

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLOGIA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



AYLLA MICHELLE SANCHES DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA,
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ENZIMÁTICA DA
MANGABA (*Hancornia speciosa*) E SUA APLICAÇÃO
PARA A PRODUÇÃO DE DOCE DE LEITE EM POTE
COM LEITE DE BÚFALA.**

BELÉM

2023

AYLLA MICHELLE SANCHES DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE E ENZIMÁTICA DA MANGABA (*Hancornia
Speciosa*) E SUA APLICAÇÃO PARA A PRODUÇÃO DE DOCE DE
LEITE EM POTE COM LEITE DE BÚFALA.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para
obtenção do grau de Tecnólogo em
Alimentos, da Universidade do
Estado do Pará.

Orientador (a): Prof^{ta} Dr^a Maricely
Janette Uria Toro.

Belém

2023

AYLLA MICHELLE SANCHES DOS SANTOS

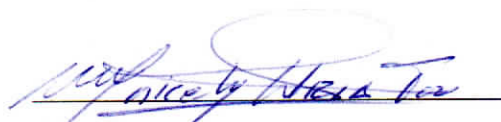
**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA, ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE E ENZIMÁTICA DA MANGABA (*Hancornia
speciosa*) E SUA APLICAÇÃO PARA A PRODUÇÃO DE DOCE DE
LEITE EM POTE COM LEITE DE BÚFALA.**

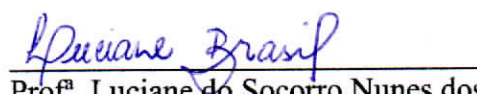
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para
obtenção do grau de Tecnólogo em
Alimentos, da Universidade do Estado
do Pará.

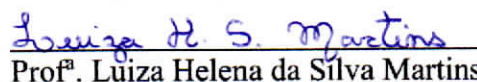
Orientador (a): Prof^ª Dr^ª Maricely
Janette Uria Toro

Data de aprovação: 09 / 03 / 2023

Banca examinadora:

 - Orientador
Prof^ª. Maricely Janette Uria Toro.
Dr^ª Em Química Analítica
Universidade do Estado do Pará

 - Membro
Prof^ª. Luciane do Socorro Nunes dos Santos Brasil.
Dr^ª Em Química Analítica
Universidade do Estado do Pará

 - Membro
Prof^ª. Lúiza Helena da Silva Martins.
Dr^ª Em Engenharia Química
Universidade Federal Rural da Amazônia

*Dedico este trabalho a minha
mãe, Rosiane Sanches, por
todo amor, carinho, dedicação
e confiança. Eu te amo!*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre a minha frente, me guiando em cada decisão, a minha mãe Rosiane Sanches, minha tia Maria Jesuina, meu pai Gesse Silva e meus irmãos pelo carinho, confiança e apoio até aqui, amo vocês. Agradeço a minha orientadora Prof^a. Dr^a. Maricely Janette Uría Toro, pela confiança, apoio, carinho e por todo conhecimento repassado, me sinto honrada de ter lhe conhecido, estará sempre em meu coração. Um agradecimento especial aos meus pets, Rodolfo, Cláudia, Biscoito, Chiclete e Jabuticaba, pois me ofereceram todo apoio emocional que precisei.

Agradeço aos meus amigos de graduação e laboratório, Mauricio, Wenderson, Estefhany, Myron, Jhonny, Erica, Caio, Bruno, Yago, Iuri, Laura, Rafaela e Jamili pela amizade e apoio, pelas tardes de risadas e trabalho. Agradeço a meu namorado, Jheymyson de Sousa, por todo amor, carinho, companheirismo e paciência. Esteve comigo em todos os momentos desta graduação, sempre me motivando a seguir, muito obrigada. Agradeço também as técnicas dos laboratórios de química, alimentos e microbiologia, Drielly, Jandira, Ilana, Bianca e Cristina vocês são maravilhosas. Agradeço aos servidores da UEPA, Cristiane, tio Rose e a tia Sueli que sempre me trataram com muito carinho.

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo determinar as propriedades físico-químicas, perfil de compostos bioativos, atividade enzimática e capacidade antioxidante da mangaba (*Hancornia speciosa*), e sua aplicação na elaboração de doce de leite bubalino. Os parâmetros físico químicos para o leite de búfala e polpa de mangaba foram quantificados a partir das análises de Brix°, pH, acidez, umidade, cinzas, gordura e proteínas, e apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos em legislação. Com relação a composição bioativa a polpa de mangaba apresentou média de compostos fenólicos de 229,91 mgEAG/100g, sua capacidade antioxidante pelo método de ABTS foi de 10,64 $\mu\text{molTE/g}$, e apresentou alto teor de ácido ascórbico com média de 104,9 mg/100g. A polpa de mangaba apresentou atividade enzimática com 4,02 Unidade/g para a enzima peroxidase e 1,0 Unidade/g para a enzima polifenoloxidase. Na elaboração do doce de leite com polpa de mangaba foram realizados testes preliminares nas concentrações de 15, 20 e 30% de polpa. Os parâmetros analisados foram os Brix°, pH, acidez total, umidade, cinzas, proteínas, gorduras, açúcares redutores, carboidratos e valor calórico. O doce de acordo com a legislação foi classificado como doce de leite com creme, apresentou composição bioativa com relação a análise de compostos fenólicos com média de 47,61 mgEAG/100g e capacidade antioxidante pelo método de ABTS com média de 2,83 $\mu\text{molTE/g}$. Os parâmetros microbiológicos avaliados apresentaram ausência para *Salmonella sp*, coliformes fecais < 3,0 NMP/g, todos de acordo a legislação. A polpa de mangaba apresentou resultados positivos quanto a sua composição bioativa e a adição da polpa de mangaba na elaboração, agregou valor no doce de leite bubalino.

Palavras chaves: mangaba, leite de búfala, antioxidante, atividade enzimática e doce de leite.

ABSTRACT

The research aimed to determine the physicochemical properties, profile of bioactive compounds, enzymatic activity and antioxidant capacity of mangaba (*Hancornia speciosa*), and its application in the elaboration of buffalo dulce de leche. The physical and chemical parameters for buffalo milk and mangaba pulp were quantified based on Brix°, pH, acidity, moisture, ash, fat and protein analyses, and were within the limits established by law. The mangaba pulp presented 3.22% of crude fiber, 4.68% of reducing sugars. Regarding the bioactive composition, mangaba pulp showed an average content of phenolic compounds of 229,91 mgEAG/100g, for antioxidant capacity by the ABTS method 10.64 $\mu\text{molTE/g}$, ascorbic acid content of 104, 9mg/100g. The mangaba pulp showed excellent enzymatic activity with 4,02 Units/g for the peroxidase enzyme and 1,0 Units/g for the polyphenoloxidase enzyme. In the preparation of dulce de leche with mangaba pulp, preliminary tests were carried out at concentrations of 15, 20 and 30% of pulp. The parameters analyzed were Brix°, pH, total acidity, humidity, ash, proteins, fats, reducing sugars, carbohydrates and caloric value. The candy showed bioactive composition regarding the analysis of phenolic compounds with an average of 47,61 mgEAG/100g and antioxidant capacity by the ABTS method with an average of 2.83 $\mu\text{molTE/g}$. The microbiological parameters evaluated showed absence of *Salmonella* sp, fecal coliforms < 3.0 MPN/g, all in accordance with the legislation. The mangaba pulp showed positive results regarding its bioactive composition and the addition of mangaba pulp in the preparation added value to the buffalo dulce de leche.

Keywords: mangaba, buffalo milk, antioxidant, enzymatic activity and dulce de leche.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mangabeira.....	19
Figura 2: Mangaba.....	24
Figura 3: Fluxograma de higienização da fruta e elaboração da calda 30%.....	26
Figura 4: Fluxograma de elaboração de doce de leite pastoso com adição de calda de mangaba.....	27
Figura 5: Elaboração do doce de leite com calda de mangaba.....	28
Figura 6: Envase e armazenamento do doce de leite com calda de mangaba.....	28
Figura 7: Doce de leite com calda de mangaba 30%.....	28
Figura 8: Reação de oxirredução do reagente de Fehling.....	31
Figura 9: Estabilização e formação do radical $ABTS^{\cdot+}$	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros físico químicos da polpa de mangaba.....	40
Tabela 2: Parâmetros físico químicos do leite de búfala in natura.....	42
Tabela 3: Parâmetros físico químicos do doce de leite com calda de mangaba.....	43
Tabela 4: Parâmetros microbiológicos do doce de leite com calda de mangaba.....	45
Tabela 5: Compostos bioativos e atividade antioxidante.....	45
Tabela 6: Atividade enzimática na mangaba.....	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Curva padrão de Ácido Gálico.

Gráfico 2: Curva padrão de Trolox.

LISTA DE EQUAÇÃO

Equação 1: Acidez no leite de búfala.....	29
Equação 2: Acidez na polpa da mangaba.....	29
Equação 3: Ratio.....	30
Equação 4: Sólidos totais.....	30
Equação 5: Teor de umidade.	30
Equação 6: Teor de cinzas.	31
Equação 7: Açúcares redutores do doce de leite e da mangaba.....	31
Equação 8: Teor de nitrogênio.....	32
Equação 9: Teor de proteínas na polpa de mangaba.....	32
Equação 10: Teor de proteínas no doce de leite.....	33
Equação 11: Teor de Lipídeos.....	33
Equação 12: Teor de lipídeos II.....	34
Equação 13: Teor de ácido ascórbico.....	35
Equação 14: Teor de fibra bruta.....	35
Equação 15: Teor de carboidratos.....	36
Equação 16: Atividade enzimática.....	38

SIGLAS

ABTS: Ácido 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico).

DM 15%: Doce de leite pastoso com calda de mangaba 15% de fruta.

DM 25%: Doce de leite pastoso com calda de mangaba 20% de fruta.

DM 30%: Doce de leite pastoso com calda de mangaba 30% de fruta.

DCFI: 2,6-dicloro-indofenol.

HCL: Ácido clorídrico.

NaOH: Hidróxido de sódio.

POD: Peroxidase.

PPO: Polifenoloxidase.

XLD: Ágar xilose lisina desoxicolato.

BG: Ágar verde brilhante.

BS: Ágar bismuto sulfito.

HE: Ágar entérico hectone.

TT: Caldo tetrionato.

CS: Caldo selenito cistina.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 MANGABEIRA.....	19
3.2 COMPOSIÇÃO BIOATIVA.....	20
3.3 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE.....	21
3.4 ATIVIDADE ENZIMÁTICA.....	22
3.5 LEITE DE BÚFALA.....	22
3.6 DOCE DE LEITE.....	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 LEITE.....	24
4.2 AÇÚCAR REFINADO, BICARBONATO DE SÓDIO E GLICOSE COMERCIAL.....	24
4.3 MANGABA (<i>Hancornia speciosa</i>)	24
4.4 ELABORAÇÃO DO DOCE DE LEITE.....	24
4.5 MÉTODOS ANALÍTICOS.....	29
4.5.1 Caracterização físico-química (mangaba, leite de búfala e doce de leite)	29
4.5.1.1 pH.....	29
4.5.1.2 Acidez total.....	29
4.5.1.3 Sólidos solúveis.....	30
4.5.1.4 Relação sólidos solúveis / acidez.....	30
4.5.1.5 Umidade.....	30
4.5.1.6 Cinzas.....	31

4.5.1.7 Açúcares redutores.....	31
4.5.1.8 Determinação de proteínas.....	32
4.5.1.9 Gordura por soxhlet.....	33
4.5.1.10 Gordura por Gerber.....	34
4.5.1.11 Gordura por rose-gottlieb.....	34
4.5.1.12 Densidade.....	34
4.5.1.13 Determinação de vitamina C.....	35
4.5.1.14 Fibra bruta	35
4.5.1.15 Carboidratos.....	36
4.5.1.16 Valor Energético.....	36
4.5.2 Determinação de compostos fenólicos totais.....	36
4.5.3 Determinação de capacidade antioxidante.....	37
4.5.4 Determinação de atividade enzimática.....	38
4.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS (DOCE DE LEITE)	39
4.6.1 Determinação de <i>salmonella sp</i>.....	39
4.6.2 Determinação de coliformes totais.....	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
6 CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	48
APÊNDICES.....	55

1 INTRODUÇÃO

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) é uma planta frutífera e de clima tropical. Nativa do Brasil e encontrada em várias regiões do País, do Nordeste até o Cerrado, Norte e Sudeste (SILVA et al., 2017).

