



FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LICENCIATURA EM QUÍMICA INDUSTRIAL

Trabalho de Licenciatura

Tema

Avaliação Nutricional e Grau de Percibilidade de Iogurte Caseiro de Malambe (*Adansonia digitata L.*)



Autora: Belmira José Paulo

Maputo, Junho de 2024



FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EM QUÍMICA INDUSTRIAL

Trabalho de Licenciatura

Tema

**Avaliação Nutricional e Grau de Percibilidade de Iogurte Caseiro de
Malambe (*Adansonia digitata* L.)**



Autora:

Belmira José Paulo

Supervisora: Mestre Lúcia Chemane

Co-Supervisor: Prof. Doutor Óscar Nhabanga

Maputo, Junho de 2024

DEDICATÓRIA

A minha filha Epifânia Marregula pela paciência em momentos difíceis

Aos meus netos Lukyan Tacula e Letícia Tacula, que foram meu maior estímulo

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde, força e sabedoria concedida.

Aos meus pais José Paulo (em memória) e Marta Paúnde que contribuíram grandemente desde os meus primeiros passos a manter a firmeza e ajuda sem restrições.

À minha cunhada Julieta Marrengula, pelo apoio incondicional.

Aos meus irmãos e à família em geral, por estarem sempre ao meu lado, me apoiando e contribuindo para minha formação na carreira acadêmica.

À minha supervisora, Mester Lúcia Chemane e co-supervisor Prof. Doutor Óscar Nhabanga pela orientação, ajuda na escolha do tema, pelo tempo disponibilizado e dedicação na formação do aluno, meu muito obrigado.

Ao Doutor Lucas Tivane do Laboratório de Tecnologia pós-colheita da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal por permitir a assimilação na determinação de parâmetros físico-químicas alguns dos quais fizeram parte na elaboração do presente trabalho, meu muito obrigado.

Aos Licenciados António Machava e Ernestina Macamo, técnicos do laboratório de solos pelo apoio concedido.

Aos licenciados Sabuque, Candrino da Faculdade de Ciências e Paulo Jossias da ESUDER (Escola Superior de Desenvolvimento Rural) pelo apoio e ajuda na análise de dados do presente trabalho.

À minha colega de trabalho Maria Graça, pela disponibilidade e assistência prestada no laboratório.

A todos meus colegas do Departamento de Química em especial a Lic. Iva da Graça, Lic. Maria Mucopela, MSc. Rogério Chivodze, Cipriano Salema, Stélio, Burange, Arlindo Nguenha, Manuel Sanane, a Lic. Juselda da Flora, Lúcio Manhiça, a Lic. Negita da Graça, Iolanda Muchine, Safira Machango, pela partilha durante muitos anos de caminhada.

A todos outros colegas que aqui não foram mencionados mas tornaram a difícil jornada em momento de descontração e de alegria.

A todos Docentes e funcionários do Departamento de Química que directa ou indirectamente contribuíram para a minha formação.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu Belmira José Paulo declaro que o presente trabalho de culminação do curso com o tema Avaliação Nutricional e Grau de Percibilidade de Iogurte Caseiro de Malembe (*Adansonia digitata L*) é da minha autoria e os dados nele referenciados constituem a realidade.

Maputo, Junho de 2024

Autora

(Belmira José Paulo)

EPÍGRAFE

Meu Deus, o caminho foi difícil, foram muitos imprevistos e desafios, mas a vitória chegou com a Sua graça. Muito obrigada!

Marianna Moreno

RESUMO

O consumo de produtos fora de prazo representa um risco significativo para a saúde humana. Isso ocorre porque, à medida que o tempo passa, os alimentos conservados ficam susceptíveis a proliferação de microrganismos, o que pode alterar suas propriedades organolépticas, físico-químicas e microbiológicas, tornando-os impróprios para o consumo pela deterioração ou oferecer risco a saúde. Devido a importância do conhecimento do tempo de perecibilidade dos alimentos, que de certa forma, ajuda a evitar desperdício de alimentos e garantir que os consumidores estejam adquirindo produtos seguros, assim, no presente trabalho avaliou-se o valor nutricional e o grau de perecibilidade do iogurte caseiro de Malambe conservado na geleira.

Para o efeito, fez-se a produção do iogurte de Malambe, deste tomou-se 8 amostras do iogurte e foram analisados 7 parâmetros que incluem pH, ATT (Acidez Total Titulável), Sólidos em graus Brix nos dias 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 15 e Humidade, Cinza, Gordura e Proteínas nos dias 3 e 15 após a produção do iogurte. Os resultados obtidos foram analisados e interpretados com base no tratamento estatístico, usando medidas de tendência central e dispersão para o cálculo da média, desvio padrão e intervalo de confiança do teor de cada parâmetro determinado.

Os valores nutricionais mostraram que o pH (3.43 - 3.46) apresenta valores baixos e o ATT (1.75%-1.98%) valores altos em comparação aos limites máximos admissíveis pela legislação Brasileira. O grau de perecibilidade mostra que nos dias 9, 11, 13 e 15 houveram alterações significativas para os parâmetros ATT e Brix e para os parâmetros Humidade, Cinza, Gordura no dia 15, para além das alterações em relação cor, textura, aparecimento de fungos e leveduras e odor característico de podridão.

Palavras-chave: iogurte de Malembe; grau de perecibilidade; avaliação nutricional.

GLOSÁRIOS DE SIGLAS, ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

a.C. – antes de Cristo

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ATT – Acidez Total Titulável

EDTA – Ácido etilenodiamino tetra-acético

FAEF – Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

g – unidade de massa expresso em grama

h - unidade de tempo expresso em hora

IC – intervalo de confiança

M - Molaridade

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

mg/g – unidade de concentração expressa em miligrama por grama

mg/L – unidade de concentração expressa em miligrama por litro

mL – unidade de volume expresso em mililitros

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – Sulfato de amónio

pH – potencial de hidrogénio

RSD – Desvio padrão relativo

SST (°Brix) – Sólidos Solúveis Totais

°C – unidade de temperatura expresso em graus Celsius

% - unidade de concentração expressa em percentagem.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA.....	III
AGRADECIMENTOS.....	IV
DECLARAÇÃO DE HONRA.....	VI
EPÍGRAFE.....	VII
RESUMO.....	VIII
GLOSÁRIOS DE SIGLAS, ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABELAS.....	XII
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO TEMA.....	2
1.2. OBJECTIVOS.....	2
1.2.1. <i>Objectivo Geral</i>	2
1.2.2. <i>Objectivos Específicos</i>	2
1.3. PERGUNTA DE PESQUISA.....	3
1.4. METODOLOGIA.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1. A ÁRVORE (<i>ADANSONIA DIGITATA L.</i>).....	4
2.2. VALOR NUTRICIONAL E IMPORTÂNCIA DA <i>ADANSONIA DIGITATA L.</i>	5
2.3. CARACTERIZAÇÃO DO LEITE.....	7
2.3.1. <i>Conceito, importância e composição</i>	7
2.4. CARACTERIZAÇÃO IOGURTE.....	7
2.5. PRODUÇÃO DE IOGURTE.....	10
2.5.1. <i>Fluxograma de produção do iogurte Natural</i>	10
2.6. IMPORTÂNCIA DA DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	12
2.6.1. <i>Humidade</i>	12
2.6.2. <i>Sólidos solúveis em graus (Brix)</i>	12
2.6.3. <i>Potencial de Hidrogénio (pH)</i>	13
2.6.4. <i>Acidez Total Titulável (ATT)</i>	13
2.6.5. <i>Proteína</i>	13
2.6.6. <i>Lípidos</i>	14
2.6.7. <i>Cinzas</i>	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1. MATERIAIS.....	15
3.2. PRODUÇÃO DO IOGURTE CASEIRO DE MALAMBE.....	15
3.2.1. <i>Fluxograma da produção do iogurte caseiro de Malambe</i>	17
3.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	18

3.3.1. Determinação de teor de humidade	18
3.3.2. Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST).....	18
3.3.3. Potencial de Hidrogénio (pH)	19
3.3.4. Acidez Total Titulável (ATT).....	19
3.3.5. Gorduras (método Soxhlet).....	19
3.3.6. Determinação do teor de cinzas.....	20
3.3.7. Determinação de proteína	20
CAPÍTULO IV	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1. POTENCIAL DE HIDROGÉNIO	24
4.2. ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT)	25
4.3. SÓLIDOS SOLÚVEIS (oBrix).....	27
4.4. HUMIDADE	28
4.5. CINZAS	29
4.6. GORDURAS	30
4.7. PROTEÍNAS	31
CAPÍTULO V	33
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	33
5.1. CONCLUSÕES.....	33
5.2. RECOMENDAÇÕES.....	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS	A

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Árvore de <i>Adansonia digitata</i> L.....	4
Figura 2: Fruto inteiro (a), sementes envolvidas pela polpa (b) e folhas (c) do Malambe	5
Figura 3: Fluxograma do processo de produção de iogurte natural.....	10
Figura 4: Fluxograma do processo de produção de iogurte caseiro de Malambe	17
Figura 5: Ilustração do processo de produção de iogurte caseiro.....	17

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Composição da polpa de <i>Adansonia digitata</i> L.....	6
Tabela 2: Conteúdo em minerais da polpa da <i>Adansonia digitata</i> L.....	6
Tabela 3: pH, Acidez Total Titulável e Sólidos Solúveis obtidos para a amostra de iogurte caseiro de Malambe conservado na geleira durante quinze dias.....	22
Tabela 4: Humidade, Cinzas, Gordura e Proteína obtidos para a amostra de iogurte caseiro de Malambe conservado na geleira durante quinze dias.....	23

CAPÍTULO I

1. Introdução

A saúde e o bem-estar do consumidor estão directamente ligados à forma que ele se alimenta. Uma alimentação saudável tem como base o consumo de nutrientes necessários para o desenvolvimento e manutenção de funções vitais do nosso organismo. Actualmente, alimentos como frutas e vegetais têm sido valorizados devido à sua riqueza nutricional e fito-química (Kivolaka, 2015; Passos, 2016).

Em África, existem várias plantas endémicas usadas como alimento, bem como com valor comercial e nutricional. Algumas são consumidas ao natural e outras são processadas e consumidas em forma de sorvetes, papas, sumos, etc. Caso concreto destas plantas é a *Adansonina digitata L.* ou Malambe como é conhecido em Moçambique. A sua polpa é consumida “*in natura*” e também processada produzindo sumos, iogurte caseiro, e também usado como fortificante alimentar em papas de farinha de milho (Ribeiro, 2012; Valente, 2017).

Entretanto, estudo sobre as propriedades físico-químicas bem como o valor nutricional do iogurte caseiro de Malambe produzido em Maputo ainda são limitados. Estudos científicos provaram que os frutos africanos são ricos em compostos antioxidantes e o seu consumo deve ser promovido de forma a resolver problemas derivados ao desequilíbrio nutricional das comunidades rurais (Ribeiro, 2012).

O Malambe é uma fruta com elevado valor nutricional e nele pode se encontrar vitamina C (ácido ascórbico), vitamina B2 (Riboflavina) e vitamina PP ou B3 (Niacina) que regulam os processos metabólicos, proteínas, hidratos de carbono, fibras e minerais tais como: cálcio, potássio, magnésio, sódio, fósforo e ferro que são suplementados para mulheres grávidas e crianças. (Castro, 2008; Chavane, 2015).

