROs e ERNs estão envolvidas no organismo com a síntese de substâncias biológicas importantes, assim como na produção de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular e sinalização intercelular (BARREIROS; DAVID; DAVID,

2006). No entanto, quando os radicais livres são produzidos em excesso pode ocorrer a superestimulação de algumas vias intracelulares, o que está associado ao desenvolvimento de várias morbidades como câncer, diabetes, doenças inflamatórias, cardiovasculares e neurodegenerativas. Além disso, o excesso dos radicais também pode promover a peroxidação lipídica nas membranas, agressão às proteínas dos tecidos e das membranas, às enzimas, carboidratos e DNA (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006; BERNAUD; FUNCHAL, 2011; PISOSCHI; POP, 2015).

Sendo assim, o estresse oxidativo pode ser definido como uma produção excessiva de espécies reativas EROs/ERNs que não podem ser neutralizadas pela ação de antioxidantes, mas também como uma perturbação do equilíbrio redox das células (PISOSCHI; POP, 2015). No entanto, esses radicais livres podem ser combatidos no organismo por antioxidantes endógenos, quando produzido pelo próprio organismo por ações enzimáticas e não enzimática ou exógeno, quando obtidos através da dieta (figura 10) (BERNAUD; FUNCHAL, 2011).



Fonte: Adaptado Bernaud; Funchal (2011).

Os antioxidantes podem ser definidos como quaisquer compostos que, quando presentes em baixas concentrações comparados com a de um substrato oxidável, sejam capazes de atrasar ou inibir significativamente a oxidação desse substrato, ou seja, são moléculas capazes de inativar os radicais livres e suas ações (HAMINIUK et al., 2012; PISOSCHI; POP, 2015). Sendo assim, o antioxidante deve ser capaz de, após sequestrar o radical livre, formar um novo radical estável de ligação de hidrogênio intramolecular na oxidação adicional (GUTIÉRREZ-GRIJALVA et al., 2016).

Entre os antioxidantes exógenos, destacam-se os compostos fenólicos, por serem considerados fortes antioxidantes *in vitro*, devido ao seu potencial redox e capacidade de doar

elétrons ou átomos de hidrogênio (BIANCHI; ANTUNES, 1999; ZHANG et al., 2014). Outro ponto importante na capacidade antioxidante dos compostos fenólicos é o seu número e posições dos grupos hidroxilas, considerando este fator, os flavonóides por possuírem maiores grupos hidroxilas apresentam maior capacidade antioxidante (GUTIÉRREZ-GRIJALVA et al., 2016).

Sendo assim, vários métodos *in vitro* vêm sendo aplicados para avaliar a capacidade antioxidante de produtos vegetais. A combinação de pelo menos dois métodos *in vitro* é preconizada, para que seja possível produzir informações mais confiáveis. Considerando essa recomendação, neste estudo foram utilizados três métodos, o método de redução do ferro (FRAP); de captura do radical livre ABTS^{•+} (ABTS) e o de captura do radical livre DPPH (DPPH), para avaliar a capacidade antioxidante da polpa de açaí. De acordo com literatura, esses métodos são os mais amplamente utilizados para determinar a capacidade antioxidante *in vitro* (RUFINO et al., 2010).

Nos últimos anos a polpa de açaí-roxo tem recebido muita atenção, devido a sua alta capacidade antioxidante, sendo denominada como uma das novas “superfrutas” do mercado mundial (YAMAGUCHI et al., 2015). Rufino et al. (2010) ao avaliarem a capacidade antioxidante de fruto açaí-roxo pelos métodos ABTS, FRAP e DPPH obtiveram respectivamente os seguintes resultados: 64,50 µM Trolox/g; 220 µM de sulfato ferroso/g e 598 EC₅₀ expresso em g de amostra/g de DPPH).

1.7 Métodos de Digestão Gastrointestinal *In Vitro*

Métodos *in vitro* que simulam a digestão gastrointestinal do organismo humano são amplamente utilizados para estudar as alterações estruturais, a digestibilidade, a biodisponibilidade e a bioacessibilidade dos componentes alimentares, assim como, liberação desses componentes ao longo da digestão; já que estudos *in vivo* com humanos e animais são caros, trabalhosos e possuem restrições éticas (HUR et al., 2011; MINEKUS et al., 2014; GUTIÉRREZ-GRIJALVA et al., 2016) apesar de serem considerados o “padrão ouro” para determinas questões nutricionais e por oferecerem resultados mais precisos (LUCAS-GONZÁLES et al., 2018).

De acordo com a literatura, a biodisponibilidade refere-se à fração do nutriente ou composto ingerido que atinge a circulação sistêmica, estando relacionada à disponibilidade para absorção, metabolismos, distribuição tecidual e bioatividade dos componentes

alimentares. Já bioacessibilidade, pode ser definida como a fração da matriz alimentar liberada no trato gastrointestinal que está disponível para absorção intestinal (FERNÁNDEZ-GARCÍA; CARVAJAL-LÉRIDA; PÉREZ-GÁLVEZ, 2009; ALMINGER et al., 2014).

De acordo com Coles; Moughab; Darragh (2005), os modelos de digestão gastrointestinal *in vitro* devem ser capazes de fornecer resultados precisos e rápidos, capazes de serem utilizados como uma ferramenta para análises de alimentos ou modelos alimentares com diferentes composições e estruturas, no entanto ainda de acordo com esses autores os modelos de digestão gastrointestinal *in vitro* ainda não são capazes de fornecer resultados com a mesma precisão que modelos *in vivo*, basicamente pela complexidade inerente do processo de digestão. Na tabela 7, estão apresentadas, de forma resumida, as vantagens e desvantagem dos modelos de digestão gastrointestinal *in vitro* e *in vivo* utilizados para avaliar a bioacessibilidade e a biodisponibilidade dos componentes alimentares.

Tabela 7 – Vantagens e desvantagens dos modelos de digestão gastrointestinais *in vitro* e *in vivo* para avaliar a bioacessibilidade e a biodisponibilidade dos componentes alimentares

		Métodos	
		<i>In vitro</i>	<i>In vivo</i>
Vantagens	Relativamente barato e tecnicamente simples		Condições <i>in vivo</i>
	A seleção de numerosas amostras é possível		Seleção de assuntos específicos
	Concentre-se no pequeno número de componentes		Estudos farmacocinéticos podem ser realizados
	Mecanismos específicos de ação podem ser testados		Seleção de indivíduos para populações alvo específicas de uso pretendido
	Validação com material de referência		
Desvantagens	Extrapolação para <i>in vivo</i>		Menor taxa de transferência
	Mecanismos homeostáticos não estão presentes		Sistemas funcionais extremamente complexos
	Condições dinâmicas do trato gastrointestinal não são totalmente reproduzidas com modelos bioquímicos e de cultura celular		Influência de diferentes fatores
	Bactérias intestinais e metabolismo hepático nem sempre são considerados		Extrapolação de estudos em animais para humanos
	As fazes oral e do intestino grosso geralmente não são incluídas, embora possam ser prontamente adicionadas		Falta de padrões de referência certificados
	Validação contra dados de biodisponibilidade <i>in vivo</i>		Alto custo de equipamentos e mão de obra
			Restrições éticas

Fonte: Adaptado Fernández-Garcia; Carvajal-Lérída; Pérez-Gálvez (2009); Carbonell-Capella et al. (2014).

Vários modelos que simulam a digestão gastrointestinal *in vitro* já foram propostos na literatura, geralmente esses modelos dividem a digestão gastrointestinal *in vitro* em etapas, podendo ser elas, em fase oral, gástrica e intestinal. Normalmente, esses métodos utilizam uma temperatura média de digestão de 37 °C, um período de uma a duas horas de

incubação por etapa; enzimas digestivas como pancreatina, pepsina, tripsina, α -amilase e lipase; sais biliares e mucina (REDDY et al., 2007; RYAN et al., 2008; HUR et al., 2011; MINEKUS et al., 2014; DANTAS et al., 2019).

A maioria dos modelos de digestão gastrointestinal *in vitro* citados na literatura são estáticos (BAKER; CHOCHAN; OPARA, 2013; BHATT; PATEL, 2013; CHEN et al., 2014), ou seja, trabalham com proporções constantes de amostras, concentrações prefixadas e volumes de matéria digeridas, sais biliares e enzimas, não reproduzindo os processos físicos de cisalhamento, mistura, hidratação e peristaltismos que ocorrem *in vivo* (FERNÁNDEZ-GARCÍA; CARVAJAL-LÉRIDA; PÉREZ-GÁLVEZ, 2009; ALMINGER et al., 2014; MINEKUS et al., 2014). No entanto, modelos dinâmicos que imitam os processos físicos *in vivo*, considerando as variáveis como viscosidade da digestão, redução do tamanho de partículas, difusão e partição de nutrientes também são utilizados (FERNÁNDEZ-GARCÍA; CARVAJAL-LÉRIDA; PÉREZ-GÁLVEZ, 2009). Porém, esses modelos são muito mais intensivos, trabalhosos e caros quando comparados a modelos estáticos (ALMINGER et al., 2014). Uma comparação entre os modelos de digestão gastrointestinal *in vitro* estático e dinâmico é apresentada na tabela 8.

Tabela 8 - Modelo de digestão gastrointestinal *in vitro* estático versus dinâmico para aplicações alimentícias

Estático	Dinâmico
Tipo de estudo	
Útil para digestão limitada (etapa gástrica e/ou intestinal)	Aplicável a estudos de digestão total
Tipo de alimento	
Alimentos homogeneizados/simples Compostos alimentares isolados ou purificados	Alimentos Complexos
Principais aplicações	
Macronutrientes *Hidrólise de proteínas *Hidrólise lipídica *Resistência do amido *Moléculas bioativas *Liberação de matrizes alimentares simples * Solubilidade e bioacessibilidade	Alimentos e Fármacos *Liberação e bioacessibilidade de nutrientes de matrizes alimentares complexas *Digestão de proteínas *Separação lipídica *Produção de peptídeos
Principais objetivos	
Melhorar as propriedades alimentares Experimentos preliminares para justificar possíveis alegações nutricionais e de saúde	Efeito da estrutura alimentar na distribuição de nutrientes, interações de nutrientes, sobrevivência probiótica, entrega de probióticos, etc.
Vantagens	

Estático	Dinâmico
Rápido e simples Custo benefício Precisa ser validado somente à luz do uso pretendido	Melhor precisão do ambiente dinâmico do intestino: movimentos peristálticos, forças físicas, forças de cisalhamento, etc. Permitir comparação direta com os resultados de estudos <i>in vivo</i> /clínicos
Desvantagens	
Faltam as forças mecânicas que contribuem para a digestão <i>in vivo</i> e as constantes mudanças no ambiente bioquímico; acúmulo excessivo de metabólitos, que pode interferir na digestão	Deve ser validado por sua capacidade de reproduzir as condições do trato gastrointestinal

Fonte: Lucas-González et al. (2018).

Pesquisas que abordam esses parâmetros de digestão gastrointestinal *in vitro* tornam-se importantes, uma vez que, a maior parte dos estudos que envolvem composição dos alimentos, capacidade antioxidante, perfil de compostos fenólicos entre outros, negligenciam as mudanças físico-químicas ocorridas durante o processo digestivo no organismo.

2. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, S.S.; AMARAL, D. D.; SILVA, A .S. L.. Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico. **Acta amazônica**, v. 34, p. 513-524, 2004.

ALMINGER, A.; AURA, A. M.; BOHN, T.; DUFOUR, C.; EL, S. N.; GOMES, A.; KARAKAYA, S.; MARTÍNEZ-CUESTA, M. C.; McDOUGALL, G. J.; REQUENA, T.; SANTOS, C. N. *In vitro* models for studying secondary plant metabolite digestion and bioaccessibility. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, p. 413-436, 2014.

ALU'DATT, M. H.; RABABAH, T.; ALHAMAD, M. N.; AL-MAHASNED, M. A.; ALMAJWAL, A.; GAMMOND, S.; EREIFEJ, K.; JOHARGY, A.; ALLI, I. A review of phenolic compounds in oil-bearing plants: Distribution, identification and occurrence of phenolic compounds. **Food Chemistry**, v. 218, p. 99-106, 2017.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

ARAUJO, C. S.; RUFINO, C. P. B.; BEZERRA, L. S.; ANDRADE NETO, R. C.; LUNZ, A. M. P. Crescimento de mudas de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) submetidas a diferentes

doses de fósforo. **Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 5, n. 1, p. 102-111, 2018.

ARAUJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 4. Ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2008. 596 p.

ASGARY, S.; NAZARI, B. Facts about trans fatty acids. **ARYA Atherosclerosis Journal**, v. 4, n. 1, p. 42 - 47, 2008.

ATUI, M. B.; NOGUEIRA, M. D.; SILVA, A. M.; MARCINAO, M. A. M.; FIORAVANTI, M. I. A.; CHASIN, L. B.; FRANCO, V. P. A.; SILVA, L. A.; OLIVEIRA, M. M. L.; CARDOSO-GUSTASON, P.; HAYASHI, A. H. **Manual de análise microscópica em polpas de frutas: açaí (*Euterpe oleracea*), goiaba (*Psidium guajava*), manga (*Mangifera sp*), morango (*Fragaria vesca*), tomate (*Lycopersicum sp*)**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2012. 72 p.

BAKER, I.; CHOCHAN, M.; OPARA, E. I. Impact of cooking and digestion, in vitro, on the antioxidant capacity and anti-inflammatory activity of cinnamon, clove and nutmeg. **Plant Foods For Human Nutrition**, v. 68, p. 364-369, 2013.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.

BATISTA, C. C. R.; OLIVEIRA, M. S.; ARAUJO, M. E.; RODRIGUES, A. M. C.; BOTELHO, J. R. S.; SOUZA FILHO, A. P. S.; MACHADO, N. T.; CARVALHO JUNIOR, R. N. Supercritical CO₂ extraction of açaí (*Euterpe oleracea*) berry oil: Global yield, fatty acids, allelopathic activities, and determination of phenolic and anthocyanin total compounds in the residual pulp. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 107, p. 364-369, 2016.

BERNAUD, F. S. R.; FUNCHAL, C. Atividade antioxidante do açaí. **Nutrição Brasil**, v. 10, n. 5, p. 310-316, 2011.

BEZERRA, V. S. **Açaí Congelado**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2007. 40 p.

BEZERRA, V. S.; FREITAS-SILVA, O.; DAMASCENO, L. F. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. 2016. Açaí: produção de frutos, mercado e consumo. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1059773/acai-producao-de-frutos-mercado-e-consumo>>. Acesso em: 03 out. 2018.

BHATT, A.; PATEL, V. Antioxidant activity of garlic using conventional extraction and in vitro gastrointestinal digestion. **Free Radicals and Antioxidants**, v. 3, p. 30-34, 2013.

BIANCHI, M. L.; ANTUNES, L. M. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BICHARA, C. M. G.; ROGEZ, H. Açai (*Euterpe oleracea* Martius). In: YAHIA, E. M. **Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits**. Volume 2 -Açai to Citrus. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 2011. p. 1-26, 27e.

BONDIA-PONS, I.; AURA, A.; VUORELA, S.; KOLEHMAINEN, M.; MYKKANEN, H.; POUTANEN, K. Rye phenolics in nutrition and health. **Journal of Cereal Science**, v. 49, p. 323-336, 2009.

BRASIL. Instrução Normativa N° 37, de 01 de outubro de 2018 - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial da União**, p. 23–28, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 01 de 07 de janeiro de 2000. Aprova Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da União**. 07 jan. 2000.

BRASIL. Resolução n° 14, de 28 de março de 2014 - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, p. 58, 2014.

CARBONELL-CAPELLA, J. M.; BUNIEWSKA, M.; BARBA, F. J.; ESTEVE, M. J.; FRÍGOLA, A. Analytical methods for determining bioavailability and bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables: a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, p. 155-171, 2014.

CARVALHO, A. V.; SILVEIRA, T. F. F.; MATTLETTO, R. A.; OLIVEIRA, M. S. P.; GODOY, H. T. Chemical composition and antioxidant capacity of açai (*Euterpe oleracea*) genotypes and commercial pulps. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, p. 1467-1474, 2017.

CHEN, G. L.; CHEN, S. G.; ZHAO, Y. Y.; LUO, C. X.; LI, J.; GAO, Y. Q. Total phenolic contents of 33 fruits and their antioxidant capacities before and after in vitro digestion. **Industrial Crops and Products**, v. 57, p. 150-157, 2014.

CHENG, P.; WANG, J.; SHAO, W. Monounsaturated fatty acid intake and stroke risk: a meta-analysis of prospective cohort studies. **Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases**, v. 25, n. 6, p. 1326-1334, 2016.

COLES, L. T.; MOUGHAN, P. J.; DARRAGH, A. J. In vitro digestion and fermentation methods, including gas production techniques, as applied to nutritive evaluation of foods in the hindgut of humans and other simple-stomached animals. **Animal Feed Science and Technology**, v.123-124, n. 1, p. 421-444, 2005.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Açaí. **Boletim da Sociobiodiversidade**. v. 2, n. 2, p. 10-18, 2018.

COSTA, M. R.; OLIVEIRA, M. do S. P.; MOURA, E. F. Variabilidade genética em açaizeiro (*Euterpe Oleracea* Mart.). **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. v. 21, p. 46-50, 2001.

CRONQUIST, A. **Na integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262p.

CUNHA, C. R.; MACIEL, V. T.; MADRUGA, A. L. S.; LUNZ, M. P.; BERGO, C. L.; OLIVEIRA, M. S. P. Caracterização físico-química da polpa de indivíduos experimentais de açaizeiro (*Euterpe oleraceae* Mart.) com alta produtividade. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2013, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus. 2013. p. 1-4.

DALL'ACQUA, Y. G.; CUNHA JÚNIOR, L. C.; NARDINI, V.; LOPES, V. G.; PESSOA, J. D.; TEIXEIRA, G. H. A. Discrimination of *Euterpe oleracea* Mart. (açaí) and *Euterpe edulis* Mart. (juçara) intact fruit using near-infrared (NIR) spectroscopy and linear discriminant analysis. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 39, p. 2856-2865, 2015.

DANTAS, A. M.; MAFALDO, I. M.; OLIVEIRA, P. M. L.; LIMA, M. S.; MAGNANI, M.; BORGES, G. S. C. Bioaccessibility of phenolic compounds in native and exotic frozen pulps explored in Brazil using a digestion model coupled with a simulated intestinal barrier. **Food Chemistry**, v. 274, p. 202-214, 2019.

DONADIO, L. C.; MÔRO, F. V.; SERVIDONE, A. A. **Frutas brasileiras**. Jaboticabal: Editora da UNESP, 2002. 288 p.

