



Avaliação da qualidade microbiológica, físico-química e química de polpas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) pasteurizadas congeladas comercializadas em Aracaju-SE

Artigo

*Evaluation of the microbiological, physicochemical and chemical quality of frozen pasteurized açaí pulps (*Euterpe oleracea* Mart) marketed in Aracaju-SE*

Jéssica Dias Almico¹, Igor Macedo Ferreira², Gabriel Dantas Ramos³, Ana Mara Oliveira e Silva⁴, Michelle Garcêz de Carvalho^{5*}

Resumo: O açaí (*Euterpe oleracea* Mart) é um fruto típico da região amazônica e que apresenta benefícios à saúde, principalmente, devido sua composição fitoquímica e a capacidade antioxidante. No Brasil, a região norte é a principal produtora, consumidora e exportadora do açaí, sendo que a polpa congelada é um dos subprodutos do açaí. Com o aumento da produção, comercialização e consumo da polpa de açaí congelada em Aracaju-SE, torna-se importante estudos para analisar sua qualidade. Sendo assim, objetivou-se avaliar as 3 principais marcas de polpa de açaí comercializadas em Aracaju, quanto as suas características microbiológicas, físico-químicas e químicas. De cada marca de polpa de açaí congelada, foram avaliadas 10 amostras no que se refere a contaminação microbiológica (enumeração de bolores e leveduras, enumeração de coliformes totais, coliformes termotolerantes, detecção de *E. Coli* e pesquisa de *salmonella sp*), as características físico-químicas (pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, ratio, umidade e fenólicos totais) e capacidade antioxidante. Foram utilizadas legislações brasileiras vigentes como referência para atestar a qualidade das polpas de açaí congeladas. As marcas de polpas de açaí apresentaram inadequações quanto aos sólidos totais, acidez total titulável, pH e contagem de fungos. As polpas de açaí avaliadas apresentaram quantidades elevadas de fenólicos totais e potencial antioxidante. Diante dos resultados obtidos é necessário que haja um maior controle dos órgãos fiscalizadores para que as polpas de açaí sejam ofertadas ao consumidor em boas condições higiênico-sanitárias e sem adulteração.

Palavras – chaves: Polpa, açaí, controle de qualidade e legislação brasileira

Abstract: Açaí (*Euterpe oleracea* Mart) is a typical fruit of the Amazon region and presents health benefits due to its phytochemical composition and antioxidant capacity. In Brazil, the northern region of the country is the main producer, consumer and exporter of açaí, with frozen pulp being one of the açaí's by-products. With the increase in the production, commercialization and consumption of the frozen açaí pulp in Aracaju-SE, it is important to analyze your quality studies. Thus, the objective was to evaluate three brands of açaí pulp marketed in Aracaju, regarding to their microbiological, physicochemical and chemical characteristics. From each brand of frozen açaí pulp, 10 samples were evaluated for microbiological contamination (enumeration of molds and yeasts, enumeration of total coliforms, thermotolerant coliforms, *E. coli* detection and *salmonella sp* research), the physical-chemical characteristics (pH, total titratable acidity, total soluble solids, ratio, humidity and total fenolics) and antioxidant capacity. Brazilian legislation in force was used as reference to certify the quality of the frozen açaí pulps. The brands of açaí pulps presented inadequacies regarding to the

total solids, titratable total acidity, pH and fungal counts. The evaluated açai pulps presented high amounts of total phenolics and antioxidant potential. In view of the results obtained, it is necessary a greater control of the inspection organs for the açai pulps be offered to the consumer in good hygienic-sanitary conditions and without adulteration.

Key-Words: Pulp, açai, quality control and Brazilian legislation

Autor de correspondência*: E-mail: michellegarcezpi@hotmail.com

Recebido em 18.04.2018. Aceito em 30.06.2018

<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20180015>

¹Graduanda do Curso de Nutrição da Universidade Federal de Sergipe, Campus São Cristóvão, SE, Brasil, CEP: 49100-000. Telefone: 79- 3213-0159. E-mail: jessicaalmico@gmail.com.

²Técnico do laboratório de microbiologia de alimentos do Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, Campus São Cristóvão, SE, Brasil, CEP: 49100-000. Telefone: 79-3194-7498. E-mail: engigormacedo@gmail.com.

³Graduando do curso de Nutrição da Universidade Federal de Sergipe, Campus São Cristóvão, SE, Brasil, CEP: 49100-000. Telefone: 79-99129-4669. E-mail: gabrieldantasramos@gmail.com.

⁴Doutora em Ciência de Alimentos, Professora do Curso de Nutrição da Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Nutrição, Campus São Cristóvão, SE, Brasil, CEP: 49100-000. Telefone: 79-3194-7498. E-mail: anamaraufs@gmail.com.