Dependendo do clima e da diversidade genética da planta, o valor nutricional do Malambe pode variar de 86,8 a 91,3% de material seca, 73.7 a 79.4% de carboidratos, 43.62 a 47% de açúcares

totais, 2% de lípidos, 2.6 a 3.1% de proteína, 4.21% de cinzas nos quais 28.4 mg/g de potássio, 209 mg/g de cálcio 169 a 337mg/100g de vitamina C (Chavane, 2015).

A polpa do Malambe tem um sabor ácido e doce. O sabor doce é devido a presença de hidratos de carbono tais como: frutose, sacarose e glicose, e o sabor ácido devido a presença de ácidos orgânicos tais como ácidos cítrico, tartárico, málico, succínico e ascórbico (Castro, 2008).

O presente trabalho visa preparar o iogurte caseiro a partir da polpa de Malambe sem adição de conservantes, determinar o seu grau de perecibilidade e comparar o mesmo com iogurte natural vendido no mercado Nacional.

1.1. Definição do problema e justificativa da escolha do tema

Nos últimos anos, em Moçambique, há diversas iniciativas de processamento de frutos nativos para a produção de sumos, jams entre outros. No entanto, na maioria dos casos, estes são preparados de forma empírica, como por exemplo o iogurte caseiro do Malambe. Este produto é comercializado e bastante consumido nas zonas Centro e Sul de Moçambique, no entanto o iogurte caseiro é preparado empiricamente e com conhecimento limitado em relação ao seu valor nutricional, condições de conservação e o tempo de vida útil. Na maioria dos casos, o iogurte é embalado em frascos reutilizados e sem rótulo com informação útil para o consumidor. Desta maneira, este estudo é relevante sob o ponto de vista científico e a nível social e comercial. Informação sobre valor nutricional, bem como o grau de perecibilidade do iogurte poderá gerar aumento da renda nos produtores e ao mesmo tempo, contribuir para a segurança alimentar dos consumidores

1.2. Objectivos

1.2.1. Objectivo Geral

- ✓ Avaliar o valor nutricional e o grau de perecibilidade do iogurte caseiro de Malambe.

1.2.2. Objectivos Específicos

- ✓ Determinar o grau de perecibilidade do iogurte conservado à temperatura ambiente e na geladeira por um período de 15 dias sem adição de conservantes.

- ✓ Comparar o valor nutricional do iogurte caseiro de Malambe com iogurte natural vendido no mercado Nacional.

1.3. Pergunta de pesquisa

Será que o iogurte caseiro de Malambe sem adição de conservantes continua adequado para o consumo humano até 15 dias após a sua produção?

1.4. Metodologia

A realização do presente trabalho foi feita em duas etapas principais, nas quais a primeira consistiu na revisão bibliográfica onde fez-se a recolha de informações gerais sobre Malambe (características da planta, importância e valor nutricional do fruto), matérias-primas e o processo de produção de iogurte. Adicionalmente buscou-se informação acerca dos métodos de determinação dos parâmetros físico-químico do iogurte, por consulta de livros, manuais, artigos de revistas científicas e trabalhos de Licenciatura e Mestrados.

A segunda etapa consistiu na aquisição da matéria-prima e realização do procedimento experimental. O Malambe foi adquirido no mercado informal da Província de Tete (por encomenda), o Iogurte natural e o leite foram adquiridos nos supermercados da Cidade de Maputo. De seguida, passou-se à produção do iogurte de Malambe e por fim as análises físico-químicas, na qual foram determinados diferentes parâmetros.

Os resultados do presente trabalho foram tratados no Microsoft Word e Excel e apresentados sob forma de tabelas e gráficos. Por sua vez efectuou-se o tratamento estatístico dos resultados com medidas de tendência central e dispersão para o cálculo da média, desvio padrão e intervalo de confiança do teor de cada parâmetro determinado. Por fim, foi elaborado o relatório que engloba toda a informação relevante ao estudo, desde a introdução, objectivos, problematização, justificativa do tema, revisão bibliográfica, parte experimental, apresentação e discussão dos resultados, conclusões e recomendações.

CAPÍTULO II

2. Revisão da literatura

2.1.A árvore (*Adansonia digitata L.*)

A *Adansonia digitata L.* é o nome científico da árvore da família Malvaceae que engloba cerca de oito espécies maioritariamente oriundas de África, com maior destaque para a ilha de Madagáscar e Austrália. É conhecida em países como Angola, Namíbia, Moçambique e Madagáscar por Baobab (Passos, 2016; Ribeiro, 2012).

A *Adansonia digitata L.* é uma árvore frondosa (Figura 1) que na idade adulta pode atingir altura de 25 metros, com um tronco robusto que vai de 10 a 28 metros de diâmetro e é aproveitado para abrigo nocturno de viajantes, sendo seus ramos distribuídos ao longo do tronco. A capacidade de armazenar muita quantidade de água faz com que provavelmente tenha uma longa vida (Tomas, 2008).

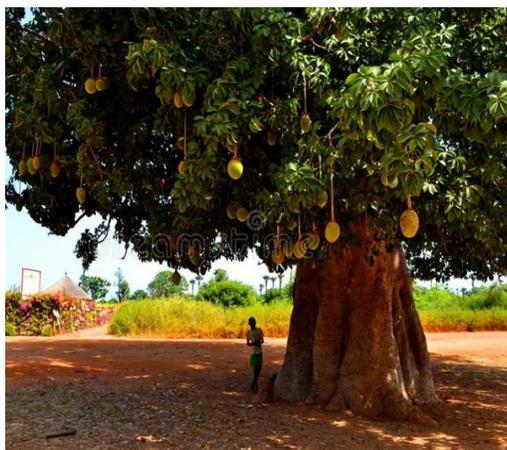


Figura 1: Árvore de *Adansonia digitata L.*

Fonte:pt.dreamstime.com

O fruto da *Adansonia digitata L.* apresenta uma forma oval (Figura 2a) coberto de epicarpo uma cápsula muito resistente que varia de 7,5 a 54 cm de comprimento e até 40 cm de diâmetro. No interior da cápsula (Figura 2b) encontram-se sementes de cor castanha envolvidas pela polpa, as sementes têm a forma circular ou de rins com aproximadamente 15cm de comprimento e a fibra que são pequenos filamentos que dividem a polpa em diferentes segmentos (Castro, 2008;

Passos, 2016). As folhas (Figura 2c) dividem-se em 5 a 9 folhetos e apresentam-se em forma de uma mão aberta (digitata) podendo atingir 20 cm de diâmetro na fase adulta (Passos, 2016).

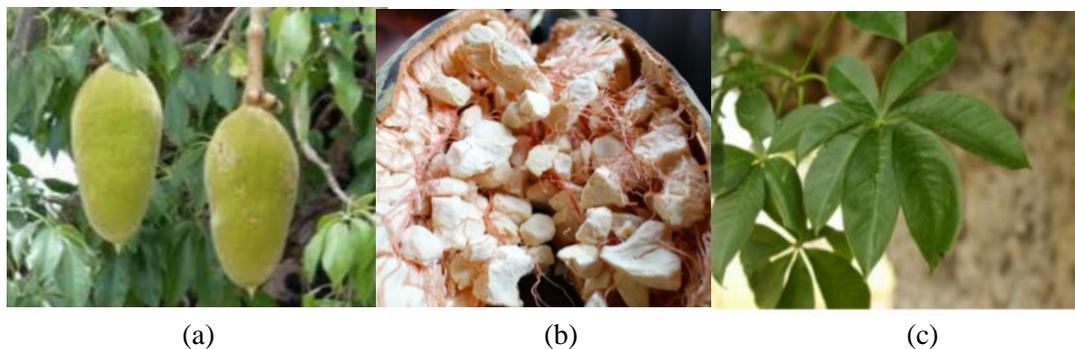


Figura 2: Fruto inteiro (a), sementes envolvidas pela polpa (b) e folhas (c) do Malembe

2.2. Valor Nutricional e Importância da *Adansonia digitata* L.

A *Adansonia digitata* L. é uma árvore de extrema versatilidade, razão pela qual é reconhecida como “árvore da vida”. O seu fruto (Malambe) é excelente em nutrientes benéficos ao Sistema imunitário e tem uma capacidade antioxidante elevada por possuir teor de vitaminas B2 (Riboflavina), B3 (Niacina) e ácido ascórbico que regulam os processos metabólicos (Rita, 2018).

De acordo com as Tabelas 1 e 2, é também fonte de gorduras, proteínas, hidratos de carbono, fibras e de minerais como potássio, magnésio, sódio, fósforo e ferro. O elevado índice de cálcio faz da polpa da malambe uma fonte natural de suplementação para crianças, gestantes e mulheres em amamentação (Castro, 2008).

As sementes são usadas como bebida substituindo o café, quando fermentadas e torradas aumentam a digestibilidade das proteínas. Pelas propriedades terapêuticas e o elevado teor de óleo que as sementes contêm, são usadas também na área farmacêutica, na cosmética e na regeneração celular, as folhas são ricas em proteínas e lípidos e em alguns micro nutrientes como ferro e cálcio e são usadas para confeccionar sopas, cozidos e consumidas como espinafre. A

fibra produzida pela casca é excelente para produção de cordas, tapetes, bolsas e chapéus (Passos, 2016; Ribeiro, 2012).

Tabela 1: Composição da polpa de *Adansonia digitata L.*

Constituintes (base de peso seco)	Valores
Açúcares totais (%)	23.2
Açúcares redutores (%)	19.9
Pectina total (% ácido galacturónico)	56.2
Amido (%)	-
Proteína (%N)	2.6
Gordura (%)	0.2
Fibra (%)	5.7
Cinzas (%)	5.3
Ácido ascórbico (mg/100g)	300.0
Humidade (%)	6.7
pH	3.3

(Castro, 2008)

Tabela 2- Conteúdo em minerais da polpa da *Adansonia digitata L.*

Minerais	Valores
Macro-elementos (mg/100g)	
Potássio	1240
Sódio	27.9
Cálcio	295
Magnésio	90
Micro-elementos (mg/100g)	
Ferro	9.3
Cobre	1.6
Zinco	1.8

(Castro, 2008)

2.3.Caracterização do leite

2.3.1. Conceito, importância e composição

O leite é uma emulsão de glóbulos de gorduras dispersas na fase aquosa, ou suspensão de micelas de caseína, proteínas globulares e partículas lipoprotéicas de cor branca, ligeiramente amarelada, de odor suave e gosto adocicado (Costa, 2017). Combina-se com várias substâncias na água e é secretado pelas glândulas mamárias, sendo indispensável nos primeiros meses de vida dos mamíferos (Fernandez, 2013). O leite tem a função de aumentar o nível da enzima lactase no organismo e combater o raquitismo e outras doenças ósseas (Chavane, 2015).

A produção dos produtos lácteos depende do leite. Este é a matéria-prima principal para as indústrias produtoras de iogurtes, queijos e outros derivados. Para se obter um produto final de boa qualidade e com maior tempo de vida útil, o leite deve ser manejado em boas condições de higiene, apresentar características físico-químicas aceitáveis, estar isento de contaminantes e bactérias que dificultam o desenvolvimento das culturas usadas na preparação dos mesmos (Costa, 2017; Robert, 2008).