DWIVEDI, S. L.; SAHRAWAT, K. L.; RAI, K. N.; BLAIR, M. W.; ANDERSON, M. S.; PFEIFFER, W. Nutritionally enhanced staple food crops. **Plant Breeding Reviews**, v. 36, p. 169-291, 2012.

FARIAS NETO, J. T.; RESENDE, M. D. V.; OLIVEIRA, M. S. P. Seleção simultânea em progênies de açaizeiro irrigado para produção e peso do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 532-539, 2011.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, E.; CARVAJAL-LÉRIDA, I.; PÉREZ-GÁLVEZ, A. *In vitro* bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. **Nutrition Research**, v. 29, p. 751-760, 2009.

GARCEZ, M.; BORDIN, D.; PERES, W.; SALVADOR, M. Radicais livres e espécies reativas. In: SALVADOR, M.; HENRIQUES, J. A. P. **Radicais livres e a resposta celular ao estresse oxidativo**. 1. Ed. Canoas: ULBRA, 2004. p. 13-34.

GHARIBZAHEDI, S. M. T.; JAFARI, S. M. The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. **Trends in Food Science & Technology**, v. 62, p. 119-131, 2017.

GORDON, A.; CRUZ, A.P.G.; CABRAL, L.M.C.; FREITAS, A.C. TÁXI, C.M.A.D. Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of Açaí fruits (*Euterpe oleraceae* Mart.) during ripening. **Food Chemistry**, v. 133, n. 2, p. 256-263, 2012.

GRAMLICH, L.; MEDDINGS, L.; ALBERDA, C.; WICHANSAWAKUN, S.; ROBBINS, S.; DRISCOLL, D.; BISTRIAN, B. Essential fatty acid deficiency in 2015: The impact of novel intravenous lipid emulsions. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 39, p. 61S-66S, 2015.

GUTIÉRREZ-GRIJALVA, E. P.; AMBRIZ-PÉRE, D. L.; LEYVA-LÓPEZ, N.; CASTILLO-LÓPEZ, R. I.; HEREDIA, J. B. Review: dietary phenolic compounds, health benefits and bioaccessibility. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 66, n. 2, p. 87-100, 2016.

HALLIWELL, B. Role of free radicals in the neurodegenerative diseases: therapeutic implication for antioxidant treatment. **Drugs & Aging**, v. 18, p. 685-716, 2001.

HAMINIUK, C. W. I.; MACIEL, G. M.; PLATA-OVIEDO, M. S. V.; PERALTA, R. M. Phenolic compounds in fruits – an overview. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 47, p. 2023-2044, 2012.

HERMANN, K. M.; WEAVER, L. M.; The shikimate pathway. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 473-503, 1999.

HIGDON, J.; DRAKE, V. J. **An evidence-based approach to vitamins and minerals – Health benefits and intake recommendations**. 2. ed. Suíça: Linus Instituto Pauling, 2013. 272 p. Disponível em: <<https://lpi.oregonstate.edu/book/export/html/48>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

HOOVER, L.; MARTIN, N.; ABDELHAMID, A.; DAVEY SMITH, G.; Reduction in saturated fat intake for cardiovascular disease. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 6, p. 1-111, 2015.

HUR, S. J.; LIM, B.O.; DECKER, E. A.; McCLEMENTS, D. J. *In vitro* human digestion models for food applications. **Food Chemistry**, v. 125, p. 1-12, 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática, 2018a. Produção da Extração vegetal e Silvicultura - Açaí. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>>. Acesso em: 02 out. 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática, 2018b. Produção Agrícola Municipal – Açaí. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>. Acesso em: 02 out. 2018.

INSTITUTO DE MEDICINA. **Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids**. Washington, DC: The National Academies Press, 2011. 1357 p.

KHODDAMI, A.; WILKES, M. A.; ROBERTS, T. H. Techniques for Analysis of Plant Phenolic Compounds. **Molecules**, v. 18, p. 2328-2375, 2013.

LUCAS-GONZÁLES, R.; VIUDA-MARTOS, M.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. *In vitro* digestion models suitable for foods: Opportunities for new fields of application and challenges. **Food Research International**, v. 107, p. 423-436, 2018.

MAKI, K. C.; EREN, F.; CASSENS, M. E.; DICKLIN, M. R.; DAVIDSON, M. H. ω -6 Polyunsaturated Fatty Acids and Cardiometabolic Health: Current Evidence, Controversies, and Research Gaps. **Advances in Nutrition an International Review Journal**, p. 1-13, 2018.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, p. 727-747, 2004.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2016a. Do alto do açaizeiro à mesa do consumidor. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/do-alto-do-acaizeiro-a-mesa-do-consumidor>>. Acesso em: 03 out. 2018.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2016b. Açaí, o sabor da Amazônia que se espalha pelo mundo. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/acai-o-sabor-da-amazonia-que-se-espalha-pelo-mundo>>. Acesso em: 03 out. 2018.

MASSAFERA, G.; COSTA, T. M. B.; OLIVEIRA, J. E. D. Composição de ácidos graxos do óleo do mesocarpo e da semente de cultivares de abacate (*Persea americana*, Mill.) da região de Ribeirão Preto, SP. **Alimento e Nutrição Araraquara**, v. 21, n. 2, p. 325-331, 2010.

MATTIETTO, R. A.; VEIGA, T. C. M.; OLIVEIRA, T. C. S.; OLIVEIRA, R. H.; LISBOA, D.; OLIVEIRA, M. S. P.; FARIAS NETO, J. Avaliação de macronutrientes em progênies de açaí-branco. In: 9º SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 2011, Campinas. **Anais eletrônicos...** Campinas: UNICAMP, 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138994/1/Resumo-SLACA-2011.PDF>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

MATTIETTO, R. A.; CARVALHO, A. V.; LANES, J. J. S. N.; OLIVEIRA, M. S. P.; ROSÁRIO, V. N. M. Composição química e nutricional da polpa de açaí: comparação entre as variedades roxa e branca. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2016. Gramado. **Anais eletrônicos...** Gramado: FAURGS, 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150120/1/CBCTA-ID-948.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

MENEZES, E. M. S.; TORRES, A.; SRUR, A. U. S.; Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) liofilizada. **Acta Amazonica**, v. 32, n. 2, p. 311-316, 2008.

MINEKUS, M.; ALMINGER, M.; ALVITO, P.; BALLANCE, S.; BOHN, T.; BOURLIEU, C.; CARRIÈRE, F.; BOUTROU, R.; CORREDIG, M.; DUPONT, D.; DUFOUR, C.; EGGER, L.; GOLDING, M.; KARAKAYA, S.; KIRKHUS, B.; LE FEUNTEUN, S.; LESMES, U.; MACIERZANKA, A.; MACKIE, A.; MARZE, S.; MCCLEMENTS, D. J.; MÉNARD, O.; RECIO, I.; SANTOS, C. N.; SINGH, R. P.; VEGARUD, G. E.; WICKHAM, M. S. J.; WEITSCHIES, W.; BRODKORB, A. A standardised static *in vitro* digestion method suitable for food - an international consensus. **Food & Function**, v. 5, n. 6, p. 1113-1124, 2014.

NASCIMENTO, R. J. S.; COURI, S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. P. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 498-502, 2008.

NERI-NUMA, I. A.; SANCHO, R. A. S.; PEREIRA, A. P. A.; PASTORE, G. M. Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food Research International**, v. 103, p. 345-360, 2018.

NOGUEIRA, A. K. M.; SANTANA, A. C. Benefícios socioeconômicos da adoção de novas tecnologias no cultivo do açaí no Estado do Pará. **Revista Ceres**, v. 63, n. 1, p. 001-007, 2016.

NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; MULLER, A. A. **Açaí**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 139 p.

NOSRATPOUR, M.; JAFARI, S. M. Bioavailability of minerals (Ca, Mg, Zn, K, Mn, Se) in food products. **Reference Module in Food Science**, p. 1-7, 2018.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. Processamento e avaliação da qualidade de licor de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, n. 70, v. 4, p.534-541, 2011.

OLIVEIRA, M. S. P. *et al.* **Variação fenotípica em acessos de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) para caracteres relacionados à produção de frutos**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998. 23 p.

OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MULLER, C. H. Cultivo do açaizeiro para produção de frutos. **Circular Técnica 26 – Embrapa**. 2002.

OLIVEIRA, M. S. P.; FARIA NETO, J. T.; PENNA, R. S. **Açaí: técnicas de cultivo e processamento**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2007. 104 p.

OMS, Organização Mundial da Saúde. **Expert consultation on diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. Suíça: Geneva, 2003. 160 p.

ORTEGA, A.; VARELA, L. M.; BERMUDEZ, B.; LOPEZ, S.; ABIA, R.; MURIANA, F. J. G. Dietary fatty acids linking postprandial metabolic response and chronic diseases. **Food & Function**, v. 2, n. 22, p. 22-27, 2012.

PATTERSON, E.; WALL, R.; FITZGERALD, G. F.; ROSS, R. P.; STANTON, C. Health implications of high dietary omega-6 polyunsaturated fatty acids. **Journal of Nutrition and Metabolism**, v. 2012. p. 1-16, 2012.

PAULA, J. E. Anatomia de *Euterpe oleracea* Mart. (*Palmae* da Amazônia). **Acta Amazonica**, v. 5, n. 3, p. 265-278, 1975.

PESSOA, J. D. C.; ARDUIN, M.; MARTINS, M. A.; CARVALHO, J. E. U. Characterization of açai (*E. oleracea*) fruits and its processing residues. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 6, p. 1451-1460, 2010.

PISOSCHI, A. M.; POP, A. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 97, p. 55-74, 2015.

POMPEU, Darly Rodrigues. **Absorção de três famílias de compostos fenólicos em resinas sintéticas macroporosas**. 2007. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Pará, Belém, Pará.

PORTINHO, J. A.; ZIMMERMAM, L. M.; BRUCK, M. R. Beneficial effects of açai. **International Journal of Nutrology**, v. 5, n. 1, p. 15-20, 2012.

POSEY, K. A.; CLEGG, D. J.; PRINTZ, R. L.; BYUN, J.; MORTON, G. J.; VIVEKANANDAN-GIRI, A.; PENNATHUR, S.; BASKIN, D. G.; HEINECKE, J. W.; WOODS, S. C.; SCHWARTZ, M. W.; NISWENDER, K. D. Hypothalamic proinflammatory lipid accumulation, inflammation, and insulin resistance in rats fed a high-fat diet. **American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism**, v. 296, n. 5, p. E1003-E1012, 2009.

POZO-INSFRAN, D. D.; BRENES, C. H.; TALCOTT, S. T. Phytochemical composition and pigment stability of açai (*Euterpe oleracea* Mart). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 52; p. 1539-1545, 2004.

RAM, H.; RASHID, A.; ZHANG, W.; DUARTE, A. P.; PHATTARAKUL, N.; SIMUNJI, S.; KALAYCI, M.; FREITAS, R.; RERKASEM, B.; BAL, R. S.; MAHMOOD, K.; SAVASLI, E.; LUNGU, O.; WANG, Z. H.; DE BARROS, V. L. N. P.; MALIK, S. S.; ARISOY, R. Z.; GUO, J. X.; SOHU, V. S.; ZOU, C. Q.; CAKMAK, I. Biofortification of wheat, rice and common bean by applying foliar zinc fertilizer along with pesticides in seven countries. **Plant and Soil**, v. 403, n. 1-2, p. 389-401, 2016.

RAMOS, S. J.; FAQUIN, V.; ALMEIDA, H. J.; ÁVILA, F. W.; GUILHERME, L. R. G.; BASTOS, C. E. A.; ÁVILA, P. A. Selenato e selenito na produção, nutrição mineral e biofortificação com selênio em cultivares de alface. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1347-1355, 2011.

REDDY, A. V. R.; RAJURKAR, N. S.; ACHARY, R.; KULKARNI, S. D. Evaluation of bioaccessibility of some essential elements from wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) by *in vitro* digestion method. **Food Chemistry**, v. 103, p. 681-688, 2007.

RIO, D. D.; RODRIGUEZ-MATEOS, A.; SPENCER, J. P. E.; TOGNOLINI, M.; BORGES, G.; CROZIER, A. Dietary (Poly) phenolics in human health: structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases. **Antioxidantes & Redox Signaling**, v. 18, n. 14, p. 1818-1892, 2013.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1002, 2010.

RYAN, L.; CONNELL, O. O.; SULLIVAN, O.; AHERNE, L. S.; BRIEN, O. N. Micellarisation of carotenoids from raw and cooked vegetables. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 63, p. 127-133, 2008.

SANABRIA, N.; SANGRONIS, E. Caracterización del acai o manaca (*Euterpe oleracea* Mart.): un fruto del Amazonas. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 57, n. 1, p. 94-98, 2007.

SANGRONIS, E.; SANABRIA, N. Impact of solar dehydration on composition and antioxidant properties of acai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 61, n. 1, p. 74-80, 2011.

SANTOS, R. D.; GAGLIARDI, A. C. M.; XAVIER, H. T.; MAGNONI, C. D.; CASSANI, R.; LOTTENBERG, A. M. P.; CASELLA, FILHO A.; ARAÚJO, D. B.; CESENA, F. Y.; ALVES, R. J.; FENELON, G.; NISHIOKA, S. A. D.; FALUDI, A. A.; GELONEZE, B.; SCHERR, C.; KOVACS, C.; TOMAZZELA, C.; CARLA, C.; BARRERA-ARELLANO, D.; CINTRA, D.; UINTÃO, E.; NAKANDAKARE, E. R.; FONSECA, F. A. H.; PIMENTEL, I.; SANTOS, J. E.; BERTOLAMI, M. C.; ROGERO, M.; IZAR, M. C.; NAKASATO, M.; DAMASCENO, N. R. T.; MARANHÃO, R.; CASSANI, R. S. L.; PERIM, R.; RAMOS, S. I. Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 100, n. 1, p. 1-59, 2013.

SCHAUSS, A. G. Açáí (*Euterpe oleracea* Mart.): a macro and nutrient rich palm fruit from the Amazon rain forest with demonstrated bioactivities *in vitro* and *in vivo*. In: WASTSON, R. R.; PREEDY, V. R. **Bioactive Foods in Promoting Health**. Oxford: Academic Press, 2009, p. 479-490.

SCHAUSS, A. G.; WU, X.; PRIOR, R. L.; OU, B.; PETEL, D.; HUANG, D.; KABABICK, J. P. Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried amazonian palm berry, *Euterpe*

oleraceae Mart. (Acai). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 8598-8603, 2006.

SCHWINGSHACKL, L.; HOFFMANN, G.; Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease: synopsis of the evidence available from systematic reviews and meta-analyses. **Nutrients**, v. 4, p. 1989-2007, 2012.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Serviço de Inteligência de Mercado, 2016. Cenários e projeções Estratégicas – Fruticultura. Disponível em:
<[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/e93e6e44c0b1ec9bed5f9ed186ab6b7e/\\$File/6083.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/e93e6e44c0b1ec9bed5f9ed186ab6b7e/$File/6083.pdf)>. Acesso em: 01 out. 2018.

SILVA, P. P. M.; CARMO, L. F.; SILVA, G. M.; SILVEIRA-DINIZ, M. F.; CASEMIRO, R. C.; SPOTO, M. H. F. Physical, chemical, and lipid composition of juçara (*Euterpe edulis* Mart.) pulp. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v. 24, n. 1, p. 1-7, 2013.

SILVEIRA, T. F. F.; SOUZA, T. C. L.; CARVALHO, A. V.; RIBEIRO, A. B.; KUHNLE, G. G. C.; GODOY, H. T. White açai juice (*Euterpe oleracea*): Phenolic composition by LC-ESI-MS/MS, antioxidant capacity and inhibition effect on the formation of colorectal cancer related compounds. **Journal of Functional Foods**, v. 36, p. 215-223, 2017.

SMITH, R. E.; EAKER, J.; TRAN, K.; SMITH, C.; MONROE, D. M.; MENEZES, E. M. S.; SABAA-SRUR, A. U. O; LUO, R.; WYCOFF, W.; FALES, W. H. Proposed Benchmark Methods for Analyzing Açai (*Euterpe oleraceae* Mart.). **The Natural Products Journal**, v. 2, p. 76-85, 2012.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

TACO, **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. revisada e ampliada. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.

THAVARAJAH, D.; THAVARAJAH, P.; VIAL, E.; GEBHARDT, M.; LANCHER, C.; KUMAR, S.; COMBS, G. F. Will selenium increase lentil (*Lens culinaris* Medik) yield and seed quality? **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 1-9, 2015.

VILLACHICA, H. *et al.* **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazônia**. Lima: Tratado de Cooperación Amazonia, Secretaria Pro-Tempore, 1996. 367 p.

WANG, D. D.; LI, Y.; CHIUVE, S. E.; STAMPFER, M. J.; MANSON, J. E.; RIMM, E. B.; WILLETT, W. C.; HU, F. B. Specific Dietary Fats in Relation to Total and Cause-Specific Mortality. **JAMA Internal Medicine**, v. 176, n. 8, p. 1134-1145, 2017.

YAMAGUCHI, K. K. D. L.; PEREIRA, L. F. R.; LAMARÃO, C. V.; LIMA, E. S.; DA VEIGA-JUNIOR, V. F. Amazon acai: chemistry and biological activities: a review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137-151, 2015.

ZELMAN, K. The Great Fat Debate: A Closer Look at the Controversy-Questioning the Validity of Age-Old Dietary Guidance. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 111, n. 5, p. 666-668, 2011.

ZHANG, H.; YU, D.; SUN, J.; LIU, X.; JIANG, L.; GUO, H.; REN, F. Interaction of plant phenols with food macronutrients: characterisation and nutritional–physiological consequences. **Nutrition Research Reviews**, v. 27, p. 1-15, 2014.

3. PARTE EXPERIMENTAL

CAPÍTULO II - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE POLPAS COMERCIAIS DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) ROXO E BRANCO E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA ALCANCE DA INGESTÃO DIÁRIA ACEITAVEL DE ÁCIDOS GRAXOS ESSENCIAIS

RESUMO:

O consumo e exportação de açaí apresentam-se em crescente expansão. Embora haja trabalhos sobre composição centesimal de polpas de açaí, estudos que abrangem os vários tipos comerciais de polpa (grosso, médio e fino) e variedades botânicas (roxo e branco) dos frutos são escassos. O objetivo deste estudo foi caracterizar e comparar polpas de açaí-roxo (grosso-AGR, médio-AMR, fino-AFR) e açaí-branco (grosso-AGB) quanto sua composição centesimal e perfil de ácidos graxos (AG), podendo assim avaliar a contribuição de AG essenciais, presente nestas polpas, para alcance das referências dietéticas de ingestão diárias. As amostras foram submetidas à análise de umidade, sólidos totais, cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos; seus resultados foram submetidos à análise de variância, ao teste de Tukey a 5 % de significância. A análise de AG foi realizada por cromatografia gasosa. Quanto à composição, os teores de umidade variaram de 82,74-92,00 g/100g e os sólidos totais de 7,97-17,26 g/100g. Já as cinzas todas as amostras diferiram, com teores variando de 0,42-0,94 g/100g. Em relação aos lipídios, a amostra AGR (10,67 g/100g) apresentou maior teor e a AFR (2,94 g/100g) menor teor. Os teores de proteína e carboidratos variaram respectivamente entre 1,21-1,62 g/100g e 2,88-5,24 g/100g. Em relação ao perfil de AG, houve predominância de insaturados, especialmente de monoinsaturados como oléico (56,80-59,50 %). Quanto à contribuição dos AG poli-insaturados no alcance das recomendações de AG essenciais, destaca-se novamente a amostra AGR, com contribuições de pelo menos 17,71 % para o AG linoléico e de 12,06 % para AG alfa-linolênico, respectivamente, por porções habituais de consumo.