O fruto é do tipo baga, com tamanho, formato e cores variados, elipsoides ou arredondados, com exocarpo amarelo ou esverdeados, com pigmentação vermelha ou sem pigmentação (SOARES et al., 2007; PERFEITO et al., 2015).

A polpa é amarela adocicada, rica em vitaminas, ferro, fósforo, cálcio e proteínas, destaca-se pelo seu elevado teor de vitaminas que atuam na manutenção do funcionamento do organismo humano, dentre essas a vitamina C e a que se apresenta em maior quantidade e está ligada diretamente com a capacidade antioxidante (CARNELOSSI et al, 2004; PERFEITO et al., 2015).

Os antioxidantes naturais presentes em frutas e vegetais possuem efeitos defensivos e estão relacionados a três grandes grupos: ácido ascórbico e fenólicos, antioxidantes hidrofílicos e carotenoides como antioxidantes lipofílicos (Lima, 2008).

Segundo Lima (2008), a determinação da atividade antioxidante dos alimentos, além de indicar o potencial antioxidante, também é importante para avaliar o seu potencial de proteção contra a oxidação e a deterioração do alimento, reações que podem levar à diminuição da sua qualidade e do seu valor nutricional. As enzimas também influenciam no processo de deterioração de alimentos.

“As enzimas são proteínas que atuam como catalisadores acelerando a velocidade de uma reação sem participar da mesma como reagente ou produto.” (FERREIRA et al., 1997).

Segundo Teoh et al. (2016), a concentração da enzima, concentração de cofatores, pH, temperatura, força iônica, tipo e a concentração de inibidores, influenciam na atividade enzimática. As enzimas peroxidase e polifenoloxidase são consideradas as principais causas do declínio na qualidade de muitas frutas.

O leite de búfala apresenta alto valor nutricional podendo ser consumido tanto na forma *in natura* como na elaboração de produtos lácteos. Possui alto teor de lipídeos, proteínas, lactose, sólidos totais e resíduo mineral fixo. Sua principal característica e a ausência de β -caroteno na composição química do leite de búfala, conferindo-lhe

coloração branca esverdeada, o leite de búfala se comparado com o leite bovino apresenta menos água e mais matéria seca (AMARAL et al., 2005; SANTOS, 2022)

De acordo com o estudo realizado por Silva et al. (2003), por conter um teor de gordura maior, a produtividade do leite de búfala é de 40-50% maior que o leite bovino na elaboração de derivados como: queijos, iogurte, doce de leite, entre outros.

Segundo Brasil (1997) define-se doce de leite como “o produto resultante da cocção de leite com açúcar podendo ser adicionado de outras substâncias alimentícias permitidas, até concentração conveniente e parcial caramelização”. Segundo Perrone et al. (2012) no Brasil, Minas Gerais é o estado que mais se destaca na produção de doce de leite, cerca de 50%.

Segundo Brasil (1997) a sacarose é empregada na obtenção do doce de leite e a quantidade máxima admitida na fabricação é de 30kg/100L de leite. Amidos ou amidos modificados são admitidos em proporção não superior a 0,5g/100mL de leite, assim como mono ou dissacarídeos que substituam a sacarose em no máximo 40% (p/p), o doce de leite deve ter no máximo 2% de cinzas, mínimo de 5% de proteínas, máximo de 30% de umidade e de 6,0 a 9,0% de gordura.

O leite de búfala é um alimento muito apreciado na região norte, principalmente no município de Salvaterra, onde há uma maior produtividade desse alimento. A mangaba é uma fruta típica de região de cerrado, porém, se adapta facilmente em outros solos. No Pará, a ilha do Marajó é a região que se destaca com a atividade extrativista dessa fruta, não há muitos estudos sobre características e propriedades da mangaba paraense. Assim, este trabalho tem como objetivo elaborar, tecnologicamente, o doce de leite com leite de búfala e com a adição de mangaba, além de caracterizá-lo quanto aos aspectos físico-químicas e microbiológicos, agregando valor as matérias primas regionais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar e caracterizar doce de leite pastoso utilizando leite de búfala e polpa de mangaba.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar análises físico-químicas nas matérias primas (leite de búfala e mangaba);

Realizar análises de capacidade antioxidante da mangaba;

Realizar análises de atividade enzimática da mangaba;

Elaborar doce de leite em pote;

Realizar análises físico-químicas e microbiológicas no produto final.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O cerrado é o bioma mais promissor com relação a biodiversidade de árvores frutíferas (SOARES et al., 2007). De acordo com Faleiro et al. (2008) é considerado a savana tropical mais rica do mundo, nele se encontra um terço da biodiversidade nacional e 5% da flora e da fauna mundial.

O clima predominante deste bioma é o tropical sazonal, onde 90% das chuvas ocorrem entre os meses de outubro e março. Sendo dividido em dois períodos, o de estiagem com temperatura variando entre 22 °C e 27 °C, e umidade relativa do ar entre 38 e 40% no inverno seco, e período chuvoso, onde umidade do ar atinge 97% (MENDES et al., 2012).

Segundo Machado (2016), as espécies vegetais encontradas no Cerrado se adaptam facilmente a diferentes tipos de climas e solos, desde extensos períodos de seca a altos períodos de chuva, solos pobres, grande ocorrência de incêndios e alta incidência de radiação UV.

De acordo com Machado (2016), há a necessidade de as plantas utilizarem mecanismos de defesa para se protegerem de agentes físicos, químicos e biológicos. Com isso, pode-se associar a presença de compostos bioativos nessas espécies vegetais encontradas neste bioma.

As várias espécies vegetais encontradas no cerrado apresentam um alto valor alimentício, sendo assim alvos de extrativismo pelas comunidades locais, comercializadas e consumidas “in natura” ou beneficiadas pelas indústrias (GONÇALVES et al., 2013)

Entre as espécies com potencial para o extrativismo está o murici, pequi, baru, pacari, araticum, buriti, bocaiuva, jatobá, mangaba, entre outras espécies (REIS & SCHMIELE, 2019). Segundo Morzelle et al. (2015), os frutos presentes no cerrado, possuem características sensoriais intrínsecas e qualidade nutricional, o que os tornam atraentes para serem explorados, pesquisados e comercializados.

Entre essas várias espécies vegetais, a mangaba (*Hancornia speciosa gomes*) se destaca por conter um elevado valor nutricional e atrativos sensoriais como cor, sabor e aroma peculiares e intensos (AGOSTINI-COSTA & VIEIRA, 2008).

3.1 MANGABEIRA

A mangabeira (*Hancornia speciosa gomes*) é uma planta tropical frutífera e de clima tropical, pertencente à classe *Dicotyledoneae*, ordem *Gentianales*, família *Apocynaceae*, gênero *Hancornia* e à espécie *Hancornia speciosa*. Solos marginais para fins agrícolas, acidentados, pedregosos, arenosos ou arenoargilosos, pobres e ácidos, sujeitos a longos períodos de estiagem são ideais para ocorrência natural dessa planta (SILVA et al., 2017).

Figura 1: Mangabeira.



Fonte: Embrapa (2002).

Segundo Pereira et al. (2016), a mangabeira é uma planta que se adapta fácil em diferentes tipos de solo, vegetando e produzindo normalmente em latitudes de 20° sul (clima frio durante o inverno) até 10° norte (clima quente o ano todo), assim amplificando sua variabilidade.

A mangabeira possui grande ocorrência na Amazônia (Ilha de Marajó, região do Salgado, alto e médio Tapajós e Tocantins). No Pará, a vila de Paca, que se localiza município de Salvaterra-ilha do Marajó, se destaca pelo extrativismo da mangaba (LIMA & MOTA, 2016).

A árvore da mangaba é de porte médio, de 2 a 10 metros de altura, tronco tortuoso, áspero e com casca fendida. Suas folhas são simples, alternas e opostas, de forma e tamanho variado, pilosas ou glabras e curto-pecioladas. Já as flores da mangabeira são hermafroditas, brancas, em forma de campânula alongada (tubular) (PEREIRA et al, 2016).

De acordo com Pereira et al. (2016), a mangabeira apresenta duas florações durante o ano, nos períodos de abril/setembro e outubro/março. A inflorescência é do tipo dicásio ou cimeira terminal com 1 a 7 flores, ocorrendo até 10 flores por ápice.

Segundo Soares et al. (2007), as sementes são achatadas e discoides, com coloração castanho-claro, são recalcitrantes e podem ser semeadas até quatro dias após sua extração, após esse período sofrem desidratação em torno de 30% diminuindo assim sua atividade.

Segundo a Embrapa (2002), a mangaba apresenta em média 60 kcal/100 g de polpa; 0,69% de lipídios; 1,31% de proteína e 13,94% de carboidratos. Na pesquisa realizada por Silva et al. (2008) observaram em mangabas localizadas no centro-oeste brasileiro 3,4% de fibras totais, 35 (mg.100g⁻¹) de cálcio, 0,78 e 0,88 (mg.100g⁻¹), teor de zinco e ferro.

Perfeito (2014), realizou uma avaliação dos parâmetros físico-químicos de acordo com o tempo de maturação, verde, semimaduros e maduros, notou-se uma perda de umidade de acordo com o avanço do tempo de maturação, do início da maturação até o estado de maduro dos frutos ocorreu variação no pH de 3,47 a 3,97, em contrapartida ocorreu uma variação entre 0,95% a 0,84% para acidez e 8,83 a 17,53 para os °Brix, frutos verdes e maduros respectivamente.

3.2 COMPOSIÇÃO BIOATIVA

Os alimentos de origem vegetal em sua maioria possuem estruturas químicas na sua composição que podem conferir benefícios à saúde humana, esses compostos são denominados bioativos. Nas frutas e hortaliças normalmente são encontrados em baixas concentrações, porém esses compostos estão diretamente ligados a uma alta atividade biológica no organismo humano (Kris-Etherton et al., 2002).

De acordo com Kris-Etherton et al., (2002) e Paula (2015), os bioativos encontrados nos vegetais são constituintes extra nutricionais, capazes de promover atividade anti-inflamatória, hipocolesterolêmica e atividades antioxidantes com a inibição dos radicais livres naturalmente produzidos no organismo.

Segundo Lima et al. (2005), isto se deve a alguns compostos presentes nesses alimentos, como compostos fenólicos, vitamina C e carotenoides.

De acordo com o estudo realizado por Lima et al. (2005), o alimento funcional deve ser qualquer alimento, natural ou processado, que possua seus nutrientes e componentes adicionais que atuam no metabolismo e fisiologia humana, promovendo efeitos benéficos à saúde, diminuindo a ocorrência do aparecimento de doenças crônico-degenerativas, além melhorar a qualidade de vida das pessoas.

3.3 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

O antioxidante inibe ou atrasa a oxidação e ajudar na proteção do organismo contra os danos causados pelas espécies reativas do oxigênio e doenças degenerativas. Frutas e vegetais são fontes de compostos antioxidantes diferentes, que fornecem proteção contra radicais livres prejudiciais, estando associado, com menor incidência, a mortalidade de câncer e doenças do coração, além de diversos outros benefícios à saúde. Nos frutos, os principais tipos de compostos, com propriedades antioxidantes, estão relacionados a três grupos: vitaminas, com destaque para a vitamina C, compostos fenólicos e carotenoides (HASSIMOTTO et al., 2005; PAULA, 2015; CIANCIOSO et al., 2018).