A composição do iogurte é similar à do leite apesar de ocorrer algumas alterações durante a produção principalmente nas proteínas, gorduras e vitaminas devido à fermentação bacteriana sobre a lactose e pela adição do leite em pó para aumentar os sólidos do leite. (Martin, 2002).

Tendo em conta que para a produção de iogurte, o leite é considerado matéria-prima principal, há necessidade de referenciar a composição química do mesmo. Desta maneira, o leite de vaca usado na produção de iogurte deve apresentar as seguintes características: 3.5% de proteínas, 3.8% de gordura, 5.0% de lactose, 0.7% de minerais (cinzas) e 87% de águas (Silva, Souza & Franco, 2012).

2.4.Caracterização Iogurte

Apesar de não se conhecer a origem exacta do iogurte, vários autores defendem que o mesmo tenha surgido no período entre 5.000 a 3500 a.C., quando pastores eram transportados por camelos e atravessavam o deserto usavam marmitas de barro ou bolsas confeccionadas com pele

de cabras para armazenar o leite com qual se alimentavam (Moura, 2014). O contacto das bolsas com corpo dos camelos proporcionava o crescimento de bactérias ácidas transformadoras do leite em iogurte e como não havia desenvolvimento de bactérias patogénicas este alimento se tornou popular sendo oferecido até as crianças no desmame (Robert, 2008).

Iogurte é resultado da fermentação láctica mediante a acção de cultivo de microorganismos específicos e viáveis (*Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophiles*), por coagulação e diminuição do pH do leite. Pode ser adicionado ou não a frutas, açúcar e outros ingredientes que melhoram o sabor e sua apresentação (MAPA, 2007 & Robert, 2008).

Os microorganismos presentes devem ser abundantes para facilitar a fermentação láctica que consiste na conversão anaeróbica parcial da lactose presente no leite em ácido láctico e em outras diversas substâncias químicas que influenciam nas propriedades organolépticas do iogurte (Silva, Souza & Franco, 2012). O crescimento das bactérias na fermentação do leite para a produção de iogurte é devido a presença dos aminoácidos livres e os peptídeos provenientes das proteínas do leite e a hidrólise da proteína (Martin, 2002).

Existem três tipos de iogurte classificados de acordo com o processo de elaboração, adição de ingredientes, consistência e textura:

- ❖ **Iogurte tradicional** o processo de fermentação ocorre dentro da própria embalagem, não sofre homogeneização e o resultado é um produto firme mais ou menos consistente;
- ❖ **Iogurte batido** o processo de fermentação ocorre em fermentadoras ou incubadoras e com posterior quebra de coágulos;
- ❖ **Iogurte líquido** o processo de fermentação é realizado em tanques e comercializado em embalagens plásticas tipo garrafa ou multicamadas (Pangaia, 2015).

O iogurte é um dos derivados lácteos mais consumidos. É um produto resultante da fermentação do leite pasteurizado pela acção de fermentos lácticos próprios rico em cálcio com grandes quantidades de vitaminas do complexo A e B. As bactérias utilizadas na elaboração de iogurtes são *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*,

que utiliza a lactose como forma de substrato energético tendo como resultado a libertação de ácido láctico (Santos, Prandini, & Pollatti, 2016).

A composição do iogurte é similar a do leite, embora se reconheça que há algumas alterações principalmente nas proteínas, gorduras e vitaminas devido a mudanças ocorridas pela fermentação bacteriana sobre a lactose e pela adição de leite em pó normalmente feita para aumentar os sólidos do leite (Martin, 2002).

A vitamina A presente no iogurte melhora a saúde da pele, da visão, das unhas e dos cabelos. Este produto é utilizado para prevenir desordens gastrointestinais tais como diarreias e constipação e tem a vantagem de reduzir a alergia às proteínas do leite (Robert, 2008).

Os iogurtes devem apresentar os seguintes parâmetros: a matéria gorda láctea (g/100g), se integral, deve conter entre 3.0 e 5.9%, parcialmente desnatado, entre 0.6 e 2.9% ou desnatado, de no máximo 0,5%; a acidez (g de ácido láctico/100g), de 0 a 1.5%, e as proteínas lácteas (g/100g), devendo ter no mínimo 2.9% (Moura, 2014).

2.5. Produção de iogurte

Segundo Robert (2008), o processo de produção de iogurte, de um modo geral, difere nos diversos tipos a serem obtidos conforme mostra a Figura 3.

2.5.1. Fluxograma de produção do Iogurte Natural

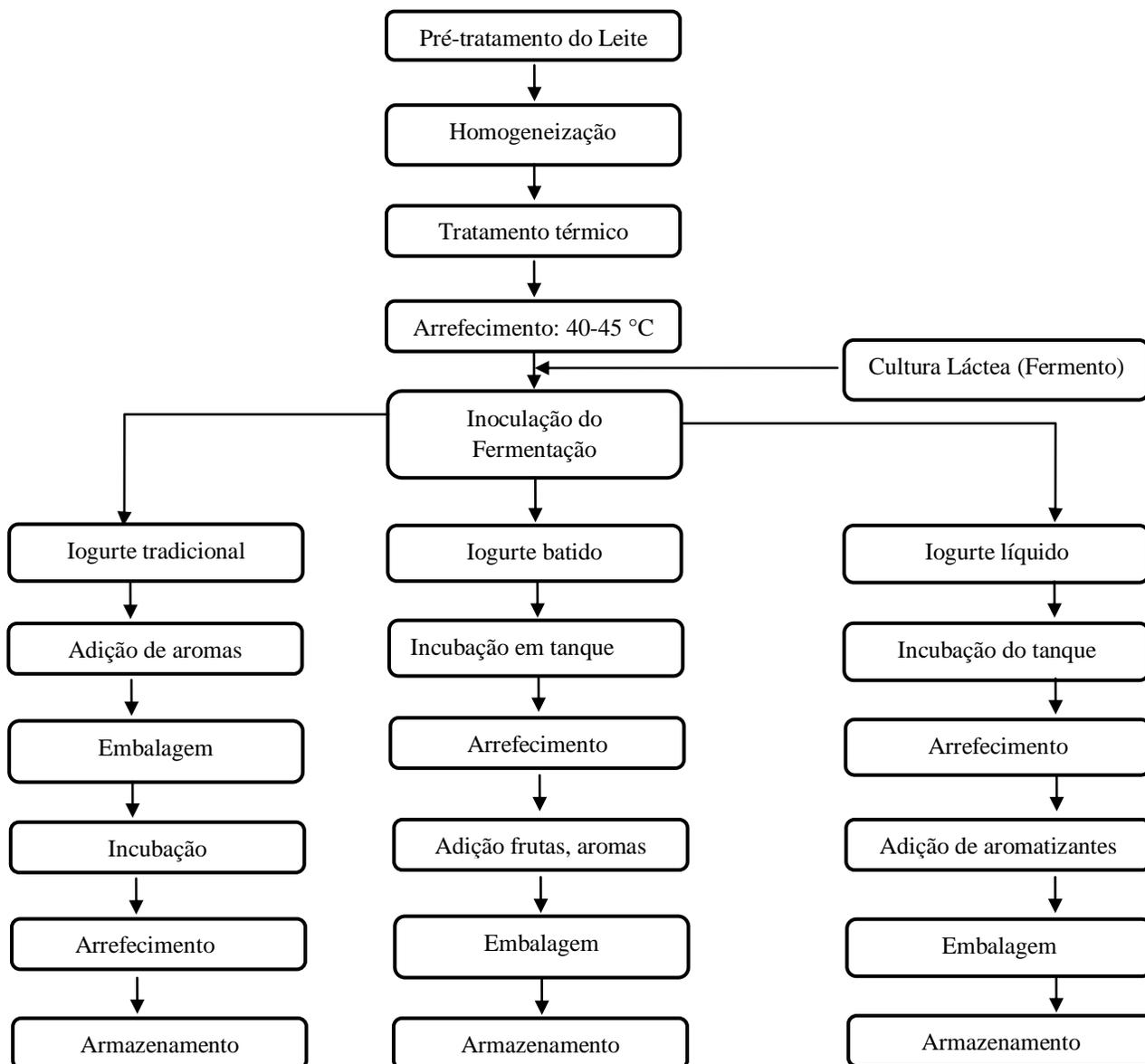


Figura 3: Fluxograma do processo de produção de iogurte natural (Robert, 2008)

- b) Preparação da matéria-prima** – Consiste na verificação das características do leite e padronização do teor da gordura. Para se ter um iogurte de qualidade, o leite utilizado deve ser de boa qualidade e não deve se usar congelado. (Robert, 2008)
- c) Tratamento térmico do leite** – Com objectivo de destruir os microorganismos patogénicos, estimular o crescimento da cultura láctea por redução de oxigénio do leite, aumentar a viscosidade e dar uma boa textura no iogurte, é recomendado um aquecimento de entre 85°C a 95°C e deve ser por meio de um banho-maria; (Robert, 2008)
- d) Padronização** – Que consiste na adição do leite em pó com finalidade de aumentar o teor dos sólidos e aumentar a capacidade de retenção de água nas proteínas do leite. (Robert, 2008)
- e) Redução da temperatura do leite** – A temperatura do leite deve ser reduzida para o intervalo de 40 a 45°C, faixa óptima para a actuação do fermento onde ocorre a produção de ácido láctico e pequenas quantidades de subprodutos que contribuem nas características organolépticas do iogurte. (Celia, 2015)
- f) Inoculação do fermento** – Adição de fermento lácteo para activar as culturas, depois deve se homogeneizar e deixar em repouso durante aproximadamente 4 horas a uma temperatura de 41 a 45°C para se obter iogurte de consistência e características agradáveis (Benica *et al.*, 2014)
- g) Arrefecimento** – Realizado após o iogurte ter atingido o grau de acidez (pH 4) pois a produção de iogurte é um processo biológico e deve-se usar a refrigeração para reduzir as actividades metabólicas. Este processo deve ser feito em duas etapas para evitar choque térmico que pode provocar encolhimento da massa, a temperatura deve variar entre 10 a 20°C. (Celia, 2015)
- h) Enchimento e armazenamento** – Ao transportar e armazenar certos produtos muitas vezes são sujeitos à choques mecânicos e a exposição à luz. Para evitar esse tipo

situações, a embalagem deve ser resistente à acidez, humidade, contaminações externas e também deve ser impermeável. O iogurte deve ser armazenado entre 2 a 5°C para conservar e melhorar a consistência do mesmo (Celia, 2015).

2.6. Importância da determinação dos parâmetros físico-químicos

As características físico-químicas do iogurte normalmente variam segundo os padrões e normas de qualidade de cada país. Sendo que, não conseguimos encontrar informações sobre os padrões e normas de qualidade do iogurte para Moçambique, neste trabalho foram usados os padrões e normas Brasileiras.

2.6.1. Humidade

A humidade está presente em quase todos alimentos. A determinação da humidade é um parâmetro que ajuda a verificar a estabilidade, qualidade e composição dos alimentos, também ajuda na escolha da embalagem e no armazenamento (Cecchi, 2003). Alimentos com alto teor de humidade têm maior probabilidade de se deteriorar rapidamente do que os de baixa humidade (Milknet, 2015).