Palavras-chave: Açaí-branco; ácidos graxos; composição centesimal; *Euterpe oleracea*;

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda mundial por alimentos e bebidas com características nutricionais interessantes, sabores agradáveis e apelo funcional tem criado boas oportunidades ao mercado da fruticultura, principalmente aos de frutas tropicais como o açaí.

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), uma palmeira nativa do Brasil, que pode ser encontrado em terras baixas e em terras florestais inundadas do estuário do rio Amazonas (YAMAGUCHI et al., 2015) atingiu no ano de 2017 produção extrativista de 219.885 toneladas, apresentando aumento de 3.814 toneladas em relação ao ano de 2015, destacando-se o estado do Pará como maior extrativista de açaí com 70,40 % da produção (IBGE, 2018).

Como o fruto do açaizeiro não é consumido *in natura*, por apresentar pequena parte comestível e sabor relativamente insípido, os frutos são frequentemente utilizados para obtenção de polpas (OLIVEIRA; SANTOS, 2011); que podem ser classificadas em grossa (acima de 14 %), média (acima de 11 a 14 %) e fina (acima de 8 a 11%) de acordo com o teor de sólidos totais presentes (BRASIL, 2000).

Comercialmente, encontram-se polpas de açaí das variedades roxo e branco. Botanicamente essas variedades se diferem pelo tamanho, peso e coloração do epicarpo e mesocarpo do fruto, uma vez que o fruto do açaí-branco apresenta epicarpo coloração verde opaca quando maduro e mesocarpo creme, originando uma polpa creme/esverdeada (DALL'ACQUA et al., 2015). A polpa de açaí-roxo apresenta alto valor energético, devido aos seus elevados teores de lipídios, proteína, fibras dietéticas e perfil de ácidos graxos. Além disso, também é rica em compostos fenólicos, como antocianinas, flavonóides e ácidos fenólicos (SCHAUSS et al., 2006). Já em relação à polpa de açaí-branco há poucos relatos na literatura científica sobre a sua composição (MATTIETTO et al., 2016; SILVEIRA et al., 2017), considerando este fato, torna-se relevante a abrangência de estudos desta matriz alimentícia.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o consumo total de gordura deve estar entre 15-30 % do consumo calórico total, sendo recomendado menos de 10 % para os ácidos graxos saturados e de 6-10 % para os poli-insaturados; já para os ácidos graxos monoinsaturados a recomendação é baseada na diferença entre o consumo total de gordura menos o consumo dos ácidos graxos saturados, poli-insaturados e trans (OMS, 2003). Portanto, a ingestão de ácidos graxos monoinsaturados resultantes pode abranger uma ampla gama, dependendo do consumo total de gordura e do padrão de ácidos graxos da dieta. A substituição de ácidos graxos saturados por monoinsaturados está relacionada à redução do

colesterol LDL e a razão colesterol total/HDL, assim como a substituição de carboidratos por ácidos graxos monoinsaturados aumenta as concentrações de colesterol HDL e melhora a sensibilidade a insulina (FAO, 2010).

O Instituto de Medicina (2011), recomenda ingestão dietética de ácido graxos essenciais, da ordem de 17,00 g/dia de linoléico e 1,60 g/dia de alfa-linolênico para homens de 19-50 anos e de 12,00 g/dia e 1,10 g/dia para mulheres, respectivamente. A deficiência alimentar desses ácidos graxos está associada a falhas no desenvolvimento e manutenção do sistema nervoso central e retina, redução da taxa de crescimento, além de lesões de pele e comprometimento na produção de eicosanóides que regulam a coagulação e reposta inflamatória (GRAMLICH et al., 2015).

Embora haja trabalhos sobre composição centesimal de polpas de açaí, estudos que abrangem os vários tipos comerciais de polpa (grosso, médio e fino) e variedades botânicas (roxo e branco) dos frutos são escassos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar quanto à composição centesimal e traçar o perfil de ácidos graxos em polpas comerciais de açaí-roxo e açaí-branco, assim como avaliar a contribuição dos ácidos graxos poli-insaturados, presente nestas polpas, para atingir a ingestão diárias aceitáveis desses ácidos graxos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção das Amostras

Três amostras de açaí-roxo, comercializadas como açaí grosso (AGR), açaí médio (AMR) e açaí fino (AFR), e uma amostra de açaí-branco, comercializada como açaí grosso (AGB) foram adquiridas no Mercado Central de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil (número de registro SisGen - A0287A7). Após a aquisição, todas as amostras foram armazenadas a -27 °C até o momento das análises. Todas as amostras eram provenientes da mesma marca e fornecedor; sendo todas produzidas no estado do Pará (latitude de 1°21'41"S e longitude de 48°14'43"W), Brasil.

No entanto, ressalta-se, que as amostras pertenciam a lotes de produção diferentes. De acordo com informações obtidas com o fabricante a produção das polpas segue um calendário anual da indústria, na qual primeiramente são produzidas as polpas classificadas

como grossas (AGR – agosto e AGB – setembro), seguidas das polpas médias (AMR – outubro) e finas (AFR – dezembro).

2.2 Composição Centesimal

A composição das amostras (AGR, AMR, AFR e AGB), quanto aos parâmetros de umidade, cinzas, lipídios, proteína foram determinadas utilizando às metodologias as descritas pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2012). A umidade foi determinada em estufa (Sterifer SX13) a 105 °C até peso constante e as cinzas em mufla (forno mufla Magnu's analógico) a 550 °C. Já o teor de lipídios foi determinado por extração contínua em Soxhlet, seguida da remoção por destilação do solvente éter. O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl utilizando o fator de correção de 6,25. Os teores de carboidratos e de sólidos totais foram obtidos por diferenças, sendo o teor de sólidos totais calculados pela subtração de cem pelo teor de umidade e o de carboidratos pelos teores de umidade, cinzas, lipídios e proteínas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Todas as análises foram realizadas em triplicata e seus resultados expressos em g/100g de matéria úmida (MU) e matéria seca (MS).

2.3 Perfil de Ácidos Graxos

Para determinação do perfil ácido graxos das amostras de açaí-roxo (AGR, AMR e AFR) e açaí-branco (AGB), realizou-se a extração das frações lipídicas conforme descrito por Borges et al. (2011). Inicialmente 3 g de amostra foram extraídas com 50 mL de hexano em banho ultrassônico (Sanders medical- Soniclean 2) a 25 °C por 15 min, para posterior centrifugação (Famen 206BL) a 2000 g por 15 min e coleta da fração hexânica. Após o processo de extração, a fração hexânica foi removida sob pressão reduzida a < 35 °C, isolando a fração lipídica.

Sucessivamente, a fração lipídica de cada amostra foi submetida à hidrólise e metilação, como descrito por Fernandez et al. (2016), com pequenas modificações, conforme descrito a seguir: dissolveu-se, em tubo criogênico de capacidade de 2 mL aproximadamente 10 mg do extrato em 100 µL de uma solução de hidróxido de sódio 1 mol/L em etanol/água (95 %); agitou-se o tubo em vórtex por 10 segundos para posterior hidrólise em forno de microondas doméstico (Eletrolux MT030), à potência 30 % durante 4 min. Em seguida, as

amostras foram resfriadas e adicionadas de 400 μ L de ácido clorídrico a 20 %, 20 mg de cloreto de sódio e 600 μ L de acetato de etila e homogeneizadas em vórtex por 10 segundos para posterior repouso de 5 min. Após o período de repouso uma alíquota de 300 μ L da camada orgânica foi recolhida, adicionada em tubos de microcentrífuga e seco por evaporação, obtendo-se assim os ácidos graxos livres.

Posteriormente, os ácidos graxos livres foram metilados com 100 μ L BF_3 /metanol (14 %) por aquecimento durante 10 min em banho de água a 60 °C. Os ácidos graxos metilados foram extraídos em 500 μ L de hexano (FERNANDEZ et al., 2016) e analisados por cromatografia gasosa de acordo com Abreu et al. (2018) em um Cromatógrafo a Gás HP7820A (Agilent) equipado com detector por ionização de chamas, injetor Split (opera com uma razão de divisão de 1/50) a 250 °C e detector a 250 °C e uma coluna Supelcowax-10 (30 m x 0,2 mm x 0,2 μ m (Supelco) com gradiente de temperatura: 150 °C, 0 min, 10 °C/min até 240 °C. Utilizou-se o hidrogênio como fase móvel a uma taxa de 4 mL/min e volume de injeção de 1 μ L. A identificação dos picos foi feita por comparação com padrões de ácidos graxos metilados FAME C14-C22 (Supelco cat no 18917) e pelo tempo de retenção. O programa de aquisição de dados utilizados foi o EZChron Elite Compact (Agilent).

2.4 Contribuição para o Alcance das Ingestões Diárias Aceitáveis de Ácidos Graxos Essenciais

Para comparação do teor de ácidos graxos das amostras de polpa de açaí-roxo e açaí-branco com as recomendações vigentes, utilizou-se as ingestões recomendadas de linoléico e alfa-linolênico preconizada pelo Instituto de Medicina (2011) para indivíduos saudáveis na faixa etária de 19 a 50 anos de 17,00 g/dia de linoléico e 1,60 g/dia de alfa-linolênico para homens e 12,00 g/dia e 1,10 g/dia para mulheres, respectivamente. Para os cálculos, considerou-se a média de ingestão diária de açaí pela população brasileira encontrada na última Pesquisa de Orçamento Familiar disponível: 257,40 g para homens e de 254,30 para mulheres (IBGE, 2011).

2.5 Análise Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de

Tukey a 5 % de significância por meio do programa estatístico Sisvar, versão 5.6 para verificar se houve diferença estatística entre as amostras de polpas de açaí quanto aos parâmetros de composição centesimal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição Centesimal

Os resultados obtidos para as análises de umidade; sólidos totais; cinzas; lipídios, proteínas e carboidratos estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Composição centesimal das amostras de açaí-roxo e açaí-branco

Análise (g/100g)		Açaí Grosso Roxo (AGR)	Açaí Médio Roxo (AMR)	Açaí Fino Roxo (AFR)	Açaí Grosso Branco (AGB)
Umidade		82,74 ± 1,27 ^a	86,12 ± 1,50 ^a	92,03 ± 1,26 ^b	84,91 ± 1,83 ^a
Sólidos Totais		17,26 ± 1,27 ^a	13,88 ± 1,50 ^a	7,97 ± 1,26 ^b	15,09 ± 1,83 ^a
Cinzas	MU	0,71 ± 0,03 ^c	0,79 ± 0,02 ^b	0,94 ± 0,03 ^a	0,42 ± 0,01 ^d
	MS	4,11 ± 0,24 ^{bc}	5,74 ± 0,71 ^b	12,00 ± 1,72 ^a	2,83 ± 0,28 ^c
Lipídios	MU	10,67 ± 1,06 ^a	6,57 ± 0,88 ^b	2,94 ± 0,65 ^c	8,21 ± 0,92 ^b
	MS	61,75 ± 1,90 ^a	47,25 ± 2,35 ^b	36,68 ± 3,23 ^c	54,45 ± 0,92 ^b
Proteína	MU	1,51 ± 0,10 ^a	1,62 ± 0,01 ^a	1,21 ± 0,01 ^b	1,22 ± 0,01 ^b
	MS	8,79 ± 0,78 ^b	11,74 ± 1,22 ^{ab}	15,18 ± 0,49 ^a	8,15 ± 0,92 ^b
Carboidratos	MU	4,37 ± 0,36 ^{ab}	4,90 ± 0,74 ^a	2,88 ± 0,62 ^b	5,24 ± 0,92 ^a
	MS	25,35 ± 1,85 ^b	35,28 ± 2,42 ^a	35,90 ± 2,05 ^a	34,57 ± 1,93 ^a

Valores expressos na mesma linha seguidos por letras diferentes indicam diferença estatística ($p \leq 5\%$)

Valores médios ± desvio padrão (n=3)

MU – Matéria Úmida

MS – Matéria Seca

Diferenças significativas ($p \leq 5\%$) no teor de umidade e de sólidos totais foram observadas na amostra AFR (92,03 e 7,97 g/100g respectivamente). Ao compararmos o teor de sólidos totais das amostras como o preconizado pela Instrução Normativa N° 01 de 07 de janeiro de 2000 é possível constar que apenas a amostra AFR encontra-se em desacordo com a legislação, apresentando teor de sólidos totais inferior a 8 % (BRASIL, 2000). De acordo com Fregonesi et al. (2010) essas diferenças devem-se principalmente à quantidade de água adicionada ao fruto durante o processamento da polpa.

Diferenças estatísticas foram observadas em todas as amostras, quanto ao parâmetro de cinzas em peso úmido, com teores variando de 0,42 a 0,94 g/100g de MU. Já considerando a matéria seca, a amostra AGR (4,11 g/100g de MS), não se diferiu em relação

às amostras AMR (5,74 g/100g de MS) e AGB (2,83 g/100g de MS). Resultado inferior ao deste estudo foi observado por Fregonesi et al. (2010), que ao avaliarem polpas de açaí-roxo médio e fino obtiveram uma média de 0,28 % e 0,30 %, respectivamente. Diferentemente, Gordon et al. (2012) e Carvalho et al. (2017) obtiveram resultados bem próximos (4,00 e 4,61 g/100g de MS respectivamente) aos obtidos neste estudo quanto à amostra AGR ao avaliarem polpas de açaí-roxo.

Em relação à polpa de açaí-branco, a literatura científica é praticamente inexistente quando se refere à sua composição. No entanto, alguns estudos já estão disponíveis por meio de anais de eventos, como de Mattietto et al. (2016) que, ao avaliarem três genótipos de açaí-branco liofilizados obtiveram média (3,04 %) próxima ao do presente estudo (2,83 g/100g de MS).

Todas as amostras diferiram-se quanto ao teor de lipídios, destacando-se a amostra AGR (61,75 g/100g de MS) como maior teor e a amostra AFR (36,68 g/100g de MS) com menor. Menezes; Torres; Srur (2008) ao avaliarem uma polpa de açaí-roxo liofilizada obtiveram resultados inferiores (40,75 g/100g) aos obtidos para as amostras AGR e AMR (47,25 g/100g de MS) e superior a amostra AFR. De acordo com esses autores, quanto maior a concentração de sólidos totais presente na amostra, maiores são as concentrações de nutrientes calóricos, como os lipídios. Quanto à amostra de açaí-branco (AGB), resultados inferiores (47,86 %) ao do presente estudo (54,45 g/100g de MS) foram obtidos por Mattietto et al. (2016). No entanto, todas as amostras encontram-se em conformidade com a Instrução Normativa N° 01, que estabelece limites mínimos e máximos de 20,00 e 60,00 g/100g de MS respectivamente (BRASIL, 2000), com exceção da amostra AGR, com o teor um pouco acima do limite máximo.

Ao observar a tabela 1, verifica-se que as amostras AGR (1,51 g/100g de MU) e AMR (1,62 g/100g de MU) não se diferem estatisticamente quanto ao teor de proteína, quando avaliada em matéria úmida, o mesmo pode ser observado para as amostras AFR (1,21 g/100g de MU) e AGB (1,22 g/100g de MU). Já em matéria seca, as amostras AGR (8,79 g/100g de MS), AMR (11,74 g/100g de MS) e AGB (8,15 g/100g de MS) não se diferem. Da mesma forma, as amostras AFR (15,18 g/100g de MS) e AMR não se diferem. Resultados inferiores ao da presente pesquisa foram apresentados por Fregonesi et al. (2010) ao avaliarem polpas de açaí-roxo médio (8,58 g/100g de MS) e fino (8,84 g/100g de MS). Já Carvalho et al. (2017) apresentaram uma média semelhante (8,34 g/100g de MS) a amostras AGR e AGB. Considerando a legislação vigente, todas as amostras atendem o limite mínimo estabelecido de 6,00 g/100g de MS (BRASIL, 2000).

Com relação ao teor de carboidratos é possível observar, na tabela 1, que a amostra AGR (4,37 g/100g de MU) não difere estatisticamente das amostras AMR (4,90 g/100g de MU) e AGB (5,24 g/100g de MU) assim como da amostra AFR (2,88 g/100g de MU) em peso úmido. Diferentemente, em peso seco a amostra AGR (25,35 g/100g) é estatisticamente distinta das demais amostras. Médias semelhantes às apresentadas neste estudo foram obtidas por Gordon et al. (2012), ao avaliarem amostras de açaí-roxo (36,00 g/100g de MS).

Ressalta-se que as diferenças observadas entre as amostras podem estar relacionadas à variabilidade botânica das amostras (açaí-roxo e açaí-branco) e ao processamento das polpas, uma vez que as polpas se diferem comercialmente quanto aos seus teores de sólidos totais.

3.2 Perfil de Ácidos Graxos

A partir da tabela 2 é possível verificar que as composições dos ácidos graxos são semelhantes entre as polpas, no entanto há predominância de ácidos graxos monoinsaturados. Destacando-se a amostra AGR, com os maiores percentuais de ácidos graxos saturados (23,50 %) e monoinsaturados (63,10 %). Essa semelhança já era esperada, uma vez que todas as amostras pertencem à mesma espécie (*Euterpe oleracea* Mart.) e apresentam alto teor de lipídios (tabela1).