^{5*} Doutora em Ciência de Alimentos, Professora do Curso de Nutrição da Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Nutrição, Campus São Cristóvão, SE, Brasil, CEP: 49100-000. Telefone: 79-3194-7498. E-mail: michellegarcezpi@hotmail.com.

1. Introdução

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart) é uma palmeira nativa que predomina na região Norte do Brasil (Cohen *et al.*, 2011). O açai é fonte de fibras (25%), proteínas (10%), lipídeos (50%), carboidratos totais (entre 2,96% a 3,55%) (Pereira *et al.*, 2002) vitamina E, minerais (Mn, Fe, Zn, Cu, Cr), ácidos graxos (poli-insaturados, saturados e monossaturados), além de possuir compostos bioativos, como por exemplo, fenólicos e terpenos (Guimarães *et al.*, 2017; Schauss *et al.*, 2006), que conferem ao açai capacidade antioxidante (YAMAGUCHI *et al.*, 2015)

Do açai podem ser elaborados vários produtos como polpa de açai pasteurizada, açai com xarope de guaraná, açai em pó e geleia de açai (Oliveira *et al.*, 2007). A polpa de açai é extraída da parte comestível do fruto do

açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart) fresco, são, maduro, desprovido de sujidade, parasitas e microrganismos que possam tornar o produto impróprio para o consumo (Brasil, 2000), sendo utilizada na preparação de variados produtos alimentícios como sorvete, cremes, licores (SANTOS *et al.*, 2016).

A partir dos anos 90, a comercialização da polpa de açai cresceu progressivamente, alcançando novas fronteiras de mercado nacional e, posteriormente, internacional (Pagliarussi, 2010), fazendo do Brasil o maior produtor, consumidor e exportador de açai (Menezes, 2005), sendo que em 2016 a produção brasileira de açai foi de 215.609 toneladas (IBGE, 2016). Destacam-se no Brasil como produtores de açai, os estados do Pará, Maranhão, Amapá, Acre e Rondônia. Estão entre os principais importadores de açai

países da Europa, Estados Unidos, Japão e China (MENEZES *et al.*, 2018).

A segurança do alimento é o principal atributo de qualidade, como mostra o estudo de Fregonesi *et al* (2010), em polpas de frutas de açaí, no qual foi observada a existência de falhas na produção das polpas, demonstrando alerta para a necessidade da implantação e fiscalização mais efetiva das Boas Práticas de Fabricação (BPF) e/ou Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) na cadeia produtiva das polpas de açaí.

Diante das características apresentadas pela polpa de açaí, seu consumo tem aumentado, contudo quando a manipulação do açaí e derivados é realizada inadequadamente poderá ocasionar a contaminação com consequente ocorrência de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs) (Nóbrega *et al.*, 2009). O açaí foi indicado como veiculador do parasita *Tripanossomo Cruzi*, devido ao considerável número de casos de doenças de Chagas na Região Norte do País (PASSOS *et al.*, 2008).

No intuito de prevenir e/ou reduzir as DTAs são utilizados os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ's) (Brasil, 2001). No Brasil, a qualidade das polpas de fruta, é regulamentada pela Instrução Normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que determina os Padrões de Identidade e Qualidade (PQI's) para polpa de frutas (Brasil, 2000) e pela resolução nº 12 do Ministério da

Saúde, que regulamenta os padrões microbiológicos para alimentos (BRASIL, 2001).

Devido a incidência do açaí como veículo de agentes causadores de DTAs e ao aumento da produção, comercialização e consumo da polpa de açaí, tornam-se necessários estudos que objetivam avaliar a qualidade das polpas de açaí inseridas no mercado de Aracaju-SE. Diante do exposto, acredita-se que com a avaliação microbiológica, físico-química e química das polpas de açaí congeladas, será possível identificar a qualidade das principais marcas de polpas de açaí congeladas comercializadas em Aracaju-SE.

2. Materiais e Métodos

2.1. Polpas de açaí

Inicialmente foram visitados 3 hipermercados localizados em Aracaju-SE e identificada a comercialização de 5 tipos de marcas de polpas de frutas, porém, apenas 3 destas comercializavam a polpa de açaí pasteurizada. Estas foram transportadas em suas embalagens originais dentro de *coller* com bolsas de gelo e encaminhadas ao laboratório para análise. De cada marca de polpa congelada de açaí (A, B e C), foram avaliados 2 lotes, e de cada lote analisaram-se 5 amostras, totalizando 10 amostras de cada marca.

Como ferramenta para atestar a qualidade das polpas de açaí do ponto de vista microbiológico utilizou-se a Resolução nº 12,

de 2 de janeiro de 2001, e para avaliar a qualidade físico-química e química foi consultada a Instrução Normativa nº 1 de 7 de janeiro de 2000.