Segundo Carnelossi et al. (2004), mangaba é uma rica fonte de Vitamina C, porém o tempo de maturação do fruto é de grande importância na determinação desse antioxidante. Em seu estudo avaliou frutos “de vez” e “de caída” de mangaba coletadas em Sergipe, e encontrou 252,7 e 274,7 mg de vitamina C 100g⁻¹, respectivamente. Esses resultados confirmam a alta concentração de ácido ascórbico na mangaba.

Além de ácido ascórbico as frutas e hortaliças também apresentam alto teor de compostos fenólicos. Esses compostos possuem em sua estrutura química pelo menos um anel aromático, o qual está unido a uma (ou mais) hidroxila (s) e, dependendo do número e da posição dessas hidroxilas na cadeia, e apresentam diferentes propriedades para se complexar com os radicais livres, neutralizando-os (HITZ et al., 2018).

Uma das formas para a determinação da capacidade antioxidante de frutas e hortaliças é a captura do radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS). Nessa análise gera-se de uma reação química, eletroquímica ou enzimática, possibilitando a medição da atividade de compostos de natureza hidrofílica e lipofílica (CZABAJ et al., 2017).

3.4 ATIVIDADE ENZIMÁTICA

As enzimas peroxidase e a polifenoloxidase têm sido consideradas as principais responsáveis pela deterioração da qualidade em muitos frutos. Essas enzimas participam de muitas reações oxidativas e de biodegradação, como mudança de cor, degradação da clorofila ou auxinas, oxidação de fenóis, oxidação do ácido indolacético, biossíntese da lignina, e muitos destes fatores também podem ser associados com flavour, cor, textura e qualidade nutricional dos alimentos (BLANCO, 2017).

Elas são responsáveis pelo escurecimento em frutas e vegetais e seus produtos processados, é de grande importância para a tecnologia de alimentos o controle da atividade enzimática da peroxidase e polifenoloxidase (BLANCO, 2017).

A mangaba é uma das frutas que possui uma composição mais ricas em ferro e açúcares, podendo se encontrar proteínas, fibras e minerais, contendo também uma alta concentração de vitamina C (DE LIMA et al., 2015).

Na mangaba também estão presentes as oxirredutases como as peroxidases e polifenoloxidases são enzimas intracelulares que ocorrem em plantas, animais e fungos. Essas enzimas estão relacionadas com a geração de sabor desagradável e escurecimento enzimático em frutas e vegetais (PERFEITO, 2014).

Ainda é um desafio para a indústria alimentícia a reação de escurecimento enzimático em frutos, ela ocorre quando os compostos fenólicos são oxidados em reações catalisadas por enzimas como (PFO) ou (POD) formando pigmentos escuros denominadas melaninas que influenciam negativamente a qualidade e aceitabilidade comercial de polpas de frutas entre outros alimentos (PERFEITO, 2014).

3.5 LEITE DE BÚFALA

O búfalo (*Bubalus bubalis var. Bubalis*) ganhou destaque nos últimos anos tornando-se alvo de pesquisas devido seu alto valor socioeconômico. De acordo com o instituto, a região norte do Brasil dispõe de cerca de 66,64% de cabeças de gado, seguida da região sudeste com 13,28%, região nordeste com 8,75%, região sul com 8,67% e região centro-oeste com 3,64% (MAPA, 2015).

De acordo Boro et al. (2018), o leite de búfala contém características distintas que se destacam em relação às outras espécies com maior porcentagem de sólidos

solúveis, altos teores de lipídios, proteínas e vitaminas, garantindo um alimento nutricional superior e de maior rendimento.

O leite de búfala apresenta teores de lactose entre 4,8 e 5,5%, além de conter elevado teor de sólidos totais, principalmente a gordura, constituinte importante para a produção de derivados (CARVALHAL et al. 2017).

A Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) do Estado de São Paulo estabelece alguns parâmetros para o leite bubalino: os teores mínimos de 4,5% para lipídios, de 14 a 23 para acidez titulável em graus Dornic (°D) e pH entre 6,40 a 6,90, uma vez que ainda seja inexistente um regulamento técnico que determine os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) para os produtos lácteos da espécie bubalina (SÃO PAULO, 2008).

3.6 DOCE DE LEITE

Define-se por doce de leite o “produto, com ou sem adição de outras substâncias alimentícias, obtido por concentração e ação do calor, a pressão normal ou reduzida, do leite ou leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem láctea e/ou creme e adicionado de sacarose (parcialmente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos)” (BRASIL, 1997).

O doce de leite é um produto tipicamente da América do Sul. No Brasil, sua maior produção é no Sudeste, ressaltando o Estado de Minas Gérias com mais de 50 % da produção Nacional (FIGUEREDO Et al., 2013)

Segundo FRANCISQUINI et al. (2016), a preparação de doce de leite, inicia de uma mistura de leite e sacarose, com, aproximadamente, 20 kg de sacarose para cada 100 L de leite, submetida ao calor e reduzida, até atingir cerca de 70%, em massa, de sólidos totais.

Na fabricação do doce de leite, o tratamento térmico aplicado no produto promove reações de escurecimento, durante seu processamento, essas reações são um importante fator de determinação de sua qualidade (STEPHANI et al., 2019).

Entre as reações de escurecimento existentes, a reação de Maillard é a que mais se destaca, a qual tende a ocorrer em uma grande variedade de alimentos, causando

importantes alterações de cor, sabor, valor nutricional, propriedades antioxidantes e textura do alimento (STEPHANI et al., 2019).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O doce de leite foi elaborado no Laboratório de Alimentos e caracterizado no laboratório química, do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia - CCNT da Universidade do Estado do Pará – UEPA.

4.1 LEITE

O leite de búfala (*Bubalus bubalis*), utilizado na elaboração do doce de leite foi obtido no município de Salvaterra por meio de doação de um produtor local.

4.2 AÇÚCAR REFINADO, BICARBONATO DE SÓDIO E GLICOSE COMERCIAL

O açúcar, bicarbonato de sódio e glicose comercial foram obtidos em supermercados da cidade de Belém.

4.3 MANGABA (*HANCORNIA SPECIOSA*)

As mangabas utilizadas na pesquisa, (figura 1) foram obtidas do município de Salvaterra, na ilha do Marajó, de um produtor local (0° 45' 22.576" S 48° 31' 37.919" W)

Figura 2: Mangaba.



Fonte: AUTOR, 2023.

4.4 ELABORAÇÃO DO DOCE DE LEITE

Foram elaborados testes preliminares, nas concentrações de 15, 25 e 30% de polpa de mangaba, e identificadas como: DM 15%, DM 25% e DM 30%, de acordo

com a Portaria nº 354, de 04 de setembro de 1997. O doce de leite na concentração de 30% apresentou melhores propriedades de doce de leite (figura 2).

As frutas utilizadas na elaboração das caldas foram lavadas, sanitizadas com solução de hipoclorito 200 mg. L-1 por 15 minutos, lavadas com água filtrada, despulpadas e armazenadas sob refrigeração.

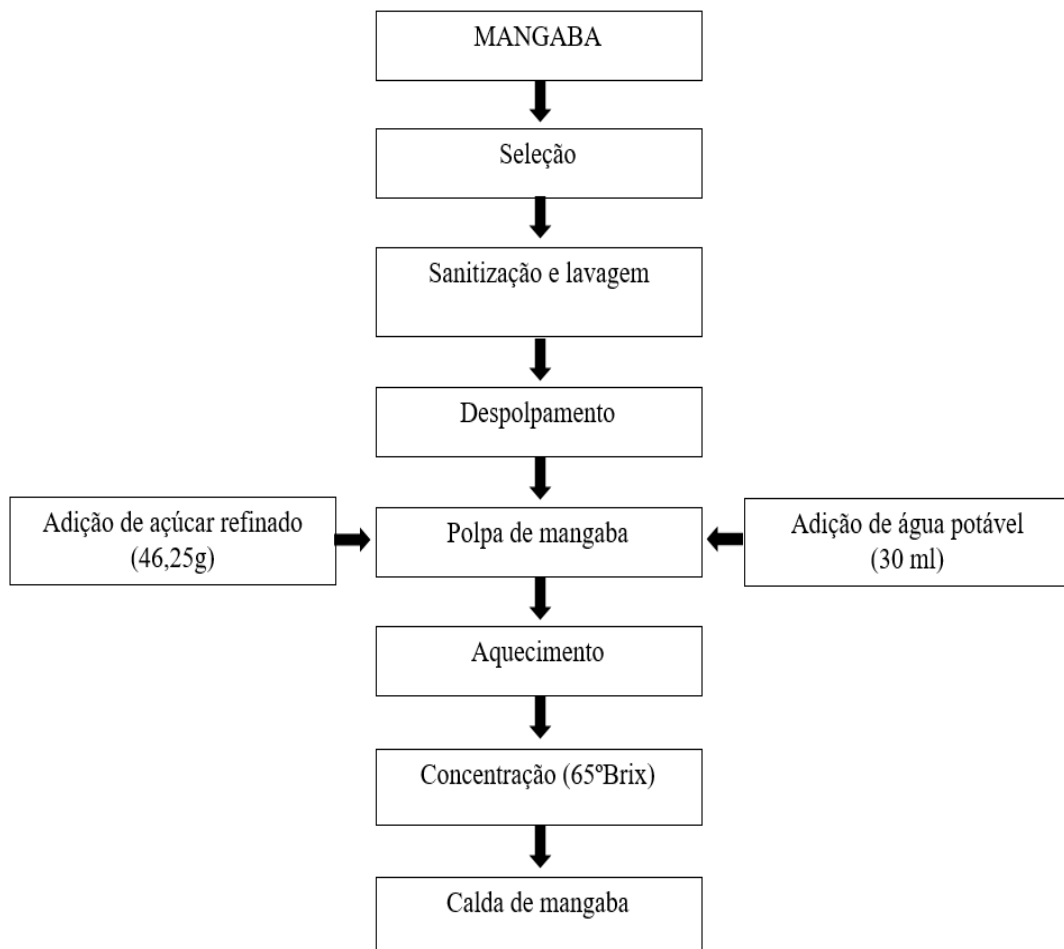
A elaboração da calda de mangaba foi realizada em um tacho aberto sob aquecimento e agitação constante, foram dissolvidos açúcar refinado e polpa de mangaba na proporção 1:1 em 30 ml de água filtrada, a mistura foi concentrada até 65 °Brix e reservada. De acordo a figura 3 (fluxograma 1).

Para a produção do doce de leite bubalino, utilizou-se 500 ml de leite filtrado, pasteurizado à 65°C por 30 minutos. Foi adicionado bicarbonato de sódio para a correção da acidez do leite, até atingir 13 °Dornic.

O leite foi transferido para um tacho aberto e levado para aquecimento sob agitação constante. Ao atingir 90°C foi adicionado 90g de açúcar, essa mistura foi concentrada a 55 °Brix onde foi adicionando 10g de xarope de glicose, após alcançar 60 °Brix, foi adicionado a calda de polpa de mangaba, permanecendo sob agitação até 65 °Brix (figura 5). O doce foi envasado a quente e armazenado a temperatura ambiente (figura 6). De acordo com a figura 4 (fluxograma 2).