Tabela 2 – Perfil de ácidos graxos das polpas de açaí-roxo e açaí-branco

Ácidos Graxos (%)	T _R (min.)	Açaí Grosso Roxo (AGR)	Açaí Médio Roxo (AMR)	Açaí Fino Roxo (AFR)	Açaí Grosso Branco (AGB)
Saturados		23,50	23,40	23,00	22,90
Mirístico (C14:0)	4,024	0,10	0,10	0,20	0,10
Palmítico (C16:0)	5,562	21,40	21,30	20,90	20,70
Esteárico (C18:0)	7,157	2,00	2,00	1,90	2,10
Monoinsaturados		63,10	61,90	60,90	62,90
Palmitoléico (C16:1)	5,786	3,60	4,20	4,10	3,80
Oléico (C18:1)	7,366	59,50	57,70	56,80	59,10
Poli-insaturados		11,70	13,00	14,40	12,50
Linoléico (C18:2)	7,734	11,00	12,30	13,50	11,90
Linolênico (C18:3)	8,257	0,70	0,70	0,90	0,60
Outros		1,70	1,70	1,70	1,70

T_R = Tempo de Retenção em minutos
R

Luo et al. (2012) ao avaliarem o percentual de ácidos graxos saturados e

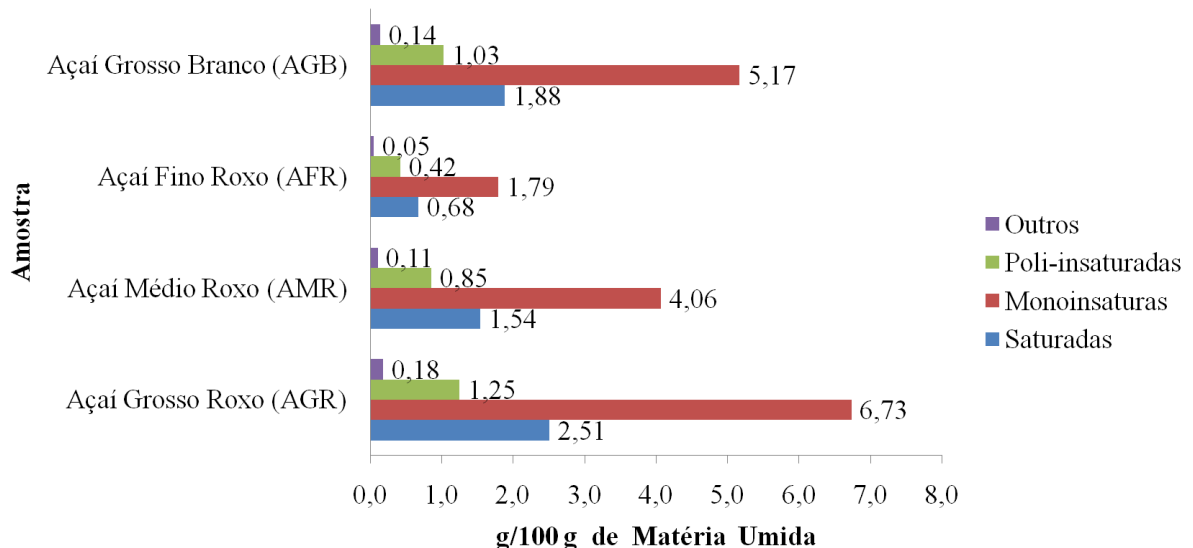
monoinsaturados em polpas de açaí-roxo grosso, médio e fino obtiveram resultados semelhantes ao deste estudo quanto ao percentual de ácidos graxos saturados (21,50; 23,00 e 24,60 %, respectivamente) e superiores em relação aos monoinsaturados (69,60; 68,10 e 66,10 %, respectivamente).

Dentre os ácidos graxos saturados encontrados, destaca-se o ácido graxo palmítico com percentual variando entre 20,70 a 21,40 % entre as amostras, e dentre os monoinsaturados, o ácido graxo oléico com variações na casa de 56,80 a 59,50 %. Resultados semelhantes foram obtidos por Schauss et al. (2006) ao avaliarem o açaí-roxo liofilizado (24,10 e 56,20 %, respectivamente). Já Nascimento et al. (2008) e Bichara; Rogez (2011), apresentaram percentuais superiores aos obtidos nesta pesquisa para o ácido graxo palmítico (26,80 e 25,30 %, respectivamente) e inferiores para o oléico com respectivamente 52,00 e 49,70 %.

Quanto aos ácidos graxos poli-insaturados, Luo et al. (2012) obtiveram resultados inferiores ao do presente estudo quanto ao percentual de linoléico com 7,40; 7,40 e 7,30 % para as amostra de açaí-roxo grosso, médio e fino, respectivamente; e superiores quanto ao percentual de linolênico com média de 1,50 % para todas as amostras. Diferente de Schauss et al. (2006) que encontraram percentual médio semelhante ao desta pesquisa, quanto ao teor de linoléico (12,50 %) e linolênico (0,80 %).

Como demonstrado na tabela 1, o teor de lipídios das polpas é variável, considerando que o seu consumo é de forma integral, foi elaborado gráfico representando o teor de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados em g/100g de MU de cada amostra estudada (figura 1).

Figura 1 - Teor de ácidos graxos presentes nas polpas de açaí-roxo e açaí-branco



Ao observar a figura 1, ressalta-se a importância do consumo de açaí para o fornecimento de ácidos graxos monoinsaturados, os quais devem representar no mínimo 15 % do total de lipídeos ingeridos na dieta (OMS, 2003). Dessa forma, numa dieta de 2.000 kcal, a ingestão da porção média de consumo de AGR (cerca de 250,00 g) descrita por inquéritos populacionais (IBGE, 2011) contribuiria para o fornecimento de 25 % a 50 % do total desses ácidos graxos (16,75 g de ácidos graxos monoinsaturados = 150,75 kcal) na vigência da ingestão de 30 % a 15 % do consumo total de energia na forma de gorduras totais, respectivamente. De acordo Cheng; Wang; Shao (2016), uma dieta rica em ácidos graxos monoinsaturados, além de ser favorável a redução dos riscos de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, também pode reduzir os perfis lipídicos aterogênicos, como o colesterol de lipoproteína de baixa densidade e as concentrações de triacilglicerol. O maior consumo de ácidos graxos monoinsaturados tem sido relacionado ao aumento do colesterol de lipoproteínas de alta densidade, além de propiciarem a fluidez das membranas celulares, sendo mais resistentes à lipoperoxidação (SANTOS et al., 2013). O consumo de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados podem modular genes relacionados com perfil anti-inflamatório e uma resposta pró-inflamatória menos pronunciada, particularmente em relação aos ácidos graxos saturados (ROCHA; BRESSAN; HERMSDORFF, 2017). Além disto, há evidências de que o maior consumo de ácidos graxos monoinsaturados melhora biomarcadores e na incidência de doenças arteriais coronarianas, diabetes mellitus tipo 2 e consequentes reduções de custos em saúde (ABDULLAH; JEW; JONES, 2017).

Considerando as recomendações de ingestão adequada de ácidos graxos essenciais e a porção média ingerida de açaí por homens (257,40 g) e mulheres (254,30 g) (IBGE, 2011); a amostra AGR é a que apresenta maior contribuição nos dois grupos analisados, seguida da AGB. As polpas de AMR e AFR possuem uma contribuição pequena no fornecimento de ácidos graxos essenciais, como demonstrados na tabela 3. Esses resultados já eram esperados, uma vez que as amostras AGR e AGB são as que apresentam maiores teores de lipídios (tabela 1).

Tabela 3 – Participação percentual de uma porção de açaí no alcance da ingestão diária aceitável dos ácidos graxos linoléico e alfa-linolênico para homens e mulheres saudáveis com idade igual ou entre 19 a 50 anos

Amostra de Açaí	Linoléico %		Alfa-linolênico %	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher
Açaí Grosso Roxo (AGR)	17,71	24,69	12,06	17,33
Açaí Médio Roxo (AMR)	12,22	17,11	7,39	10,62
Açaí Fino Roxo (AFR)	6,01	8,41	4,25	6,12
Açaí Grosso Branco (AGB)	14,79	20,70	7,92	11,39

Dados como os apresentados neste estudo se mostram interessantes, já que a composição lipídica do açaí pode desempenhar papéis fisiológicos importantes no corpo humano. Estudos sugerem que a composição lipídica do açaí está envolvida na redução do processo inflamatório e da nocicepção (FAVACHO et al., 2011). Além disso, a ingestão de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados tem sido associada à redução do risco de doenças cardiovasculares, incluindo hipertensão e arteriosclerose (BASU; DEVARAJ; JIALAL, 2006). Estudos envolvendo o consumo de açaí demonstram que a suplementação dietética com polpa de açaí em ratos hipercolesterolêmicos é capaz de reduzir o colesterol total e lipoproteínas não-HDL no soro e o índice aterogênico (SOUZA et al., 2010). Faria e Souza et al. (2017) ao avaliarem o efeito do óleo de açaí no tratamento de dislipidemia em ratos verificaram um efeito benéfico sobre a dislipidemia, na qual óleo de açaí atuou como anti-hipercolesterolêmico e anti-hipertrigliceridêmico, sugerindo que o óleo de açaí poderia contribuir na redução do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

4. CONCLUSÃO

A composição centesimal das polpas de açaí-roxo e açaí-branco estudadas diferiu-se em pelo menos um quesito avaliado. A amostra AFR foi estatisticamente diferente das demais amostras quanto aos parâmetros de umidade e sólidos totais, apresentando o maior teor de umidade e o menor de sólidos totais. No entanto, todas as amostras se destacaram quanto aos teores de lipídios e proteínas, evidenciando as amostras AGR e AGB com os maiores teores de lipídios e menores teores de proteínas. Em relação ao perfil de ácidos graxos, as amostras se mostraram semelhantes com predominância de ácidos graxos insaturados, especialmente de monoinsaturados como oléico. Quanto à contribuição dos ácidos graxos poli-insaturados no alcance da ingestão diária aceitável de ácidos graxos essenciais, destacaram-se as amostras AGR e AGB. Esses resultados comprovam que as polpas de açaí-roxo e açaí-branco podem ser consideradas boas fontes de ácidos graxos insaturados, principalmente os monoinsaturados, o que ressalta a sua importância nutricional e de saúde. Esses achados devem ter implicações práticas para consumidores e profissionais de saúde, uma vez que o consumo de uma porção média de consumo de açaí (250g) pode contribuir com $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ das recomendações de ingestão de ácidos graxos monoinsaturados na dieta.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABDULLAH, M. M. H.; JEW, S.; JONES, P. J. H. Health benefits and evaluation of healthcare cost savings if oils rich in monounsaturated fatty acids were substituted for conventional dietary oils in the United States. **Nutrition Reviews**, v. 75, n. 3, p. 163-174, 2017.

ABREU, H. D. F.; MELO FILHO, A. A. de; RIBEIRO, P. R. E.; LINHARES, B. de M.; CAMPÊLO, M. da C. F.; TAKAHASHI, J. A.; BARRETO, D. L. C.; DUARTE, N. B. A.; FERRAZ, V. P.; COSTA, H. N. R. da. Fatty Acid Composition, Acetylcholinesterase and Bacterial Inhibition by Inga cinnamomea Pulp. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 2, p. 281, 2018.

AOAC, A. of O. A. C. **Official methods of analysis**. 17. ed. Washington, D.C.: Gaithersburg, Md. : AOAC International, 2012.

BASU, A.; DEVARAJ, S.; JIALAL, I. Dietary Factors That Promote or Retard Inflammation. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v. 26, n. 5, p. 995–1001, 2006.

BICHARA, C.M.G.; ROGEZ, H. Açai (*Euterpe oleracea* Martius). In: YAHIA, E.M. **Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits**. Volume 2 -Açai to Citrus. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 2011. p. 1-26, 27e.

BORGES, G. D. S. C.; GRACIELI KUNRADI VIEIRA, F.; COPETTI, C.; VALDEMIRO GONZAGA, L.; ZAMBIAZI, R. C.; MANCINI FILHO, J.; FETT, R. Chemical characterization, bioactive compounds, and antioxidant capacity of jussara (*Euterpe edulis*) fruit from the Atlantic Forest in southern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2128–2133, 2011.

BRASIL. Instrução Normativa N° 01, de 7 de Janeiro de 2000 -Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial da União**, n. 1, p. 54, 2000.

CARVALHO, A. V.; SILVEIRA, T. F. F. da; MATTIETTO, R. de A.; OLIVEIRA, M. do S. P. de; GODOY, H. T. Chemical composition and antioxidant capacity of açai (*Euterpe oleracea*) genotypes and commercial pulps. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 5, p. 1467–1474, 2017.

CHENG, P.; WANG, J.; SHAO, W. Monounsaturated Fatty Acid Intake and Stroke Risk : A Meta-analysis of Prospective Cohort Studies. **Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases**, v. 25, n. 6, p. 1326–1334, 2016.

DALL' ACQUA, Y. G.; CUNHA JÚNIOR, L. C.; NARDINI, V.; LOPES, V. G.; PESSOA, J. D. da C.; DE ALMEIDA TEIXEIRA, G. H. Discrimination of *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí) and *Euterpe edulis* Mart. (Juçara) Intact Fruit Using Near-Infrared (NIR) Spectroscopy and Linear Discriminant Analysis. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 39, n. 6, p. 2856–2865, 2015.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nation. **Fats and Fatty Acids in Human Nutrition - Report of an Expert Consultation**. Rome, FAO: Geneva, 2010. 180 p.

FARIA E SOUZA, B. S.; CARVALHO, H. O.; FERREIRA, I. M.; DA CUNHA, E. L.; BARROS, A. S.; TAGLIALEGNA, T. Science Direct Effect of the treatment with *Euterpe oleracea* Mart. oil in rats with Triton-induced dyslipidemia. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 90, p. 542–547, 2017.

FAVACHO, H. A. S.; OLIVEIRA, B. R.; SANTOS, K. C.; MEDEIROS, B. J. L.; SOUSA, P. J. C.; FABIO, F.; CARVALHO, J. C. T. Anti-inflammatory and antinociceptive activities of *Euterpe oleracea* oil. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 21, n. 1, p. 105–114, 2011.

FERNANDEZ, I. M.; MOZOMBITE, D. M. S.; SANTOS, R. C.; MELO FILHO, A. A.; RIBEIRO, P. R. E.; CHAGAS, E. A.; TAKAHASHI, J. A.; FERRAZ, V. P.; MELO, A. C. G. R.; MALDONADO, S. A. S. Oil in Inajá Pulp (*Maximiliana maripa*): Fatty Acid Profile and Anti-acetylcholinesterase Activity. **Orbital - The Electronic Journal of Chemistry**, v. 8, n. 2, p. 80–83, 2016.

FREGONESI, B. M.; YOKOSAWA, C. E.; OKADA, I. A.; MASSAFERA, G.; BRAGA COSTA, T. M.; PRADO, S. de P. T. Frozen açai pulp . Study on the nutritional and physical-chemical characteristics, and microscopic and product labelling analyses. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 3, p. 387–395, 2010.

GORDON, A.; CRUZ, A. P. G.; CABRAL, L. M. C.; DE FREITAS, S. C.; TAXI, C. M. A. D.; DONANGELO, C. M.; DE ANDRADE MATTIETTO, R.; FRIEDRICH, M.; DA MATTA, V. M.; MARX, F. Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of Açai fruits (*Euterpe oleraceae* Mart.) during ripening. **Food Chemistry**, v. 133, n. 2, p. 256–263, 2012.

GRAMLICH, L.; MEDDINGS, L.; ALBERDA, C.; WICHANSAWAKUN, S.; ROBBINS, S.; DRISCOLL, D.; BISTRAN, B. Essential Fatty Acid Deficiency in 2015: The Impact of Novel Intravenous Lipid Emulsions. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 39, p. 61S–66S, 2015.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009 : análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro: Coordenação

de Trabalho e Rendimento, 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática, 2018. Produção da Extração vegetal e Silvicultura - Açaí. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>>. Acesso em: 02 out. 2018.

INSTITUTO DE MEDICINA. **Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids**. Washington, DC: The National Academies Press, 2011. 1357 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

LUO, R.; TRAN, K.; A. LEVINE, R.; M. NICKOLS, S.; M. MONROE, D.; U. O. SABAA-SRUR, A.; E. SMITH, R. Distinguishing Components in Brazilian Acai (*Euterpe oleracea* Mart.) and in Products Obtained in the USA by Using NMR. **The Natural Products Journale**, v. 2, n. 2, p. 86–94, 2012.

MATTIETTO, R. A.; CARVALHO, A. V.; LANES, J. J. S. N.; DE OLIVEIRA, M. S. P.; ROSÁRIO, V. N. M. Composição química e nutricional da polpa de açaí: Comparação entre as variedades roxa e branca. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Gramado, Brasil. **Anais...** Gramado, Brasil: 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150120/1/CBCTA-ID-948.pdf>>.

MENEZES, E. M. da S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 2, p. 311–316, 2008.

NASCIMENTO, R. S. do; COURI, S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. P. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 498–502, 2008.

OLIVEIRA, E. N.; SANTOS, D. da C. Processamento e avaliação da qualidade de licor de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 4, p. 534–541, 2011.

OMS, Organização Mundial da Saúde. **Expert consultation on diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. Suíça: Geneva, 2003. 160 p.

ROCHA, D. M.; BRESSAN, J.; HERMSDORFF, H. H. The role of dietary fatty acid intake in inflammatory gene expression: a critical review. **São Paulo Medical Journal**, v. 135, n. 2, p. 157-168, 2017.

SANTOS, R. D.; GAGLIARDI, A. C. M.; XAVIER, H. T.; MAGNONI, C. D.; CASSANI, R.; LOTTENBERG, A. M. P.; CASELLA, FILHO A.; ARAÚJO, D. B.; CESENA, F. Y.; ALVES, R. J.; FENELON, G.; NISHIOKA, S. A. D.; FALUDI, A. A.; GELONEZE, B.; SCHERR, C.; KOVACS, C.; TOMAZZELA, C.; CARLA, C.; BARRERA-ARELLANO, D.; CINTRA, D.; UINTÃO, E.; NAKANDAKARE, E. R.; FONSECA, F. A. H.; PIMENTEL, I.; SANTOS, J. E.; BERTOLAMI, M. C.; ROGERO, M.; IZAR, M. C.; NAKASATO, M.; DAMASCENO, N. R. T.; MARANHÃO, R.; CASSANI, R. S. L.; PERIM, R.; RAMOS, S. I. Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 100, n. 1, p. 1-59, 2013.

SCHAUSS, A. G.; WU, X.; PRIOR, R. L.; OU, B.; PATEL, D.; HUANG, D.; KABABICK, J. P. Phytochemical and Nutrient Composition of the Freeze-Dried Amazonian Palm Berry, *Euterpe oleraceae* Mart. (Acai). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 22, p. 8598–8603, 2006.

SILVEIRA, T. F. F.; SOUZA, T. C. L.; CARVALHO, A. V.; RIBEIRO, A. B.; KUHNLE, G. G. C.; GODOY, H. T. White açai juice (*Euterpe oleracea*): Phenolic composition by LC-ESI-MS/MS, antioxidant capacity and inhibition effect on the formation of colorectal cancer related compounds. **Journal of Functional Foods**, n. 36, p. 215-223, 2017.

