

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE QUÍMICA

RODRIGO MONTEIRO MARTINS

**DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FERRO POR ESPECTROMETRIA UV-VISÍVEL E
ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE POLPA DE AÇAÍ (*Euterpe Oleracea*)
COMERCIALIZADO NO BAIRRO DO MARACANÃ EM SÃO LUÍS – MA**

São Luís

2022

RODRIGO MONTEIRO MARTINS

**DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FERRO POR ESPECTROMETRIA UV-VISÍVEL E
ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE POLPA DE AÇAÍ (*Euterpe Oleracea*)
COMERCIALIZADO NO BAIRRO DO MARACANÃ EM SÃO LUÍS – MA**

Monografia apresentada ao curso de Química da Universidade Federal do Maranhão como requisito para obtenção de grau Licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Lorena Martiniano Azevedo.

São Luís

2022

Rodrigo Monteiro Martins

**DETERMINAÇÃO DO TEOR FERRO POR ESPECTROMETRIA UV-VISÍVEL E
ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE POLPA DE AÇAÍ (*Euterpe Oleracea*)
COMERCIALIZADO NO BAIRRO DO MARACANÃ EM SÃO LUÍS – MA**

Monografia apresentada ao curso de
Química da Universidade Federal do
Maranhão como requisito para obtenção
de grau Licenciado em Química.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Lorena Martiniano Azevedo (orientador)
Departamento de Tecnologia Química - UFMA

Profa. Dra. Janyeid Karla Castro Sousa
Coordenação do Curso de Ciência e Tecnologia - UFMA
1º examinador

Profa. Dra. Adenide Nascimento Mouchrek
Departamento de Tecnologia Química – UFMA
2º examinador

Aprovado em: / /

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Martins, Rodrigo Monteiro.

Determinação do teor de ferro por espectrometria UV-visível e análise microbiológica de polpa de açaí Euterpe Oleracea comercializado no bairro do Maracanã em São Luís-MA / Rodrigo Monteiro Martins. - 2022.

38 f.

Orientador(a): Profa. Dra. Lorena Martiniano Azevedo.

Monografia (Graduação) - Curso de Química, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022.

1. Açaí. 2. Avaliação microbiológica. 3. Bairro Maracanã. 4. Espectrofotometria UV-vis. 5. Teor de ferro. I. Azevedo, Profa. Dra. Lorena Martiniano. II. Título.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes.”

(Martin Luther King)

RESUMO

A região amazônica é rica em espécies frutíferas, dentre elas está o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), no qual o seu fruto, o açaí, é o principal produto derivado dessa palmeira e a matéria prima para a obtenção da polpa. A espécie *E. oleracea* desenvolve-se melhor no clima de tipo tropical quente e úmido, com alta pluviosidade, alta incidência solar, solo fértil e topografia plana. Com o desenvolvimento do mercado global, houve um aumento expressivo no consumo e demanda do açaí, pois ele apresenta um alto teor nutritivo e energético, além de ser boa fonte de fibras e vitaminas. No Maracanã, um dos bairros de São Luís, há um evento anual baseado nesse fruto, onde há um grande consumo e comércio da polpa na região. Porém, não há fiscalizações sanitárias, nem análises dos órgãos públicos no produto comercializado, necessitando de avaliação das condições sanitárias. Adicionalmente, este estudo teve como objetivo realizar análise microbiológica e determinar o teor de ferro em amostras de açaí comercializadas na região do bairro Maracanã em São Luís – MA. Para a caracterização microbiológica, amostras foram submetidas a análises de coliformes a 45°C, *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, *Staphilococcus* e contagem de bolores e leveduras. Para determinação do teor de ferro, as amostras foram submetidas a digestão ácida em temperatura elevada, seguido por otimizações na metodologia analítica, construção da curva de calibração e análise por espectrofotometria UV-Visível. Os resultados microbiológicos foram comparados com a RDC nº 724/2022 e a IN nº 161/2022, apresentando ausência de *E. coli* e *Salmonella* e presença expressivas de bolores e leveduras ($3,5 \times 10^5$ e $1,19 \times 10^6$ UFC/g, respectivamente), estando, portanto, impróprias para o consumo. Os resultados do mineral ferro, demonstraram a presença em baixas concentrações, sendo de 0,521 mg/L na amostra A e 0,767 mg/L na amostra B. Até o momento não existe legislação específica para minerais nos alimentos, porém ambos resultados estão muito abaixo da concentração de 11,8 mg estipulada pela literatura. Conclui-se que os resultados reforçam a necessidade de boas práticas de manipulação e cuidados no transporte, armazenamento e processamento do açaí, além da necessidade da revisão dos conceitos apresentados na literatura sobre o teor de ferro nos alimentos.

Palavras-chave: Açaí. Avaliação microbiológica. Teor de ferro. Bairro Maracanã. Espectrofotometria UV-Vis

ABSTRACT

The Amazon region is rich in fruit species, among which is the açai tree (*Euterpe oleracea* Mart.), in which its fruit, the açai, is the main product derived from this palm tree and the raw material for obtaining the pulp. The *E. oleracea* species develops better in a hot and humid tropical climate, with high rainfall, high sunlight, fertile soil and flat topography. With the development of the global market, there was a significant increase in the consumption and demand for açai, as it has a high nutritional and energy content, in addition to being a good source of fiber and vitamins. In Maracanã, one of the neighborhoods of São Luís, there is an annual event based on this fruit, where there is great consumption and trade in the pulp in the region. However, there are no health inspections, nor analyzes by public bodies on the commercialized product, requiring an assessment of the health conditions. Additionally, this study aimed to perform microbiological analysis and determine the iron content in açai samples sold in the region of Maracanã neighborhood in São Luís - MA. For the microbiological characterization, samples were submitted to analysis of coliforms at 45°C, *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus* and mold and yeast count. To determine the iron content, the samples were subjected to acid digestion at elevated temperature, followed by optimizations in the analytical methodology, construction of the calibration curve and analysis by UV-Visible spectrophotometry. The microbiological results were compared with RDC n° 724/2022 and IN n° 161/2022, showing absence of *E. coli* and *Salmonella* and expressive presence of molds and yeasts (3.5×10^5 and 1.19×10^6 CFU /g, respectively), being therefore unfit for consumption. The results of the mineral iron, demonstrated the presence in low concentrations, being 0.521 mg/L in sample A and 0.767 mg/L in sample B. So far there is no specific legislation for minerals in food, but both results are far below the concentration of 11.8 mg stipulated in the literature. It is concluded that the results reinforce the need for good handling and care practices in the transport, storage and processing of açai, in addition to the need to review the concepts presented in the literature about the iron content in foods.

Keywords: Açai. Maracanã district. Microbiological assessment. Iron content. UV-Vis Spectrophotometry.