2.2. Análise microbiológica das polpas de açaí

As polpas de açaí congeladas foram avaliadas microbiologicamente no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Nutrição da UFS, Campus São Cristóvão. Inicialmente foram preparadas as diluições seriadas até 10^{-3} a partir de 25 g da amostra para uso na enumeração fungos (bolores e leveduras), coliformes totais, coliformes termotolerantes e detecção de *Escherichia coli* (E. coli). A enumeração de bolores e leveduras ocorreu pelo método de plaqueamento direto em superfície de cada diluição das amostras (até 10^{-3}), em meio ágar batata dextrose, sendo os resultados expressos pelo número de Unidades Formadoras de Colônia por grama de amostra (UFC/g). Para a enumeração de coliformes totais, utilizou-se os testes presuntivos em caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) e confirmatório em caldo Lactose Bile Verde Brilhante (VB), com diluições seriadas (até 10^{-3}) em triplicata, sendo ambos os caldos incubados em estufa a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 24-48 horas. De cada tubo positivo de LST, foi transferido um inóculo (0,01mL) com o auxílio de alça para outro tubo contendo caldo EC, no qual foi incubado a $45\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. A detecção de *E. Coli*

foi realizada a partir de tubos positivos de coliformes termotolerantes, sendo semeado em placas de Petri contendo Ágar Eosina Azul de Metileno, e posteriormente as placas foram incubadas a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 24 horas (Silva *et al.*, 2010).

A Pesquisa de *salmonella sp.* foi realizada em caldo de pré-enriquecimento de 25g da amostra em água peptonada tamponada 0,1%, seguido da incubação a $35-37^{\circ}\text{C}$, por 18-24 horas. Após seguiu-se com o enriquecimento seletivo em caldo tetracionato e caldo Rappaport-Vassiliadis, e incubados respectivamente, a 35°C e 43°C por 24 horas (Silva *et al.*, 2010). Posteriormente, estriou-se superficialmente (estrias de esgotamento) inóculos dos caldos de enriquecimento seletivo em pacas de ágar Hektoen e ágar Xilose Desoxicolato, sendo as placas incubadas a $35-37^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Na ocorrência de colônias típicas de *salmonella sp.* seguiu-se com provas bioquímicas como Tríplice Açúcar Ferro, Lisina Ferro, citrato e Klingler (SILVA *et al.*, 2010).

2.3. Caracterização físico-química e química das polpas de açaí

As polpas de açaí congeladas, foram avaliadas físico-quimicamente no laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Campus São Cristóvão. Foram adotados os seguintes parâmetros analíticos: pH, com auxílio de um potenciômetro (Jenway, 3505, Inglaterra) (Brasil, 2008);

acidez total titulável (ATT), por titulação com NaOH 0,1 M e expressa em g de ácido cítrico/100g de polpa (Brasil, 2008); sólidos

solúveis totais (SST) expressos em °Brix (AOAC, 2000); o ratio, calculado através da relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (Reed et al., 1986), e umidade - determinada pelo peso constante após secagem em estufa a 105°C (REED et al., 1986). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.4. Fenólicos totais e capacidade antioxidante (DPPH e FRAP) da polpa de açaí

Obtidos os extratos na proporção de 0,1 g/ml da polpa em solução de metanol: água (80:20), foi verificado o conteúdo de fenólicos totais, pelo método Folin-Ciocalteu (Swain & Hillis, 1959), sendo o resultado expresso em mmol de equivalentes de ácido gálico/100g polpa. A capacidade antioxidante da polpa de açaí foi observada através de dois métodos pelo DPPH (capacidade do radical 1,1-difenil-2-picril-hidrazil) e FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). O DPPH foi determinado de acordo com a metodologia de Brand-Williams, Cuvelier, Berset (Brand-Williams *et al.*, 1995), e os resultados expressos em micro mol de equivalente Trolox/100g. O FRAP foi determinado de acordo com a metodologia de Benzie & Strain (1996), e os resultados foram expressos em kg Equivalente de Sulfato Ferroso/100g de amostra.

2.5. Análise estatística

Com auxílio do software IBM SPSS versão 21 (Statistical Package for the Social Sciences, 2012), os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas, para verificar a homogeneidade das médias. As médias que se apresentaram homogêneas ($p > 0,05$) foram submetidas ao teste de Tukey. Os valores-p foram considerados significativos quando menores que 0,05.

3. Resultados e Discussão

3.1. Avaliação microbiológica de polpas de açaí

Na Tabela 1 estão expostos os resultados da avaliação microbiológica (coliformes totais, coliformes termotolerantes, *salmonella sp.*, e fungos) de polpas de açaí de 3 marcas comercializadas em Aracaju, SE. Além disso, há a referência padronizada pela legislação vigente no que se refere aos padrões microbiológicos para coliformes totais, coliformes termotolerantes, salmonela sp e fungos.