O valor de referência para humidade do iogurte no Brasil, pode variar de acordo com as regulamentações específicas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e as marcas ou produtores. Em geral, o valor de humidade recomendado para leite e produtos lácteos é de 75% a 85 % respectivamente (Ito, 2003; MAPA, 2007).

2.6.2. Sólidos solúveis em graus (Brix)

O grau de Brix é uma medida da concentração de sólidos solúveis em solução, geralmente expressa em percentagem de sacarose em peso. No caso do iogurte, o grau Brix é utilizado para avaliar o teor de sólidos solúveis, principalmente açúcares, ácidos e sais minerais (Tamime & Robinson, 2007)

O valor de referência para o Brix, pode variar de acordo com as regulamentações específicas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e as marcas ou

produtores. Em geral, o valor de recomendado para leites e produtos lácteos é de 15 a 18% respectivamente (Ito, 2003; MAPA, 2007).

2.6.3. Potencial de Hidrogénio (pH)

O pH é um parâmetro que descreve se o alimento pertence ao grupo ácido, neutro ou alcalino, também é um factor que ajuda na escolha do meio ideal de conservação de um produto ou alimento e na escolha da embalagem e armazenamento do alimento (Pangaia, 2015).

O valor de pH no iogurte pode variar dependendo de vários factores, incluindo o tipo de fermentação, o teor de sólidos, a presença de aditivos e a formulação específica do produto. Em geral, o valor de pH recomendado para leites e produtos lácteos é de 4.0 a 4.6 (Ito, 2003; MAPA, 2007).

2.6.4. Acidez Total Titulável (ATT)

A acidez indica o estado de conservação do alimento. Um processo de decomposição seja por hidrólise, oxidação ou fermentação altera quase sempre a concentração dos iões hidrogénio (Tamime & Robinson, 2007). A acidez de um alimento aumenta à medida que o mesmo vai envelhecendo devido a multiplicação das bactérias principalmente no ácido láctico. Vários estudos, dizem que o pH como a acidez titulável do iogurte pode variar segundo as condições de produção e armazenamento (Martin, 2002).

O valor de referência para o ácido total titulável (ATT) do iogurte no Brasil varia ligeiramente dependendo das regulamentações específicas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e as marcas ou produtores. Em geral, o valor de ATT recomendado para leites e produtos lácteos é de 0.6% a 1.5% (Ito, 2003; MAPA, 2007).

2.6.5. Proteína

As proteínas são componentes primordiais das células vivas e resultam da condensação de aminoácidos, estas são fundamentais para o crescimento e manutenção dos tecidos do organismo (Pinheiro, Porto, & Menezes 2005). As proteínas encontradas no iogurte são a caseína e as

proteínas do soro. A caseína é responsável por fornecer a coagulação que dá ao iogurte sua textura densa, enquanto as proteínas do soro contribuem para a solubilidade e a sensação de “cremosidade” do produto (Tamime & Robinson, 2007).

Os valores de referência para o teor de proteínas no iogurte podem variar de acordo com as regulamentações específicas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e as marcas ou produtores. Em geral, o valor de proteínas recomendado para leite e produtos lácteos é inferior a 2.9% (Ito, 2003; MAPA, 2007)

2.6.6. Lípidos

Os lípidos, também conhecidos como gorduras, são macronutrientes que existem nos alimentos constituídos de diferentes compostos que exercem funções energéticas co-enzimáticas e hormonais nos seres vivos (Fennema, Darmodaran & Parkin, 2010). A determinação dos lípidos auxilia na avaliação nutricional do produto (Tamime & Robinson, 2007).

Os valores de referência para o teor de gordura no iogurte podem variar de acordo com as regulamentações específicas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e as marcas ou produtores. Em geral, o valor de gordura recomendado para leites e produtos lácteos é inferior a 6% (Ito, 2003; MAPA, 2007).

2.6.7. Cinzas

O teor de cinzas em alimentos refere-se ao resíduo inorgânico ou resíduo mineral fixo (sódio, potássio, magnésio, cálcio, ferro, fósforo, cobre, cloreto, alumínio, zinco, manganês e outros compostos minerais) remanescente da queima da matéria orgânica a altas temperaturas. A sua determinação permite fornecer informações prévias sobre o valor nutricional e autenticidade do alimento (Menezes & Purgatto, 2016).

Os valores de referência para o teor de cinzas no iogurte podem variar de acordo com as regulamentações específicas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e as marcas ou produtores. Em geral, o valor de cinza recomendado para leites e produtos lácteos é inferior a 1% (Ito, 2003; MAPA, 2007).

CAPÍTULO III

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais

O estudo foi realizado no Laboratório da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF), da Universidade Eduardo Mondlane localizado na Cidade de Maputo, Campus Universitário principal.

O Malambe, o iogurte natural e o leite foram a principal matéria-prima para a produção do iogurte. O Malambe foi adquirido num dos mercados informais na província de Tete em Moçambique por encomenda. O leite condensado de marca ARMANTI e o iogurte natural de marca PARMALAT foram adquiridos nos supermercados da cidade de Maputo. O Malambe e o leite condensado foram conservados á temperatura ambiente. O iogurte natural foi conservado na geleira a 4-5°C no Laboratório de Alimentos da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal.

3.2. Produção do iogurte caseiro de Malambe

A figura 4 ilustra o processo de produção de iogurte caseiro de Malambe, onde pesou-se 500 g de Malambe em uma balança analítica e adicionou-se 600 mL de água morna a 50 – 60 °C e deixou-se de molho por 1 hora para que acontecesse o despolpamento. Após 1 hora de tempo, com ajuda de um coador foi possível separar a polpa das sementes, de seguida adicionou-se ½ lata de leite condensado para adoçar e deixar o iogurte mais consistente tendo em conta que o Malambe é meio azedo.

Este processo pode diferir do processo de produção industrial do iogurte natural onde se usa o leite fresco. Usando um liquidificador, homogeneizou-se a mistura, processo pelo qual há redução dos glóbulos da gordura. De seguida, deixou-se em repouso por 3 horas e mediu-se o pH, a Acidez titulável e o Brix do iogurte. Estas análises foram repetidas consecutivamente a cada 2 dias durante 15 dias. Desta maneira, as análises foram feitas nos dias 1 (dia de produção), 3, 5, 7, 9, 11, 13 e 15.

No terceiro e no décimo quinto dia após a produção do iogurte foram também determinados os seguintes parâmetros: gordura, humidade, cinzas e proteína somente para amostra conservada na geleira. Estes parâmetros foram analisados somente no terceiro dia, pois é a altura em que se verifica o sabor característico do iogurte e no décimo quinto dia por ser a data limite da conservação do iogurte para efeitos deste estudo.

O iogurte produzido foi conservado nas seguintes condições:

- a) Presença de luz
- b) Ausência de luz
- c) Geleira à temperatura de 4 a 5°C

Apenas analisou-se as amostras conservadas na geleira pois a partir do terceiro dia as conservadas na ausência e presença da luz já se apresentavam com mofo (fungos), muito espesso e com um odor característico de iogurte deteriorado.

3.2.1. Fluxograma da produção do iogurte caseiro de Malambe

O iogurte caseiro de Malambe foi produzido de acordo com o método descrito pelos diferentes produtores de iogurte caseiro de Malambe, que o comercializam de modo informal.

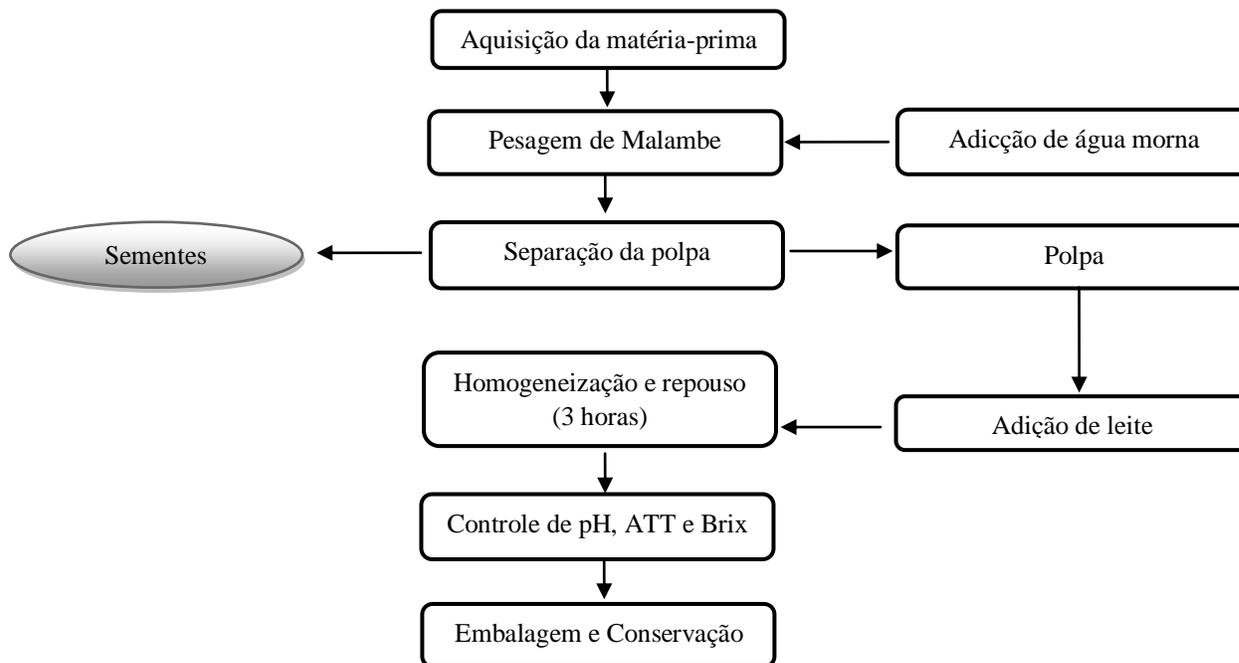


Figura 4: Fluxograma do processo de produção de iogurte caseiro de Malambe

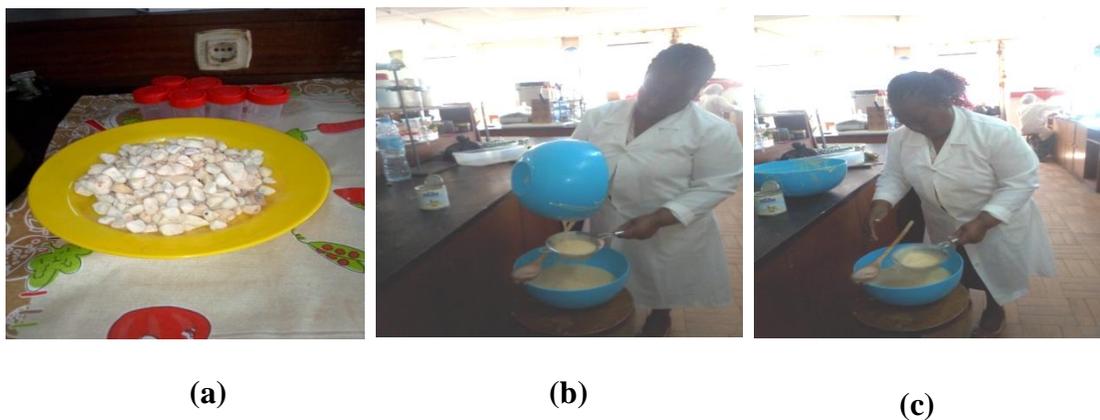


Figura 5: Ilustração do processo de produção de iogurte caseiro. (a) amostra de malambe e frascos para a embalagem do iogurte; (b) e (c) processo de separação da fibra contida no iogurte