Lista de figuras

Figura 1 – Açaí (fruto)	16
Figura 2 – Colheita do açaí	18
Figura 3 – Amostras de açaí	22

Lista de tabelas

Tabela 1 – Massa das amostras e volume dos reagentes para digestão ácida em bloco digestor	25
Tabela 2 – Medidas dos reagentes para construção da curva de Fe (II)	26
Tabela 3 – Resultados das análises microbiológicas e parâmetros (IN n° 161/22 e RDC n° 724/22).....	27
Tabela 4 – Concentração de ferro presente no açaí	33

Lista de gráficos

Gráfico 1 – Resposta espectral do sistema ferro (II) - 1,10- fenantrolina em 510 nm.	30
Gráfico 2 – Efeito do tempo de formação do complexo Ferro - 1,10 – Fenantrolina..	30
Gráfico 3 – Efeito do volume do complexante na formação do complexo Ferro - 1,10 - Fenantrolina	31
Gráfico 4 – Efeito do volume de acetato de sódio na formação do complexo Ferro - 1,10 - Fenantrolina	32
Gráfico 5 – Curva de calibração Fe-Fenantrolina.....	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 Geral	15
2.2 Específicos.....	15
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1 Matriz (açai).....	16
3.2 Clima, solo, colheita e processamento.....	17
3.3 Avanço econômico e subprodutos comercializados.....	19
3.4 Importância dos minerais	20
3.5 Local da pesquisa (Bairro Maracanã)	20
3.6 Análise microbiológica	21
4. METODOLOGIA	22
4.1 Obtenção da amostra.....	22
4.2 Análises Microbiológicas	22
4.2.1 Preparo das amostras e diluições	22
4.2.2 Teste presuntivo para determinação do Número Mais Provável (NMP/mL) de coliformes a 45 °C.....	23
4.2.3 Prova confirmativa para a estimativa do Número Mais Provável de coliformes a 45 °C (NMP/mL).....	23
4.2.4 Contagem de Bolores e Leveduras.....	23
4.2.5 Isolamento e Identificação de <i>Escherichia coli</i>	23
4.2.6 Contagem de <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva e negativa.....	24
4.2.7 Pesquisa de <i>Salmonella sp.</i>	24
4.3 Análise de Ferro no açai	24
4.3.1 Tratamento e digestão das amostras	24
4.3.2 Análise de Ferro – ortofenantrolina por espectrometria UV-Vis	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 Caracterização microbiológica	27
5.2 Análise de ferro por espectrofotometria UV- Vis.	29
5.2.1 Reatividade entre o Fe (II) e 1,10 - Fenantrolina.....	29
5.2.2 Efeito do tempo de formação do complexo Ferro (II) - 1,10 - Fenantrolina...30	
5.2.3 Efeito do volume de Complexante 1,10 - Fenantrolina	31
5.2.5 Curva de Calibração	32

5.2.6 Concentração de ferro nas amostras de açaí	33
6. CONCLUSÃO	35
Referências	36

1. INTRODUÇÃO

A região amazônica é rica em espécies frutíferas, dentre elas está o açaizeiro (*Euterpe oleracea Mart.*) que apresenta um grande potencial econômico, nutricional, agrônômico, ecológico, tecnológico, dentre outros. O açaizeiro é conhecido também como açaí-do-pará, açaí-verdadeiro, sendo comumente encontrado em solo brasileiro principalmente no estado do Pará. A espécie *Euterpe oleracea*, se desenvolve em clima de tipo tropical quente e úmido, ao longo dos rios e em regiões com precipitação e umidade elevadas (OLIVEIRA et al., 2002).

É bastante semelhante ao palmitheiro ou juçara, porém o açaí se desenvolve em forma de touceiras com 4 ou mais estipes, enquanto que a juçara possui estipe único (CNCFLORA, 2012).

O seu fruto, o açaí, é a matéria prima para obtenção do suco ou da polpa. São drupas globulosas, de 1 a 2 cm de diâmetro, pesando cerca de 1,5 gramas cada. O epicarpo é roxo escuro ou verde na maturação, mesocarpo polposo envolve o endocarpo volumoso e duro que acompanha a forma do fruto (EMBRAPA, 2018).

A colheita é muito importante para a manutenção da qualidade do fruto, pois os frutos do açaizeiro não são climatérios e de fácil degradação em condições inadequadas. Seu processo de extração, começa com a colheita simples e manual e são encaminhadas para o despulpamento, onde serão imersas em água quente por alguns minutos e levados para máquina a motor ou manualmente (FERREIRA, 2017).

Com o avanço do mercado, houve um aumento na busca de produtos sustentáveis, saudáveis e/ou funcionais e o açaí apresenta um alto teor nutritivo e energético, além de apresentar um alto teor de fibras, vitaminas, capacidade antioxidante, anti-inflamatória, entre outros (SEERAM, 2008). Devido ao grande consumo e implantação de tecnologias criou-se várias linhas de produtos baseadas no açaí, chegando a vários setores como o de cosméticos, alimentício e bebidas, farmacêutico e outros (FERREIRA, 2017).

Os minerais são as principais fontes de minerais para o organismo, correspondendo a 4% do corpo humano, ajudam na manutenção dos tecidos musculares, atua no sistema enzimático, na manutenção do sistema nervoso central, auxilia na formação de ossos e dentes, fortalece o sistema imunológico, regula a

quantidade de líquido no organismo, entre outros (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2008).

O bairro Maracanã, zona rural de São Luís, é um local bastante atrativo devido forte influência cultural do seu bumba-boi sediado no bairro (conhecido nacionalmente), e também devido a uma festa cultural muito tradicional na região, a “Festa da Juçara”. É realizada desde 1969, tendo como objetivo valorizar a produção da juçara e subprodutos, preservar a cultura local, aumentar a renda dos moradores da região através da comercialização da fruta típica. Também são realizados shows e programações culturais durante a festa atraindo muitos moradores toda região de São Luís. Com isso, o bairro se torna uma região comercial de açaí bastante intensa (AMORIM, 2012).

Devido ao grande fluxo comercial e consumo do produto na região, a alta exposição do fruto a contaminantes, organismos patogênicos e falta na excelência condições sanitárias, além da falta de controle dos minerais sobre o valor nutricional do açaí comercializado. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar e comparar, com a literatura e legislações sanitárias, o teor de ferro e a caracterização microbiológica do açaí (*Euterpe oleracea*) comercializado no bairro Maracanã, localizado no município de São Luís – MA.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar sobre o teor de ferro (II) e avaliação microbiológica de polpas de açaí (*Euterpe oleracea*) comercializado no Bairro do Maracanã em São Luís – MA.

2.2 Específicos

Otimizar os parâmetros de análise espectrofotométrica UV-Visível do Ferro (II);

Realizar análise espectrofotométrica UV-visível para determinação do teor de Fe na amostra;

Analisar e avaliar as características microbiológicas das polpas em estudo;

Comparar todos os resultados obtidos com a outras literaturas e com a legislação específica do objeto estudado.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Matriz (açai)

O açai é o fruto oriundo de uma palmeira típica do Pará, o açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), ocorrendo em grande parte da Amazônia. O fruto, matéria prima para a obtenção do suco ou polpa, é o principal produto derivado da palmeira. O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é conhecido também como açai-do-pará, açai-verdadeiro, é comumente encontrado em solo brasileiro nos estados do Maranhão, Amapá, Pará, Tocantins e Mato Grosso (OLIVEIRA et al., 2000).

O açazeiro cresce em forma de touceiras (plantas que nascem muito próximos entre si) por sucessivas brotações derivada de uma planta matriz. O seu estipe (caule) alcança alturas entre dez e trinta metros. A planta desenvolve-se ao longo dos rios e em regiões de temperatura tropical, precipitação e umidade elevadas (OLIVEIRA, NETO, PENA, 2007).

Figura 1 – Açai (fruto)



Fonte: Agro 2.0 (2019)

Sendo bastante semelhante ao açazeiro, a palmeira jussara, juçara ou palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.) diferencia-se por ser uma palmeira de estipe único, enquanto que o açazeiro apresenta 4 ou mais estipes por planta. Além disso, o fruto de ambos é bastante semelhante, porém, o fruto do açazeiro terá uma quantidade de polpa maior que a juçara (RAQUEL, 2017). A juçara é encontrada nas regiões Sul, Sudeste, Nordeste e nos biomas Mata Atlântica e Cerrado (CNCFLORA, 2012).