SOUZA, M. O. de; SILVA, M.; SILVA, M. E.; OLIVEIRA, R. de P.; PEDROSA, M. L. Diet supplementation with acai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp improves biomarkers of oxidative stress and the serum lipid profile in rats. **Nutrition**, v. 26, p. 804–810, 2010.

YAMAGUCHI, K. K. D. L.; PEREIRA, L. F. R.; LAMARÃO, C. V.; LIMA, E. S.; DA VEIGA-JUNIOR, V. F. Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137–151, 2015.

**CAPÍTULO III - EFEITO DA DIGESTÃO GASTROINTESTINAL *IN VITRO* SOBRE
O TEOR DE MINERAIS, COMPOSTOS FENÓLICOS E CAPACIDADE
ANTIOXIDANTE DE POLPAS COMERCIAIS DE AÇAÍ-ROXO E BRANCO (*Euterpe
oleracea* Mart.)**

RESUMO:

Teor de minerais, compostos fenólicos totais (CFT) e capacidade antioxidante, foram determinados em três amostras de açaí-roxo (grosso-AGR, médio-AMR e fino-AFR), e uma de açaí-branco (grosso-AGB) e em suas respectivas frações bioacessíveis. O teor de CFT, diferiu em todas as amostras, sendo a AGR (583,79 mgGAE/100g) a com maior teor, no entanto, a amostra AMR apresentou maior bioacessibilidade (32,27 %). A amostra AGR apresentou maior capacidade antioxidante nos testes FRAP (74,34 μ M de sulfato ferroso/g) e ABTS (55,05 μ M de Trolox/g). Apenas no DPPH não foram encontradas diferenças entre as amostras AGR (1.986,66 EC₅₀) e AMR (2.408,88 EC₅₀). Todas as amostras apresentaram decréscimo na capacidade antioxidante após digestão. O K foi o mineral em maior proporção (721,90 mg/100g –AGR), seguido de Ca (349,92 mg/100g –AMR) e Mg (169,51 mg/100g –AMR), em todas amostras. No entanto, o Ca apresentou a maior fração bioacessível, seguido do Mg e Mn, sendo os maiores percentuais observados na amostras AGB (90,30; 74,30; 64,52 % respectivamente).

Palavras-chave: Açaí-branco; bioacessibilidade; *Euterpe oleracea*; minerais

1. INTRODUÇÃO

A busca por uma alimentação com mais alimentos *in natura* e minimamente processados propiciou o aumento do consumo de frutas, principalmente tropicais, devido aos seus valores nutricionais, teores de compostos secundários de natureza fenólica e características sensoriais agradáveis. Dentre as muitas árvores frutíferas tropicais, destaca-se o açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), uma palmeira típica, nativa da Amazônia brasileira, encontrada principalmente em terras baixas e em terras florestais inundadas do estuário do rio Amazonas (NERI-NUMA et al., 2018).

Pertencente à família Arecaceae, o açazeiro apresenta cachos de drupa globosa ou levemente depressa, arredondada e fibrosa com 1-2 cm de diâmetro e peso entre 0,8-2,3g. O epicarpo caracteriza-se por uma camada dura e fina que pode, quando maduro, apresentar coloração verde (açai-branco) ou roxa (açai-roxo), de acordo com a variedade botânica da espécie. Já o mesocarpo apresenta espessura de 1-2 mm, é polposo e de coloração variável, podendo originar polpas arroxeadas quando oriundas do açai-roxo ou creme/esverdeadas quando provenientes do açai-branco, enquanto o endocarpo corresponde a 85-95 % do fruto, exibindo uma semente dura, marrom-amarelada (DALL' ACQUA et al., 2015; NERI-NUMA et al., 2018).

Os frutos da *Eutepe oleracea* quando maduros são utilizados comercialmente para a produção do suco do açazeiro popularmente conhecido de “açai” ou “bebida açai”. No Brasil, a produção das polpas de açai é regulamentada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que define como açai o produto obtido da extração com água da parte comestível do fruto maduro das espécies vegetais *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatória* (BRASIL, 2018); e as classificam em: polpa de açai grossa que é a polpa que apresenta percentuais de sólidos totais acima de 14 %; polpa de açai médio que apresenta teores entre 11-14 % e polpa de açai fino com percentuais entre 8-11 % de sólidos totais (BRASIL, 2000).

Microscopicamente, as polpas da *Euterpe oleracea* podem ser identificadas pela a existência de células pétreas dispersas abaixo do epicarpo e agregadas no mesocarpo (ATUI et al., 2012). Sendo assim, macroscopicamente e/ou microscopicamente a ausência de matérias estranhas em polpas de açai é preconizada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2014).

Além de fatores socioeconômicos, o açai-roxo é um produto de grande

visibilidade nutricional, devido ao alto valor energético que está diretamente relacionado com seu elevado teor de lipídeos; proteína; fibras (SCHAUSS, 2009; GORDON et al., 2012; SMITH et al., 2012; CARVALHO et al., 2017); ácidos graxos essenciais (SCHAUSS, 2009; SMITH et al., 2012); vitaminas como A e C (SCHAUSS, 2009); minerais como potássio, cálcio e magnésio (GORDON et al., 2012; CARVALHO et al., 2017) e compostos fenólicos como antocianinas, flavonóides e ácidos fenólicos (GORDON et al., 2012; CARVALHO et al., 2017; DANTAS et al., 2019). Devido à grande presença de compostos fenólicos, estudos sugerem que o açaí-roxo pode exercer efeitos protetores ao organismo, devido à sua capacidade antioxidante (HEINRICH; DHANJI; CASSELMAN, 2011; GARZÓN et al., 2017). Em contra partida, estudos que envolvem a composição do açaí-branco são escassos.

Entretanto, muitos desses estudos que envolvem a composição dos alimentos negligenciam as mudanças físico-químicas ocorridas durante o processo digestivo no organismo, tornando-se importante avaliar a bioacessibilidade e a biodisponibilidade de tais componentes, uma vez que muitos desses podem estar indisponíveis para absorção (CELEP et al., 2017). De acordo com a literatura, a bioacessibilidade pode ser definida como a fração da matriz alimentar liberada no trato gastrointestinal que está disponível para absorção; diferentemente da biodisponibilidade, que está relacionada à fração do nutriente ou composto ingerido que atinge a circulação sistêmica (ALMINGER et al., 2014).

A avaliação desses parâmetros pode ser realizada por meio de estudos *in vivo* ou *in vitro*. Como os estudos *in vivo*, normalmente, realizados em humanos e animais são demorados, caros e necessitam avaliação em comitês de ética, estudos *in vitro*, que simulam as condições fisiológicas do trato digestivo humano vêm sendo desenvolvidos, para investigar os efeitos da digestão sobre os minerais, proteínas, lipídios, compostos fenólicos e outros constituintes alimentares, podendo assim prever a liberação desses componentes da matriz dos alimentos, a bioacessibilidade e avaliar mudanças em seus perfis antes da absorção (ALMINGER et al., 2014; MINEKUS et al., 2014).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi determinar a bioacessibilidade dos minerais, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas comerciais de açaí-roxo e branco. Tendo em vista que poucos estudos fazem referência aos diferentes tipos de polpas comerciais de açaí, principalmente no que diz respeito à polpa de açaí-branco, esse é o primeiro estudo, pelo menos de nosso conhecimento, a avaliar a bioacessibilidade dos compostos bioativos e minerais nessa matriz.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Produtos Químicos e Reagentes

Folin-ciocalteu, 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina (TPTZ), 2,2-Diphenyl-1-picryl-hidrazil (DPPH), 6-Hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-ácido carboxílico (Trolox), 2,2-AZINO BIS (3-ethylbenzo thiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) e bile bovina foram adquiridos da Sigma-Aldrich. Ácido clorídrico, acetato de sódio trihidratado, bicarbonato de amônio, ácido nítrico e ácido clorídrico foram obtidos da Synth. Carbonato de sódio, persulfato de potássio, fosfato monopotássico, foram adquiridos da Vetec. Já o metanol, acetona e álcool etílico foram da Fmaia. Cloreto férrico hexahidratado, bicarbonato de sódio da Merck. Cloreto de potássio; cloreto de sódio da Alphatec. O ácido gálico foi da Neon Comercial e o sulfato ferroso heptahidratado da Química moderna. Cloreto de magnésio da Êxodo Científica; cloreto de cálcio dihidratado da InLab; pancreatina da MP Biomedicals; Pepsina da Dinâmica. Soluções padrões dos minerais, sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu) e manganês (Mn) foram adquiridas da Inorganic Ventures.

2.2 Obtenção das Amostras

Quatro amostras de polpa de açaí, sendo três de açaí-roxo, comercializadas como açaí grosso (AGR), açaí médio (AMR) e açaí fino (AFR), e uma amostra de açaí-branco, comercializada como açaí grosso (AGB), foram adquiridas no Mercado Central de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil (número de registro SisGen - A0287A7). Essas amostras foram armazenadas a -27 °C até o momento das análises. Todas as amostras eram da mesma marca e provenientes do mesmo fornecedor; conforme informações apresentadas no rótulo, todas as polpas foram produzidas no estado do Pará (latitude de 1°21'41"S e longitude de 48°14'43"W), Brasil.

No entanto, ressalta-se, que as amostras se diferem pelo teor de sólidos totais (grosso, médio e fino), pelas variedades botânicas (roxo e branco) e pelo lote de produção. De acordo com informações obtidas com o fabricante a produção das polpas segue um calendário anual da indústria, na qual primeiramente são produzidas as polpas classificadas como grossas (AGR – agosto e AGB – setembro), seguidas das polpas médias (AMR – outubro) e finas (AFR – dezembro).

2.3 Análise Histológica e Pesquisa de Matérias Estranhas

A fim de verificar a conformidade das polpas de açaí com os parâmetros de identidade e qualidade exigidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2000; BRASIL, 2018), realizou-se a identificação histológica das polpas (AGR, AMR, AFR e AGB), conforme descrito em técnicas usuais de anatomia vegetal (KRAUS; ARDUIN, 1997).

Inicialmente, 2 gramas das amostras foram colocadas em contato com hipoclorito de sódio 10 % a frio, individualmente, a fim de clarear o material, para posterior filtração em papel filtro qualitativo. Após o preparo das amostras as lâminas foram montadas e analisadas em microscópio óptico (Olympus CX41), com luz polarizada e aumento de 200x, acoplado de câmera fotográfica digital (Olympus Q Color 5).

A partir da identificação dos elementos histológicos característicos do açaí, realizou-se a comparação com o material de referência correspondente ao do fruto açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) macerado, através do banco de imagens do Serviço de Microscopia de Produtos (SMCP) pertencente ao Laboratório de Microscopia de Alimentos da Fundação Ezequiel Dias (Funed), provenientes do laminário SMCP Ali113.

Para a análise de matérias estranhas foi utilizado o método de flutuação com frasco de armadilha, descrito por (ATUI et al., 2012). O material obtido foi avaliado em microscópio estereoscópico (ZeissStemi 2000) com aumento de 10x, as matérias estranhas encontradas foram avaliadas em microscópio óptico com aumento de 40 a 57x, sendo fotografadas.

2.4 Procedimento de Digestão Gastrointestinal *In Vitro*

Para a realização da digestão gastrointestinal *in vitro* foi utilizado o protocolo desenvolvido por Minekus et al. (2014), método que simula as fases oral, gástrica e do intestino delgado, durante a digestão. As amostras de polpa de açaí (AGR, AMR, AFR e AGB), por serem líquidas e por não apresentarem um elevado teor de amido, não foram expostas à fase oral da digestão gastrointestinal *in vitro*, ou seja, iniciou-se diretamente na fase gástrica. Todas as etapas foram realizadas em triplicata.

2.4.1 Fase Gástrica

Primeiramente, preparou-se a solução enzimática de pepsina (2000 U/mL), a partir da dissolução de 0,45 g de pepsina em 60 mL de fluido gástrico simulado (pH 3,0), composto a partir da diluição de: 0,514 g de KCl; 0,122 g de KH_2PO_4 ; 2,10 g de NaHCO_3 ; 2,761 g de NaCl; 0,020 g de $\text{MgCl}_2(\text{H}_2\text{O})_6$; 0,075 g de CH_5NO_3 e 0,022 g de $\text{CaCl}_2(\text{H}_2\text{O})_2$, em 1000 mL de água destilada.

Para simular a fase gástrica, pesaram-se 4 g de cada amostra, em tubos falcon de 50 mL e acrescentaram-se 5 mL da solução enzimática de pepsina, ajustando pH $3,0 \pm 1,0$; posteriormente incubaram-se as amostras por 2 h a $37 \pm 1,0$ °C sob agitação em agitador orbital (Kasvi, K40-3020) a $20.9625 \times g$ em estufa (Nova Ética, 403/3N), realizando novamente o ajuste do pH após 1 h de incubação.

2.4.2 Fase do Intestino Delgado

Preparou-se a solução enzimática de bile (100 U/mL) por meio da dissolução de 1,93 g de bile bovina em 60 mL de fluido intestinal simulado (pH 7,0), composto pela diluição de: 0,507 g de KCl; 0,109 g de KH_2PO_4 ; 7,14 g de NaHCO_3 ; 2,246 g de NaCl; 0,067 g de $\text{MgCl}_2(\text{H}_2\text{O})_6$ e 0,088 g de $\text{CaCl}_2(\text{H}_2\text{O})_2$, em 1000 mL de água destilada. Juntamente, preparou-se a solução enzimática de pancreatina (3,60 mmol/mL), por meio da dissolução de 6,81 g de pancreatina em 60 mL de fluido intestinal simulado.

Para simular a fase do intestino delgado, foram adicionados às amostras 5 mL de solução enzimática de bile, seguida de acréscimo de 5 mL da solução enzimática de pancreatina. Nesta etapa, o pH foi ajustado para $7,0 \pm 0,1$ e as amostras incubadas por mais 2 h nas mesmas condições da etapa anterior, realizando-se o ajuste do pH novamente, para $7,0 \pm 0,1$ após 1 h de incubação.

Para finalizar o processo de digestão gastrointestinal *in vitro* as amostras foram centrifugadas por 30 min a $5.000 \times g$ (Centrilab, cod 8011154V), os sobrenadantes foram recolhidos e armazenados a -27 °C, até o momento de posteriores análises.

2.5 Bioacessibilidade

O percentual da fração bioacessível (% FB) foi definido como a proporção do

composto liberado no processo de digestão gastrointestinal *in vitro* comparado ao teor do composto na amostra, conforme a fórmula abaixo (LEUFROY et al., 2012).

$$\% \text{ FB} = \left(\frac{\text{Conteúdo presente na fração bioacessível}}{\text{Conteúdo presente na polpa}} \right) \times 100$$

2.6 Extração de Antioxidantes

Para determinar o teor de compostos fenólicos totais (CFT) e a capacidade antioxidante, as amostras de polpas de açaí (AGR, AMR, AFR e ABR), e as frações bioacessíveis, de todas as amostras, obtidas após digestão gastrointestinal *in vitro*, foram pesadas em tubos de centrífuga e extraídas sucessivamente em 4 mL de metanol:água (50:50 v/v) por 1 h em temperatura ambiente. Após o período de repouso, os tubos foram centrifugados por 15 min (Fanem, modelo 204 RN) a $25.407 \times g$ e o sobrenadante recuperado em um balão volumétrico de 10 mL. A partir dos resíduos da primeira extração, adicionaram-se 4 mL de acetona:água (70:30 v/v) aos tubos, homogeneizou-se e deixou-se em repouso por 1 h à temperatura ambiente. Posteriormente, os tubos foram novamente centrifugados por 15 min a $25.407 \times g$, o sobrenadante foi recolhido e acrescentado ao extrato metanólico e o volume dos balões foram ajustados com água destilada (RUFINO et al., 2010).

2.7 Compostos Fenólicos Totais

A determinação dos compostos fenólicos totais (CFT) foi realizada conforme metodologia descrita por Singleton; Orthofer; Lamuela-Raventós, (1998). Um volume de 1000 μL dos extratos diluídos em acetona 70 % foram adicionados de 5 mL da solução de Folin-Ciocalteu 10 %, ficando em repouso por período de 1-8 min, para posterior adição de 4 mL de solução de carbonato de sódio 7,50 % e incubação por 2 h em ausência de luz e em temperatura ambiente. Após o período de incubação, realizou-se a leitura a 760 nm em espectrofotômetro de absorção UV-vísivel (Micronal, AJX 1900), utilizando acetona 70 % como branco. Toda a análise foi realizada em triplicata e os resultados foram expressos em ácido gálico equivalente (mg GAE/100g de amostra) calculados a partir da curva padrão de ácido gálico.

2.8 Determinação da Capacidade Antioxidante Total

Todas as análises de capacidade antioxidante foram realizadas em triplicata e ao abrigo da luz, para evitar possíveis degradações dos compostos fotossensíveis.

2.8.1 Método da Redução do Ferro (FRAP)

Para avaliar a capacidade antioxidante pelo método FRAP utilizou-se a metodologia descrita por Rufino et al. (2010). Inicialmente, foi preparada a solução do reagente FRAP a partir da combinação de tampão de acetato de sódio 0,30 M (pH 3,6), solução de TPTZ 10 nM e solução aquosa de cloreto férrico 20 nM na proporção 10:1:1 respectivamente. Posteriormente, foram preparadas três diluições em diferentes concentrações dos extratos. Uma alíquota de 90 μ L de cada diluição foi adicionada de 270 μ L de água destilada e 2,70 mL de reagente FRAP, homogeneizada e incubada por 30 min a 37 °C em banho Maria (Fanem M100).

Após o período de incubação realizou-se a leitura a 595 nm em espectrofotômetro de absorção UV-vísivel, utilizando o reagente FRAP como branco. Os resultados foram expressos em μ M de sulfato ferroso/g de amostra, calculados a partir da curva padrão de sulfato ferroso.

2.8.2 Método de Captura do Radical Livre ABTS^{•+}

A capacidade antioxidante pelo método de captura de radical livre ABTS^{•+} foi avaliada conforme metodologia descrita por Rufino et al. (2010). Previamente foi preparado o radical ABTS^{•+} a partir da reação de 5 mL solução estoque de ABTS 7 nM com 88 μ L da solução de persulfato de potássio 140 nM em um local escuro e a temperatura ambiente por 16 h. Posteriormente o radical ABTS^{•+} foi diluído em álcool etílico até atingir absorbância de $0,70 \pm 0,05$ nm a 734 nm. Em seguida, foram preparadas três diluições em diferentes concentrações dos extratos. Transferiram-se 30 μ L de cada diluição para tubos de ensaios, juntamente com 3 mL da solução contendo o radical ABTS^{•+}, homogeneizou-se e após 6 min realizou-se a leitura em espectrofotômetro de absorção UV-vísivel a 734 nm, utilizando o álcool etílico como branco. Os resultados foram expressos em μ M de Trolox/g de amostra, calculados a partir da curva padrão de Trolox.