3.3. Análises Físico-químicas

As análises físico-químicas do iogurte caseiro de Malambe foram feitas, na sua maioria, de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008) e foram analisadas em triplicado. As análises que determinam a qualidade do iogurte são o pH e a acidez titulável. Para a determinação dos diferentes parâmetros, foi necessário seguir e obedecer certos procedimentos, descritos abaixo:

3.3.1. Determinação de teor de humidade

O teor de humidade foi determinado pelo método descrito por Adolfo Lutz. Para a sua determinação, pesou-se 2 g da amostra em um cadinho de porcelana, previamente tarado. Secou-se o cadinho contendo a amostra em uma estufa com aeração forçada da marca (MEMERT) a 105 °C durante 3 horas, arrefeceu-se em dessecador até a temperatura ambiente e pesou-se repetidas vezes até a obtenção de peso constante (Lutz, 2008). Calculou-se a % de humidade presente na amostra utilizando a seguinte expressão:

$$\text{Humidade(\%)} = \frac{W2 - W3}{W2 - W1} * 100 \quad (1)$$

Onde:

- W1= peso do cadinho vazio
- W2= peso do cadinho + amostra húmida
- W3= peso de cadinho + amostra seca

3.3.2. Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST)

Os Sólidos Solúveis Totais (SST) foram analisados pelo método descrito por Mause (2015). Para tal, foi medido seu índice de refração, onde foi colocado uma gota do iogurte no prisma do refractómetro e foi feita a leitura directa em °Brix, zerando o aparelho com água destilada para cada leitura.

3.3.3. Potencial de Hidrogénio (pH)

O pH foi determinado usando um potenciômetro pelo método descrito por (Lutz, 2008). Para tal, pesou-se 1 g da amostra e dissolveu-se em 50 mL de água, agitou-se até que a solução ficasse homogénea. Calibrou-se o aparelho com soluções tampão de pH 4 e 7 por fim fez-se a leitura do pH da amostra.

3.3.4. Acidez Total Titulável (ATT)

Para determinação de acidez titulável usou-se a mesma solução usada na determinação do pH como recomenda a metodologia descrita por Cechi (2003). A amostra foi transferida para frascos Erlenmeyer com capacidade de 250 mL, onde adicionou-se 4 gotas de fenolftaleína. A titulação foi feita com solução de hidróxido de sódio 0.1N.

$$ATT(\%) = \frac{V * f * 0,9}{m} * 100 \quad (2)$$

Onde:

- V = Volume de NaOH gasto
- f = Factor de correcção
- m = Massa da amostra

3.3.5. Gorduras (método Soxhlet)

A gordura foi determinada pelo método de hidrólise ácida descrito por Lutz (2008). Para a sua determinação, pesou-se 5 g da amostra em um Béquer de 100 mL e transferiu-se para um Béquer de 600 mL usando água à temperatura entre 30-40 °C, adicionou-se 60 mL de ácido clorídrico, e aqueceu-se até a fervura durante 30 minutos. De seguida, adicionou-se mais 100 mL de água na solução ainda quente lavando o vidro de relógio e filtrou-se, o precipitado foi lavado até a reacção neutra ou ausência de cloretos, depois secou-se o resíduo na estufa a temperatura de 105°C. De seguida, foi envolvido no papel de filtro e colocou-se em um dedal e colocado no aparelho extractor de Soxhlet acoplado num balão de fundo Redondo de 500 mL previamente tarado e adicionou-se 250mL de éter de petróleo e extraiu-se sob aquecimento. Depois de 4 horas removeu-se o solvente e secou-se o balão contendo a gordura por 1 hora na estufa, resfriou-se em

dessecador e pesou-se até um peso constante. Calculou-se a % de gordura presente na amostra utilizando a seguinte expressão:

$$\text{Gordura}(\%) = \frac{\text{Balão com gordura} - \text{Balão vazio}}{\text{massa da amostra}} * 100 \quad (3)$$

3.3.6.Determinação do teor de cinzas

As cinzas foram determinadas pelo método descrito por (Lutz, 2008). Para tal, num cadinho de porcelana, pesou-se 5 gramas da amostra previamente aquecido em estufa a 105°C por 3 horas e resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e pesada, depois incinerou-se em um bico de Bunsen e levou-se à mufla a uma temperatura de 550°C por cerca de 3 horas, e por fim arrefeceu-se em dessecador até à temperatura ambiente e pesou-se. O teor de cinzas foi obtido a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Cinzas}(\%) = \frac{\text{N}}{\text{P}} * 100 \quad (4)$$

Onde:

N = número de gramas de cinza

P = número de gramas de amostras

3.3.7.Determinação de proteína

Para a determinação de proteína foi usado o método colorimétrico descrito por Berthelot. Inicialmente foi pesada 1 g da amostra e de seguida a amostra foi introduzida no tubo de digestão e adicionou-se 5 mL da mistura de ácido sulfúrico-selénio e ácido salicílico e fez-se a digestão por 4-5 horas até que a mistura ficasse transparente, depois adicionou-se 100 mL de água destilada e de seguida filtrou-se, pipetou-se 0.2 mL do filtrado para tubo de ensaio e depois adicionou-se 3 mL de mistura I (ácido salicílico, hidróxido de sódio 10M, EDTA e hipoclorito de sódio) e 5 mL de mistura II (solução tampão pH 12 e hipoclorito de sódio), agitou-se e deixou-se repousar por aproximadamente uma hora de tempo. De seguida, foi preparada a série padrão de 300 mg/L de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, num balão de 100 mL, misturou-se 50 mL da solução de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ e a

mistura de ácido sulfúrico-selénio e pipetou-se respectivamente 0, 2, 4, 6, 8 e 10 mL para tubos de ensaio, previamente secos. Ligou-se o espectrofotómetro e calibrou-se com água. Por último fez-se a leitura no espectrofotómetro e construiu-se a curva padrão (Houba *et al.*, 1989)

Cálculo de Nitrogénio

$$(a - b) * 0,050 * \frac{1000}{w} = \frac{50}{w} * (a - b) \quad (5)$$

Onde:

- W = Peso da amostra;
- a = Concentração de nitrogénio medido em mg/L
- b = Concentração do ensaio em branco

Para o cálculo da proteína multiplica-se o valor do nitrogénio por 6.25

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O iogurte de Malambe conservado na geleira, foi submetido a análises do pH, Acidez Total Titulável e Sólidos Solúveis no 1º, 3º, 5º, 7º, 9º, 11º, 13º e 15º dias de acordo com o descrito na página 15. Estes resultados foram apresentados em forma de tabela (Tabela 3) e em forma gráfico (Gráficos 1, 2, 3, respectivamente).

Tabela 3 – pH, Acidez Total Titulável e Sólidos Solúveis obtidos para a amostra de iogurte caseiro de Malambe conservado na geleira durante 15 dias.

Replicas	Dias	Amostra			Geleira														
		pH	Acidez	Brix	Média pH (X)	Média Acidez (X)	Média Brix (X)	Desvio Padrão (pH)	Desvio Padrão (Acidez)	Desvio Padrão (Brix)	%RSD (pH)	%RSD (Acidez)	%RSD (Brix)	Interv. Confinça (pH)	Interv. Confinça (Acidez)	Interv. Confinça (Brix)	Resultado (pH)	Resultado (Acidez)	Resultado (Brix)
1	1	3.43	1.9	18.6	3.43	1.9	18.6	0	2.71948E-16	0	0	1.43E-14	0	0	0	0	3.43 ± 0.00	1.90 ± 0.00	18.6 ± 0.00
2		3.43	1.9	18.6															
3		3.43	1.9	18.6															
4	3	3.46	1.76	18.5	3.46	1.76666667	18.5	5.43896E-16	0.005773503	0	1.57E-14	0.326802	0	0	0.01	0	3.46 ± 0.00	1.75 ± 0.01	18.50 ± 0.00
5		3.46	1.77	18.5															
6		3.46	1.77	18.5															
7	5	3.46	1.78	18.4	3.45666667	1.773333333	18.33333333	0.005773503	0.02081666	0.057735	0.167025	1.173872	0.314918	0.01	0.05	0.14	3.46 ± 0.01	1.77 ± 0.05	18.30 ± 0.14
8		3.45	1.75	18.3															
9		3.46	1.79	18.3															
10	7	3.44	1.78	18.9	3.45	1.783333333	18.86666667	0.01	0.005773503	0.057735	0.289855	0.323748	0.306016	0.02	0.01	0.14	3.45 ± 0.02	1.78 ± 0.01	18.90 ± 0.14
11		3.45	1.78	18.8															
12		3.46	1.79	18.9															
13	9	3.45	1.79	18.5	3.48666667	1.79	18.56666667	0.06350853	0.01	0.305505	1.821468	0.558659	1.645449	0.16	0.02	0.76	3.46 ± 0.16	1.79 ± 0.02	18.20 ± 0.76
14		3.45	1.78	18.9															
15		3.56	1.8	18.3															
16	11	3.45	1.84	16.2	3.44666667	1.833333333	16.13333333	0.005773503	0.011547005	0.11547	0.16751	0.629837	0.715723	0.01	0.03	0.29	3.45 ± 0.01	1.89 ± 0.03	16.13 ± 0.29
17		3.45	1.84	16															
18		3.44	1.82	16.2															
19	13	3.44	1.88	16.4	3.44	1.89	16.5	0	0.01	0.173205	0	0.529101	1.049728	0	0.02	0.43	3.44 ± 0.00	1.85 ± 0.02	16.50 ± 0.43
20		3.44	1.9	16.7															
21		3.44	1.89	16.4															
22	15	3.44	1.97	16.3	3.44	1.983333333	16.2	0	0.011547005	0.1	0	0.582202	0.617284	0	0.03	0.25	3.44 ± 0.00	1.98 ± 0.03	16.20 ± 0.25
23		3.44	1.99	16.1															
24		3.44	1.99	16.2															

As análises de humidade, cinzas, gorduras e proteínas (Tabela 4) para amostra de iogurte de Malambe conservado na geleira, foram feitas apenas no 3º dia e no 15º dia, de acordo com a descrição da página 15.

Tabela 4 – Humidade, Cinzas, Gordura e Proteína obtidos para a amostra de iogurte caseiro de Malambe conservado na geleira durante 15 dias.