Segundo a Embrapa (2008), a palmeira do açaí pode apresentar até 25 brotações por touceira em diferentes estágios de desenvolvimento. Quando adultas, tem estipes de 3 a 20 metros de altura e de 7 a 18 cm de diâmetro. As folhas são compostas, pinadas com arranjos espiralado de 40 a 80 pares de folíolos, flores estaminadas e pistiladas dispostas em tríades (cada flor feminina esta ladeada por duas flores masculinas). Os frutos são drupas globulosas, de 1 a 2 cm de diâmetro, pesando cerca de 1,5 gramas cada. Geralmente o epicarpo é roxo escuro ou verde na maturação. O mesocarpo polposo envolve o endocarpo volumoso e duro que acompanha a forma do fruto e que contém o pirênio em seu interior, no qual, é popularmente chamado de semente.

3.2 Clima, solo, colheita e processamento

A espécie *Euterpe oleracea*, se desenvolve melhor no clima de tipo tropical quente e úmido devido ao seu processo evolutivo em ambiente de estuário e por adaptar-se melhor em condições climáticas de elevada pluviosidade (acima de 1.600mm por ano), alta temperatura (média anual acima de 22°C) e insolação. A temperatura média acumulada condiciona a qualidade e a época de maturação fisiológica dos frutos (NASCIMENTO, 2008).

Os solos mais indicados para cultivo voltado para a exploração econômica são os de média e alta fertilidade natural, textura média, solos profundos, permeáveis, que apresenta alto teor de matéria orgânica e pH 5,5 e 6,5. Localizado em área de topografia plana ou suavemente onduladas sem afloramento rochoso (DE SOUZA, 2018).

A colheita é um processo de grande importância para a manutenção da qualidade do fruto, pois de acordo com o grau de maturação do fruto pode definir sua conservação e utilização como natural ou processado. Os frutos do açazeiro não são climatérios, ou seja, não possuem a capacidade de amadurecer quando colhidos maduros, necessitando da planta até o final da maturação (FERREIRA, 2017).

Segundo Gomes (1972), o açazeiro oferece frutos o ano inteiro, principalmente na estação de seca. Seus frutos apresentam casca de coloração roxa escura recoberta por uma camada acinzentada, semelhante a pó. A colheita é realizada de forma manual, onde os homens sobem na palmeira com auxílio de um equipamento

simples e rustico feito de uma corda com as pontas amarradas, formando um círculo, que é colocada em volta do troco e dos pés da pessoa.

Após a colheita, os frutos são removidos manualmente dos cachos, retiram-se as impurezas (restos de flores) e são acondicionados geralmente em cestos de fibras, chamados de paneiros. Devido a temperatura elevada e exposição à radiação solar seu processo de degradação é acelerado, causando a perda excessiva de água, diminui o rendimento e até mudança na cor no fruto coletado. Para preservar o fruto pós-colheita, deve-se manter em ambientes com temperatura em torno de 10°C (CIRCUITO DO AÇAÍ, 2017).

Figura 2 – Colheita do açaí



Fonte: National Geographic (2022)

Antes do despoldamento, deve ser feito uma higienização bem rigorosa para eliminação de organismos, insetos e agentes causadores de doenças. Em seguida, os frutos são imersos em água morna durante 10 e 60 minutos em temperatura em 45°C para o amolecimento do fruto, sem comprometer a qualidade do produto final (FERREIRA, 2017).

A obtenção da polpa pode ser feita por 3 métodos: manual, com máquina manual e mecânica com motor. No processo manual, os frutos são amassados manualmente, sendo assim um procedimento caseiro, rudimentar, bastante popular e muito utilizado pelas famílias. No processo com máquina manual, é realizado por máquinas manuais, geralmente eixos cilíndricos conectados a manivela. E no

processo mecânico a motor elétrico são utilizadas as máquinas despulpadoras que são máquinas verticais grandes de aço inoxidável, no qual, com o movimento circular das palhetas e adicionando água, o produto final desce por gravidade, até passar por uma peneira de malha fina e então é embalado e armazenado adequadamente (FERREIRA, 2017).

3.3 Avanço econômico e subprodutos comercializados

O consumo de açaí (*E. oleracea*) durante o século XX acontecia majoritariamente em comunidades ribeirinhas e de povos nativos da Amazônia. Contudo, com o crescimento demográfico da região norte, seu consumo foi se difundindo para grandes metrópoles da região amazônica, transformando-se em alimento regional e rural para um de projeção nacional e internacional no início dos anos 90. Com o aumento do consumo e da demanda nacional e internacional a comercialização de açaí tornou-se bastante atrativa para a indústria atraindo investimentos nacionais e internacionais (COMEX DO BRASIL, 2017). Atualmente, o consumo de açaí em cenário nacional é estável com tendência de crescimento. Segundo o IBGE (2018), a produção de açaí no ano de 2000 era de 121.800 toneladas e em 2016 foi 215.609 toneladas. Com o reconhecimento do açaí como um fruto de elevado poder energético e vitamínico os mercados nacional e internacional despertaram interesse, promovendo assim um aumento da demanda, que segundo o plano estratégico Pará 2030 a exportação tem tido um crescimento médio de 13% ao ano. (PARÁ 2030, 2016).

Com o desenvolvimento do mercado global, houve um aumento na busca de produtos sustentáveis, saudáveis e funcionais. O açaí apresenta um alto teor nutritivo e energético, além de apresentar um alto teor de fibras, vitaminas, capacidade antioxidante, anti-inflamatória, entre outros (SEERAM, 2008; SHAUSS, A.G. et al., 2006). Com o grande avanço industrial e expansão do consumo, criou-se várias linhas de produtos baseadas no açaí, chegando a vários setores como o de cosméticos (shampoo, condicionador, hidratante para cabelos e lábios, esfoliante, esmalte, batom, sabonete), alimentício (barra de cereal, chocolate, picolé, sorvete, geleias, bombons, pudim, doces, entre outros), de bebidas (açaí pasteurizado, bebida energética, suco, vinho), farmacêutico (uso em vitaminas e suplementos, produção de vermífugos e fitoterápicos, ração animal), vários outros (FERREIRA, 2017).

3.4 Importância dos minerais

Os minerais são elementos inorgânicos (geralmente um metal), atrelados a óxido, carbonato, sulfato, fósforo, etc. Não são sintetizados por organismos vivos, necessitando o consumo de alimentos naturais (frutas, legumes e verduras) como principais fontes de minerais para o organismo, no qual, se apresentam na forma de um complexo orgânico natural que pode ser utilizado junto com enzimas, os hormônios, proteínas e aminoácidos (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2008).

Cálcio, fosforo, magnésio, cobre, zinco, potássio, manganês, ferro, sódio, selênio, ente outros, são nutrientes importantes para o organismo, correspondem a 4% do corpo humano, além de ajudar na manutenção dos tecidos musculares, atua no sistema enzimático, na manutenção do sistema nervoso central, entre outros (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2008).

Destacando a importância e benefícios de alguns minerais podemos destacar o cálcio, o mineral mais abundante no organismo, controla a permeabilidade da membrana celular, auxilia nas contrações das fibras musculares lisas, ajuda na atividade plaquetária, transmissão do fluxo nervoso, entre outras atividades. Outro mineral é o ferro, que constitui a hemoglobina (transporte de oxigênio) e também a mioglobina (estoca oxigênio no músculo). O potássio auxilia na síntese de proteínas e glicogênio, atua na regulação de água no organismo. O sódio juntamente com o cloreto atua na absorção de aminoácidos, glicose e água, além de auxiliar no controle da pressão arterial (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2008).