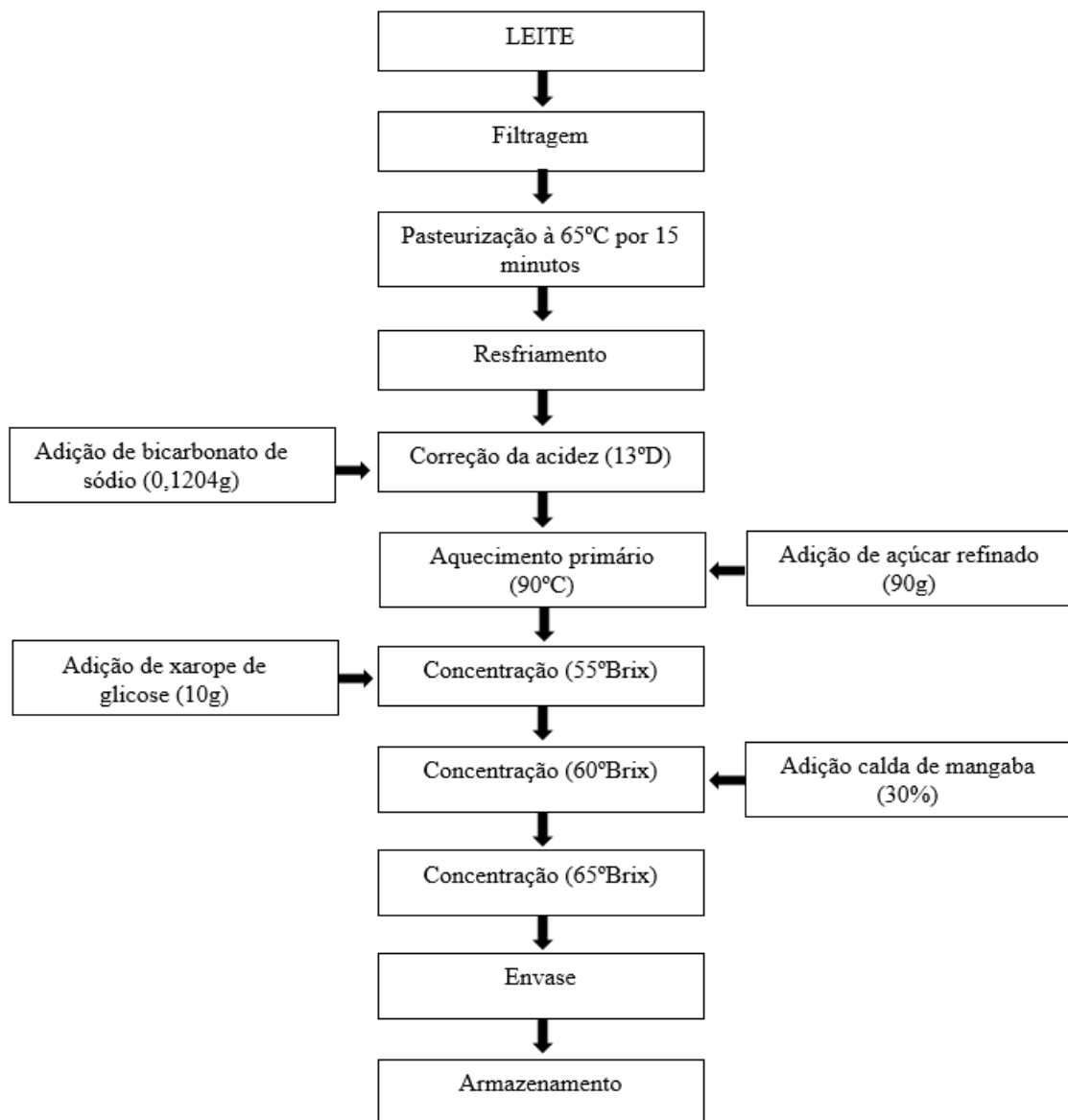
Os utensílios utilizados no processamento foram previamente sanitizados com solução de hipoclorito de sódio 200 mg. L-1 / 15 minutos.

Fluxograma 1: higienização da fruta e elaboração de calda de mangaba 30%.



Fonte: adaptado, DOS SANTOS et al. (2020).

Fluxograma 2: elaboração de doce de leite pastoso com adição de calda de mangaba.



Fonte: adaptado, DOS SANTOS et al. (2020).

Figura 5: elaboração do doce de leite com calda de mangaba.



Fonte: AUTOR, 2023.

Figura 6: envase e armazenamento do doce de leite com calda de mangaba.



Fonte: AUTOR, 2023.

Figura 7: doce de leite com calda de mangaba 30%.



Fonte: AUTOR, 2023.

4.5 MÉTODOS ANALÍTICOS

4.5.1 Caracterização físico-química (mangaba, leite de búfala e doce de leite).

4.5.1.1 pH

A determinação de pH foi realizada em triplicata na mangaba e no leite utilizando pHmetro de bancada modelo “MS Tecnopon mpa 210”, de acordo com a metodologia descrita pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

4.5.1.2 Acidez total

A acidez total foi determinada em triplicata por titulação com NaOH nas concentrações 0,01 e 0,1 M para leite e mangaba respectivamente, e calculado de acordo com as equações 1 e 2, segundo o INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

Equação 1: Acidez no leite de búfala

$$acideztotal\% = \frac{Vg \times M \times Fc \times PE \times 100}{Pa \times 1000}$$

Onde:

Vg = Volume gasto de NaOH;

M = Molaridade do NaOH;

Fc = Fator de correção do NaOH;

PE = Valor do ácido específico da amostra (ácido láctico);

Pa = Peso da amostra.

Equação 2: Ácidez na polpa de mangaba

$$acideztotal\% = \frac{Vg \times M \times Fc \times PE \times 100}{Pa \times 1000}$$

Onde:

Vg = Volume gasto de NaOH;

M = Molaridade do NaOH;

Fc = Fator de correção do NaOH;

PE = Valor do ácido específico da amostra (ácido cítrico);

Pa = Peso da amostra.

4.5.1.3 Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis foram determinados em triplicata na mangaba e no leite utilizando refratômetro portátil de escala de 0-32 °Brix modelo “Inconterm T-DIV-0070.00” de acordo com o método descrito pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

4.5.1.4 Relação sólidos solúveis / acidez total

A relação solúvel / acidez total foi determinada em triplicata na polpa de mangaba de acordo com o método descrito pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

Equação 3: Ratio

$$\frac{\text{Solidos solúveis}}{\text{Acidez total}} \% = \text{Ratio}$$

4.5.1.5 Umidade

O teor de umidade foi realizado de acordo com metodologia descrita pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). A análise foi determinada na polpa de mangaba e no doce de leite em triplicata, as amostras foram levadas para estufa de circulação de ar modelo “Quimis Q-314D242” à temperatura de 65° C por 10h até peso constante, e calculado utilizando a equação 3 e 4.

Equação 4:

$$\text{Solidos totais \%} = \frac{(Pcs - Pc)}{Pa} \times 100$$

Onde:

Pcs = Peso do cadinho com a amostra seca (g);

Pc = Peso do cadinho (g);

Pa = Peso da amostra (g).

Equação 5:

$$\text{Umidade \%} = 100 - \text{solidos totais \%}$$

4.5.1.6 Cinzas

A porcentagem de cinzas foi quantificada na polpa de mangaba e no doce de leite em triplicata, seguindo a metodologia descrita pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). As amostras foram levadas para forno mufla modelo “Zezimaq” à temperatura de 550°C por 3 horas, e calculado através da equação 5.

Equação 6:

$$\text{Cinzas}\% = \frac{100xN}{P}$$

Onde:

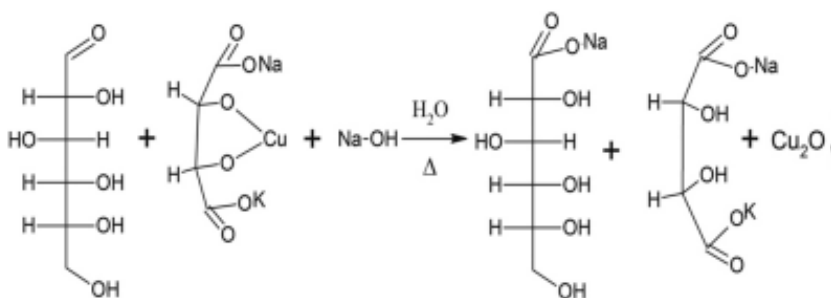
N = Peso do resíduo (g);

P = Peso da amostra (g);

4.5.1.7 Açúcares redutores

A determinação de açúcares redutores pelo método de Lane-Eynon, baseia-se na reação de oxirredução, na qual há a oxidação dos açúcares redutores à ácidos carboxílicos, e redução dos sais cúpricos em meio alcalino da solução de Fehling, em íons cuprosos, sob a ação do calor formando um precipitado vermelho tijolo (ASQUIERE et al., 2019).

Figura 8: Reação de oxirredução do reagente de Fehling.



Fonte: TAVARES et al., 2010.

A análise foi realizada em triplicata na mangaba e no doce de leite, os resultados foram obtidos através da equação 6, segundo a metodologia descrita por INSTITUTO ADOLF LUTZ (2008).

Equação 7:

$$\text{acideztotal} = \frac{100xVbxFc}{VgxPa}$$

Onde:

Vg = Volume gasto (mL);

Fc = Fator de correção;

Vb = Volume do balão (mL);

Pa = Peso da amostra (g).

4.5.1.8 Determinação de proteínas

O teor de proteínas foi determinado pelo método de Micro Kjeldahl, em triplicata na polpa da mangaba e no doce de leite utilizando bloco digestor em temperatura de 400 °C, modelo “Tecnal TE 040/25”, e aparelho de destilação de nitrogênio, do modelo “Tecnal TE 036/1”, de acordo com o INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). Calculado de acordo com as equações 7, 8 e 9.

Equação 8:

$$\text{Nitrogenio\%} = \frac{(Va - Vb) \times N \times Fc \times 14 \times 100}{Pa \times 1000}$$

Onde:

Va = volume gasto da amostra (mL);

Vb = Volume gasto do branco (mL);

M = Molaridade da solução de HCl;

Fc = Fator de correção;

Pa = Peso da amostra (g).

Equação 9:

$$\text{Proteinas\%} = N\% \times \text{Fator}$$

Onde:

N = Nitrogênio;

Fator = 6,25

Equação 10:

$$Proteinas\% = N\% \times Fator$$

Onde:

N = Nitrogênio;

Fator = 6,38

4.5.1.9 Gordura por soxhlet

A extração lipídica das amostras da polpa da mangaba e do doce de leite foram realizadas pelo método de extração utilizando refluxo com solvente orgânico sob temperatura alta. Ambas as amostras foram previamente secadas numa estufa de circulação de ar à 65°C até peso constante. Os balões de fundo chato, foram preparados na mesma estufa, em 105°C por 1 hora.

Após esse processo a amostra foi transferida para um cartucho, previamente pesado, e colocados no aparelho extrator de Soxhlet modelo “308.16”. Com o auxílio da temperatura o solvente orgânico (hexano), em forma de vapor, passa pelo condensador onde se esfria e se liquefaz. Com o tempo, o solvente arrasta a gordura da amostra, e após cerca de seis horas de extração o extrato lipídico é obtido no balão de fundo chato.

Esse mesmo balão, após a extração, foi desacoplado do sistema e colocado na estufa até secar o solvente, restando apenas o lipídio da amostra. O valor obtido foi calculado por meio da equação 11.

Equação 11:

$$Lipídeos\% = 100 \times \frac{(Pbs - Pb)}{(Pcs - Pc)}$$

Onde:

Pbs = Peso do balão com a amostra seca (g);

Pb = Peso do balão (g);

Pcs = Peso do cartucho com amostra seca (g);

Pc = Peso do cartucho (g).

4.5.1.10 Gordura por Gerber

A porcentagem lipídica foi determinada pelo método de extração por Gerber em triplicata na amostra de leite de búfala, utilizando um lactobutirômetro na qual foi adicionado ácido sulfúrico e álcool isoamílico junto a emulsão de leite e levado para agitação por 1 hora. Após esse período o lactobutirômetro foi colocado em banho maria modelo ‘solidsteel SSD-10’ em temperatura de 60°C por 15 minutos em seguida observado e anotado a valor obtido na escala do lactobutirômetro, de acordo com o INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

4.5.1.11 Gordura por Rose-Gottlieb

O teor de lipídeos foi determinado pelo método de Rose-Gottlieb de acordo com o INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008), no doce de leite, a amostra primeiramente foi tratada com hidróxido de amônio em banho maria modelo “solidsteel SSD-10” a 60°C por 20 minutos, depois levada para um funil de separação e adicionado álcool, em seguida foi adicionado uma mistura de éteres (éter etílico e de petróleo), homogeneizado e deixado em repouso até separação das fases, a fase etérea foi transferida para um béquer previamente tarado e levado para a estufa modelo “Quimis Q-314D242” à temperatura de 100°C por 5 horas, calculado utilizando a equação 12.