2.8.3 Método de Captura do Radical Livre DPPH

Para avaliação da capacidade antioxidante pelo método de captura do radical livre DPPH utilizou-se a metodologia descrita por Rufino et al. (2010). Primeiramente prepararam-se três diluições em diferentes concentrações de extratos, posteriormente uma alíquota de 0,10 mL de cada diluição foi acrescida de 3,90 mL da solução de DPPH 0,06 mM e homogeneizada. Em seguida, iniciaram-se as leituras em espectrofotômetro de absorção UV-vísivel a 515 nm, utilizando álcool metílico como branco, a cada minuto, observando a redução da absorbância até sua estabilização. A capacidade antioxidante foi avaliada como a concentração de antioxidante necessária para reduzir a quantidade inicial de radicais livres em 50 % (EC₅₀), sendo o resultado final expresso em g de amostra/g de DPPH.

2.9 Análise de Minerais por ICP-OES

2.9.1 Digestão Ácida

Para determinar o teor dos minerais, Na; K; Ca; Mg; Cu e Mn nas amostras de polpa de açaí (AGR, AMR, AFR e AGB) e nas respectivas frações bioacessíveis, primeiramente realizou-se a digestão ácida das amostras de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Pesou-se 1 g de cada amostra e colocou-se em estufa a 105 °C (Marconi MA 035), para redução do teor de umidade. Posteriormente, as amostras foram carbonizadas e encaminhadas a mufla a 550 °C (Vulcan 3-1750), onde permaneceram por 8 h. Após esse período as amostras foram retiradas da mufla, resfriadas, acrescidas de 1 mL de ácido nítrico 37 % e colocadas na mufla novamente. Esse procedimento se repetiu até que as amostras estivessem completamente mineralizadas. Seguidamente, as cinzas foram dissolvidas em 1 mL de ácido clorídrico e transferidas quantitativamente com água MilliQ (Purificador Millipore Water - Rivers e gradiente) para um balão volumétrico de 25 mL. Todo o experimento foi realizado em triplicata e utilizando uma amostra em branco.

O mesmo procedimento descrito acima foi realizado em duplicata com uma amostra de referência com teor conhecido dos seguintes minerais: Na (32,80 mg/L); K (28,20 mg/L); Ca (34,10 mg/L); Cu (24,10 mg/L); Mn(23,50 mg/L). A amostra de referência é normalmente utilizada, como uma amostra de re-teste no Laboratório de Contaminantes

Metálicos da Funed para avaliar a reprodutibilidade do método de determinação de minerais.

2.9.2 Determinação do Teor de Minerais

O teor de minerais das polpas de açaí e das frações bioacessíveis foi realizada empregando-se o espectrômetro de emissão óptica com plasma de argônio indutivamente acoplado (ICP-OES) (Perkin Elmer, mod Optima 2000DV Sampler, mod As90plus). Os parâmetros do ICP-OES utilizados foram: potência de rádio frequência de 1.330 watts; taxa de fluxo de argônio de plasma de 15 L/min; caudal de argônio auxiliar de 0,20 L/min; taxa de fluxo de gás de nebulização de 0,60 L/min; orientação do plasma em relação ao caminho óptico axial; taxa de fluxo da amostra de 1,50 mL/min; replica 1 e linhas espectrais monitoradas a 589,592 nm (Na), 766,490 nm (K), 422,673 nm (Ca), 280,271 nm (Mg), 327,393 nm (Cu) e 257,610 nm (Mn).

A determinação do teor de minerais por ICP-OES foi realizada usando uma curva de calibração preparada nas seguintes concentrações: Na (5 a 50 mg/L); K, Ca e Mg (0,50 a 5 mg/L); Cu e Mn (0,05 a 0,50 mg/L). Os limites de detecção e quantificação foram: Na (5 mg/L); K, Ca e Mg (0,50 mg/L); Cu e Mn (0,05 mg/L).

Os resultados foram apresentados em mg/100g de amostras expressos em matéria úmida (MU) e seca (MS). Para conversão dos resultados MS, as amostras foram submetidas à análise de umidade a 105 °C (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

2.10 Análise Estatística

Todos os resultados referentes ao teor de CFT, capacidade antioxidante e teor de minerais são apresentados como média \pm desvio padrão para as quatro amostras, antes e após a digestão *in vitro*. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey a 5 % de significância através do programa estatístico Sisvar, versão 5.6.

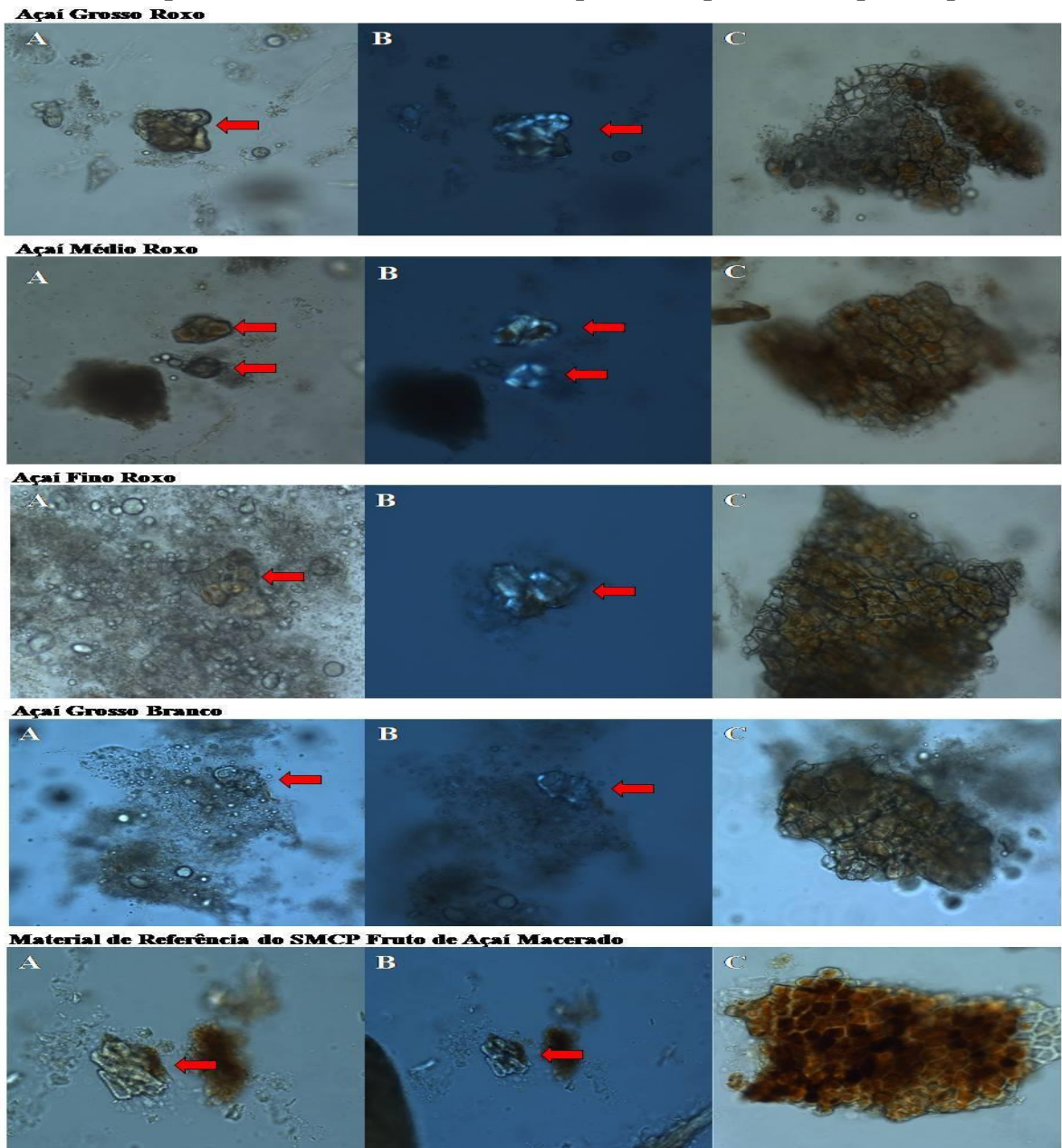
Correlações entre os dados obtidos para CFT e para cada teste de capacidade antioxidante (FRAP, ABTS e DPPH) após a digestão gastrointestinal *in vitro* foram estabelecidas pelo coeficiente de correlação de Pearson (r) com auxílio do programa estatístico Statistical Package for Social Sciences (SPSS), versão 17.0. O coeficiente de correlação foi avaliado pela significância estatística de $p < 0,01$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise Histológica e Pesquisa de Matérias Estranhas

Podem-se observar em todas as amostras, fragmentos da polpa do fruto açaí formando por estruturas celulares de paredes espessadas e células pétreas (figura 1). As células pétreas foram verificadas sob luz polarizada. Gotículas de óleo foram encontradas em todas as amostras.

Figura 1- Elementos histológicos das polpas de açaí-roxo, açaí-branco e material de referência. (A) Células pétreas ao microscópio óptico (setas) - 200x. (B) Células pétreas (setas), sob luz polarizada - 200x. (C) Células de paredes espessadas do pericarpo - 200x

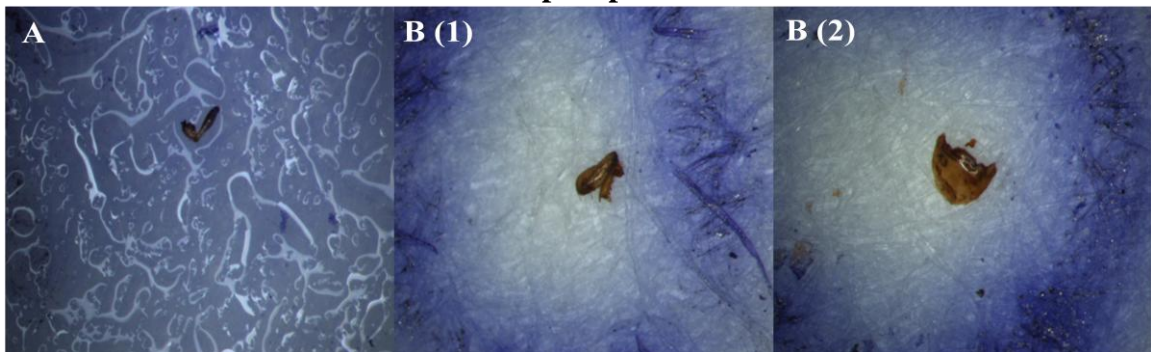


Os resultados encontrados na avaliação microscópica das polpas de açaí estão de acordo com os estudos descritos na literatura (PAULA, 1975; ATUI et al., 2012) bem como com o material de referência utilizado nesta pesquisa.

Sendo assim, as quatro polpas de açaí (AGR; AMR; AFR; AGB) mostraram conformidade com a legislação vigente, que fixa a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer os produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis (BRASIL, 2005) e com Instrução Normativa N° 37 de 01 de outubro de 2018, que fixa padrões de identidade e qualidade para polpas (BRASIL, 2018).

Quanto à presença de matéria estranha nas polpas, apenas a amostra AMR, com um fragmento de inseto e um fragmento descaracterizado e a amostra AGB, com quatro fragmentos de insetos (figura 2) apresentaram inconformidade com a legislação vigente, que preconiza a ausência de sujidades leves, como fragmentos de insetos e pelos de roedores em 100 g de amostra (BRASIL, 2014). A presença de fragmentos de insetos próprios da cultura de açaí e do local de armazenamento é considerada matéria estranha indicativa de falhas das boas práticas de fabricação, sem risco à saúde humana.

Figura 2 - Partes anatômicas de insetos identificadas nas amostras de açaí médio roxo - AMR (A) ao microscópio óptico 40x e açaí grosso branco – AGB [B (01) e (02)] ao microscópio óptico 57x



3.2 Compostos Fenólicos Totais

O teor de CFT das polpas de açaí e das frações bioacessíveis, bem como o percentual bioacessível das amostras são apresentados na tabela 1. De acordo com a classificação proposta por Vasco; Ruales; Kamal-Eldin, (2008), os teores de CFT podem ser agrupados em três categorias: alto (> 500 mg GAE/100g de amostra fresca); médio (100-500 mg GAE/100g de amostra fresca) e baixo (< 100 mg GAE/100g de amostra fresca). Aplicando esta classificação para as amostras de polpa açaí antes de serem submetidas à

digestão gastrointestinal *in vitro*, apenas a amostra AGR se enquadra na categoria de alto teor, já as demais amostras podem ser classificadas como médio.

Tabela 1 – Teor de compostos fenólicos totais e fração bioacessível das amostras de polpa de açaí-roxo e açaí-branco

Amostras de Açaí	Compostos Fenólicos Totais (mg GAE/100g de amostra)		Fração Bioacessível (%)
	Polpa	Fração Bioacessível	
Grosso Roxo (AGR)	583,79 ± 3,43 ^a	133,65 ± 11,67 ^e	22,89 ^b
Médio Roxo (AMR)	400,33 ± 10,82 ^b	129,12 ± 10,96 ^e	32,27 ^a
Fino Roxo (AFR)	312,33 ± 1,82 ^c	84,50 ± 3,02 ^f	27,05 ^b
Grosso Branco (AGB)	180,55 ± 1,51 ^d	46,36 ± 2,53 ^g	25,69 ^b

Valores expressos nas colunas polpa e fração bioacessível seguidos por letras diferentes indicam diferença estatística ($p \leq 5\%$)

Valores médios ± desvio padrão (n=3)

GAE (Ácido Gálico Equivalente)

Valores expressos na coluna fração bioacessível seguidos por letras diferentes indicam diferença estatística ($p \leq 5\%$)

Ao observar os dados apresentados na tabela 1, verifica-se que todas as amostras diferiram com relação ao teor de CFT antes da digestão gastrointestinal *in vitro*, sendo a amostra de AGR (583,79 mg GAE/100g de amostra) a que apresentou maior teor de CFT e a amostra de AGB, menor teor com média de 180,55 mg GAE/100g de amostra. Resultado semelhante ao encontrado para a amostra AMR (400,33 mg GAE/100g de amostra) foi relatado por Rufino et al. (2010), ao avaliarem polpa de açaí-roxo (454 mg GAE/100g de amostra).

Quanto ao teor CFT da polpa de açaí-branco (AGB), resultado inferior ao do presente estudo foi apresentado por Silveira et al. (2017), que ao avaliarem uma amostra de suco de açaí-branco liofilizados obtiverem média de 11,20 mg GAE/100g de amostra. No entanto, ressalta-se, a inferioridade da amostra de açaí-branco (AGB) em relação às demais amostras de açaí-roxo (AGR, AMR e AFR). Esse fato, pode estar relacionado à ausência de compostos antocianínicos em açaí-branco (SILVEIRA et al., 2017), uma vez que esses pigmentos são um dos principais compostos fenólicos presentes no açaí-roxo (GORDON et al., 2012; CARVALHO et al., 2017). Apesar disso, as diferenças observadas entre as amostras também podem estar relacionadas ao processamento das polpas, uma vez que as amostras se distinguem, comercialmente, quanto ao teor de sólidos totais.

Após a digestão gastrointestinal *in vitro*, apenas as amostras de AGR (133,65 mg GAE/100g de amostra) e AMR (129,12 mg GAE/100g de amostra) não diferiram estatisticamente. No entanto, é possível constatar que o teor de CFT reduziu em todas as amostras após serem submetidas à digestão gastrointestinal *in vitro*. Essa redução pode ser justificada pela quimiodiversidade dos compostos fenólicos, já que durante o processo de

digestão, esses compostos são constantemente expostos a diferentes condições físicas, químicas e bioquímicas, o que pode promover alterações estruturais e químicas, resultando em variações na atividade biológica e conseqüentemente afetando a biodisponibilidade e a bioatividade dos compostos (CELEP et al., 2015).

A bioacessibilidade dos CFT variou de 22,89 a 32,27 %. A polpa com maior fração bioacessível foi a AMR com 32,27 %, diferenciando estatisticamente das demais (tabela 1). Schulz et al. (2017) ao avaliarem os compostos fenólicos, dos frutos de juçara (*Euterpe edulis* Martius.) por cromatografia líquida acoplada a fonte de ionização eletrospray e espectrometria de massa em tandem (LC-ESI-MS/MS) antes e após a digestão gastrointestinal *in vitro*, também verificaram redução de 79,98 mg de fenólicos/100g⁻¹ de matéria seca, para 19,71 mg de fenólicos/100g⁻¹ de matéria seca. Seguindo o mesmo raciocínio utilizado neste trabalho para calcular a fração bioacessível (% FB), apenas 24,64 % dos fenólicos quantificados por Schulz et al. estavam disponíveis após o processo de digestão, resultado condizente ao encontrado nesta pesquisa.

Celep et al. (2015) ao quantificarem o teor de CFT pelo método do reagente Folin Ciocalteu, mesmo método utilizado neste trabalho, em amostras de vinhos de frutas e vinho de uva antes e após a digestibilidade, também constataram redução no teor de CFT em todas as amostras avaliadas, na ordem de 60,55 a 36,08 %, confirmando que as condições gastrointestinais afetam diretamente a composição da amostra. Por outro lado, Chen et al. (2014), observaram aumento no teor CFT de 25 frutos, ao pesquisarem 33 frutos antes e após a digestão *in vitro*. Os frutos que apresentaram maior aumento no teor de CFT foram a pêra (*Pyrus serrulata* Rehd) passando de 15,20 para 127,23 mg GAE/100g após a digestão *in vitro*, seguida do melão (*Cucumis melo* Linn.) de 56,27 para 106,64 mg GAE/100g, e da maçã (*Malus pumila* Mill.) de 56,89 para 106,64 mg GAE/100g.

Essas diferenças observadas entre os estudos podem ser resultado das variações de métodos utilizados para simular a digestão *in vitro* e para quantificar o teor de compostos fenólicos nas diferentes matrizes alimentícias. No entanto, acredita-se que tais diferenças também podem estar relacionadas com as propriedades físico-químicas e biológicas de cada alimento estudado, visto que é provável que certa proporção de compostos fenólicos se transforme em estruturas diversas, com diferentes características químicas durante o processo digestivo. Isto, em alguns casos, aumentaria e em outros, reduziria a quantidade desses compostos em determinadas matrizes (CELEP et al., 2017).

3.3 Capacidade Antioxidante

Na tabela 2, está apresentada capacidade antioxidante das polpas e das frações bioacessíveis das amostras de polpas de açaí, de acordo com os métodos FRAP, ABTS e DPPH. Observa-se que a amostra AGR apresentou maior capacidade antioxidante nos testes FRAP e ABTS. Apenas no teste DPPH, sua capacidade não diferiu da amostra AMR nem antes nem após a digestão gastrointestinal *in vitro*. Já a amostra AGB, apresentou menor capacidade antioxidante nos testes FRAP e DPPH e não se diferiu da amostra AFR tanto antes quanto após a digestão gastrointestinal *in vitro* no teste ABTS.