3.5 Local da pesquisa (Bairro Maracanã)

O bairro Maracanã é situado na zona rural de São Luís, é um local bastante atrativo devido forte influência cultural do seu bumba-boi (muito conhecido nacionalmente), por conter uma área de preservação ambiental arredor do bairro e também devido a uma festa cultural muito tradicional na região, a “Festa da Juçara”.

A “Festa da Juçara” é realizada desde 1969, sendo organizada pela Associação dos Amigos do Parque da Juçara. Tendo como objetivo valorizar a produção do açaí e subprodutos, preservar a cultura local, aumentar a renda dos moradores locais, através da comercialização da fruta típica do bairro do Maracanã. Segundo os comerciantes do local, são vendidos em média mais de 10 mil litros da polpa de açaí

por dia durante o período da festa. O açaí é comercializado no bairro do Maracanã e podem ser degustados puro, com açúcar, com camarão seco, com farinha, e de outras formas a gosto do visitante. Também são realizados shows e programações culturais durante a festa (AMORIM, 2012).

3.6 Análise microbiológica

Os alimentos são a principal fonte de obtenção de nutrientes necessários para a manutenção da vida humana, porém, esses alimentos são sujeitos a contaminação por microrganismos em qualquer etapa de seu processo de fabricação, e podem desencadear doenças e sérios riscos à saúde humana. Por isso, a análise microbiológica de alimentos é importante e indispensável para promover a segurança alimentar do consumidor. A análise de um alimento irá identificar e quantificar a presença de organismos patógenos. Essas análises são regidas com parâmetros estabelecidos pela ANVISA como a RDC 12/2002, a RDC 331/2019 por exemplo. Atualmente são a RDC nº 724/2022 e a IN nº 161/2022 que legislam as normas que estabelecem parâmetros para todos os alimentos e bebidas (SALES, 2020).

4. METODOLOGIA

4.1 Obtenção da amostra

Duas amostras de polpas de açaí (*Euterpe oleracea*) foram adquiridas em pontos comerciais distintos, escolhidos segundo a demanda de vendas intensa para representar os pontos importantes de venda do açaí no bairro do Maracanã em São Luís – MA. As amostras foram identificadas e acondicionadas em caixa isotérmica e imediatamente encaminhadas ao laboratório de análises microbiológicas de alimentos do PCQA (Programa de Controle de Qualidade de alimentos e água), situado no pavilhão tecnológico da UFMA.

Figura 3 – Amostras de açaí



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

4.2 Análises Microbiológicas

4.2.1 Preparo das amostras e diluições

As análises microbiológicas consistiram nas metodologias descritas pelo *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food* (VANDERZANT, SPLITTSTOESSER, 2001). As amostras foram pipetadas assepticamente 10 mL da amostra e transferiu-se para um frasco contendo 90 mL de solução salina a 0,85% de

NaCl (diluição 10^{-1}). A partir desta diluição, procedeu-se com as diluições sucessivas 10^{-2} , 10^{-3} .

4.2.2 Teste presuntivo para determinação do Número Mais Provável (NMP/mL) de coliformes a 45 °C

A partir das diluições 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , inoculou-se com 1 mL três séries de três tubos de ensaio contendo 10 mL de Caldo Lauril Sulfato e tubos de Durhan invertidos. Cada série correspondendo a uma das diluições decimais. Os tubos foram incubados em estufa bacteriológica a 35°C por 24/48 horas.

4.2.3 Prova confirmativa para a estimativa do Número Mais Provável de coliformes a 45 °C (NMP/mL)

Para a prova confirmativa de NMP/mL de coliformes a 45°C, as culturas dos tubos de ensaio positivos no Caldo Lauril Sulfato foram transferidas para tubos de Caldo EC, com posterior incubação em banho-maria a 45°C por 24/48 horas. Os resultados foram expressos em NMP para coliformes a 45°C por mililitro (NMP/mL) através da Tabela de Hoskins.

4.2.4 Contagem de Bolores e Leveduras

A partir das diluições 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , e 10^{-4} procedeu-se as análises, pipetou-se alíquotas de 1mL de cada diluição para placas de petri logo em seguida adicionou-se a cada placa 15mL do Agar batata dextrose, previamente fundido, resfriado a 45°C e acidificado com o ácido tartárico. Homogeneizou as placas com movimentos em forma de oito. Deixou solidificar a temperatura ambiente. Incubou as placas a 25°C por 5 dias. Após o período de incubação, considerou-se para contagem somente as placas da mesma diluição que apresentarem de 30 a 300 colônias. Em seguida, multiplicou a média das duas placas pelo fator de diluição correspondente, expressando o resultado em Unidades Formadoras de Colônias por grama ou mililitros (UFC/g ou mL).

4.2.5 Isolamento e Identificação de *Escherichia coli*

As placas de Agar Macconkey foram semeadas com as diluições 10^{-2} , 10^{-3} , e após o período de incubação (35°C em estufa bacteriológica), as colônias típicas de *Escherichia coli*, ou seja, colônias cor-de-rosa a vermelhas (podem estar cercadas por

uma zona de precipitação biliar), dimensão média a grande, foram isoladas e identificadas por testes bioquímicos convencionais. De cada placa correspondente repicou-se de 2 colônias características para tubo com Agar Triptona de Soja (TSA) inclinado e incubou por 18-24 horas a 35-37°C.

4.2.6 Contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e negativa

Para a contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e negativa, inicialmente, 10 mL de cada amostra foram homogeneizadas em 90 mL de solução salina 0,85% de NaCl estéril (diluição 10^{-1}). Após homogeneização, foram preparadas a partir da diluição 10^{-1} , diluições sucessivas até a 10^{-3} , empregando-se tubos de ensaio contendo 9mL do mesmo diluente. O plaqueamento seletivo foi realizado utilizando-se a técnica de inoculação em superfície em Agar Baird-Parker. As colônias suspeitas de *Staphylococcus*, ou seja, as colônias negras rodeadas por uma zona opaca e outra clara ou colônias negras serão isoladas contadas e submetidas à triagem de identificação bioquímica preliminar através dos testes de coagulase.

4.2.7 Pesquisa de *Salmonella* sp.

Para a pesquisa de *Salmonella* sp., foram pesadas ou pipetadas assepticamente 10 g de cada amostra em frasco contendo 90 mL de água peptonada tamponada. Após incubação a 35°C por 24 horas (pré-enriquecimento), serão retirados 0,1mL do cultivo e transferidos para 10mL de Caldo Tetracionato, os quais serão incubados a 35°C/24 horas, respectivamente. Após o período de incubação, será realizado o plaqueamento seletivo em placas de Petri contendo o Agar Hektoen Entérico. As colônias típicas serão submetidas a testes bioquímicos preliminares em Agar TSI e caldo ureia. As cepas positivas para *Salmonella* nos testes preliminares serão testadas em testes convencionais.

4.3 Análise de Ferro no açaí

4.3.1 Tratamento e digestão das amostras

Inicialmente, em triplicata, pesou-se 2g da amostra e em seguida, foram colocadas em tubos de ensaio para digestão em ácidos. O processo das duas amostras foi realizado em triplicata (total de 6 tubos + 1tubo p/ branco), constando a massa de cada amostra de açaí e a quantidade de reagente, conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Massa das amostras e volume dos reagentes para digestão ácida em bloco digestor

Amostras	Massa (g)	Ác. Nítrico (mL)	Ác. Perclórico (mL)	Ác. Sulfúrico (mL)	Água Deionizada (mL)
Branco	-	1 mL	1 mL	5 mL	1 mL
Local A	2 g	1 mL	1 mL	5 mL	1 mL
Local B	2 g	1 mL	1 mL	5 mL	1 mL

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a adição dos ácidos aos tubos de ensaio com as amostras e o branco, permaneceram no bloco digestor a temperatura de 120°C por 90 minutos. Após resfriadas em temperatura ambiente, as amostras foram retiradas do bloco digestor, transferidas para balões volumétricos de 50 mL, completados com água deionizada e armazenados em frascos de vidro devidamente identificados.