Equação 12: Teor de lipídeos II.

$$\text{Lipídeos\%} = \frac{(w1 - w2)}{w} \times 100$$

Onde:

W1 = Peso do frasco com gordura (g);

W2 = Peso do frasco (g);

W = Peso da amostra (g).

4.5.1.12 Densidade

A densidade do leite de búfala foi estabelecida seguindo metodologia descrita pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008), onde a amostra foi homogeneizada e transferida para uma proveta de 250ml, em seguida foi inserido um termolactodensímetro e dele se obteve a leitura da temperatura a 15°C e da densidade que foi corrigida.

4.5.1.13 Determinação de vitamina C

O teor de vitamina C foi quantificado na amostra de polpa de mangaba em triplicata de acordo com a metodologia descrita por AOAC, N. 987.21 (1995). A amostra foi tratada com solução de ácido oxálico 2% e titulada com a solução de DCFI (2,6-dicloro-indofenol), o valor obtido foi calculado de acordo com a equação 13.

Equação 13: Teor de ácido ascórbico

$$\text{Ácidoascórbico}(mg/100g) = \frac{(Vg \times F)}{Pa} \times 100$$

Onde:

Vg = volume gasto de DCFI na titulação;

F = fator de correção do DCFI;

Pa = Peso da amostra.

4.5.1.14 Fibra bruta

A porcentagem de fibra bruta foi quantificada nas amostras de mangaba e doce de leite em triplicata de acordo a metodologia descrita pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008), por meio da digestão com soluções de ácido sulfúrico e hidróxido de sódio no equipamento de digestão de fibras modelo “MA450”, filtradas a vácuo com água fervida, e levadas para estufa de circulação de ar à temperatura de 105°C por 3 horas até peso constante, em seguida para forno mufla à temperatura de 550°C por 2 horas. O valor obtido foi calculado de acordo com a equação 14.

Equação 14:

$$\text{Fibrabruta}\% = \frac{Ps - Pc}{Pa} \times 100$$

Onde:

Ps = Peso da amostra seca (g);

Pc = Peso da amostra após mufla (g);

W = Peso da amostra (g).

4.5.1.15 Carboidratos

Os carboidratos foram determinados de acordo como descrito na Resolução da Diretoria Colegiada nº 360 de 23 de dezembro de 2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2003). O valor é obtido pela diferença entre 100 e a soma da porcentagem de proteínas, gorduras, umidade e cinzas, de acordo com a equação 15.

Equação 15:

$$\text{Carboidratos\%} = 100 - (P\% + G\% + U\% + C\%)$$

Onde:

P% = porcentagem de proteínas;

G% = porcentagem de gorduras;

U% = porcentagem de umidade;

C% = porcentagem de cinzas.

4.5.1.16 Valor Energético

O valor energético foi determinado de acordo como descrito na Resolução da Diretoria Colegiada nº 360 de 23 de dezembro de 2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2003). O valor foi estimado (kcal/100g) utilizando-se os fatores de conversão: 4 kcal/g para carboidratos e proteínas e 9 kcal/g para lipídios.

4.5.2 Determinação de compostos fenólicos totais

A metodologia baseia-se na redução dos ácidos fosfomolibdico e fosfotúngstico em solução alcalina. A cor azul produzida pela redução do reagente Folin-Ciocalteu pelos fenólicos é medida por espectrofotômetro, na faixa de absorção visível no comprimento de onda de 760 nm. Foram quantificados seguindo a metodologia adaptada de SINGLETON et al. (1999), na qual foi utilizado, carbonato de sódio 7,5% e o reagente de Follin-Ciocalteu 10%. O padrão da análise foi feito em diferentes concentrações de ácido gálico, 10 a 100 mg/L, de acordo com o gráfico 1.

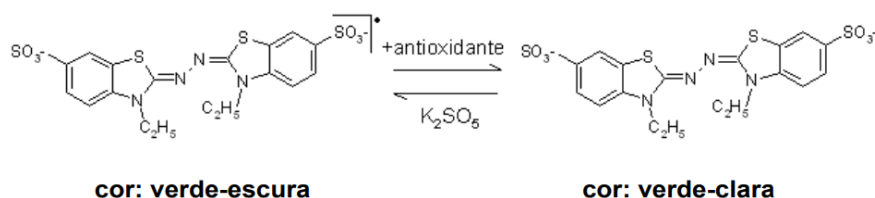
A determinação de Compostos Fenólicos foi realizada na polpa de mangaba e no doce de leite, a solução extratora foi prepara utilizando acetona 70% e álcool metílico

50%. Em tubos de ensaio, foram adicionados 0,5 mL de extrato das amostras, em seguida foi adicionado 2,5 mL de solução de Follin-Ciocalteu à 10% e 2 mL de solução de Carbonato de Sódio à 7,5% e agitou-se os tubos em agitador de tubos “BENFER BAT 500” e colocados em banho-maria a 50°C durante 30 min. As amostras foram resfriadas em banho de gelo e lidas em espectrofotômetro modelo “kasuaki IL-490” a 760nm. O cálculo de Compostos Fenólicos foi determinado através da equação da reta da curva padrão e o resultado é expresso mg EAG/100g.

4.5.3 Determinação de capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante foi realizada segundo a metodologia adaptada de Rufino et al. (2007), onde o ABTS reage estequiometricamente a uma relação 1:0,5 com o persulfato de potássio, gerando o radical ABTS^{•+}, que apresenta cor azul esverdeado, e possui absorção máxima em 645, 734 e 815 nm. Com a adição de um antioxidante, ocorre a redução do ABTS^{•+} a ABTS promovendo a perda da coloração do meio reacional. Com a perda de cor, a porcentagem de inibição do ABTS^{•+} é determinada em função do Trolox, um padrão submetido às mesmas condições de análise do antioxidante.

Figura 9. Estabilização e formação do radical ABTS^{•+}



Fonte: RUFINO et al., 2007.

A análise foi determinada em triplicata na polpa de manga e doce de leite 30%, os extratos foram preparados com solução de metanol 50% por 30 minutos, filtrada e depois com acetona 70% por 30 minutos, filtrada e armazenadas em um recipiente âmbar.

O radical ABTS^{•+} foi preparado adicionando-se 88µL de persulfato de potássio em 5mL do ABTS para reagir no período de 16 horas na ausência de luz, após esse período foi feita a diluição em etanol 70% até absorvância 0,700nm. Para o preparo da curva padrão foi utilizado o Trolox na concentração de 2 mM diluído em álcool etílico a 70%, as concentrações utilizadas na curva foram de 10, 50, 100, 500, 1000, 1500 e 2000 g/L, como descrito no gráfico 2.

Dos extratos de polpa de mangaba e doce de leite 30% foram preparadas diluições de 20, 40, 60, 80 e 100% para curva das amostras, em tubos de ensaio foram adicionados 30µL de cada diluição, em seguida foi adicionado 3 mL do ABTS, os tubos foram agitados e ficaram em repouso durante 6 minutos no escuro. Após esse período, foram feitas as leituras no espectrofotômetro em comprimento de onda de 734nm, utilizando como branco o álcool etílico.

4.5.4 Determinação de atividade enzimática da polpa de mangaba

As enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) foram determinadas na de polpa de mangaba de acordo com a metodologia adaptado de Campos & Silveira (2003). Os extratos para atividade enzimática foram preparados utilizando 10g de amostras diluídas em soluções tampões de pH 5,5, 6, 6,5 e 7 (50Mm) sobre agitação magnética em banho de gelo na ausência de luz por 45 min, após essa etapa foram centrifugadas e armazenadas em frascos ambas sob refrigeração.

Para determinação da enzima polifenoloxidase foram utilizados 4 tubos de ensaio contendo 300 µL de extrato, 5ml fosfato de acordo com o pH do extrato, 750 µL catecol 1% e para o branco a amostra foi substituída por água destilada. A leitura para polifenoloxidase foi realizada no espectrofotômetro à 420 nm a cada 10 segundos.

Para a enzima peroxidase foram utilizados 4 tubos de ensaio contendo 300 µL de extrato, 5,3 mL fosfato de acordo com o pH do extrato, 525 µL guaiacol 0,2M, 100 µL de peróxido de hidrogênio 30% e para o branco a amostra foi substituída por água destilada. A leitura para peroxidase foi realizada no espectrofotômetro à 470nm a cada 10 segundos. Os resultados foram expressos de acordo com a equação 16.

Equação 16: Atividade enzimática

$$\text{Atividade} = \frac{\Delta \text{Abs} \times 1000}{\Delta t \times V}$$

Onde:

ΔAbs = variação de absorbância

Δt = variação de tempo

V = volume da amostra

4.6 ANALISES MICROBIOLÓGICAS (DOCE DE LEITE)

4.6.1 Determinação de *salmonella sp*

A análise foi realizada em triplicata seguindo a metodologia de Silva et al. (2007) e de acordo com o padrão descrito na RDC nº12 de 2 de janeiro de 2001. 25 g do doce de leite foi diluído com água tamponada (solução 10^{-1} e levado para estufa modelo “nova técnica 403 – 3D” à 35 °C por 24 horas, após esse período foram separados dois tubos de ensaio, um com caldo tetracionato (TT) e outro com caldo selenito cistina (CS) e neles foi adicionado 1ml da solução 10^{-1} , os tubos foram levados para estufa à 35 °C por 24 horas. Após essa etapa, as soluções dos tubos foram transferidas com o auxílio de uma alça de platina para os meios de cultura XLD, BG, BS e HE, em seguida levados para estufa 35 °C por 24 horas. No final do processo verificou-se presença ou ausência de colônias típicas.

4.6.2 Determinação de coliformes totais

Análise realizada em triplicata seguindo a metodologia de Silva et al. (2007) e de acordo com o descrito na RDC nº12 de 2 de janeiro de 2001. 25 g do doce de leite foi diluído com água peptonada (solução 10^{-1} e a partir desta solução em dois tubos de ensaio foram preparadas as diluições 10^{-2} e 10^{-3} . De cada diluição foi transferido 1 mL para tubos contendo 10 mL de caldo lauryl, em seguida os tubos foram levados para incubação à 35°C/24 h. Após esse período verificou se ausência de gás nos tubos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 1 estão representados os parâmetros dos resultados físico-químicos da polpa de mangaba.

Tabela1. Parâmetros físico-químicos da polpa de mangaba.

Parâmetros físico-químicos	Polpa de mangaba	Brasil, 2000.
pH	3,66 ± 0,01	Mínimo 2,80
Acidez total (%)	0,95 ± 0,005	Mínimo 0,70
Sólidos solúveis	16,83 ± 0,76	Mínimo 8,0
SS/ATT (Ratio)	17,59 ± 0,88	
Umidade (%)	81,22 ± 0,15	
Cinzas (%)	0,34 ± 0,06	
Açúcares redutores (%)	4,68 ± 0,03	
Proteínas (%)	0,61 ± 0,01	
Gorduras (%)	0,80 ± 0,7	
Fibra bruta (%)	3,22 ± 0,35	

Fonte: AUTOR, 2023.

Os valores encontrados para as análises físico-químicas da polpa de mangaba encontram se de acordo com os parâmetros exigidos pela legislação.

O pH está relacionado ao estado de conservação das frutas, quanto menor o pH menor será a ação das bactérias deterioradoras. A amostra de mangaba analisada apresentou valor médio de pH 3,66, valor semelhante ao encontrado por Carnelossi et al. (2004), que constatou o valor médio de 3,50 em frutos maduros da região de Itaporanga D'Ajuda/SE, e dentro da mesma variação encontrada por Nascimento et al. (2014), que analisou frutos dos municípios de Angical, Barreiras e São Desidério/BA e encontrou valores de 3,45 a 4,49.