Os resultados observados na Tabela 1, demonstram que apenas amostras da marca C apresentou resultado positivo para coliformes totais ($2,32 \times 10^0$ NMP/g de polpa de açaí). Ambas as marcas de polpa de açaí, apresentaram análises negativas para coliformes termotolerantes e ausência de *salmonella sp* em 25g de amostra. No que se refere, a enumeração de fungos, as três marcas

avaliadas apresentaram contaminação, sendo as marcas B ($1,11 \times 10^3$) e C ($4,99 \times 10^2$), com resultados expressos em UFC estimado, uma vez que o estimado se referem a placas onde o número de colônias não estavam entre 25 e

250 colônias. Contudo, amostras da marca A apresentaram $1,10 \times 10^5$ UFC de fungos por grama de polpa de açaí, não sendo diferente significativamente ($p > 0,05$) da marca B e C.

Tabela 1 - Avaliação microbiológica de polpas de açaí congeladas

Marca	Análise microbiológica*			
	Coliformes totais (NMP/g açaí)	Coliformes termotolerantes (NMP/g açaí)	<i>Salmonella</i> <i>sp</i>	Fungos (UFC/g polpa de açaí)
A	-	-	Ausência	$1,10 \times 10^{5a}$
B	-	-	Ausência	$1,11 \times 10^3$ (estimado) ^{ab}
C	$2,32 \times 10^0$	-	Ausência	$4,99 \times 10^2$ (estimado) ^{ab}
Padrão	-	^A 10^2	^A Ausência	^B 5×10^3

*Média de 10 amostras de cada marca. NMP: número mais provável. UFC: unidades formadoras de colônias. Letras diferentes entre as colunas são diferentes significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey; A= RDC n° 12 de 2001; B= Instrução Normativa n° 1 de 2000.

A resolução n° 12 (Brasil, 2016), que regulamenta os padrões microbiológicos sanitários para alimentos e bebidas, estabelece para polpas de frutas com ou sem tratamento térmico, apenas como padrão microbiológico a contagem de coliformes termotolerantes até 10^2 NMP/g e ausência de *salmonella sp* em 25g. Enquanto a instrução normativa de n° 1 (Brasil, 2000) preconiza um máximo de 5×10^3 UFC/g para fungos. Dessa forma, as marcas de polpa de açaí avaliadas não estão de acordo com o que é preconizado pela legislação brasileira, quanto a enumeração de fungos, uma vez que a marca A apresentou $1,10 \times 10^5$ UFC/ g de açaí. O desenvolvimento dos

fungos na polpa de açaí pode estar associado ao seu pH (3,75 a 4,29) (Eto *et al.*, 2010), pois os fungos proliferam melhor em alimentos com pH ácido (4,0 - 4,5) ou muito ácidos ($< 4,0$) (FRANCO & LANDGRAF, 2005).

A presença de fungos em alimentos acima do máximo preconizado pela legislação pode comprometer a sua segurança alimentar (Castro *et al.*, 2016), uma vez, que existem espécies de fungos que têm ação deteriorante ou patogênica pela produção de micotoxinas no alimento, como *Penicillium expansum* e *Penicillium griseofulvum*, os quais possuem como principal substrato frutas e sucos de frutas (FRANCO & LANDGRAF, 2005; FIB,

2009). A contaminação microbiana em polpas de açaí pode ocorrer durante qualquer etapa da sua produção, tornando-se um risco à população, quando ocasionam Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs), contudo, a proliferação microbiana é frequentemente associada à inadequada manipulação, assim como, o tratamento térmico insuficiente (COHEN *et al.*, 2011).

Quando as polpas de açaí são submetidas a temperaturas entre 90 a 100°C por 5 segundos, observa-se uma redução significativa de até 81% dos coliformes totais e 99% dos fungos, conferindo à polpa de açaí segurança microbiológica (CASTRO *et al.*, 2016).

3.2. Caracterização físico-química de polpas de açaí

Na Tabela 2 encontra-se a caracterização físico-química das polpas de açaí pasteurizadas de três marcas comercializadas em Aracaju. Observa-se, que houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre as marcas de polpas de açaí em todos as características avaliadas. A marca A apresentou as maiores médias de ATT e pH, enquanto que a marca B demonstrou maiores médias de SST e ratio. Na Tabela 2, também se encontram os valores de referência padronizados pela legislação vigente para os parâmetros físico-químicos avaliados nas marcas das polpas de açaí.