4.3.2 Análise de Ferro – ortofenantrolina por espectrometria UV-Vis

- Parte 1: Preparo das soluções

Solução Padrão de Ferro (II): Preparou-se uma solução aquosa estoque de 100 mg/L e baseada nesta, retirou-se alíquotas para soluções aquosas padrões de 2, 4, 5, 6, 8 e 10mg/L.

Solução de 1,10 Fenantrolina 0,3%(m/V): Pesou-se cerca de 0,75 g de o-fenantrolina, solubilizou em água deionizada e transferiu para um balão volumétrico de 250mL e adicionou-se 20 gotas de ácido clorídrico concentrado.

Solução de Hidroxilamina 10% (m/m): Pesou-se cerca de 10 g de cloreto de hidroxilamina, solubilizou em água deionizada e transferiu para um balão volumétrico de 100 mL.

Solução de acetato de sódio: pesou-se 40 g de acetato de sódio, solubilizou em água deionizada e transferiu para um balão volumétrico de 250 mL.

- Parte 2: Curva de Calibração

Utilizando o espectrofotômetro UV-visível Evolution 60S da Thermo Fisher Scientific, ligou-se e aguardou alguns minutos para estabilizar a lâmpada. Em seguida, realizou-se as medições de absorvância para a construção da curva de calibração a partir da solução padrão de ferro nas concentrações de 2 a 10 mg/L e os demais

reagentes, conforme descrito na tabela abaixo. Após adicionar todos os reagentes, deixou-se em repouso por 15 minutos e aferiu-se, com água deionizada, os balões de 10 mL.

Tabela 2 – Medidas dos reagentes para construção da curva de Fe (II)

Balão 10 mL	Sol. Padrão de Fe (mL)	Cloreto de Hidroxilamônio (mL)	1,10 ortofenantrolina (mL)	Acetato de sódio (mL)	Concentração Final de Fe (mg/L)
Branco	-	0,1	0,5	0,8	0
1	0,2	0,1	0,5	0,8	2
2	0,4	0,1	0,5	0,8	4
3	0,5	0,1	0,5	0,8	5
4	0,6	0,1	0,5	0,8	6
5	0,8	0,1	0,5	0,8	8
6	1,0	0,1	0,5	0,8	10

Fonte: Elaborado pelo autor

Em seguida, a partir dos valores de absorvância obtidos no espectrofotômetro, nas concentrações 2, 4, 5, 6, 8 e 10 mg/L, pôde-se construir um gráfico de absorvância-concentração de ferro (II) a 510 nm, para assim determinar a concentração de ferro, desconhecida, das amostras através da proporcionalidade direta da concentração da solução padrão e a quantidade de luz absorvida no comprimento de onda específico.

- Parte 3: Otimização e determinação de ferro nas amostras de açaí

No intuito de buscar condições ideais ou melhorias para a metodologia aplicada, realizou-se algumas otimizações como melhor tempo para formação do complexo, efeito do volume do complexante, efeito do pH para avaliar o melhor rendimento analítico na quantificação do analito.

Baseado no mesmo procedimento utilizado na construção da curva de calibração (descrito na tabela 2), substituiu-se a o volume da solução padrão de Fe por um volume fixo de 5 mL das amostras de açaí e manteve-se as mesmas quantidades dos demais reagentes para assim obter as concentrações reais das amostras de açaí.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização microbiológica

Baseado na padronização dos valores microbiológicos estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária através da RDC nº 724, de 1º de julho de 2022 e na IN nº 161, de 1º de julho de 2022, pôde-se comparar com os resultados obtidos na análise da polpa de açaí e determinar como aceitável ou não aceitável.

Para alcançar o objetivo do trabalho, os resultados utilizados para o presente estudo foram de coliformes a 45°C, *Salmonella*/25g, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* e contagem de bolores e leveduras. Esses resultados foram expostos e comparados com a legislação vigente da ANVISA, conforme descrito na tabela 3.

Tabela 3 – Resultados das análises microbiológicas e parâmetros (IN nº 161/22 e RDC nº 724/22)

Amostras	NMP/g de coliformes a 45°C	<i>Escherichia coli</i> / g	<i>Staphylococcus coag.</i> (-) (UFC/g)	<i>Salmonella</i> (25g)	Bolores e Leveduras (UFC/g)
A	2400	Ausente	$1,3 \times 10^4$	Ausente	$3,5 \times 10^5$
B	2400	Ausente	$3,6 \times 10^4$	Ausente	$1,19 \times 10^6$
Parâmetro	-	1×10^2	-	Ausência	1×10^4

Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação a análise de coliformes totais, as duas amostras estavam contaminadas, pois foi observado visualmente no teste de positividade, a turvação do meio de cultura em todas as diluições (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}). Na análise de coliformes termotolerantes, observou-se a formação de gás e turvação do meio de culturas em todas as amostras. Os resultados, demonstrados na tabela 3, foram comparados e levados para a tabela de estatística de Hoskins. Segundo Franco et al. (2005), a tabela estatística de Hoskins é um meio de estimativa da densidade microbiológica e baseada na quantidade de tubos de ensaios positivos obtidos. De acordo com os parâmetros da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) na resolução RDC nº 12 de 2001 (não utilizada no parâmetro descrito na tabela 3), estabelece o limite de 1×10^2 NMP/g para coliformes termotolerantes, portanto, para essa resolução citada, todas as amostras estão inadequadas para o consumo. É importante enfatizar que a presença de coliformes termotolerantes de origem alimentar é um grande indicativo

de contaminação fecal, demonstrando más condições higiênico-sanitárias no processo de fabricação e manipulação da amostra (DA SILVA et al., 2014).

Os resultados das análises de *Escherichia coli* e *Salmonella* demonstraram a ausência desses organismos em todas as amostras. A presença de *E. coli* é indicador de contaminação fecal. A presença de salmonela, pode causar intoxicação alimentar, e ocorre geralmente devido a ingestão de alimentos contaminados com fezes de animais. É encontrada em galinhas, porcos, répteis, anfíbios, bovinos e até em animais domésticos.

Os resultados da análise de bolores e leveduras (UFC/g), foram apresentados na tabela com contagens acima do permitido pela legislação da ANVISA (IN 161 de 2022) que estabelece o limite máximo de 1×10^4 UFC/g. Portanto, o alimento em estudo não apresenta condições higiênico-sanitárias satisfatórias. Bolores e leveduras são fungos filamentosos que se desenvolvem em matéria orgânica. Deve-se manter um controle de condições de higiene, umidade e temperatura para impedir a proliferação dos fungos nos alimentos. Para isso, devemos manter as instalações em boas condições, impedindo a entrada de água e umidade, realizar procedimentos de limpeza e higienização no ambiente e equipamentos, eliminando também fontes de poeira.