O teor de acidez é um parâmetro de qualidade para as frutas, quanto maior a acidez menor será a ação dos microrganismos deterioradores. Para a acidez total o valor encontrado foi de 0,95%, resultado semelhante a pesquisa realizada por Perfeito (2015), que analisou frutos de mangaba madura e encontrou acidez média de 0,84%. Silva et al. (2009), encontrou resultados inferiores na sua pesquisa, onde analisou 7 frutos do cerrado e obteve para os frutos de mangaba madura, média de acidez total 0,31%.

Os sólidos solúveis obtidos na polpa de mangaba foi de 16,83, valor próximo ao encontrado por Perfeito (2015), que obteve valor médio de 17,53. Na pesquisa realizada por Carnelossi et al. (2004), o valor médio é de 15,2, semelhante ao encontrado na presente pesquisa. Os sólidos solúveis, acidez total e o pH são indicativos do estágio de maturação, influenciando na estabilidade e conservação do fruto (SILVA et al., 2009).

O valor da relação SS/ATT, o “Ratio” é um indicativo de sabor e do grau de maturação dos frutos. Na presente pesquisa a polpa de mangaba paraense apresentou média de 17,59%. Neto (2017), obteve média de 15,87%, na sua pesquisa sobre a qualidade da polpa *in natura* de mangaba do município de João Pessoa. Bett et al. (2019), encontraram média de 12,84% para polpa congelada de mangaba do estado Goiânia. O encontrado no presente estudo encontrou-se dentro da faixa de variação de Nascimento et al. (2014) obteve médias de 14,76 a 28,80%. Nas literaturas utilizadas os limites mínimos e máximos do Ratio da mangaba foi de 12,84 a 28,80%, classificados como maduros. Logo, a mangaba paraense encontrou-se dentro dessa variação, sendo considerada madura.

A polpa de mangaba apresentou valor médio de 81,22% para o teor de umidade, resultado semelhante ao obtido por Perfeito (2015), com média de 83,6% e próximo do estudo realizado por Tomazi et al. (2018), que encontrou média de 87% em polpas de mangaba congeladas, dos estados Amapá e Paraíba.

Para o teor de resíduo mineral fixo a amostra apresentou variação de 0,34%, Bramont et al. (2018), encontrou média de 0,50% na polpa de mangaba, no seu estudo comparativo das propriedades presentes na casaca e na polpa de 10 frutos comercializados no Brasil. Assumpção et al. (2014), encontrou variação de 0,42% de resíduo mineral fixo no seu estudo de caracterização dos frutos de mangaba da região do médio Araguaia, resultado equivalente ao encontrado na atual pesquisa.

Para o teor de açúcares redutores a média encontrada foi de 4,68%. Souza et al. (2007), avaliou a qualidade pós-colheita do fruto de mangaba de um centro de pesquisa da região de João Pessoa, e obteve média de 8,94%. Perfeito (2014), analisou as características físico-químicas da mangaba *in natura*, e obteve média de 4,16%.

O teor de proteína obtido foi de 0,61%, Silva et al. (2008) encontrou média de 1,20% de proteína na polpa de mangaba. Assumpção et al. (2014), obteve média de 0,86%, valor próximo ao encontrado no presente estudo.

A média do teor de lipídeos obtido da amostra foi de 0,80%. Perfeito (2014), obteve média para o teor de lipídeos de 0,86%, valor semelhante ao encontrado na presente pesquisa.

A amostra analisada apresentou média de 3,22% do teor de fibra alimentar total. Na pesquisa realizada por Assumpção et al. (2014), a média encontrada foi de 4,50%. Silva et al. (2008) encontrou média de 3,40% de fibra alimentar na polpa de mangaba.

Na tabela 2 estão representados os parâmetros dos resultados físico-químicos do leite de búfala *in natura*.

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos do leite de búfala *in natura*.

Parâmetros físico-químicos	Leite de búfala <i>in natura</i>	SÃO PAULO, 2008.
pH	6,5 ± 0,05	6,40 – 6,90
Acidez total (°D)	14,29 ± 0,09	14 - 23 °D
Umidade (%)	88,74 ± 0,04	
Cinzas (%)	0,52 ± 0,005	
Proteínas (%)	4,75 ± 0,11	
Gorduras (%)	5,16 ± 0,28	Mínimo 4,5%
Densidade (g/mL)	1,030	1,028-1,034

Fonte: AUTOR, 2023.

Os resultados encontrados na presente pesquisa estão de acordo com a legislação vigente.

O valor médio do pH encontrado no leite de búfala foi de 6,5. Pignata et al. (2014), obteve média de 6,72 e 6,69 para leite de búfala e leite de vaca respectivamente, na sua pesquisa comparativa da composição química dos dois tipos de leite. Figueiredo et al. (2010), encontrou média de 6,48, no estudo avaliativo da qualidade físico-química e microbiológica do leite de búfala vendido no Pará.

O teor de acidez encontrado no leite de búfala foi de 14,29 °D, Pignata et al. (2014), obteve valor semelhante com média de 15 °D, Figueiredo et al. (2010), encontrou resultado superior com média de 17,89 °D. O teor de acidez pode ser indicativo de qualidade para leite, uma vez que a falta ou tratamento térmico inadequado.

A porcentagem de proteínas no leite de búfala foi de 4,75%. Resultado superior ao encontrado por Pignata et al. (2014), que encontrou média 3,05% e semelhante ao

encontrado por De lima et al. (2014), que avaliou a qualidade do leite de búfala *in natura* e obteve média de 4,24%.

O teor de umidade obtido no leite de búfala foi de 88,74%, valor aproximado ao encontrado por Pignata et al. (2014), com média de 86,53% e Pinto et al. (2018), com média 87,88%, que avaliou as características do leite de búfala *in natura*. O resíduo mineral fixo encontrado foi de 0,52 %, semelhante ao encontrado por Pinto et al. (2018), com média de 0,53% e Lima (2017), que avaliou as características físico-químicas do leite de búfala comercializado no Piauí, e encontrou média de 0,80%.

O nível médio de lipídeos encontrado foi de 5,16%, valor superior ao encontrado por Pignata et al. (2014), que obteve média de 4,26% e inferior ao encontrado por Santos (2022), que obteve média de 6,25%. De acordo com Amaral et al. (2005), fatores com clima, solo, estágio de lactação, raça e alimentação, podem influencia diretamente no teor dos componentes do leite.

A densidade encontrada foi de 1,030 g/mL, o resultado semelhante ao de Pignata et al. (2014) e Pinto et al. (2018), que obtiveram 1,029 g/mL e 1,030 g/mL, respectivamente.

Na tabela 3 estão representados os parâmetros físico-químicos do doce de leite com calda de mangaba.

Tabela 3. Parâmetros físico-químicos do doce de leite com calda de mangaba.

Parâmetros físico-químicos	Doce de leite	Brasil, 1997. Para leite bovino.
pH	6,61 ± 0,03	
Acidez total (%)	0,40 ± 0,005	
Umidade (%)	19,71 ± 0,25	Máximo 30
Cinzas (%)	1,31 ± 0,31	Máximo 2,0
Proteínas (%)	7,42 ± 0,22	Mínimo 5,0
Gorduras (%)	12,32 ± 0,08	6,0-9,0
Açúcares redutores (%)	8,59 ± 0,005	
Carboidratos (%)	59,36 ± 0,53	
Valor calórico (kcal/100 g)	377,48 ± 1,87	

Fonte: AUTOR, 2023.

O pH apresentou média de 6,61, resultado semelhante ao encontrado por Jacob et al. (2018), que analisou o doce de leite elaborado a partir do leite de búfala *in natura* e armazenado e De melo neto et al. (2020), que analisou o doce de leite elaborado com leite de bovino adicionado de fruta, e obtiveram média de 7,02 e 6,70 respectivamente. O teor de acidez encontrado foi de 0,40%. Dos santos et al. (2020), analisou doce de leite elaborado a partir do leite de búfala adicionado de caldas de bacuri e cupuaçu e encontrou média de 0,96% para acidez.

Para a umidade o valor encontrado foi de 19,71%, resultado aproximado ao encontrado por Cardoso et al. (2018), com média de 27,65% para o doce de leite bubalino, Santos (2018), que analisou doce de leite bubalino com adição de fruta, encontrou média de 27,63%. Para o teor de cinzas a média estabelecida foi de 1,31%, valor semelhante ao encontrado por Figueiredo et al. (2013), Dos santos et al. (2020) e De melo neto et al. (2020), com médias de 1,46%, 1,37% e 1,57% respectivamente.

O resultado obtido para proteínas foi de 7,42%, próximo ao valor obtido por Figueiredo et al. (2013), 6,89%, Dos santos et al. (2020), 5,34% e Souza et al. (2002), que avaliou a qualidade microbiológica e físico-química de doces de leite bubalinos produzidos na ilha do Marajó e obteve média de 8,71%.

De acordo com Brasil (1997) o doce de leite é classificado como doce de leite com no máximo 6% de gordura e doce de leite com creme com no mínimo 6% ou, igual ou maior, que 9% de matéria gorda. A média do teor de lipídeos encontrada na presente pesquisa foi de 12,32%, sendo classificado como doce de leite com creme. Dos santos et al. (2020), encontrou valor semelhante, com média de 13,98%. O teor de açúcares redutores foi de 8,59%, resultado equivalente ao obtido por Figueiredo et al. (2013), 6,22% e superior ao encontrado por De Melo neto et al. (2020), 3,69%.

A média do valor de carboidratos e valor energético encontrado na presente pesquisa foi de 59,36% e 377,48 Kcal/100 g respectivamente, valores semelhantes aos encontrados por Dos santos et al. (2020), que em sua pesquisa obteve média de 34,54% para os carboidratos e de 325,34 Kcal/100 g para o valor energético.

Na tabela 4 estão representados os parâmetros microbiológicos do doce de leite com calda de mangaba.

Tabela 4. Parâmetros microbiológicos do doce de leite com calda de mangaba.

Parâmetros microbiológicos	Doce de leite	Brasil, 2001.
<i>Salmonella sp</i>	Ausente	Ausente
Coliformes totais (NMP/g)	< 3,0	5 x10

NMP, número mais provável.

Fonte: AUTOR, 2023.

Com base nos resultados obtidos o doce de leite elaborado encontra-se dentro dos parâmetros estabelecidos em legislação (Brasil 2001), encontrando-se em condições higiênicas sanitárias para consumo. Não sendo detectado a presença de coliformes totais e *salmonella sp*. De morais et al. (2020), analisou doces de leite artesanais e industriais comercializados em Maceió e obteve resultados semelhantes com ausência de coliformes e *salmonella sp*.

Na tabela 5 estão representados os resultados obtidos para os compostos bioativos, atividade antioxidante da mangaba e doce de leite com calda de mangaba.

Tabela 5. Compostos bioativos e atividade antioxidante.

Parâmetros	Mangaba	Doce de leite
Compostos fenólicos (mgEAG/100 g)	229,91 ± 2,39	47,61 ± 1,50
ABTS ($\mu\text{mol}^{\text{TE}}/\text{g}$)	10,64 ± 1,73	2,83 ± 0,19
Vitamina C (mg/100 g)	104,9 ± 6	

EAG, equivalente de ácido gálico; TE, trolox equivalente.

Fonte: AUTOR, 2023.

Para quantificação dos compostos fenólicos na mangaba a média obtida foi de 229,91 mgEAG/100 g, valor semelhante ao encontrado por Rocha (2015) que analisou a polpa de mangaba proveniente do estado de Sergipe, e obteve para compostos fenólicos média de 264,0 mgEAG/100 g. Paula et al. (2018), que avaliou o comportamento dos compostos bioativos e atividade antioxidante na mangaba *in natura*, e encontrou média de 60,4 mgEAG/100 g, resultado inferior ao encontrado na presente pesquisa. De acordo com a classificação feita por Vasco et al. (2008), a polpa de mangaba analisada encontra-se no nível intermediário com relação a concentração de compostos fenólicos na qual pode variar de 200 a 500 mgEAG/100 g.