Tabela 2 - Características físico-químicas de marcas de polpa de açaí comercializadas em Aracaju, SE

Características	Marcas de açaí				
	A	B	C	Padrão**	
	Média±DP*	Média±DP*	Média±DP*	Mín.	Máx.
Umidade	90,26±2,75 ^{ab}	89,09±0,27 ^b	90,82±1,46 ^a	-	-
ST	9,74±2,75 ^{ab}	10,91±0,27 ^a	9,19±1,46 ^b	11%	14%
ATT	3,49±0,49 ^a	2,05±0,23 ^c	3,13±0,60 ^b	-	0,40
pH	4,29±0,15 ^a	4,12±0,35 ^b	3,78±0,25 ^c	4,0	6,20
SST	1,89±0,27 ^c	3,03±0,47 ^a	2,35±0,31 ^b	40,0	60,0
Ratio	0,55±0,13 ^c	1,54±0,30 ^a	0,77±0,13 ^b	-	-

*Média e Desvio padrão (DP) de 10 amostras em triplicata (n=30) de cada marca. *Médias seguidas da mesma letra na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Umidade: expresso em %; ST (sólidos totais): expresso em %; ATT (acidez total titulável): expresso em g ácido cítrico/100g de polpa; SST (sólidos solúveis totais): expressos em °Brix; Ratio: relação entre SST/ATT; **Padrão estabelecido pela Instrução Normativa de nº1 de 2000, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

A umidade encontrada nas três marcas de polpa de açaí (89,09 a 90,82%) indica que a água é o principal constituinte das polpas, correspondente

a cerca de 90% do total da sua composição (Tabela 2), sendo então um alimento muito propício à deterioração (Fellows, 2006), uma vez que existem

a água ligada aos demais componentes do alimento, e a água livre para ser utilizada pelos microrganismos, reações enzimáticas e reações químicas (Celestino, 2010), tornando-se um dos mais importantes parâmetros analisados em alimentos (FELLOWS, 2006). A umidade reflete também o teor de sólidos de um produto e quando está fora das recomendações técnicas resulta em grandes perdas na qualidade geral dos alimentos (SILVA *et al.*, 2017). A legislação brasileira estabelece que a polpa de açaí apresente os sólidos totais entre 11 e 14% (Brasil, 2000). Portanto, as marcas de açaí avaliadas apresentaram valores inferiores (9,19 a 10,91) (Tabela 2) ao padrão imposto pela legislação, supondo que houve adição de água às polpas.

A acidez total titulável (ATT) variou entre as marcas de polpa de açaí, sendo que a marca A (3,49) apresentou a maior média, seguida da marca C (3,13) e marca B (2,05) (Tabela 2). Os ácidos orgânicos presentes nos alimentos são quantificados pela ATT (CECCHI, 2003). A acidez total diminui com o amadurecimento da fruta (Cecchi, 2003) e a legislação estabelece uma ATT máxima de 0,45g ácido cítrico/100g de açaí (Brasil, 2000), sendo assim, percebe-se que todas as marcas de açaí analisadas, apresentaram valores acima do máximo permitido pela legislação, entre 2,05 a 3,49 g ácido cítrico /100g de açaí. Fregonesi *et al.* (2010), observaram que 25% das polpas de açaí avaliadas apresentaram ATT superiores ao preconizado pela legislação, afirmando ainda que cerca de 6 a 44% das polpas de açaí no mercado

encontram-se em não conformidade para esse parâmetro. O pH foi maior na marca A (4,29), seguida da marca B (4,12) e marca C (3,78) (Tabela 2). Esse parâmetro indica o nível de acidez do alimento variando de 1 a 14 e exerce influência sobre o sabor e a proliferação microbiana no alimento (CECCHI, 2003). No que se refere ao atendimento à legislação, a marca C apresentou valor abaixo (3,78) do limite estabelecido (Tabela 2), a qual recomenda um pH mínimo de 4,0 e máximo de 6,20, em polpas de açaí (Brasil, 2000). Resultados semelhantes foram observados por Eto *et al.* (2010) (3,4-4,4) em polpas de açaí pasteurizadas. Os sólidos solúveis totais apresentaram-se maiores na marca B (3,03), seguido das marcas C (2,35) e A (1,89) (Tabela 2). Esse parâmetro apresenta correlação com teores de açúcares e ácidos orgânicos solúveis em água, característica importante, pois o mercado consumidor prefere frutos com característica mais doce (SILVA *et al.*, 2002). A legislação brasileira, estabelece para polpa de açaí um mínimo de 40° Brix (Brasil, 2000), sendo assim, os SST das polpas de açaí avaliadas estão em desacordo com a legislação (Tabela 2).

Resultados próximos ao observado na Tabela 2, foram encontradas na literatura em polpas de açaí pasteurizadas (Pereira *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2016), as quais apresentaram uma faixa de SST de 1,0 a 2,7° Brix, o que indica a provável diluição das polpas.

O ratio das polpas de açaí foi maior na marca B (1,5) e menor na marca A (0,55) (Tabela 2). Esse parâmetro indica a relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT). Segundo a Instrução Normativa de nº 01 de 2000, as características do sabor de polpas de açaí, não devem ser adocicadas e nem azedas (Brasil, 2000).

3.3. Fenólicos totais, DPPH e FRAP de polpas de açaí

Os fenólicos totais e a capacidade antioxidante (DPPH e FRAP) das três marcas de polpa de açaí avaliadas, encontram-se dispostos na Tabela 3.