Os resultados foram positivos para a análise de *Staphilococcus*, indicando a contaminação da amostra. A bactéria apresentou-se em concentrações relativamente altas (respectivamente, $1,3 \times 10^4$ e $3,6 \times 10^4$ UFC/g coagulase negativa). Isto significa, que todas as amostras estão impróprias para o consumo, mesmo que Instrução Normativa IN nº 161/2022 não tenha estabelecido padrões microbiológicos para *Staphilococcus* coagulase negativa.

No estudo de BARCELOS et al. (2017), determinaram a qualidade microbiológica do açaí comercializado em Ji-Paraná – RO, onde obtiveram resultados positivos para coliformes totais em todas as amostras, na ordem de 10^{-2} e 10^{-3} . No trabalho de FERREIRA et al. (2016) encontraram contaminação para coliformes totais e termotolerantes em 18 das 20 amostras, ausência para *Salmonella* e 1 amostra com contaminação aceitável para bolores e leveduras. Nascimento et al. (2006) em análises microbiológicas de polpa de frutas adquiridas em feiras livres de São Luís,

obtiveram ausência de *Salmonella* e *Staphilococcus* coagulase positiva, além de 12% de amostras contaminadas por coliformes e a identificação de algumas cepas de enterobactérias como a *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogene*, *Klebsiela pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, entre outras. Em um trabalho semelhante realizado por DE JESUS et al. (2018) no município de Macapá – AP, obtiveram positividade em todas as contagens para coliformes termotolerantes, com valores acima de $1,1 \times 10^3$ NMP/mL e ausência de *Salmonella*.

No estudo de CAYRES et al. (2010) de avaliação microbiológica da polpa de açaí congelado na cidade do Rio de Janeiro, mostraram ausência de *Salmonella* e *E. coli*, porém, houve a presença bolores e leveduras em 15% das amostras (7 de 48) com valores acima do limite estabelecido pela legislação. Em outro estudo, também em 2010, da mesma autora mencionada acima, com o título qualidade microbiológica do açaí industrializado, apresentaram contagens acima do permitido pela legislação para bolores e leveduras em algumas amostras, além da presença de *E. coli* e ausência de *Salmonella*.

5.2 Análise de ferro por espectrofotometria UV- Vis.

Na etapa preliminar do trabalho, o intuito principal foi a determinação das condições ideais, otimização, para que a reação de formação do complexo do sistema Fe (II) - fenantrolina pudesse ocorrer, permitindo seu estudo espectrofotométrico para determinação de Ferro em amostras de açaí.

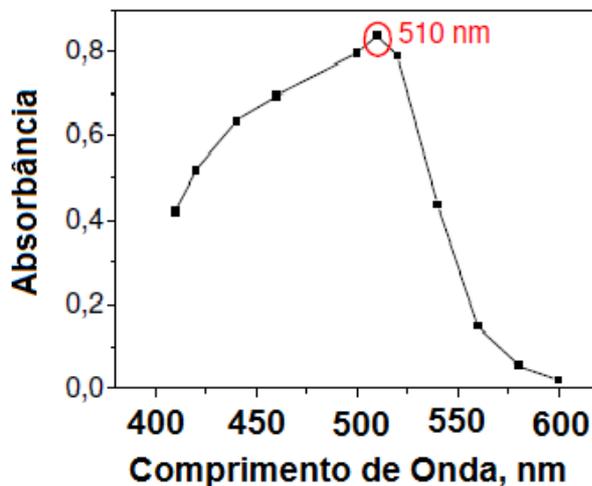
O estudo espectrofotométrico do sistema Fe (II) - fenantrolina foi, portanto, centrado no objetivo de se caracterizar, espectralmente, a formação do complexo de Fe (II) e otimizar parâmetros experimentais, tais como: melhor tempo para formação do precipitado, efeito do volume do complexante, efeito do pH, avaliando a melhor performance analítica para a determinação do analito.

5.2.1 Reatividade entre o Fe (II) e 1,10 - Fenantrolina

Uma avaliação preliminar sobre as condições experimentais ideais para o estudo da reatividade espectral do sistema Fe (II) - fenantrolina revelou que somente

o uso do ligante como referência, propiciaria as condições espectrais convenientes para a aplicação analítica do sistema, conforme apresentado no gráfico 1.

Gráfico 1 – Resposta espectral do sistema ferro (II) - 1,10- fenantrolina em 510 nm

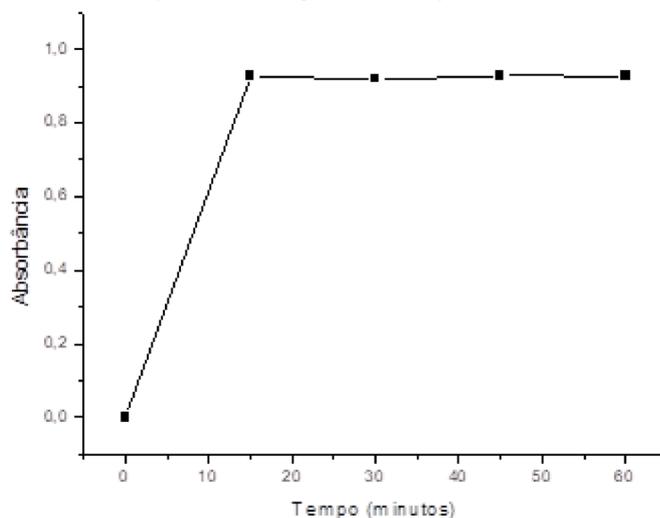


Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.2 Efeito do tempo de formação do complexo Ferro (II) - 1,10 - Fenantrolina

Um estudo foi realizado sobre o efeito do tempo na estabilidade da formação do complexo Fe (II) - 1,10 - fenantrolina, onde foi realizada a leitura de absorbância em intervalos de tempo de 0, 15, 30, 45 e 60 minutos, onde o complexo apresentou maior valor de absorbância no intervalo de 15 minutos, conforme gráfico 2.

Gráfico 2 – Efeito do tempo de formação do complexo Ferro - 1,10 – Fenantrolina

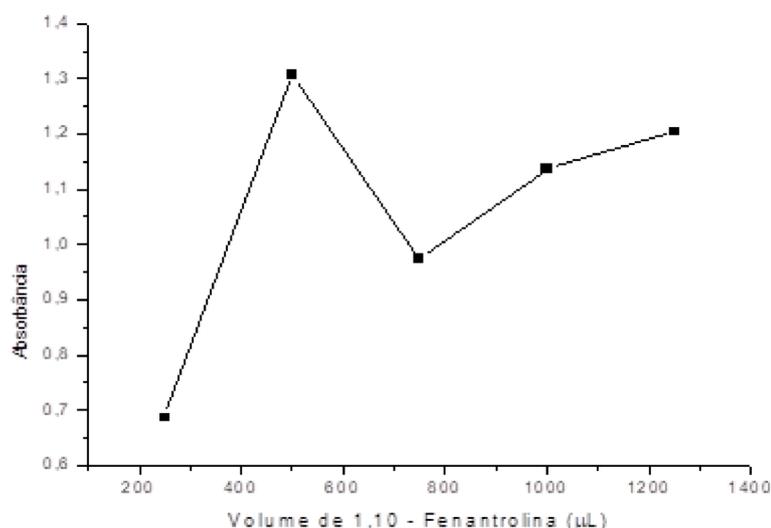


Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.3 Efeito do volume de Complexante 1,10 - Fenantrolina

Uma avaliação sobre o volume de complexante 1,10 - Fenantrolina utilizado para a formação do complexo Fe (II) - 1,10 - fenantrolina foi realizada em função da absorbância utilizando volumes variados de complexante (250, 500, 750, 1000, 1250 μ L). O complexo apresentou maior valor de absorbância ao utilizar 500 μ L de 1,10-fenantrolina 0,30% (m/v), conforme gráfico 3.