Todas as amostras tiveram diferentes capacidades antioxidantes considerando-se o teste FRAP antes da digestão, porém após a digestão gastrointestinal *in vitro* as amostras AGR (14,48 μM de sulfato ferroso/g de amostra) e AMR (12 μM de sulfato ferroso/g de amostra) não diferiram entre si, o que também foi observado para as amostras AFR (7,63 μM de sulfato ferroso/g de amostra) e AGB (6,14 μM de sulfato ferroso/g de amostra).

No teste ABTS, as amostras AFR e AGB não apresentaram diferença estatística nem antes e nem após a digestão gastrointestinal *in vitro*, no entanto a amostra AGR após a digestão (11,94 μM de Trolox/g de amostra) não diferiu das amostras AFR (11,49 μM de Trolox/g de amostra) e AGB (13,69 μM de Trolox/g de amostra) antes da digestão *in vitro*. Da mesma forma o AMR após digestão (9,14 μM de Trolox/g de amostra) não diferiu da amostra AGR e do AFR antes da digestão gastrointestinal *in vitro*.

Rufino et al. (2010) ao avaliarem a capacidade antioxidante de uma amostra de açaí-roxo pelo método FRAP, obtiveram resultado inferior (32,10 μM de sulfato ferroso/g de amostra) ao do presente estudo quanto à amostra AGR (73,34 μM de sulfato ferroso/g de amostra) e AMR (45,80 μM de sulfato ferroso/g de amostra) e superior quanto às polpas de AFR (24,69 μM de sulfato ferroso/g de amostra) e AGB (19,74 μM de sulfato ferroso/g de amostra). Já Silva et al. (2017), ao avaliarem a capacidade antioxidante pelo método ABTS, obtiveram média de 17,15 μM de Trolox/g de amostra, inferior aos valores obtidos neste estudo para as amostras de AGR (55,05 μM de Trolox/g de amostra) e AMR (48,68 μM de Trolox/g de amostra) antes da digestão *in vitro*. Apesar disso, os resultados de Silva et al. (2017) foram similares ao obtido para as amostras AFR (11,49 μM de Trolox/g de amostra) e AGB (13,69 μM de Trolox/g de amostra). No entanto, a capacidade antioxidante pelo método ABTS apresentada pelas polpas antes da digestão *in vitro* neste estudo, foi superior ao encontrado por Garzón et al. (2017), que ao avaliarem a polpa de açaí produzida na Colômbia obtiveram média de 3,10 μM de Trolox/100g de amostra.

Tabela 2 – Capacidade antioxidante antes e após digestão gastrointestinal *in vitro* pelos métodos FRAP, ABTS e DPPH das amostras de polpa de açaí-roxo e açaí-branco

Amostra de Açaí	FRAP (μM de sulfato ferroso/g de amostra)		ABTS (μM de Trolox/g de amostra)		DPPH (EC_{50} expresso em g de amostra/g de DPPH)	
	Polpa	Fração Bioacessível	Polpa	Fração Bioacessível	Polpa	Fração Bioacessível
Grosso Roxo (AGR)	74,34 \pm 1,47 ^a	14,48 \pm 0,79 ^e	55,05 \pm 2,83 ^a	11,94 \pm 0,54 ^{cd}	1.986,66 \pm 87,41 ^f	13.651,87 \pm 358,44 ^c
Médio Roxo (AMR)	45,80 \pm 1,77 ^b	12,00 \pm 0,78 ^e	48,68 \pm 2,17 ^b	9,14 \pm 0,43 ^d	2.408,88 \pm 56,75 ^f	13.711,40 \pm 750,38 ^c
Fino Roxo (AFR)	24,69 \pm 1,90 ^c	7,63 \pm 0,34 ^f	11,49 \pm 0,13 ^{cd}	5,09 \pm 0,34 ^e	3.167,14 \pm 217,18 ^e	28.060,03 \pm 2.147,17 ^b
Grosso Branco (AGB)	19,74 \pm 1,19 ^d	6,14 \pm 0,23 ^f	13,69 \pm 0,63 ^c	3,94 \pm 0,21 ^e	4.673,15 \pm 251,62 ^d	47.369,00 \pm 3.263,88 ^a

Valores expressos por letras diferentes em cada método indicam diferença estatística ($p \leq 5\%$)

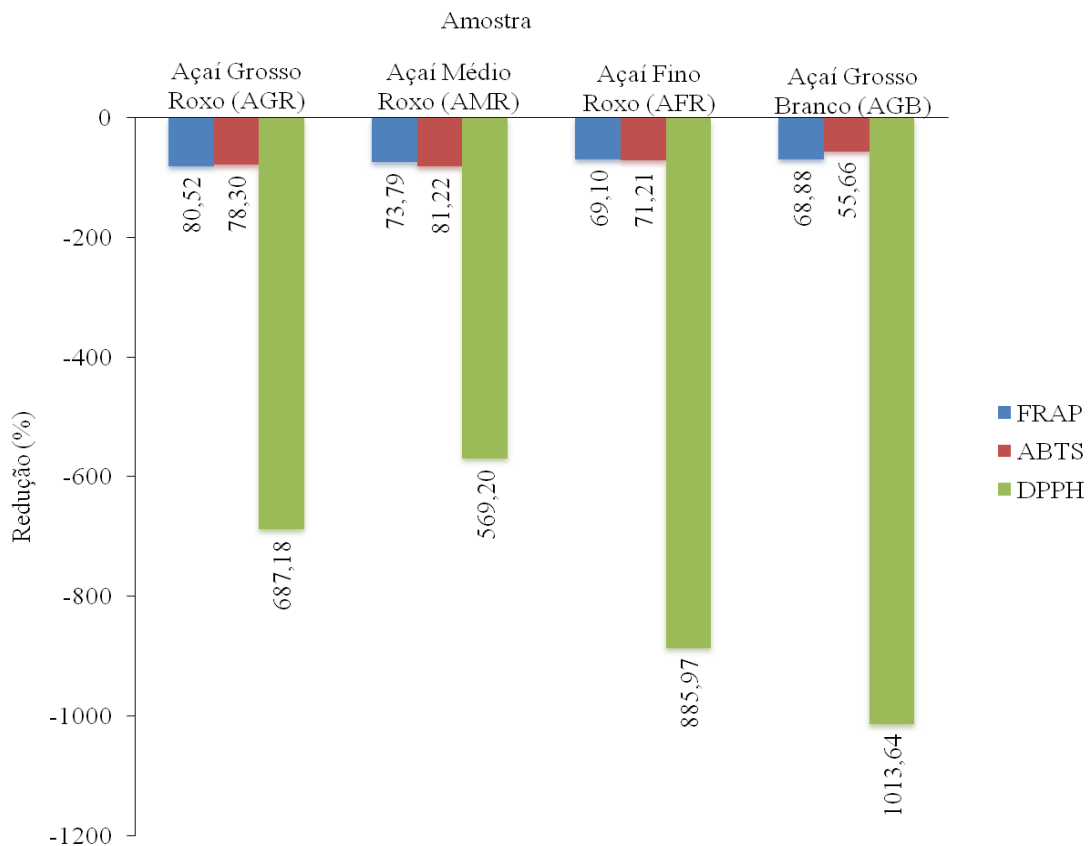
Valores médios \pm desvio padrão (n=3)

EC50 = Quantidade de amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH

Rufino et al. (2010) também avaliaram o açaí-roxo pelo método DPPH, e obtiveram resultado inferior (4.265 g de amostra/g de DPPH) ao do presente estudo quando comparados as amostras AGR (1.986,66 g de amostra/g de DPPH), AMR (2.408,88 g de amostra/g de DPPH) e AFR (3.167,14 g de amostra/g de DPPH) e bem semelhante ao obtido para amostra AGB (4.673,15 g de amostra/g de DPPH). Com relação ao teste DPPH, ressalta-se que quanto menor for à média do EC_{50} apresentada pela amostra, maior será a estabilidade antioxidante.

Após a digestão gastrointestinal *in vitro*, foi observado decréscimo na capacidade antioxidante de todas as polpas e em todos os testes. Com relação ao método FRAP a maior redução foi constatada na amostra AGR, seguida da AMR, AFR e AGB. Já no método ABTS a maior redução na capacidade antioxidante foi observado na amostra AMR, seguida da AGR, AFR e AGB. Quanto ao método DPPH a amostra AMR foi a que apresentou menor percentual de aumento no valor do EC_{50} , seguido das amostras AGR, AFR e AGB como demonstrado na figura 3. Redução na capacidade antioxidante de matrizes alimentícias após a digestão *in vitro* também foram encontradas por Celep et al. (2015), Schulz et al. (2017) e Dantas et al. (2019).

Figura 3 – Percentual de redução da capacidade antioxidante das amostras de açaí-roxo e açaí-branco após digestão gastrointestinal *in vitro*



Celep et al. (2015) constataram uma redução de 47 % na capacidade antioxidante na amostra digerida do vinho de amora preta em comparação com a amostra não digerida pelo método DPPH. Schulz et al. (2017) avaliaram a capacidade antioxidante antes e após a digestão *in vitro* da juçara (*Euterpe edulis* Martius.) em diferentes estágios de maturação, observaram decréscimo de 64-78 % na capacidade de eliminação DPPH e de 55-67 % na capacidade antioxidante pelo método FRAP. Dantas et al. (2019) observaram redução de 15,72 % no teste FRAP e aumento no valor do EC₅₀ de 90.166,66 % ao avaliarem uma polpa de açaí-roxo, valores superiores aos obtidos neste estudo quanto ao FRAP e inferior quanto ao DPPH.

Foi calculada a correlação existente entre o teor de CFT e a capacidade antioxidante após a digestão gastrointestinal *in vitro* das polpas de açaí através do coeficiente de Pearson. Correlações fortemente significativas foram encontradas entre os testes FRAP ($r = 0,908$; $p < 0,01$); ABTS ($r = 0,925$; $p < 0,01$) e DPPH ($r = 0,928$; $p < 0,01$). Esses achados confirmam que, de fato, a redução da capacidade antioxidante das diferentes polpas de açaí após a digestão está relacionada à redução dos CFT observadas após a digestibilidade.

Além da redução do teor de CFT, fatores como alterações de pH e interferências de outros constituintes dietéticos liberados durante o processo digestão, como ferro, minerais, fibras ou proteínas da dieta podem promover alterações na capacidade antioxidante dos alimentos. Assim como, condições quase neutras e a presença de oxigênio na maioria dos modelos de digestão gastrointestinal *in vitro*, também podem promover a degradação não-enzimática de alguns compostos fenólicos, e conseqüentemente afetarem a bioacessibilidade dos mesmos acarretando a redução da capacidade antioxidante (ALMINGER et al., 2014).

3.4 Teor de Minerais

O teor de minerais das amostras de polpas de açaí, bem como a fração bioacessível dos minerais, exceto do Na e K, por apresentarem em grandes concentrações nos fluidos utilizados para simular a digestão gastrointestinal *in vitro*, estão apresentados na tabela 3.

Dos seis minerais avaliados neste estudo, o K é o mineral presente em maior proporção, seguido do Ca e do Mg em todas as amostras antes da digestão. No entanto, o teor de K na amostra AGR difere de AFR e AGB, enquanto que a amostra AMR não apresenta diferença significativa da AGB. Em relação ao teor de Ca, apenas a amostra AGR e AFR não diferiram entre si. Quanto ao teor de Mg, todas as amostras se diferiram.

Tabela 3 - Teor e percentual da fração bioacessível de minerais em polpas de açaí-roxo e açaí-branco

Minerais		Açaí Grosso Roxo (AGR)		Açaí Médio Roxo (AMR)		Açaí Fino Roxo (AFR)		Açaí Grosso Branco (AGB)	
		Total (mg/100g)	% Fração Bioacessível	Total (mg/100g)	% Fração Bioacessível	Total (mg/100g)	% Fração Bioacessível	Total (mg/100g)	% Fração Bioacessível
Na	MU	17,74 ± 0,74 ^a	NA	17,73 ± 1,88 ^a	NA	12,21 ± 0,82 ^b	NA	13,19 ± 0,64 ^b	NA
	MS	102,78 ± 4,28 ^a		127,73 ± 13,53 ^a		153,20 ± 10,28 ^b		87,40 ± 4,23 ^b	
K	MU	721,90 ± 26,18 ^a	NA	654,13 ± 20,09 ^{ab}	NA	348,42 ± 24,49 ^c	NA	639,35 ± 34,92 ^b	NA
	MS	4.182,50 ± 151,40 ^a		4.712,75 ± 144,68 ^{ab}		4.371,64 ± 307,27 ^c		4.236,91 ± 231,33 ^b	
Ca	MU	192,36 ± 7,98 ^c	44,87	349,92 ± 11,45 ^a	14,66	195,66 ± 11,68 ^c	71,36	263,24 ± 8,47 ^b	90,30
	MS	1.114,49 ± 46,25 ^c		2.521,03 ± 82,43 ^a		2.454,95 ± 146,56 ^c		1.744,46 ± 56,13 ^b	
Mg	MU	127,68 ± 0,42 ^c	50,40	169,51 ± 4,17 ^a	25,42	91,34 ± 6,65 ^d	52,40	149,34 ± 5,28 ^b	74,30
	MS	739,74 ± 2,36 ^c		1.221,25 ± 33,93 ^a		1.146,04 ± 83,43 ^d		986,66 ± 34,98 ^b	
Cu	MU	0,11 ± 0,03 ^c	NB	0,14 ± 0,04 ^c	NB	0,08 ± 0,02 ^c	NB	0,08 ± 0,02 ^c	NB
	MS	0,63 ± 0,27 ^c		1,00 ± 0,28 ^c		1,00 ± 0,25 ^c		0,53 ± 0,13 ^c	
Mn	MU	33,94 ± 0,69 ^c	31,73	74,00 ± 2,51 ^a	14,47	53,52 ± 0,18 ^b	52,70	59,58 ± 3,57 ^b	64,52
	MS	196,63 ± 3,99 ^c		533,14 ± 18,08 ^a		671,51 ± 2,25 ^b		394,83 ± 23,65 ^b	

Valores expressos na mesma linha seguidos por letras diferentes indicam diferença estatística ($p \leq 5\%$)

Valores médios ± desvio padrão (n=3)

MU – Matéria Úmida

MS – Matéria Seca

NA – Não Avaliado

NB – Não Bioacessível (valor da fração bioacessível < Limite de Quantificação (0,05 mg/L))

Igualmente aos achados desse estudo, Menezes; Torres; Srur (2008) ao avaliarem 25 minerais em polpa de açaí liofilizada, constaram que o mineral em maior proporção é o K (900 mg/100g de polpa liofilizada) seguido do Ca (330 mg/100g de polpa liofilizada) e Mg (124,40 mg/100g de polpa liofilizada). O mesmo foi observado por Bichara; Rogez (2011), ao verificarem os teores de K (119 mg/100g), Ca (37 mg/100g) e Mg (21,50 mg/100g) em suco de açaí. No entanto, ambos os resultados são inferiores aos encontrados no presente estudo.

Ao observar a tabela 3, é possível verificar que teor de Na presente na amostra AGR não se difere estatisticamente da AMR, assim como a amostra AFR é estatisticamente igual à AGB, sendo o mesmo observado para o teor de Mn entre as amostra AFR e AGB. Já o teor de Cu não apresentou diferença estatística entre as amostras.

Resultados inferiores ao deste estudo quanto aos teores de K (108 mg/100 mL de suco), Ca (23 mg/100 mL de suco), Mg (8 mg/100 mL de suco), Cu (0,01 mg/100 mL de suco) e Mn (0,40 mg/100 mL de suco) foram obtidos por Llorent-Martínez et al. (2013), ao avaliarem quatro sucos de açaí de marcas diferentes comercializados na Espanha. Ao compararmos os resultados dessa pesquisa com os reportados na TACO (2011) é possível verificar que os teores de Na (5 mg/100g), K (124 mg/100g), Ca (35 mg/100g) e Mg (17 mg/100g) obtidos nestes estudos são superiores aos descritos, já o teor de Cu (0,18 mg/100g) é inferior (tabela 3).

Até o momento, foi encontrado apenas um estudo que fez referência ao teor de minerais nas diferentes polpas de açaí-roxo. Smith et al. (2012) ao avaliarem o teor de K, Ca, Mg e P em polpas de açaí grosso, médio e fino liofilizadas, obtiveram resultados abaixo dos obtidos neste estudo. Os teores de K variaram de 277 a 271 mg/100g; os de Ca entorno de 195 mg/100g; já com relação ao Mg os teores variaram entre 1.321 a 1.197 mg/100g e o P entre 162 a 153 mg/100g.

Em relação à polpa de açaí-branco não há ainda nenhum trabalho na literatura que tenha se destinado a avaliar o teor dos minerais, assim como a bioacessibilidade dos mesmos. A ascendência dos dados obtidos nesta pesquisa, com os relatados na literatura também pode está relacionada à amostragem das polpas analisadas, Menezes; Torres; Srur (2008), por exemplo, utilizaram apenas uma amostra de polpa de açaí-roxo encontrada no comercio local de Belém-PA, Brasil. Outro ponto importante a destacar, é que com o aumento na demanda de açaí pela população, a produção de açaí no Brasil deixou de ser apenas extrativista e passou a ser cultivada. Como esse sistema é dotado de boas práticas agrícola, relacionadas ao manejo, no que se diz respeito à adubação, irrigação e utilização de plantas geneticamente melhoradas com alta produtividade, os frutos destes açazais podem apresentar valor nutricional mais

elevado e conseqüentemente seus derivados (NOGUEIRA; SANTANA, 2016).

Os achados do presente estudo reforçam que a avaliação da bioacessibilidade dos minerais pode auxiliar na previsão dos possíveis efeitos nutricionais relacionados ao consumo das polpas de açaí. No entanto, o número de estudos sobre a avaliação de bioacessibilidade em polpa de açaí tem sido limitado a alguns minerais como Cu, por exemplo. Ruzik; Wojcieszek (2016) ao avaliarem a fração bioacessível em açaí verificaram que 100 % do Cu presente no açaí é bioacessível, concluindo que o açaí pode ser tratado como uma fonte natural de cobre, resultado superior ao do presente estudo.

Entre os minerais avaliados quanto à bioacessibilidade é possível verificar na tabela 3 que o Ca é o mineral que apresenta a maior fração bioacessível, seguido do Mg e Mn. Os maiores percentuais destes foram observados na amostra AGB (90,30; 74,30; 64,52 % respectivamente) e o menor percentual na amostra AMR (14,66; 25,42; 14,47 % respectivamente).