Para fenólicos totais, a marca A (0,66) apresentou valor superior às marcas B (0,73) e C (0,62) (Tabela 3). Alimentos com propriedades antioxidantes, têm recebido grande atenção, pois auxiliam a proteger o organismo humano contra o estresse oxidativo (KUSKOSKI *et al.*, 2005). No estudo de KUSKOSKI *et al.* (2005), ao analisarem polpas de 11 tipos de frutas, observaram que o açaí estava entre as frutas com maior atividade antioxidante.

Os valores de fenólicos totais (0,66 a 0,73) encontrados nas polpas de açaí (Tabela 3) foram próximos aos encontrados por Kukoski *et al.* (2005) (0,8 mmol de ácido gálico/ 100g de polpa de açaí).

Tabela 3 - Fenólicos totais, DPPH e FRAP de marcas de polpa de açaí comercializadas em Aracaju, SE

Características	Marcas de açaí		
	A	B	C
	Média±DP*	Média±DP*	Média±DP*
Fenólicos totais	0,66±0,06 ^{ab}	0,73±0,10 ^a	0,62±0,12 ^b
DPPH	49,50±10,69 ^a	41,04±4,18 ^b	44,16±5,60 ^b
FRAP	2,84±2,89 ^b	4,65±0,54 ^a	4,27±0,76 ^a

*Média e Desvio padrão (DP) de 10 amostras em triplicata (n=30) de cada marca. *Médias seguidas da mesma letra na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Fenólicos totais: expresso em mmol de Equivalentes de ácido gálico/100g polpa; DPPH (**1,1-difenil-2-picril-hidrazil**): expresso em micro mol equivalente de trolox /100 g de amostra; FRAP (Redução do ferro): expresso em Kg equivalente de sulfato ferroso /100 g de amostra.

Em relação ao DPPH, a marca A (49,50) apresentou a maior média, enquanto que as marca B (41,04) e C (44,16) não diferiram entre si (Tabela 3). Neste método ocorre a redução do radical DPPH pelas substâncias antioxidantes presentes na amostra

utilizada, devido à alta habilidade de doação de hidrogênio pelos compostos antioxidantes (JAYAPRAKASHA *et al.*, 2007).

Na literatura, a capacidade antioxidante das polpas de açaí (Tabela 3), pelo método DPPH,

mostrou que o açaí apresenta maior ação contra os radicais livres em relação a outros tipos de frutas abundantes na região amazônica (SILVA *et al.*, 2017). Porém, alguns estudos que avaliaram a capacidade antioxidante em polpas de açaí pelo método do DPPH, observaram resultados inferiores ao encontrado nesse estudo (SILVA *et al.*, 2017).

Este parâmetro é muito variável, pois pode ser influenciado por fatores tais como variedade do açaizeiro, clima e solo da região e condições de processamento do fruto, em virtude da variação de substâncias antioxidantes presentes no fruto (SILVA *et al.*, 2017).

O FRAP das polpas de açaí não diferiu entre as marcas B (4,65) e C (4,27), contudo a

marca A (2,84) apresentou a menor média (Tabela 3). A determinação de FRAP avalia a eficiência antioxidante destes em reduzir os íons Fe^{+3} , sendo assim, a marca C possui baixa eficiência em reduzir os íons Fe^{+3} (ARAÚJO, 2011).

Está disposta na Tabela 4 as conformidades e não conformidades quanto aos parâmetros microbiológicos (coliformes totais, coliformes termotolerantes, salmonela sp e fungos) e físico-químicos (umidade, sólidos totais, acidez total titulável, pH, sólidos solúveis totais e ratio) apresentados pelas marcas de polpas de açaí pasteurizadas submetidas à análise de acordo com a legislação vigente.

Tabela 4 - Conformidades e não conformidades dos parâmetros microbiológicos e físico-químicos de marcas de polpas de açaí comercializadas em Aracaju-SE

Parâmetros	Marcas de açaí		
	A	B	C
Coliformes totais	Na	Na	Na
Coliformes termotolerantes	C ^a	C ^a	C ^a
Salmonella sp	C ^a	C ^a	C ^a
Fungos	Nc ^b	C ^b	C ^b
Umidade	Na	Na	Na
ST	Nc ^b	Nc ^b	Nc ^b
ATT	Nc ^b	Nc ^b	Nc ^b
pH	C ^b	C ^b	Nc ^b
SST	Nc ^b	Nc ^b	Nc ^b
Ratio	Na	Na	Na

c = conforme; nc = não conforme; na = não se aplica; a = RDC n° 12 de 2001; b = Instrução Normativa n° 1 de 2000.

A marca B apresentou menos não conformidades em relação as marcas A e C (Tabela 4). Portanto, as características físico-químicas e microbiológicas são ferramentas importantes para padronização de produtos alimentícios, sendo úteis para avaliar a qualidade e garantir que esse chegue ao consumidor em boas condições higiênico-sanitárias e sem adulteração (DANTAS *et al.*, 2010).