Para a determinação da capacidade antioxidante na mangaba pelo método do radical $ABTS^+$ obtivesse média de $10,64 \mu molTE/g$. Paula et al. (2018), encontrou valor semelhante com média de $18,54 \mu molTE/g$. Na pesquisa realizada por Rocha (2015), que avaliou os compostos bioativos e atividade antioxidante da mangaba, e obteve média de $3,28 \mu molTE/g$, resultado inferior ao obtido na presente pesquisa.

A média do teor de ácido ascórbico encontrada na mangaba foi de $104,9 mg/100g$, resultado próximo ao encontrado por Rocha (2015) e Paula et al. (2018), que analisaram a mangaba *in natura* e obtiveram média de $110,68$ e $193,07 mg/100 g$ de ácido ascórbico, respectivamente. Melo (2021), avaliou os compostos bioativos em laranjas e tangerinas do estado da Paraíba, e obteve resultado inferior ao da presente pesquisa com médias de $57,47 mg/100 g$ e $47,79 mg/100 g$ de ácido ascórbico para a laranja e tangerina respectivamente. As amostras de mangaba analisadas apresentaram teores de vitamina C superiores, cerca de duas vezes maior que os resultados de frutas ditas como fonte desta vitamina.

Observa-se que doce de leite elaborado apresentou compostos fenólicos e capacidade antioxidante, com médias de $47,61 mgEAG/100 g$ e $2,83 \mu molTE/g$ respectivamente. A presença desses compostos se deve a adição da calda de mangaba que conferiu ao doce de leite elaborado tais características.

Na tabela 6 estão representados os resultados obtidos para atividade enzimática na polpa de mangaba.

Tabela 6. Atividade enzimática na mangaba.

Parâmetros	Mangaba
Peroxidase (unidade/mg)	4,02
Polifenoloxidase (unidade/mg)	1,0

Fonte: AUTOR, 2023.

Pode-se observar na tabela 6 que a polpa da Mangaba apresentou atividade enzimática para as enzimas peroxidase e polifenoloxidase, a presença destas enzimas produzem o escurecimento enzimático no fruto da mangaba. Para a quantificação da atividade enzimática da POD e PPO os resultados obtidos foram de $4,02$ e $1,0$ Unidade/mg, resultado superior ao encontrado por Moura et al. (2015), que em sua pesquisa quantificou a atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase, na polpa de

frutos de mangaba, embalados em PVC, acondicionados a 10 e 25 °C e determinou a capacidade de películas de fécula de mandioca em inibir a atividade dessas enzimas e obteve valores de 2,57 e 2,37 Unidade/mg para POD e PPO respectivamente.

6 CONCLUSÃO

A mangaba cultivada em Salvaterra apresentou atividade enzimática, sendo a enzima peroxidase com maior atividade, e apresentou capacidade antioxidante, devido à presença de compostos fenólicos e a seu alto teor de ácido ascórbico, podendo ser considerada uma fonte natural de vitamina C.

As formulações de doce de leite bubalino com adição de polpa de mangaba também foram satisfatórias, apresentando parâmetros físico-químicos e microbiológicos dentro dos limites estabelecidos em legislação para o doce de leite bovina. O doce de leite elaborado também apresentou capacidade antioxidante. Portanto, conclui-se que a adição da polpa de mangaba agregou valor no produto elaborado, podendo ser uma alternativa para produtores locais, valorizando as matérias primas regionais.

REFERÊNCIAS

AGOSTINI-COSTA, A. T. S.; VIEIRA, R. F. Frutas nativas do cerrado: qualidade nutricional e sabor peculiar. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, p. 7, 2008.

AOAC. Official methods of analysis 16. ed. Washington: Association of Analytical Chemists.

AMARAL, F. R.; CARVALHO, L. D.; SILVA, N. D.; BRITO, J. R. F. Qualidade do leite de búfalas: composição. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 29, n. 2, p. 106-110, 2005.

ASQUIERI, E. R.; DE MOURA E SILVA, A. G.; DE CÁSSIA SOUSA MENDES, D.; BATISTA, R. D. Comparison of titulometric and spectrophotometric approaches towards the determination of total soluble and insoluble carbohydrates in foodstuff. **Carpathian journal of food science & technology**, v. 11, n. 3, 2019.

ASSUMPÇÃO, C. F.; BACHIEGA, P.; MORZELLE, M. C.; NELSON, D. L.; NDIAYE, E. A.; RIOS, A. D. O.; SOUZA, É. C. D. Characterization, antioxidant potential and cytotoxic study of mangaba fruits. **Ciência Rural**, v. 44, p. 1297-1303, 2014.

BETT, S. C.; PICANÇO, N. F. M.; DE FARIA, R. A. P. G.; FERREIRA, C. L. P. Características físico-químicas, microscópicas e microbiológicas de polpa e xarope de mangaba. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos Volume 4**, cap. 1, p. 8, Poisson, 1ª Edição, Belo Horizonte, 2019.

BLANCO, I. **Blanco's Overview of Alpha-1 Antitrypsin Deficiency: History, Biology, Pathophysiology, Related Diseases, Diagnosis and Treatment**. Academic Press, 2017.

BORO, P.; DEBNATH, J.; DAS, T.; NAHA, B.; DEBARMA, N.; DEABBARMA, P.; DEBBARMA, C.; Devi, L.; Devi, T. Milk composition and factors affecting it in dairy Buffaloes: A review. **Journal of Entomology and Zoology studies**. Abril, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 354, de 04 de setembro de 1997. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Doce de Leite. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília/DF, n. 172, p. 19.685, 08 set. 1997. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/portaria-ma-354-de-04-09-1997,664.html>. Acesso em: 01/02/2021.

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 fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Seção 1, Brasília/DF, 10 de jan.2000, p. 53.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução - RDC nº12 de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 10 de janeiro de 2001.

Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-12-de-2-de-janeiro-de-2001.pdf>. Acessado em: 25/08/2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. 26 dezembro, 2003; (251):33; Seção 1.

BRAMONT, W. B.; LEAL, I. L.; UMSZA-GUEZ, M. A.; GUEDES, A. S.; ALVES, S. C. O.; REIS, J. H. O.; BARBOSA, J. D. V.; MACHADO, B. A. S. Comparação da composição centesimal, mineral e fitoquímica de polpas e cascas de dez diferentes frutas. **Rev. Virtual Quim**, v. 10, n. 4, 2018.

CAMPOS, A. D.; SILVEIRA, E. D. L. Metodologia para determinação da peroxidase e da polifenol oxidase em plantas. **Embrapa Clima Temperado-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, ISSN 1806-9185. Pelotas/RS, p. 1-3, abril, 2003.

CARDOSO, A. E. M.; CARDOSO, L. M.; VERRUCK, S.; CANELLA, M. H. M.; PRUDENCIO, E. S. Emprego de prebiótico em doce de leite bubalino visando à redução da sacarose. In: **Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos**. 2018. p. 1-11.

CARNELOSSI, M. A. G.; TOLEDO, W. F. F.; SOUZA, D. C. L.; LIRA, M. D. L.; SILVA, G. F. D.; JALALI, V. R. R.; VIÉGAS, P. R. D. A. Conservação pós-colheita de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 1119-1125, set-out., 2004.

CARVALHAL, M. V. L.; SANT'ANNA, A. C.; PÁSCOA, A. G.; JUNG, J.; COSTA, M. J. The relationship between water buffalo cow temperament and relationship between water buffalo cow temperament and milk yield and quality traits. **Livestock Science** p.198:109-14, 2017.

CIANCIOSI, D.; FORBES-HERNÁNDEZ, T.; AFRIN, S.; GASPARRINI, M.; REBOREDO-RODRIGUEZ, P.; MANNA, P.; ZHANG, J.; LAMAS, L. B.; FLÓREZ, S. M.; TOYOS, P. A. Phenolic Compounds in Honey and Their Associated Health Benefits: a review. **Molecules**, v. 23, n. 9, p. 1-20, 2018.

CZABAJ, S.; KAWA-RYGIELSKA, J.; KUCHARSKA, A. Z.; KLIKS, J. Effects of mead wort heat treatment on the mead fermentation process and antioxidant activity. **Molecules**, v. 22, n. 5, p. 803, 2017.

DE LIMA, T. C. C.; DO NASCIMENTO RANGEL, A. H.; DE SOUZA MACÊDO, C.; DE ARAÚJO, T. P. M.; DE ARAÚJO, V. M.; DE LIMA JÚNIOR, D. M.; NOVAES, L. P. Composição e qualidade do leite e do soro do leite de búfalas no estado do rio grande DO NORT. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 1, p. 25-30, 2014.

DE LIMA, J. P.; AZEVEDO, L.; DE SOUZA, N. J.; NUNES, E. E.; BOAS, E. V. D. B. V. First evaluation of the antimutagenic effect of mangaba fruit in vivo and its phenolic profile identification. **Food Research International**, v. 75, p. 216-224, 2015.

DE MELO NETO, B. A.; DE SOUZA, J. O.; CARVALHO, E. A.; MELLO, D. L. N.; DE MELO, G. J. A.; BONOMO, R. C. F. Propriedades físico-química e termofísicas do doce de leite pastoso com diferentes concentrações de liquor de cacau. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 68708-68716, 2020.

DE MORAIS, J. Í. P.; SAMPAIO, L. M.; RODRIGUES, M. J.; MOREIRA, J. D. O. V.; DOS SANTOS JÚNIOR, J. A. Qualidade microbiológica de doce de leite artesanal e industrializado comercializados em Maceió-al. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 15, n. 2, p. 1-5, 2020.

DOS SANTOS, D. B.; AGUIAR, R. O.; DA CRUZ, W. P.; DA SILVA BERNARDINO, P. D. L.; DA SILVA MARTINS, L. H.; CARVALHO, F. I. M.; SILVA, P. A. Desenvolvimento e caracterização de doces de leite bubalino pastosos saborizados com doces de bacuri e Cupuaçu. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 56917-56935, 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa de ocorrência da mangabeira no Brasil**. Arte: Alessandra Moraes, 2002. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/mangaba/arvore>. Acesso em: 02/02/2021.

FALEIRO, F. G.; GAMA, L. C.; FARIAS-NETO, A. L.; SOUSA, E. S. O simpósio nacional sobre o Cerrado e o simpósio internacional sobre savanas. In: FALEIRO, F. G.; FARIASNETO, A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 32-46.

FERREIRA, C. P.; JARROUGE, M. G.; DOMINGOS, M. D.; TUNDISI, M.; MARTIN, N. F. **Bioquímica básica**. São Paulo; Ed. Luana; 1997. 363 p.

FIGUEIREDO, E. L.; DE OLIVEIRA, E. M. D.; DO ROSÁRIO, B. J. Elaboração e caracterização do doce de Leite de Búfala em tabletes, com adição de coco. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande/PR, v. 15, n. 2, p. 109-119, 2013.

FIGUEIREDO, E. L.; JUNIOR, J. D. B. L.; TORO, M. J. U. Caracterização físico-química e microbiológica do leite de búfala “in natura” produzido no estado do Pará. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 1, 2010.

FRANCISQUINI, J. D. A.; OLIVEIRA, L. N. D.; PEREIRA, J. P. F.; STEPHANI, R.; PERRONE, Í. T.; SILVA, P. H. F. D. Avaliação da intensidade da reação de Maillard, de atributos físico-químicos e análise de textura em doce de leite. **Revista Ceres**, v. 63, p. 589-596, 2016.

GONÇALVES, L. G. V.; ANDRADE, F. R.; MARIMON JUNIOR, B. H.; SCHOSSLER, T. R.; LENZA, E.; MARIMON, B. S. Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 31-40, 2013.

HASSIMOTTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 8, p. 2928-2935, 2005.

HITZ, D.; BARBOSA, M.; NEZELLO, M. D. C.; MAZUR, C. E. Ação dos compostos fenólicos na aterosclerose: uma revisão. **Visão Acadêmica**, v. 19, n.1, 18 maio 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. Ed. 1, São Paulo, 2008.