Réplicas	Dias	Amostra				Média Humid. (X̄)	Média Cinza. (X̄)	Média Gord. (X̄)	Média Prot. (X̄)	Desvio Padrão (Humid)	Desvio Padrão (Cinza)	Desvio Padrão (Gord)	Desvio Padrão (Prot)	%RSD (Humid)	%RSD (Cinza)	%RSD (Gord)	%RSD (Prot)
		Humid (%)	Cinza (%)	Gord (%)	Prot (%)												
1	3	82.26	0.99	3.22	2.57	80.88	0.99333333	3.17	2.58	1.211734	0.005774	0.06245	0.01	1.498188	0.581225	1.970031	0.3875969
2		80.39	1	3.1	2.59												
3		79.99	0.99	3.19	2.58												
4		77.22	0.51	2.1	2.41												
5		77.61	0.49	2.1	2.31												
6		76.62	0.49	2.16	2.35												
	15					77.15	0.49666667	2.12	2.35666667	0.498698	0.011547	0.034641	0.050332	0.646401	2.3249	1.63401	2.1357382

(continuação)

Réplicas	Dias	Geleira							
		Interv. Confinça (Humid)	Interv. Confinça (Cinza)	Interv. Confinça (Gord)	Interv. Confinça (Prot)	Resultado (Humid)	Resultado (Cinza)	Resultado (Gord)	Resultado (Prot)
1	3								
2									
3		3.01	0.01	0.16	0.04	80.88 ± 3.0	0.99 ± 0.01	3.17 ± 0.16	2.58 ± 0.04
4									
5									
6		15	1.24	0.03	0.09	0.12	77.15 ± 1.24	0.50 ± 0.03	2.12 ± 0.09

Os resultados para a amostra de iogurte de Malambe conservados à temperatura ambiente na presença e ausência da luz não foram apresentados pois estas foram descartadas, visto que já apresentavam aspecto de deterioração no terceiro dia após a preparação do iogurte.

4.1. Potencial de Hidrogénio

O gráfico 1 representa os resultados experimentais do pH obtido na amostra de iogurte conservado na geleira durante 15 dias. Durante o período de conservação, os valores de pH variaram de 3.43 a 3.46. No entanto, verificou-se variações do pH durante todo o período de conservação. Do primeiro ao terceiro dia, verificou-se um aumento do pH que atingiu o pico de 3.46 no dia 9, o valor do pH reduziu até atingir o valor de 3.44 no dia 15. Estas variações podem ser explicadas pela eficiência da fermentação, em relação ao pH, razão pela qual não sofre grandes alterações durante a conservação.

Por outro lado, o pH (3.43 a 3.46) do iogurte obtido entre os dias 1 a 15, está abaixo do limite recomendado pela legislação Brasileira (4.0 a 4.6). Este fenómeno pode ser explicado pelo facto da polpa de Malambe ser extremamente ácida, o que contribui de certa forma para o pH baixo no iogurte, para além de ser comum nos iogurtes caseiros, pois estes valores assemelham-se ao obtido por Tomé, Faria & Susa (2019) no iogurte suplementado de suco de acerola que foi de 3.202 e por Da Silva et al., (2012), na produção caseiro de iogurte de acerola obtiveram 3.57 a 4.03. A ausência de padronização da fermentação na produção de iogurtes caseiros pode influenciar e resultar em um baixo valor de pH.

O pH é importante, pois quando tem baixa acidez ($\text{pH} > 4.6$), favorece a separação do soro pois o gel ainda não foi devidamente formado. Mas, quando a acidez é elevada ($\text{pH} < 4.0$) há contração do coágulo devido a hidratação das proteínas ocasionando também o dessoramento do produto (Santos, Prandini, & Pollatti, 2016).

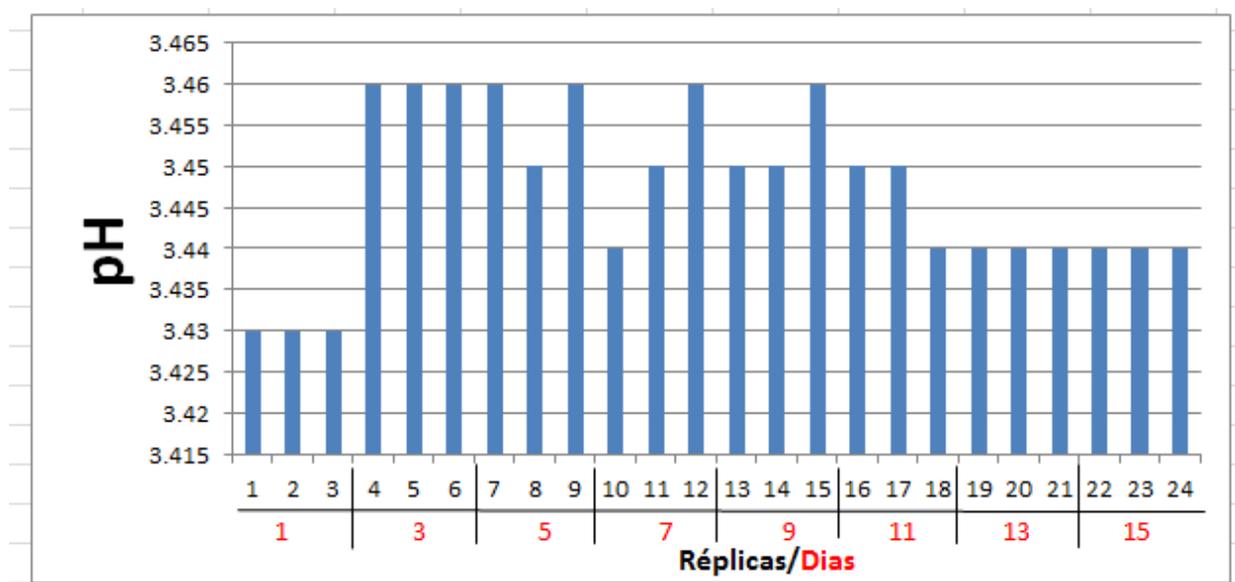
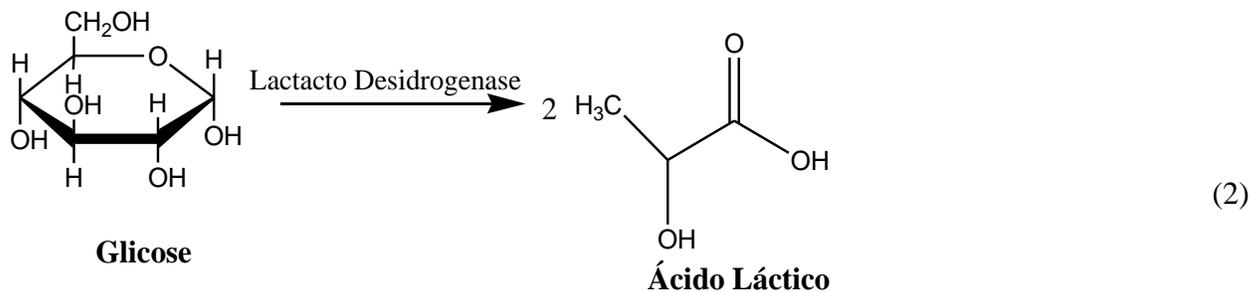
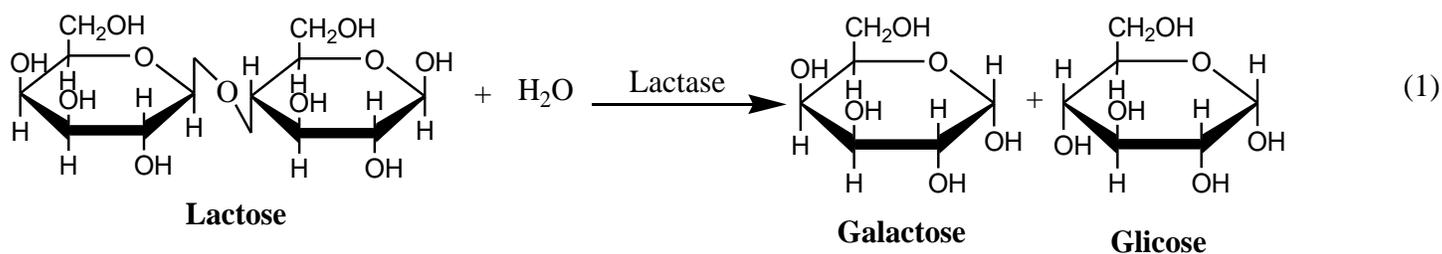


Gráfico 1 – Efeito do tempo de conservação por 15 dias no pH do iogurte caseiro de Malambe conservado na geladeira. Cada divisão indica o número de réplicas por dia.

4.2. Acidez Total Titulável (ATT)

De acordo com o gráfico 2 os valores de ATT aumentam ao longo do tempo em torno de (1.75 a 1.98), excepto para o dia 1 (dia da produção). Este facto está associado a natureza do iogurte, uma vez que é um produto fermentado e a fermentação láctica é responsável pela produção do ácido láctico (Baglio, 2014)

Embora haja aumento no valor de ATT, este é relativamente próximo (1.75 a 1.79) nos dias 3 a 9. Como já havia sido discutido na secção de pH (4.1 página 23), essa pequena variação pode estar associado a eficiência da fermentação e a actividade metabólica das bactérias ácido-lácticas presentes no iogurte, sugerindo que a ATT não sofra grandes alterações nesse período. Entretanto nos dias 11, 13 e 15, observa-se um aumento radical nos valores de ATT, variando de (1.89, 1.85 e 1.98) respectivamente. Este facto pode ser um indicativo da ocorrência da fermentação contínua e que as bactérias ácido-lácticas estão produzindo de forma progressiva mais ácido láctico (Reacção 1 e 2). (Baglio, 2014; Tamime & Robinson, 2007).



Reacção (1) Degradação da Lactose (2) Fermentação da Glicose por bactérias lácticas

Fonte: Baglio (2014); Tamime & Robinson (2007)

E o valor de ATT (1.75 a 1.98%) obtido em todos os dias, está acima do limite recomendado pela Legislação Brasileira (0.6 a 1.5%). Este fenómeno pode estar associado a elevada acidez da polpa de Malambe e pela ausência da padronização na fermentação por se tratar de produção caseira ou ausência em certos casos do controlo da temperatura. (Martin, 2002)

Mas por outro lado, estes valores estão em concordância ao valor recomendado pela Codex Alimentarius (2011), uma vez que estabelece o limite mínimo de 0.6% para leites e seus derivados.

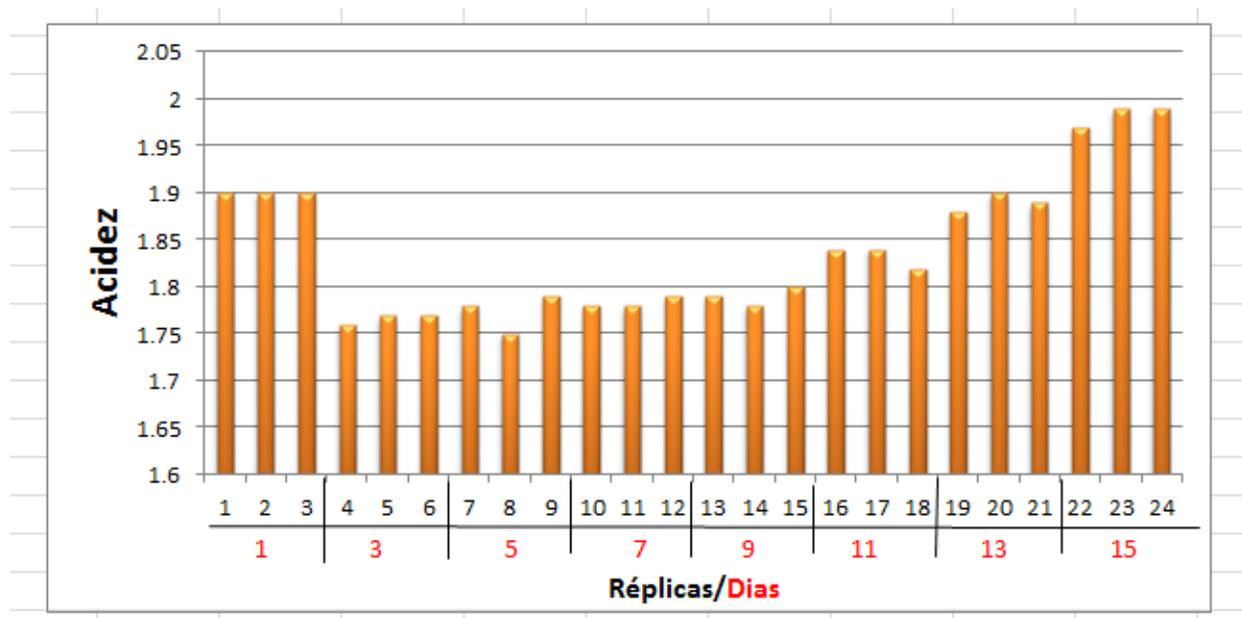


Gráfico 2 – Efeito do tempo de conservação por 15 dias na Acidez Total Titulável do iogurte caseiro de Malambe conservado na geleira. Cada divisão indica o número de réplicas por dia.