Schulz et al. (2017), ao avaliarem a polpa de juçara (*Euterpe edulis* Martius.), obtiveram resultados superiores aos obtidos neste estudo quanto à % FB de Ca (65,50 %) e Mn (35,10 %) com relação às amostras AGR e AMR, e inferiores quanto às amostras AFR e AGB. Já em relação ao Mg apresentaram % FB inferior (44,90 %) ao obtido neste estudo para as amostras AGR, AFR e AGB.

Média semelhante à obtida para a amostra AGB quanto à % FB do Ca foi apresentada por Biluca et al. (2017) ao avaliarem treze amostras de méis de abelhas multiflora (*Meliponinae*), quando obtiveram média de 90,10 %. Pereira et al. (2018) ao avaliarem a bioacessibilidade de minerais em amora, framboesa, mirtilo e morango obtiveram um % FB de 36; 37; 10 e 52 % respectivamente para o Mn, resultados próximos aos obtidos nesse estudo.

A ingestão do Ca está ligada a diversas funções no organismo, como auxílio no relaxamento e contração dos músculos, funcionamento do nervo, saúde do sistema imunológico, coagulação sanguínea, regulação da pressão arterial e saúde dos ossos e dentes. Já Mg é necessário para a formação de proteína, contração muscular, saúde do sistema imunológico e transmissão nervosa; enquanto o Mn é importante para o funcionamento normal do cérebro e atividade adequada do sistema nervoso (GHARIBZAHEDI; JAFARI, 2017).

Considerando-se a % FB dos minerais e a ingestão diária recomendada com base nos requisitos médios estimados de Ca (800 mg/dia), Mg (330 mg/dia) e Mn (2,30 mg/dia) para homens na idade de 19 a 30 anos (INSTITUTO DE MEDICINA, 2011) a ingestão de

200 g das polpas *in natura* AGR, AMR, AFR e AGB contribuiria respectivamente com 21,50; 12,80; 17,80 e 59,50 % de Ca, 39; 26,10; 29 e 67,20 % de Mg e com pelo menos 100 % de Mn para todas as amostras. Dessa forma, o açaí figura como um alimento com alto conteúdo bioacessível desses minerais, especialmente AGR e o AGB.

Apesar de o presente estudo trazer dados novos quanto ao efeito da digestão gastrointestinal *in vitro* sobre os compostos fenólicos totais, capacidade antioxidante e teor de minerais das diferentes polpas comerciais de açaí, o trabalho apresenta algumas limitações. Análises quanto ao perfil fenólico, assim como um estudo sobre o efeito da digestão gastrointestinal *in vitro* sobre os mesmos, complementariam os dados. Outro ponto seria uma análise mais abrangente dos minerais, abordando os demais minerais, principalmente, a classe dos metais pesados, já que os teores dos minerais analisados se apresentaram elevados.

4. CONCLUSÃO

De acordo com as análises histológicas concluiu-se que as amostras utilizadas no presente estudo são realmente de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). As análises microscópicas de matérias estranhas trazem um alerta quanto à necessidade de uma fiscalização mais efetiva das boas práticas de fabricação na cadeia produtiva de açaí, uma vez que as polpas de açaí são cada vez mais consumidas. Já quanto ao teor de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante das diferentes polpas de açaí, os resultados deste estudo demonstram que foram estatisticamente menores após a digestão gastrointestinal *in vitro*. Além disso, os resultados indicam que as amostras AGR e AMR são relativamente superiores às amostras AFR e AGB em relação ao teor de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante. Entre os minerais avaliados, destacaram-se o teor de K, Ca e Mg em todas as amostras. Quanto à bioacessibilidade, o Ca foi o mineral que apresentou maior fração bioacessível. Até o momento, de acordo com o levantamento bibliográfico realizado, esse é o primeiro estudo a avaliar os efeitos da digestão gastrointestinal *in vitro* sobre o teor de compostos fenólicos totais, capacidade antioxidante e teores minerais em polpas comerciais de açaí levando em consideração suas classificações comerciais, principalmente em relação à polpa de açaí-branco, elucidando que apesar de possuir uma coloração diferente seus compostos avaliados não diferiram significativamente do açaí-roxo. Estudos futuros, especialmente por meio de ensaios clínicos, são pertinentes para avaliar a biodisponibilidade e atividade biológica dos compostos fenólicos e dos minerais.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMINGER, M.; AURA, A. M.; BOHN, T.; DUFOUR, C.; EL, S. N.; GOMES, A.; KARAKAYA, S.; MARTÍNEZ-CUESTA, M. C.; MCDOUGALL, G. J.; REQUENA, T.; SANTOS, C. N. In vitro models for studying secondary plant metabolite digestion and bioaccessibility. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, n. 4, p. 413–436, 2014.

ATUI, M. B.; NOGUEIRA, M. D.; SILVA, A. M.; MARCINAO, M. A. M.; FIORAVANTI, M. I. A.; CHASIN, L. B.; FRANCO, V. P. A.; SILVA, L. A.; OLIVEIRA, M. M. L.; CARDOSO-GUSTASON, P.; HAYASHI, A. H. **Manual de análise microscópica em polpas de frutas: açaí (*Euterpe oleracea*), goiaba (*Psidium guajava*), manga (*Mangifera sp*), morango (*Fragaria vesca*), tomate (*Lycopersicum sp*)**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2012. 72 p.

BICHARA, C.M.G.; ROGEZ, H. Açaí (*Euterpe oleracea* Martius). In: YAHIA, E.M. **Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits**. Volume 2 -Açaí to Citrus. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 2011. p. 1-26, 27e.

BILUCA, F. C.; DE GOIS, J. S.; SCHULZ, M.; BRAGHINI, F.; GONZAGA, L. V.; MALTEZ, H. F.; RODRIGUES, E.; VITALI, L.; MICKÉ, G. A.; BORGES, D. L. G.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Phenolic compounds, antioxidant capacity and bioaccessibility of minerals of stingless bee honey (*Meliponinae*). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 63, p. 89–97, 2017.

BRASIL. Instrução Normativa N° 01, de 7 de Janeiro de 2000 -Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial da União**, n. 1, p. 54, 2000.

BRASIL. Resolução RDC n° 272, de 22 de setembro de 2005 - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, p. 1–6, 2005.

BRASIL. Resolução n° 14, de 28 de março de 2014 - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, p. 58, 2014.

BRASIL. Instrução Normativa N° 37, de 01 de outubro de 2018 - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial da União**, p. 23–28, 2018.

CARVALHO, A. V.; SILVEIRA, T. F. F. da; MATTIETTO, R. de A.; OLIVEIRA, M. do S. P. de; GODOY, H. T. Chemical composition and antioxidant capacity of açaí (*Euterpe oleracea*) genotypes and commercial pulps. **Journal of the Science of Food and**

Agriculture, v. 97, n. 5, p. 1467–1474, 2017.

CELEP, E.; CHAREHSAZ, M.; AKYÜZ, S.; ACAR, E. T.; YESILADA, E. Effect of in vitro gastrointestinal digestion on the bioavailability of phenolic components and the antioxidant potentials of some Turkish fruit wines. **Food Research International**, v. 78, p. 209–215, 2015.

CELEP, E.; İNAN, Y.; AKYÜZ, S.; YESILADA, E. The bioaccessible phenolic profile and antioxidant potential of *Hypericum perforatum* L. after simulated human digestion. **Industrial Crops and Products**, v. 109, p. 717–723, 2017.

CHEN, G. L.; CHEN, S. G.; ZHAO, Y. Y.; LUO, C. X.; LI, J.; GAO, Y. Q. Total phenolic contents of 33 fruits and their antioxidant capacities before and after in vitro digestion. **Industrial Crops and Products**, v. 57, p. 150–157, 2014.

DALL' ACQUA, Y. G.; CUNHA JÚNIOR, L. C.; NARDINI, V.; LOPES, V. G.; PESSOA, J. D. da C.; DE ALMEIDA TEIXEIRA, G. H. Discrimination of *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí) and *Euterpe edulis* Mart. (Juçara) Intact Fruit Using Near-Infrared (NIR) Spectroscopy and Linear Discriminant Analysis. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 39, n. 6, p. 2856–2865, 2015.

DANTAS, A. M.; MAFALDO, I. M.; OLIVEIRA, P. M. de L.; LIMA, M. dos S.; MAGNANI, M.; BORGES, G. da S. C. Bioaccessibility of phenolic compounds in native and exotic frozen pulps explored in Brazil using a digestion model coupled with a simulated intestinal barrier. **Food Chemistry**, v. 274, p. 202–214, 2019.

GARZÓN, G. A.; NARVÁEZ-CUENCA, C. E.; VINCKEN, J. P.; GRUPPEN, H. Polyphenolic composition and antioxidant activity of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) from Colombia. **Food Chemistry**, v. 217, p. 364–372, 2017.

GHARIBZAHEDI, S. M. T.; JAFARI, S. M. The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. **Trends in Food Science and Technology**, v. 62, p. 119–132, 2017.

GORDON, A.; CRUZ, A. P. G.; CABRAL, L. M. C.; DE FREITAS, S. C.; TAXI, C. M. A. D.; DONANGELO, C. M.; DE ANDRADE MATTIETTO, R.; FRIEDRICH, M.; DA MATTA, V. M.; MARX, F. Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of Açai fruits (*Euterpe oleraceae* Mart.) during ripening. **Food Chemistry**, v. 133, n. 2, p. 256–263, 2012.

HEINRICH, M.; DHANJI, T.; CASSELMAN, I. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.)—A

phytochemical and pharmacological assessment of the species' health claims. **Phytochemistry Letters**, v. 4, n. 1, p. 10–21, 2011.

INSTITUTO DE MEDICINA. **Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids**. Washington, DC: The National Academies Press, 2011. 1357 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

KRAUS, J.E. ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica, 1. ed. Rio de Janeiro: Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997. 198 p.

LEUFROY, A.; NOËL, L.; BEAUCHEMIN, D.; GUÉRIN, T. Use of a continuous leaching method to assess the oral bioaccessibility of trace elements in seafood. **Food Chemistry**, v. 135, n. 2, p. 623–633, 2012.

LLORENT-MARTÍNEZ, E. J.; CÓRDOVA, M. L. F.; ORTEGA-BARRALES, P.; RUIZ-MEDINA, A. Characterization and comparison of the chemical composition of exotic superfoods. **Microchemical Journal**, v. 110, p. 444–451, 2013.

MENEZES, E. M. da S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 2, p. 311–316, 2008.

MINEKUS, M.; ALMINGER, M.; ALVITO, P.; BALLANCE, S.; BOHN, T.; BOURLIEU, C.; CARRIÈRE, F.; BOUTROU, R.; CORREDIG, M.; DUPONT, D.; DUFOUR, C.; EGGER, L.; GOLDING, M.; KARAKAYA, S.; KIRKHUS, B.; LE FEUNTEUN, S.; LESMES, U.; MACIERZANKA, A.; MACKIE, A.; MARZE, S.; MCCLEMENTS, D. J.; MÉNARD, O.; RECIO, I.; SANTOS, C. N.; SINGH, R. P.; VEGARUD, G. E.; WICKHAM, M. S. J.; WEITSCHIES, W.; BRODKORB, A. A standardised static in vitro digestion method suitable for food-an international consensus. **Food and Function**, v. 5, n. 6, p. 1113–1124, 2014.

NERI-NUMA, I. A.; SORIANO SANCHO, R. A.; PEREIRA, A. P. A.; PASTORE, G. M. Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food Research International**, v. 103, p. 345–360, 2018.

NOGUEIRA, A. K. M.; SANTANA, A. C. de. Benefícios socioeconômicos da adoção de novas tecnologias no cultivo do açaí no Estado do Pará TT - Socioeconomic benefits from the new technologies in the açaí cultivation in Pará State. **Revista Ceres**, v. 63, n. 1, p. 1–7, 2016.

PAULA, J. E. de. Anatomia de *Euterpe oleracea* Mart. (Palmae da Amazônia). **Acta Amazonica**, v. 5, n. 3, p. 265–278, 1975.

PEREIRA, C. C.; DO NASCIMENTO DA SILVA, E.; DE SOUZA, A. O.; VIEIRA, M. A.; RIBEIRO, A. S.; CADORE, S. Evaluation of the bioaccessibility of minerals from blackberries, raspberries, blueberries and strawberries. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 68, p. 73–78, 2018.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURACALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996–1002, 2010.

RUZIK, L.; WOJCIESZEK, J. In vitro digestion method for estimation of copper bioaccessibility in Açai berry. **Monatshefte fur Chemie**, v. 147, n. 8, p. 1429–1438, 2016.

SCHAUSS, A. G. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.): A macro and nutrient rich palm fruit from the amazon rain forest with demonstrated bioactivities in vitro and in Vivo. **Bioactive Foods in Promoting Health**, n. May, p. 479–490, 2009.

SCHULZ, M.; BILUCA, F. C.; GONZAGA, L. V.; BORGES, G. da S. C.; VITALI, L.; MICKE, G. A.; DE GOIS, J. S.; DE ALMEIDA, T. S.; BORGES, D. L. G.; MILLER, P. R. M.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Bioaccessibility of bioactive compounds and antioxidant potential of juçara fruits (*Euterpe edulis* Martius) subjected to in vitro gastrointestinal digestion. **Food Chemistry**, v. 228, p. 447–454, 2017.

SILVA, A. K. N. da; BECKMAN, J. C.; RODRIGUES, A. M. da C.; SILVA, L. H. M. da. Composição nutricional e capacidade antioxidante da polpa de açai (*Euterpe oleracea* M.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 11, n. 1, p. 2205–2216, 2017.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, n. 1974, p. 152–178, 1998.

SMITH, E. R.; EAKER, J.; TRAN, K.; SMITH, C.; M. MONROE, D.; M. DA SILVA MENEZES, E.; U. O. SABAA-SRUR, A.; LUO, R.; WYCOFF, W.; H. FALES, W. Proposed Benchmark Methods for Analyzing Acai (*Euterpe oleraceae* Mart.). **The Natural Products Journale**, v. 2, n. 2, p. 76–85, 2012.

SOUZA, L. A.; SOUZA, T. L.; SANTANA, F. B.; ARAUJO, R. G. O.; TEIXEIRA, L. S. G.; SANTOS, D. C. M. B.; KORN, M. G. A. Determination and in vitro bioaccessibility evaluation of Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, P and Zn in linseed and sesame.

Microchemical Journal, v. 137, p. 8–14, 2018.

TACO, **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. revisada e ampliada. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.

TOMMONARO, G.; SPERANZA, G.; DE PRISCO, R.; IODICE, C.; CRUDELE, E.; ABBAMONDI, G. R.; NICOLAUS, B. Antioxidant activity and bioactive compound contents before and after in vitro digestion of new tomato hybrids. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 15, p. 5241–5246, 2017.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816–823, 2008.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo quanto à avaliação de identidade e qualidade das polpas de açaí-roxo e açaí-branco comprovam que todas as amostras estudadas estavam em conformidade com a legislação brasileira, sendo todas pertencentes à família da *Euterpe oleracea*.

Quanto à análise de matérias estranhas os resultados demonstram a necessidade de fiscalizações mais efetivas quanto ao processamento e comercialização das polpas de açaí, uma vez que foi detectada a presença de matérias estranhas nas amostras AMR e AGB.

Em relação à composição centesimal, todas as polpas se destacaram quanto ao teor lipídios, apesar de serem de variedades (roxo e branco) e classificações quanto ao teor de sólidos totais diferentes.

Com um perfil lipídico nutricionalmente desejável, todas as polpas apresentaram elevado teor de ácidos graxos insaturados, especialmente de monoinsaturados.

Quanto à contribuição dos ácidos graxos poli-insaturados no alcance das recomendações de ácidos graxos essenciais, os resultados deste estudo demonstra que a ingestão diária de polpa de açaí grosso roxo ou branco, pode auxiliar no alcance desses ácidos graxos em termos de necessidades diárias recomendadas.

Já quanto ao teor de compostos fenólicos, os resultados deste estudo demonstram que foi estatisticamente menor após a digestão gastrointestinal *in vitro*, o mesmo pode ser observado para as análises de capacidade antioxidante. No entanto, em ambas as análises as polpas AGR e AMR foram relativamente superiores às polpas AFR e AGB.

A bioacessibilidade dos compostos fenólicos foi estatisticamente diferente apenas para a amostra AMR.

Entre o minerais avaliados, destacaram-se o teor de K, Ca e Mg em todas as amostras, no entanto após a digestão gastrointestinal *in vitro* todos os minerais apresentaram menores teores.

Quanto à bioacessibilidade, o Ca foi o mineral que apresentou maior fração bioacessível.

Até o momento, de acordo com o levantamento bibliográfico realizado, esse é o primeiro estudo a avaliar a bioacessibilidade dos compostos fenólicos totais e minerais em polpas de açaí, considerando as suas diferentes classificações comerciais e variedades botânicas, principalmente em relação ao açaí-branco. Ressalta-se a necessidade de estudos

futuros especialmente por meio de ensaios clínicos, para avaliar a biodisponibilidade e atividade biológica de todos os compostos aqui avaliados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CELEP, E.; İNAN, Y.; AKYÜZ, S.; YESILADA, E. The bioaccessible phenolic profile and antioxidant potential of *Hypericum perforatum* L. after simulated human digestion. **Industrial Crops and Products**, v. 109, p. 717–723, 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática, 2018a. Produção da Extração vegetal e Silvicultura - Açaí. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>>. Acesso em: 02 out. 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática, 2018b. Produção Agrícola Municipal – Açaí. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>. Acesso em: 02 out. 2018.

SCHAUSS, A. G.; WU, X.; PRIOR, R. L.; OU, B.; PETEL, D.; HUANG, D.; KABABICK, J. P. Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried amazonian palm berry, *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 8598-8603, 2006.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Serviço de Inteligência de Mercado, 2016. Cenários e projeções Estratégicas – Fruticultura. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/e93e6e44c0b1ec9bed5f9ed186ab6b7e/\\$File/6083.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/e93e6e44c0b1ec9bed5f9ed186ab6b7e/$File/6083.pdf)>. Acesso em: 01 out. 2018.

SILVEIRA, T. F. F.; SOUZA, T. C. L.; CARVALHO, A. V.; RIBEIRO, A.B.; KUHNLE, G. G. C.; GODOY, H. T. White açai juice (*Euterpe oleracea*): Phenolic composition by LC-ESI-MS/MS, antioxidant capacity and inhibition effect on the formation of colorectal cancer related compounds. **Journal of Functional Foods**, n. 36, p. 215-223, 2017.

TOMMONARO, G.; SPERANZA, G.; DE PRISCO, R.; IODICE, C.; CRUDELE, E.; ABBAMONDI, G. R.; NICOLAUS, B. Antioxidant activity and bioactive compound contents before and after in vitro digestion of new tomato hybrids. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 15, p. 5241–5246, 2017.