JACOB, V. R.; ROQUE, C. M.; DA SILVA, A. D. S. L.; NEVES, K. A. L.; OTANI, F. S. Aspectos de qualidade físico-química de doce de leite de búfalas da raça murreh, a partir de leite fresco e armazenado. **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 288-298, 2018.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HECKER, K. D.; BONANOME, A.; COVAL, S. M.; BINKOSKI, A. E.; HILPERT, K. F.; Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. **The American Journal of Medicine**, vol. 113, n. 9 p. 71–88, 2002.

LIMA, A. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e in vivo e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (Caryocar brasiliense Camb.)**. 2008. 186 f. Tese (Doutorado em Bromatologia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

LIMA, Q. D. S. O. **Queijo Petit Suisse à base de leite de vaca e leite de búfala enriquecido com pólen apícola**. Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Teresina, 2017.2017.

LIMA, B. F.; DA MOTA, D. M. Percepção de mulheres extrativistas sobre o trabalho na ilha de Marajó-Pará. **Ideias**, v. 7, n. 1, p. 89-110, 2016.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; PRAZERES, F. G.; MUSSER, R. S.; LIMA, D. E. S. Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages. **Food Chemistry, Barking**, v. 90, p. 565-568, 2005.

MACHADO, R. B.; NETO, R. B. M.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, F. E.; GONÇALVES A. D.; SANTOS, S. N.; TABOR, K.; STEININGER, M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. **Conservação Internacional**, Brasília/ DF, 2016.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Dados de rebanho bovino e bubalino no Brasil – 2015. Acesso em: 12/11/2022.

MELO, J. D. M. **Qualidade e compostos bioativos de cultivares de laranjas e tangerinas introduzidas no território da borborema paraibano**. Trabalho de conclusão de curso, graduação (agronomia), centro de ciências agrárias, Universidade federal da Paraíba, AREIA, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/20599>. Acessado em: 25/07/2022.

MENDES, M. R. A.; MUNHOZ, C. B. R.; SILVA JÚNIOR, M. C.; CASTRO, A. A. J. F. Vegetation and soil relationship in moist grassland in the National Park of Sete Cidades, Piauí, Brazil. **Rodriguésia**, v. 63, n. 4, p. 971-984, 2012.

- MORZELLE, M. C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E. C.; VILAS BOAS, E. V. B.; LAMOUNIER, M. L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabioba e murici provenientes do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 96-103, 2015.
- MOURA, L. C.; OLIVEIRA, K. B.; VITORINO, L. C.; MEGGER, C.; SILVA, M. A. P.; SILVA, N. F. Atividade de enzimas oxidativas em frutos de mangaba. **In Proceedings of the III INORVAGRI International Meeting**, Fortaleza, Brasil. 2015.
- NASCIMENTO, R. S.; CARDOSO, J. A.; COCOZZA, F. D. Caracterização física e físico-química de frutos de mangabeira (*Hancornia speciosa Gomes*) no oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 856-860, 2014.
- NETO, J. C. **Qualidade, compostos bioativos e capacidade antioxidante de mangaba (*Hancornia speciosa gomes*) in natura e desidratada**. Trabalho de conclusão de curso. Graduação (curso de tecnologia de alimentos). Universidade Federal Da Paraíba, p. 87, 2017.
- PAULA, L. C. **Efeito de diferentes métodos de conservação sobre os compostos bioativos e atividade antioxidante de mangaba (*Hancornia speciosa Gomes*)**. 2015. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- PAULA, L. C.; SILVA, F. A.; SILVA, E. P.; ASQUIERI, E. R.; DAMIANI, C. Influence of preservation methods on the bioactivity of mangaba (*Hancornia speciosa Gomes*) from the Brazilian savannah. **Food Science and Technology**, v. 39, p. 403-409, 2018.
- PERFEITO, D. G. DE A. Processamento da polpa de mangaba (*Hancornia speciosa Gomes*). 2014. 194 p. **Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas**, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/256421>. Acesso em: 07/01/2021.
- PERFEITO, D. G. A.; CARVALHO, N.; LOPES, M. C. M.; SCHMIDT, F. L. Caracterização de frutos de mangabas (*Hancornia speciosa Gomes*) e estudo de processos de extração da polpa. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 3, p. 1-7, 2015.
- PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; DA SILVA JUNIOR, J. F.; DA SILVA, D. B. *Hancornia speciosa*: mangaba. **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, 160 p., Brasília, DF, 2016.
- PERRONE, I. T.; STEPHANI, R.; NEVES, B. S.; SÁ, J. F. O.; CARVALHO, A. F. Atributos tecnológicos de controle para produção do doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 385, p. 42-51, 2012.
- PIGNATA, M. C.; FERNANDES, S. A. D. A.; FERRÃO, S. P. B.; FALEIRO, A. S.; CONCEIÇÃO, D. G. Estudo comparativo da composição química, ácidos graxos e colesterol de leites de búfala e vaca. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 4, p. 226-233, 2014.

PINTO, E. G.; PEREIRA, M. C.; SOARES, D. S. B.; CAMARGO, A. S.; FERNANDES, A. P. S. Desenvolvimento de Iogurtes de Leite de Búfala e Cabra Sabor Açáí. **Uniciências**, v. 22, n. 3Esp, p. 7-10, 2018.

REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, Campinas, SP, 2019.

ROCHA, K. R. A. **Compostos bioativos e atividade antioxidante em polpas de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) in natura e processada, em pó liofilizado e reidratada**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G., PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Scientific methodology: Determination of total antioxidant activity in fruits by free radical capture ABTS. Fortaleza, CE, **Embrapa**, 2007.

SANTOS, E. R. D. **Composição físico-química e Contagem de Células Somáticas (CCS) no leite de búfala produzido no município de Parintins, Baixo Amazonas**. Dissertação de mestrado - programa de pós-graduação em ciência animal e recursos pesqueiros, universidade federal do Amazonas, faculdade de ciências agrárias, Manaus/AM, 2022. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/8838>. Acesso em: 23/08/2022.

SANTOS, L. G. T. D. **Desenvolvimento e avaliação da qualidade do doce de leite a base de leite de búfala com geleia de goiaba**. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em nutrição, Universidade Federal De Pernambuco, Vitória de Santo Antão, p. 53, 2018.

SÃO PAULO. Resolução SAA-03 de 10 de jan. de 2008. Que baixa normas técnicas sobre as condições higiênico-sanitárias mínimas necessárias para aprovação, funcionamento e reaparelhamento dos estabelecimentos destinados a leite e produtos lácteos. **Diário Oficial do estado de São Paulo**, 11 jan. 2008; 118(7):31.

SILVA, D. X. Investigação de compostos bioativos e atividade antioxidante em frutos do cerrado tocantinense. **Revista Cereus**, v. 12, n. 1, p. 64-76, 2020.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. D. O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008.

SILVA, M. S. T.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; GONÇALVES, I. A.; MIRANDA, H. A.; ERCHSEN, R.; FONSECA, R. F. S. R. F.; MELO, J. A.; COSTA, J. M. **Programa de incentivo à criação de búfalos por pequenos produtores do PRONAF**. Pará, 35 p. 2003.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. DOS S.; GOMES, R. A. R. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. **Varela**, v. 3, 2007.

SILVA, A. M. L.; MARTINS, B. A.; DEUS, T. N. Avaliação do teor de ácido ascórbico em frutos do Cerrado durante o amadurecimento e congelamento. **Revista EVS-Revista de Ciências Ambientais e Saúde**, v. 36, n. 6, p. 1159-1169, 2009.

SILVA, A. V. C. D.; AMORIM, J. A. E.; VITÓRIA, M. F. D.; LEDO, A. D. S.; RABBANI, A. R. C. Characterization of trees, fruits and genetic diversity in natural populations of mangaba. **Ciência e agrotecnologia**, v. 41, p. 255-262, 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, p. 152-178, 1999.

SOARES F.P.; PAIVA R.; CAMPOS, A.C.A.L.; PORTO, J.M.P.; NOGUEIRA R.C.; STEIN, V.C. Germinação de sementes de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n. S2, p. 1180-1182, 2007.

SOUSA, C. L.; NEVES, E. C. A.; CARNEIRO, C. A. A.; DE FARIAS, J. B.; PEIXOTO, M. R. S. Avaliação microbiológica e físico-química de doce de leite e requeijão produzidos com leite de búfala na Ilha do Marajó-PA. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 20, n. 2, 2002.

SOUZA, F. G. D.; FIGUEIREDO, R. W. D.; ALVES, R. E.; MAIA, G. A.; ARAÚJO, I. A. D. Postharvest quality of fruits from different mangabeira clones (*Hancornia speciosa* Gomes). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1449-1454, 2007.

STEPHANI, R.; FRANCISQUINI, J.; PERRONE, Í. T.; DE CARVALHO, A. F.; DE OLIVEIRA, L. F. C. Dulce de leche—chemistry and processing technology. In: **Milk production, processing and marketing**. London: IntechOpen, 2019. p. 1-18.

TOMAZI, R; YOKOMIZO, G. K. I.; DE ALMEIDA, S. S. M. DA S. A potencialidade da produção de mangabeiras (*Hancornia speciosa* Gomes) para o desenvolvimento do Amapá: caracterizações físicas, físico-químicas e químicas. **KnE Engineering**, v. 3, n. 2, p. 48-60, 11Feb. 2018.

TEOH, L. S.; LASEKAN, O.; ADZAHAN, N. M.; HASHIM, N. The effect of ultraviolet treatment on enzymatic activity and total phenolic content of minimally processed potato slices. **Journal of food science and technology**, v. 53, p. 3035-3042, 2016.

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.

APÊNDICES

Gráfico 1: Curva padrão de Ácido Gálico.

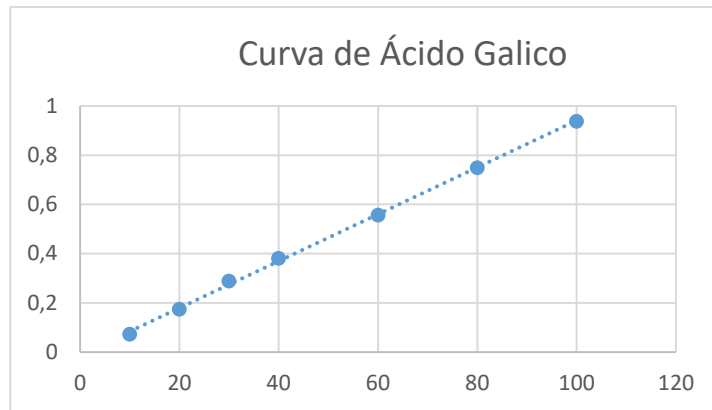
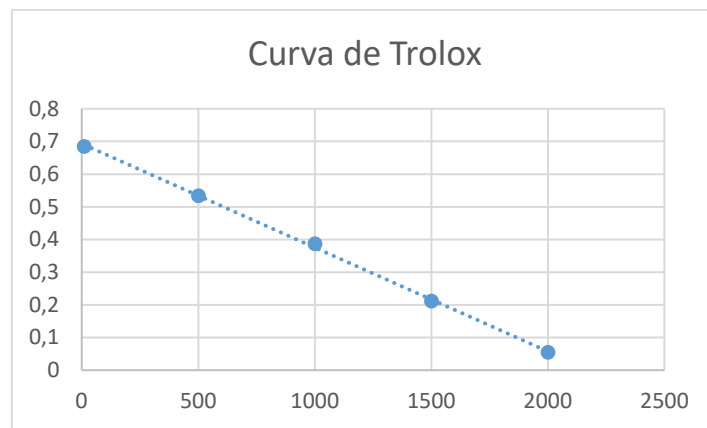


Gráfico 2: Curva padrão de Trolox



ANEXOS



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Curso de Tecnologia de Alimentos
Travessa Enéas Pinheiro, 2626 – Marco
66095-490. Belém – PA
www.uepa.br