4.3. Sólidos Solúveis (oBrix)

No gráfico 3, são apresentados os resultados experimentais do Brix obtidos na amostra de iogurte em diferentes dias. O valor de Brix diminui ao longo do tempo de conservação em torno de (18.90 a 16.20). Embora haja diminuição observa-se uma diminuição não significativa, nos dias 1 a 9. Essa pequena variação pode ser devido a eficiência da fermentação nesse período, razão pela qual o valor de Brix está em torno de 18 a 19. Do dia 9 ao dia 15, observa-se uma redução significativa, variando em torno de 18 para 16 respectivamente. Este facto pode estar associado a alteração sensorial do iogurte, uma possível deterioração. A variação brusca no valor de Brix pode ser indicativo de uma diminuição na concentração de açúcares, possivelmente devido à acção de algum microorganismo indesejado ou oxidação de componentes do iogurte (Araújo, 2004; Damodaran, Parkin & Fennema, 2010).

O valor do Brix no iogurte obtido entre os dias 3 a 15, está dentro dos limites recomendados pela Legislação Brasileira, uma vez que esta recomenda o grau de Brix em torno de 15 a 18. Por outro lado, estes valores encontram-se em concordância ao estudo feito por Fontana (2012), que obteve

Apesar do iogurte ser armazenado na geleira, mesmo que adequadamente fechado, ainda pode ocorrer uma perda gradual da humidade através da evaporação da água presente no iogurte. A mudança na consistência está relacionado ao envelhecimento do iogurte com o tempo, pois a estrutura do iogurte pode se tornar mais densa e firme, resultando em uma diminuição da quantidade de água retida no produto. E no caso da contaminação microbiana está associado ao possível crescimento de microorganismos indesejáveis durante o armazenamento, que de certa forma, podem consumir a água disponível no iogurte (El Soda & Elgarhi 2013; Damodaran, Parkin & Fennema 2010). Outro factor importante é o caso da fermentação discutido nas secções anteriores (4.2) pois é responsável de transformar o açúcar do leite em ácido láctico e gás carbónico, interferindo na quantidade de água retida na matriz do iogurte.

E em relação ao valor da humidade obtido (80.88% e 77.15%) nos dias 3 e 15, encontra-se dentro do limite recomendado pela Legislação Brasileira (75% a 85%), bem como os valores obtidos por Fontana (2012) e Tamime & Robinson (2007), pois apresentam valores dentro de intervalo de 75 a 88% respectivamente.

4.5. Cinzas

Os resultados experimentais da cinza obtidos na amostra de iogurte entre os dias 3 e 15 são apresentados na Tabela 4. E os resultados mostram uma diminuição em torno de 0.99% para o dia 3 e 0.50% para o dia 15. Este facto pode ser explicado pela fermentação contínua, interações químicas e decomposição dos compostos presentes no iogurte. Durante o período de conservação do iogurte na geleira, é possível que tenha ocorrido interações químicas entre os componentes do iogurte, levando a mudança na forma e disponibilidade dos minerais, para além dos minerais do iogurte estarem sujeitos a reacções de degradação ou precipitação, resultando na libertação de gases e outros subprodutos, o que poderia influenciar na diminuição do teor de cinza (El Soda & Elgarhi, 2013; Damodaran, Parkin & Fennema, 2010; Deeth & Tamime, 2000). Outro factor importante a ser considerado é a fermentação contínua, pois para além da produção do iogurte pelas bactérias probióticas, estas consomem também parte dos minerais presentes no leite, o que pode afectar os valores de cinzas.

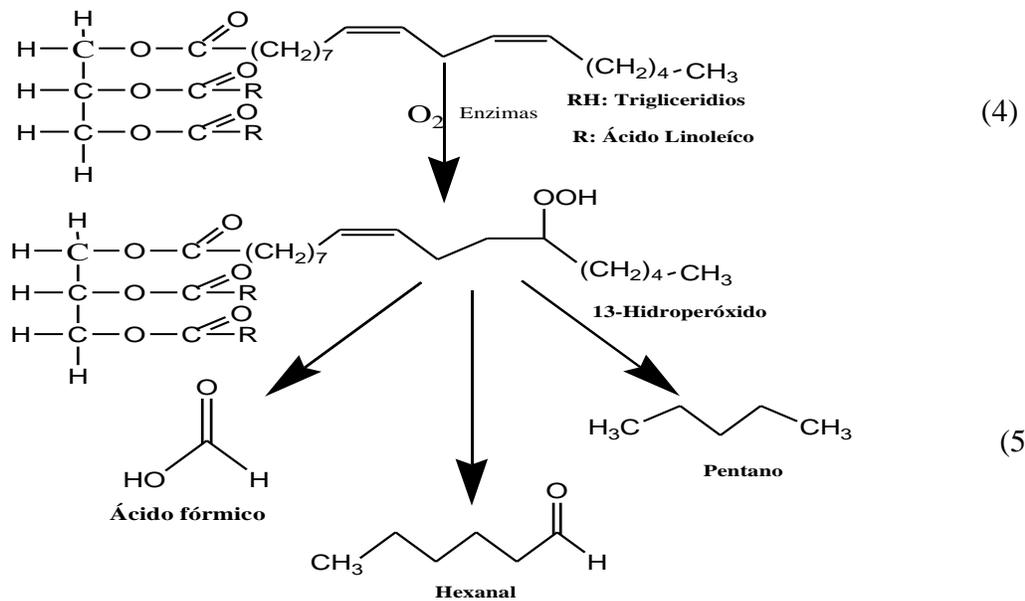
E em relação ao valor da cinza (0.99% e 0.50%) obtido nos dias 3 e 15, encontra-se dentro do limite recomendado pela Legislação Brasileira (inferior a 1%), também são concordantes aos valores obtidos por Medeiros et al. (2007), que obteve 0.46 % de cinzas em iogurte de diferentes marcas. Enquanto Assis et al., (2020), em seu estudo obtiveram o valor de cinza de 0.98% para iogurte de Pitanga natural e 0.97% para iogurte de Pitanga com formulações diferentes.

4.6. Gorduras

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, o valor da gordura varia entre 3.17 no dia 3 e 2.12 no dia 15, indicando uma diminuição da gordura ao longo do tempo de conservação. Este facto pode ser explicado por factores como separação de fases, interacção com outros componentes, oxidação, entre outros. Durante o armazenamento, é possível que o iogurte sofra uma separação natural do soro, o que pode levar à migração da gordura para a superfície ou para o interior da matriz. Além disso, a quebra de emulsões e interacções entre as partículas presentes no iogurte podem influenciar nos teores de gordura. Outro factor importante a ser considerado é a oxidação dos lípidos presentes no iogurte, principalmente durante o armazenamento prolongado (El Soda & Elgarhi, 2013; Damodaran, Parkin & Fennema, 2010; Deeth & Tamime, 2000; Tamime & Robinson, 2007).

Os lípidos são compostos principalmente por triglicerídeos, que são formados por uma molécula de glicerol e três ácidos graxos. A oxidação lipídica ocorre quando os ácidos gordos são expostos ao do ar, e por sua vez o oxigénio ar reage com ácidos gordo insaturados resultando em radicais livres, conseqüentemente a formação de peróxido de ácidos gordos (Reacção 4).

Em seguida o peróxido formado sofre alterações químicas em suas estruturas, através da decomposição, resultando alcoxi e alquilperóxido, conseqüentemente a formação de alquilalcoxi, aldeído, cetonas entre outros (Reacção 5).E estes últimos compostos, contribuem para o sabor rançoso e desagradável, afectando negativamente a qualidade do iogurte (El Soda & Elgarhi, 2013; Damodaran, Parkin & Fennema, 2010; Deeth & Tamime, 2000; Tamime & Robinson, 2007).



Fonte: Araujo (2002); Borges et al., (1999); Damodaran, Parkin & Fennema (2010).

E em relação a gordura, o valor obtido nos dias 3 e 15, respectivamente 3.17% e 2.12%, estão em concordância com os valores recomendados pela Códex Alimentarius (2011), pois estabelece para leite e derivados o valor de gordura menor que 15%. De acordo com Pangaia (2015), o iogurte obtido no dia 3 é classificado como gordo por apresentar valores em torno de 3% e para dia 15 é classificado como meio-gordo por apresentar valores em torno de 2%. Essa transformação do iogurte gordo para meio-gordo é indicativo de alteração das propriedades sensoriais e físico-química do iogurte.

4.7. Proteínas

Na Tabela 4 são apresentados os resultados experimentais da proteína obtidos na amostra de iogurte nos dias 3 e 15 respectivamente. (2.58% e 2.36%) estes valores indicam uma diminuição ao longo do tempo de conservação. Embora haja diminuição nos valores da proteína, esta é relativamente insignificante por ambos apresentarem teores em torno de 2%. E de certa forma, leva-nos a acreditar na eficiência da fermentação em relação a proteína, razão pela qual resistiu a mudanças significativas durante o armazenamento.

E por outro lado, o valor da proteína (2.58% e 2.36%) obtido nos dias 3 e 15, encontra-se dentro do limite recomendado pela Legislação Brasileira (inferior a 2.9%), também são concordantes aos valores obtidos por Costa, et al (2012) que desenvolveram um iogurte com adição de 3.0, 5.0 e 7.0% de polpa de juçai e obtiveram o teor de proteína valores de 2.31%, 2.53% e 2.59% respectivamente.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. CONCLUSÕES

Como resposta aos objetivos traçados no presente trabalho, os resultados obtidos permitem afirmar o seguinte:

- ✓ O iogurte conservado a temperatura ambiente apresentou um grau de perecibilidade extremamente elevado comparado ao iogurte conservado na geladeira, visto que o iogurte conservado a temperatura ambiente teve vida útil curta, isto é menos de 48 horas, enquanto o iogurte conservado na geladeira teve uma vida útil mais longa, estimada em 7 dias.
- ✓ Devido a acidez do Malembe O parâmetro pH apresentou valores baixos influenciando deste modo os parâmetros ATT e Brix que apresentaram valores altos comparados aos valores do iogurte natural. Os parâmetros gordura, humidade, proteína e cinza apresentaram valores elevados comparados ao iogurte natural mas no entanto, encontram-se dentro dos parâmetros recomendados pela legislação.
- ✓ Em comparação ao iogurte natural (Industrializado), o iogurte caseiro apresentou menos tempo de vida útil, pois em geral o iogurte industrializado é estimado em mais 30 dias.