Gráfico 3 – Efeito do volume do complexante na formação do complexo Ferro - 1,10 - Fenantrolina

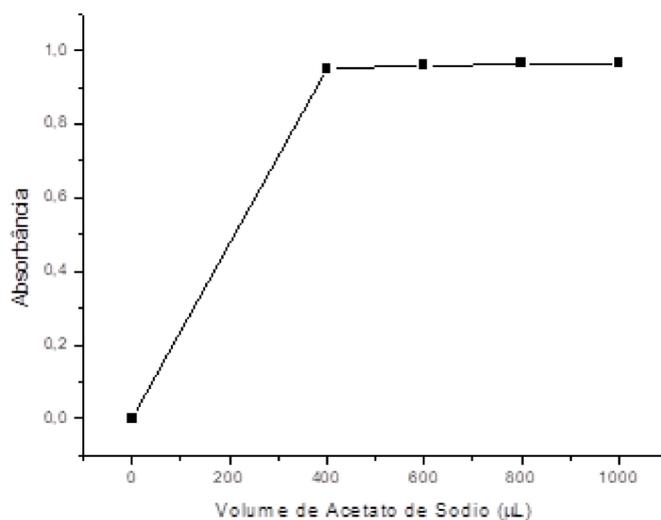


Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.4 Efeito do volume de acetato de sódio

Uma avaliação sobre a influência do volume de acetato de sódio necessário para a formação do complexo Fe (II) - 1,10 - fenantrolina, com o intuito de garantir o pH adequado do sistema foi realizada em função da absorbância, utilizando volumes variados do mesmo (400, 600, 800, 1000 μ L). O complexo apresentou maior valor de absorbância ao utilizar 800 μ L de acetato de sódio, conforme gráfico 4.

Gráfico 4 – Efeito do volume de acetato de sódio na formação do complexo Ferro - 1,10 - Fenantrolina

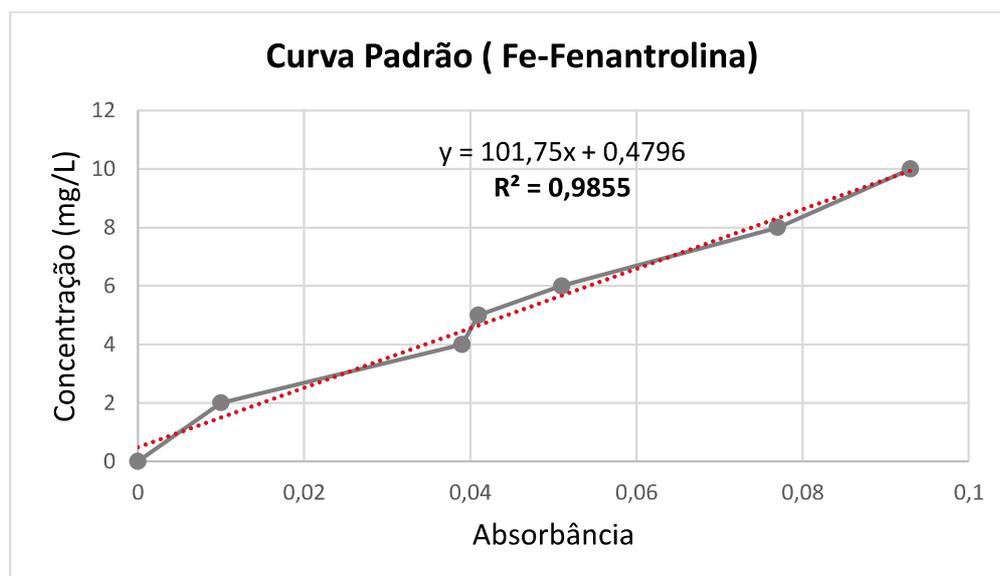


Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.5 Curva de Calibração

O gráfico 5 demonstra a curva de calibração para Ferro (II) em condições otimizadas de acordo com os resultados acima apresentados. Observa-se uma boa resposta linear da curva na faixa de concentração de 2, 4, 5, 6, 8 e 10 mg/L de Ferro (II) em 510 nm.

Gráfico 5 – Curva de calibração Fe-Fenantrolina



Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.6 Concentração de ferro nas amostras de açaí

Após as todas as otimizações e curva, determinou-se a concentração do teor de ferro presente em 5 mL amostra. Do ponto de vista analítico, os resultados foram bastante satisfatórios, com poucas variações e foram comparados com a literatura.

Tabela 4 – Concentração de ferro presente no açaí

	Concentração (mg/L)	Absorbância	Concentr. Média
Branco:			
A1:	0,451	- 0,009	A = 0,521 mg/L
A2:	0,609	- 0,011	
A3:	0,503	- 0,010	
B1:	0,767	- 0,007	B = 0,767 mg/L
B2:	0,767	- 0,007	
B3:	0,767	- 0,007	

Fonte: Elaborado pelo autor

Com todas as otimizações realizadas na busca de elaborar uma metodologia ainda mais eficiente e robusta, foram definidas as melhores condições como a resposta de reatividade a 510 nm, tempo de formação do complexo em 15 minutos, volume de complexante de 500 µL, volume de acetato de 800 µL e assim, obtivemos resultados representativos de 0,521 mg/L para a amostra A e 0,767 mg/L para a amostra B, sobre a biodisponibilidade de ferro presente nas amostras de açaí.

Em um estudo da Yuyama et al. (2011), foi realizado a caracterização físico química do suco de açaí oriundo de ecossistemas amazônicos e obtiveram o teor de ferro em concentrações minoritárias de 0,43 a 1,2 mg/100g. Em outro estudo da mesma autora, realizado em 2002, com o título, “açaí como fonte de ferro: mito ou realidade?” obtiveram todos resultados concentrações baixas. Assim, ambos estudos corroboram com os resultados do estudo vigente. Entretanto, estão em divergência, diferem-se com os resultados reportados na literatura de 11,8 mg de ferro (IBGE, 1982) (FRANCO, 1999). Essas baixas concentrações comprometem a avaliação de ferro contido nas dietas, principalmente para as populações que utilizaram desse fruto como parte do hábito alimentar, necessitando uma revisão minuciosa da tabela de composição dos alimentos (TOAIARI, 2005)

É importante salientar que, atualmente existem diversos estudos científicos sobre a biodisponibilidade de ferro em vários alimentos, porém, ainda não há legislação ou resolução específica sobre os minerais em alimentos com a devida padronização da mesma. Assim podemos destacar a importância e relevância desse estudo para a sociedade, visto que, as empresas alimentícias disponibilizam toda a informação nutricional sobre o produto comercializado, exigido por legislações e órgãos relacionados a saúde. Porém, não há padrões, limites para os nutrientes contidos nos alimentos, podendo ser prejudiciais à saúde humana, visto que, o excesso de um mineral, como por exemplo, o chumbo, o ferro, o cádmio podem desencadear problemas à saúde devido a bioacumulação de metais no organismo.

6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos podemos concluir que:

- A otimização realizada para a determinação de ferro foi bastante significativa e eficiente para obtenção do resultado com qualidade. As concentrações de ferro do açaí foram muitas baixas em relação aos estudos presentes na literatura. Valores semelhantes também foram obtidos em outros estudo sobre minerais no açaí, evidenciando que o açaí não é rico em ferro e, portanto, necessita de uma revisão completa na tabela de composição dos alimentos presente na literatura, no qual relata que o açaí apresenta concentrações de ferro de 11,8 mg.
- A caracterização microbiológica foi baseada nos padrões da ANVISA, através da RDC nº 724 e IN nº 161, ambas de 2022, no qual, as amostras de açaí apresentaram ausência de *Escherichia coli* e *Salmonella*, porém, presença expressiva na análise de bolores e leveduras, reflexo de condições inadequadas de higiene. Isto enfatiza a importância no manuseio do fruto, seja na colheita ou no processamento da polpa ou no armazenamento do fruto, sempre adotando boas práticas de higiene pessoal e no ambiente industrial.