4. Conclusões

Microbiologicamente, apenas a polpa de açaí da marca A apresentou contagem de fungos acima do máximo permitido pela legislação brasileira.

Todas as marcas de polpas de açaí avaliadas estão em desacordo com o que é preconizado pela legislação brasileira no que se

refere aos sólidos totais, acidez total titulável e sólidos solúveis totais, e em relação ao pH somente a marca C apresentou inadequação.

A atividade antioxidante observada nas três marcas de polpa de açaí demonstrou que o açaí possui um elevado potencial antioxidante, devido à presença de compostos bioativos, como os fenólicos totais.

As inadequações de identidade e qualidade observadas nas polpas de açaí demonstram que devem existir maiores e eficientes medidas preventivas e fiscalizadoras, para garantir o controle higiênico-sanitário na comercialização deste tipo de produto em Aracaju, SE.

REFERÊNCIAS

1. AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY), 2000. **Official Methods of Analysis**, 17th ed, Washington, D.C. USA.
2. ARAÚJO, C.R.R. Composição química, potencial antioxidante e hipolipidêmico da farinha da casca de *myrciaria cauliflora* (jabuticaba). 2011. 119 f. **Dissertação** (Mestrado em Química) - Faculdade de Ciências Exatas, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina. 2011.
3. BENZIE, I.F.F.; STRAIN, J.J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**. v. 239, n. 1, p. 70-76, 1996.
4. BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, London. v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
5. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas. **Diário Oficial da União**, Nº 6, Brasília, 10 de janeiro de 2000.
6. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 janeiro de 2001.
7. BRASIL. Instituto Adolfo Lutz - IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p.
8. CASTRO, R.W.; BORGES, G.S.C.; GONZAGA, L.V.; RIBEIRO, D.H.B. Qualidade do preparado para bebida obtido a partir de polpa de juçara submetida ao tratamento térmico. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 19, 2016.
9. CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2ª edição – Campinas, SP: Editora da Unicamp, p. 115-119, 2003.
10. CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 51, 2010.
11. COHEN, K.O.; MATTA, V.M.; FURTADO, A.A.L.; MEDEIROS, N.L.; CHISTÉ, R.C. Contaminantes microbiológicos em polpas de açaí comercializadas na cidade de Belém-PA. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 5, n. 2, p. 524-530, 2011.
12. DANTAS, R.L.; ROCHA, A.P.T.; ARAÚJO, A.S.; RODRIGUES, M.A.S.; MARANHÃO, T. K.L. Perfil da qualidade de polpas de fruta comercializadas na cidade de campina grande-PB. **Revista Verde**. v. 5, n. 5, p. 61 – 66, 2010.

13. ETO, D.K.; KANO, A.M.; BORGES, M.T.M. R.; BRUGNARO, C.; CECCATO-ANTONINI, S. R.; VERRUMA BERNARDI, M.R. Qualidade microbiológica e físico-química da polpa e *mix* de açaí armazenada sob congelamento. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. v. 69, n. 3, p. 304-310, 2010.
14. FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. Artmed, 2006
15. FIB. Food Ingredients Brasil. **Micotoxinas**. Revista FI. 2009; n°7, p. 32-40.
16. FRANCO, B.D.G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2005.
17. FREGONESI, B. M.; YOKOSAWA, C. E.; OKADA, I. A.; MASSAFERA, G.; COSTA, T.M. B.; PRADO, S.P.T. Polpa de açaí congelada: características nutricionais, físico-químicas, microscópicas e avaliação da rotulagem. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. v. 69, n. 3, p. 387-395, 2010.
18. GUIMARÃES, L.C.; SILVA, H. C. G.; MELO, F.R.G.; OLIVEIRA, H.; BOTREL, M.O.; ESPÍNDOLA, F. Estudo prospectivo de produtos e processos tecnológicos com o açaí (*euterpe oleracea*). **Cadernos de Prospecção**. v. 10, n. 2, p. 215-225, 2017.
19. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e Silvicultura** – PEVS. Série histórica completa do extrativismo do açaí 1986-2016 Sidra – sistema IBGE de Recuperação automática. Disponível em: www.ibge.gov.br.
20. KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; TRONCOSO, A.M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicacion de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidant em pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005.
21. JAYAPRAKASHA, G.K.; PATIL, B.S. In vitro evaluation of the antioxidant activities in fruit extracts from citron and blood orange. **Food Chemistry**. v. 101, n. 1, p. 410-418, 2007.
22. MENEZES, E.M.S. Efeito da alta pressão hidrostática em polpa de açaí pré-congelada (*Euterpe oleracea*, Mart.). **Dissertação de Mestrado** (Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2005; 83p.
23. MENEZES, S.E.M.; TORRES, A.T.; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta amazônica**. v. 38, n. 2, p. 311 -316, 2008.
24. NÓBREGA, A.A.; GARCIA, M.H.; TATTO, E.; OBARA, M.T.; SOBREL, J.; ARAÚJO, W.N. Oral Transmission of Chagas Disease by Consumption of Açaí Palm Fruit, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**. v. 15, n. 4, p. 653-655, 2009.
25. OLIVEIRA, M.S.P.; NETO, J.T.F.; PENA, R. S. **Açaí: técnicas de cultivo e Processamento**. Fortaleza: Instituto Frutal. 2007; 104p.
26. PEREIRA, E.A.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Massa específica de polpa de açaí em função do teor de sólidos totais e da temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 6, n. 3, p. 526-530, 2002.
27. SCHAUSS, A.G.; WU, X.; PRIOR, R.L.; OU, B.; HUANG, D.; OWENS, J.; AGARWAL, A.; JENSEN, G.S.; HART, A.N.; SHANBROM, E. Antioxidant capacity and other bioactivities of the freeze-dried Amazonian palm berry, *Euterpe oleracea* Mart. (açaí). **The Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 54, n. 22, p. 8604 – 8610, 2006.
28. PAGLIARUSSI, M.S. **A cadeia produtiva agroindustrial do açaí: estudo da cadeia e proposta de um modelo matemático**. Monografia. Universidade de São Paulo. São Carlos - SP: 2010; 66p.