A partir dos dados obtidos, principalmente das análises microbiológicas da polpa de açaí comercializada no bairro do Maracanã em São Luís – MA, foi possível ter uma visão sobre os problemas que o consumidor enfrentará com a ingestão de alimentos contaminados e sem o devido processamento. Tornando assim, a importância de aperfeiçoamentos e complementações em pesquisas futuras, visando a saúde da população e conscientizando-os do perigo presente, além das cobranças dos órgãos de vigilância sanitária em colocar esses produtos em conformidade com a legislação vigente.

Referências

AMORIM, Keiliane Costa *et al.* **64ª Reunião da Anual da SBPC**, 2012.

BRASIL, FOOD INGREDIENTES. Dossiê: os minerais na alimentação, nº 4, 2008.
www.revista-fi.com.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Ministério da Saúde. Resolução de Diretoria Colegiada RDC nº 724, de 01 de julho de 2022.

Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União – República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Ministério da Saúde. Instrução Normativa IN nº 161, de 01 de julho de 2022. **Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos.** Diário Oficial da União – República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2022.

CAYRES, Caroline Alves *et al.* Avaliação microbiológica de polpa de açaí congelada comercializada na cidade do Rio de Janeiro. **SIMPÓSIO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.** Universidade Federal de Sergipe, 2010.

CAYRES, Caroline Alves *et al.* **Qualidade microbiológica de açaí industrializado.** 2017.

CIRCUITO DO AÇAÍ. Armazenamento. Disponível em:
<http://circuitodoacai.blogspot.com/2007/08/armazenamento.html>. Acesso em: 15 nov. 2022.

CNCFLORA. *Euterpe edulis*. In: **Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2.** Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em:
[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Euterpe edulis](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Euterpe%20edulis). Acesso em: 06 nov. 2022.

COMEX, DO BRASIL. No Pará, produção de açaí deve ter mais assistência técnica e investimentos, informa o Mapa. 2017. 2020.

SILVA, Roselaine Aparecida da *et al.* Suco de frutas e qualidade microbiológica. **CES Revista**, v. 28, n. 1, 2014.

JESUS, Layza Michelle Sampaio de *et al.* Avaliação microbiológica do açaí comercializado no bairro Santa Rita, Macapá-Amapá. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, 2018.

OLIVEIRA, Maria do Socorro Padilha de; CARVALHO, José Edmar Urano de; NASCIMENTO, Walnice Maria Oliveira do. **Açaí (Euterpe oleracea Mart.). Jaboticabal, Brazil.** Funep, 2000.

OLIVEIRA, Maria do Socorro Padilha de; FARIAS NETO, João Tomé de; SILVA PENA, Rosinelson da. **Açaí: técnicas de cultivo e processamento.** CEP, v. 60, p. 002, 2007.

SOUZA, Victor Ferreira de et al. **Cultivo do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Martius) no noroeste do Brasil**. Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/189148/1/Sistema-de-producao-Acai-2018.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2022.

ETO, Denise Kaori et al. Qualidade microbiológica e físico química da polpa e mix de açaí armazenada sob congelamento. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v.69, n.3, p.304-310, 2010.

FERREIRA, José Raimundo Corrêa; MESCOUTO, Adenil. **Análise microbiológica de polpas de açaí comercializadas no município de Paragominas-PA**. 2016.

FERREIRA, Mayara Diniz. **DETERMINAÇÃO DE MACRONUTRIENTES NA POLPA IN NATURA DO FRUTO AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.), COMERCIALIZADO EM SÃO LUÍS-MA**. 2017.

FRANCO, Bernadette Dora Gombossy de Melo *et al.* **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo, Ed. Atheneu, 2005.

FRANCO, Guilherme **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo, Ed. Atheneu, 1999.

GOMES, Pimentel. **Fruticultura brasileira**. NBL Editora, 1973.

IBGE. Tabela 289: quantidade produzida e valor da produção na extração vegetal, por tipo de produto extrativo. **Brazilian Institute of Geography and Statistics**, 2017.

IBGE. **Tabela de composição dietética: estudo nacional de despesa familiar**. Rio de Janeiro, RJ, 1982.

JONES, Livia Cunha; LEMES, Raquel Maria Lima. Análise microbiológica de polpas de açaí comercializadas em uma cidade do sul de Minas Gerais. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, pág. 601-608, 2014.

Ministério da Saúde. **Gov.br: Salmonella (Salmonelose)**, ano. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/salmonella-salmonelose>. Acesso em: 02 dez 2022.

NASCIMENTO, Adenilde Rodrigues et al. **Incidência de microrganismos contaminantes em polpas de frutas comercializadas in natura em feiras livres da cidade de São Luís/MA**. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, Curitiba, 2006.

NASCIMENTO, Walnice Maria O. do. **Açaí *Euterpe oleracea* Mart.** Informativo técnico rede de sementes da Amazônia. Embrapa Amazônia Oriental. Manaus: INPA, 2008. 2 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/660769/acai-euterpe-oleracea-mart>. Acesso em: 29 out. 2022.

O que são minerais? Entenda a importância desses nutrientes para a saúde. Conquiste sua vida. (ano). Disponível em: https://www.conquistesuavida.com.br/noticia/o-que-sao-minerais-entenda-a-importancia-desses-nutrientes-para-a-saude_a1187/1. Acesso em: 29 out. 2022.

PATRO, Raquel. **Açaí – Euterpe oleracea**. Jardineiro.net, 2017. Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/acai-euterpe-oleracea.html>. Acesso:17 out. 2022.

SALES, Alana. Conheça a importância da análise microbiológica para seu alimento. **Farma Júnior**, 30 de setembro de 2020. Disponível em: <https://www.farmajunior.com.br/alimentos/conheca-a-importancia-da-analise-microbiologica-para-seu-alimento/>. Acesso em: 25 out. 2022.

SCHAUSS, A.G. *et al.* Capacidade antioxidante e outras bioatividades do dendê amazônico liofilizado, *Euterpe oleraceae* mart. (açai). **Revista de química agrícola e alimentar**, v. 54, n. 22, 2006.

SEERAM, N.P., Frutos silvestres: elementos de composição, atividades bioquímicas e o impacto de sua ingestão na saúde, desempenho e doenças humanas. **Revista de química agrícola e alimentar**, v. 56, n.3, 2008.

TOAIARI, Sirlene Duarte Alves et al. Biodisponibilidade de ferro do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e da farinha de mandioca fortificada com ferro em ratos. **Revista de Nutrição**, 2005.

VANDERZANT, Carl; SPLITTSTOESSER, Don F. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington: American Public Health Association, 1992.

Silva, Neusely; Junqueira, Valéria Christina Amstalden; SILVEIRA, Neliane Ferraz de Arruda et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**, v. 2, 2001.

YUYAMA, Lucia Kiyoko Ozaki; AGUIAR, Jaime Paiva Lopes; SILVA FILHO, Danilo et al. Açaí como fonte de ferro: mito ou realidade? **Acta Amazonica**, 2002.

YUYAMA, Lucia Kiyoko Ozaki et al. Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. **Acta Amazonica**, 2011.