29. PASSOS, L.A.C.; GUARALDO, A.M.A.; ALVES, D. P. **Análise da interferência da polpa de açaí na transmissão oral de *Trypanosoma cruzi*, contribuindo para o surgimento de surtos de Doença de Chagas Aguda (DCA) na região Norte do Brasil:** relatório final, convênio 667/ 2008 com Ministério da Saúde. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2010. [Relatório final, convênio 667/2008, com Ministério da Saúde].
30. PEREIRA, J.M.A.T.K.; OLIVEIRA, K.A.M.; SOARES, N.F.F.; GONÇALVES, M.P.J.C.; PINTO, C.L.O.; FONTES, E.A.F. Avaliação da qualidade físico-química, microbiológica e microscópica de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de viçosa-MG. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**. Araraquara. v. 17, n. 4, p. 437-442, 2006.
31. REED, A.E.; WEINHOLD, F.; CURTISS, L. A.; POCHATKO, D.J. Natural bond orbital analysis of molecular interactions: Theoretical studies of binary complexes of HF, H₂O, NH₃, N₂, O₂, F₂, CO, and CO₂ with HF, H₂O, and NH₃. **The Journal of Chemical Physics**, New York. v. 84, n. 10, p. 5687-5705, 1986.
32. SANTOS, B. A.; CAMPOFIORITO, M. C. M.; PINTO, J.L.F.; PENTEADO, S.H.N.W.; FONSECA, F.L.A.; GEHRKE, F. S. Análise microbiológica de polpas de açaí comercializadas na cidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**. v. 48, n. 1, p. 53-57, 2016.
33. SILVA, P. S. L.; SÁ, W. R.; MARIGUELE, K. H.; BARBOSA, A.P.R.; OLIVEIRA, O.F. Distribuição do teor de sólidos solúveis totais em frutos de algumas espécies de clima temperado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 15, n. 1-2, p. 19-23, 2002.
34. SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010. 624 p.
35. SILVA, A.K.N.; BECKMAN, A.M.C.; RODRIGUES, A.M.C.; SILVA, L.H.M. Avaliação da composição nutricional e capacidade antioxidante de compostos bioativos da polpa de açaí. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 11, n. 1, p. 2205-2216, 2017.
36. SILVA, C.E.F.; MOURA, E.M.O.; ANDRADE, F.P.; GOIS, G.N.S.B.; SILVA, I.C.C.; SILVA, L.M.O.; SOUZA, J.E.A.; ABUD, A.K.S. A importância da monitoração dos padrões de identidade e qualidade na indústria de polpa de fruta. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v.3, n.1, p.17-27, jan./mar., 2016. DOI 10.18067/jbfs.v3i1.33.
37. SOFTWARE IBM SPSS Statistics®, versão 21, 2012.
38. SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. – The quantitative analysis of phenolic constituents. **The Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 10, n. 1, p. 63-8, 1959.
39. YAHIA, E.M. The Contribution of Fruit and Vegetable Consumption to Human Health. In: Rosa LA, Alvarez-Parrilla E, Gonzalez-Aguilara GA. **Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability**. Hoboken: Wiley-Blackwell, p. 3-51, 2010.
40. YAMAGUCHI, K.K.L.; PEREIRA, L.F.R.; LAMARÃO, C.V.; LIMA, E.S.; VEIGA-JUNIOR, V.F. Amazon açaí: Chemistry and biological activities: A review. **Food Chemistry**. 2015; 179: 137-151.