5.2. RECOMENDAÇÕES

Dadas as conclusões obtidas do presente trabalho, recomenda-se:

- ✓ A necessidade de adoção ou aplicação de técnicas de produção de forma a corrigir os padrões de qualidade pH e ATT para que estejam dentro dos limites recomendados pela Legislação Brasileira, bem como na melhoraria do paladar pela elevada acidez;
- ✓ A realização de análise dos teores de minerais, valor energético, carboidratos, fibra alimentar de forma a complementar/enriquecer o valor nutricional do iogurte;

- ✓ A realização de análises microbiológicas para melhorar o grau de perecibilidade, principalmente nos dias 1, 3, 5 e 7 respectivamente, em vista a certificar a vida útil do iogurte.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Araújo, J. M. A. (2004). *Química de alimentos – Teoria e Prática*. 4ª (ed). Universidade Federal de Viçosa Universitária, Minas Gerais.
2. Asis, B. B. T., Coutinho, T. P. A., Fernandes, J. M., Grilo, M. M. S., Monção, E. C., Silva, M. E. S. e Silva, R. T. (2020). *Análise microbiológica e físico-química de iogurte tipo grego de geleia de pitanga (eugenia uniflora l)*. Braz. J. of Develop, 6(5). Curitiba. pp. 24660-24677
3. Baglio, E. (2014). *Chemistry and Technology of Yoghurt Fermentation*. Springer Briefs in Chemistry of Food. DOI:[10.1007/978-3-319-07377-4_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07377-4_2)
4. Benica, C., Martins, C., Sousa, A., B., B., e Antocheski, E. (2014). *Análise sensorial e caracterização físico-químico de iogurte probiótico com polpa de phislis sp*. Santa Catarina, Brasil. Acedido em 12/03/2022, em: <https://eventoscientificos.ifsc.edu.br/index.php/sepei/sepei2014/paper/viewFile/1036/691>
5. Borges, M. F. M., Ferreira, M. A., & Silva, F. A. M. (1999). *Método para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante*. Química Nova, 22 (1), Portugal. pp. 94-103.
6. Castro, N. M. N. (2008). *Estudo e caracterização química do compostos extractíveis em metanol da polpa de baoba (Adansonia digitata)*. Tese de Mestrado em Bioquímica e Química dos Alimentos. Universidade de Aveiro, Portugal.
7. Cecchi, H. M. (2003). *Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos*. 2ª (ed). Unicamp Editora, São Paulo.
8. Celia, J. (2015). *Influência do tratamento térmico nas características físico-químicas e reológicas de iogurtes naturais*. Tese de Mestrado em Zootecnia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde-Goiano.
9. Chavana, S. (2015). *Elaboração e análise físico-químico de iogurte de malambe*. Trabalho de Licenciatura. Universidade Católica de Moçambique. Chimoio-Manica.
10. Codex Alimentarius. (2011). *Leites e derivados*. Roma.
11. Costa, D. (2017). *Secagem de iogurte natural por CAST-TAPE sob vácuo*. Trabalho de Licenciatura. Universidade Federal Sergipe. Florianopolos-SC.

12. Da Silva, L. C., Machado, T. B., Silveira, M. L., Rosa, C. S., & Bertagnlli, S. M. (2012). *Aspectos Microbiológicos, pH e Acidez de Iogurtes de Produção Caseira Comparados Aos Industrializados da Região de Santa Maria*. *Disciplinarum Scientia*. 13(1), Rio Grande do Sul, p. 111-120.
13. Darmodaran, S; Parkin, K. L & Fennema, O. R. (2010). *Química dos Alimentos de Fennema*. 4ª (ed). Artmed. Porto Alegre.
14. Deeth, H. C., & Tamime, A. Y. (2000). *Yogurt: Technology and Biochemistry*. Society of Dairy Technology.
15. El Soda, M., & Elgarhi, A. (2013). *Physicochemical properties of yoghurt: a review*. *Food Science and Quality Management*, 15, 1-11.
16. Fernandez, R. (2013). *Desenvolvimento de iogurte sabor cappucino*. Trabalho de Licenciatura. Universidade Federal de Paraná. Medianeira-Brazil.
17. Fontana, D. A. (2012). *Processo de industrialização de iogurte com adição de geleia de Morango de forma contínua e descontínuo e sua influência na viscosidade do iogurte final, comparado com as marcas existentes na região de Ponta Grossa*. Trabalho de Licenciatura. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa.
18. Houba, V., Van der lee, J., Novozamsky, I., & Walinga, I. (1989). *Soil and Plant Analysis*. *Journal Wageningen University*, 5(8), Wageningen.
19. Ito, M. S. (2003). *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – USP: Banco de dados de alimentos industrializados*. Tese de Mestrado em Ciências de Alimentos. Universidade de São Paulo.
20. Kivolaka, F. P. (2015). *Estudo para valorização da polpa do fruto da Adansonia digitata*. Tese de Mestrado em Engenharia de Alimentos. Universidade de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia. Portugal.
21. Lutz, I. A. (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. São Paulo.
Acedido em 23/04/2022 em:
http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf

22. MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2007). *Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados*. Instrução Normativa nº46, de 23/10/2007. Diário Oficial da União, Brasília.
23. Martin, A. F. (2002). *Armazenamento do iogurte comercial e o efeito na proporção das bactérias lácteas*. Tese de Mestrado em Ciências e Tecnologias de Alimentos. Escola Superior de agricultura Luiz Queiroz. Piracicaba- Brasil.
24. Maússe, B. J. (2015). *Caracterização e avaliação da actividade antimicrobiana e antioxidante das polpas e derivados dos frutos de massala (*strychnosspinosa*) e mapfilwa (*vangueria infausta*)*. Tese de Mestrado em Processamento de Recursos Locais. Maputo.
25. Medeiros, F. C., Andrade, L. F., Apolinário, J. R., Silva, A. O., Santos, E. P. *Composição Centesimal de iogurte comercializado no Município de Bananeiras-PB*. Jornada de Agroindústria, Bananeiras.
26. Menezes, W. E., Purgatto, A. (2016). *Determinação de Cinzas em Alimentos*. Material didático da disciplina de Bromatologia Basica. Universidade de São Paulo.
27. Milknet. (2015). *Defeito em iogurte, Artigo Técnico*.
28. Moura, A. (2014). *Avaliação de algumas propriedades fisico-químicos, antioxidantes e sensoriais de iogurte de noni (*Morina citrifolia* L.) e em acerola (*Molpighia emerginata* DC.)*. Tese de mestrado em Produção Animal. Universidade Federal Rural Semo-Arido. Mossoro- Brasil.
29. Pangaia, A. (2015). *Análise fisico-química do iogurte produzido pela copoleite*. Trabalho de Licenciatura. Universidade Católica de Moçambique. Chimoio.
30. Passos, F. D. M. (2016). *Valorização de frutos de *Adasonia digitata* L., polpa e sementes*. Tese de Mestrado em Controlo de Qualidade de Água e Alimentos. Universidade do Porto. Portugal.
31. Pinheiro, D. M., Porto, K. R., & Menezes, M. E. (2005). *A Química dos Alimentos: Carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas e minerais*. Universidade Federal de Alagoas. Acedido em 17/06/2022 em: https://usinaciencia.ufal.br/multimedia/livros-digitais-cadernos-tematicos/a_quimica_dos_alimentos.pdf.

32. Ribeiro, V. (2012). *Estudo de compostos bioativos em Andasonia digitata e o seu potencial fitoquímico na indústria farmacêutica*. Tese de Mestrado em Ciências Farmacêuticas. Universidade Fernando Pessoa. Porto.
33. Rita, B. (2018). *Efeito da ingestão do extrato aquoso do fruto da Adasonia digitata L. na glicemia pos prandial em indivíduos não diabéticos*. Tese de Mestrado em Nutrição Clínica. Instituto Universitário Egas Moniz. Portugal.
34. Robert, N. F. (2008). *Fabricação de iogurtes, Redes de Tecnologia do Rio de Janeiro*.
Acedido em 12/05/2023 em:
<https://respostatecnica.org.br/dossietecnico/downloadsDT/MzIw>
35. Santos, M., Prandini, M., & Pollatti, M. (2016). *Análises físico-químicas de iogurte enriquecidos ou não com polpa de acerola*. 1 encontro internacional de ciências agrárias e tecnológicas, (pp. 50- 53). UNESP. Acedido em 27/06/2022 em:
<https://www.dracena.unesp.br/Home/Eventos/imast/1-resex.pdf>
36. Silva, A., M. I., Souza, A., & Franco, B. (2012). *Estudo do comportamento cinético e reológico da fermentação láctica na produção do iogurte natural*. Centro Científico Conhecer. 8(14). Barra do bugres- MT-Brasil. p.1907-1913.
37. Tomas, N. (2008). *Determinação da concentração ideal do tempo ideal para a escarificação química da semente de imbondeiro (Adansonia digitata)*. Trabalho de Licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo.
38. Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (1999). *Yoghurt: science and technology*. 2th (ed). Woodhead Publishing. Cambridge-England.
39. Tomé, A. E., Faria, J. Q., & Susa, S. (26 a 29 de Novembro de 2019). *Iogurte suplementado com subproduto agroindustrial de suco de acerola*. V Encontro Nacional da Agroindústria , p. 8.
40. Valente, M. A. (2017). *Avaliação da actividade antibacteriana de andasonia digitataL. e euclenatalensis*. Tese de Mestrado em Segurança Alimentar. Universidade Lisboa. Portugal.

ANEXOS

Anexo I: Dados experimentais dos parâmetros físico-químicas analisados na amostra de iogurte.

Tabela I. A: Resultados dos parâmetros físicos-químicos analisados entre os dias 3 a 15 dia
(pH, Acidez e Brix)

		Geleira																	
Réplicas	Dias	Amostra			Média pH (X̄)	Média Acidez (X̄)	Média Brix (X̄)	Desvio Padrão (pH)	Desvio Padrão (Acidez)	Desvio Padrão (Brix)	%RSD (pH)	%RSD (Acidez)	%RSD (Brix)	Interv. Confiança (pH)	Interv. Confiança (Acidez)	Interv. Confiança (Brix)	Resultado (pH)	Resultado (Acidez)	Resultado (Brix)
		pH	Acidez	Brix															
1	1	3.43	1.9	18.6	3.43	1.9	18.6	0	2.71948E-16	0	0	1.43E-14	0	0	0	3.43 ± 0.00	1.90 ± 0.00	18.6 ± 0.00	
2		3.43	1.9	18.6															
3		3.43	1.9	18.6															
4	3	3.46	1.76	18.5	3.46	1.7666667	18.5	5.43896E-16	0.005773503	0	1.57E-14	0.326802	0	0	0.01	0	3.46 ± 0.00	1.75 ± 0.01	18.5 ± 0.00
5		3.46	1.77	18.5															
6		3.46	1.77	18.5															
7	5	3.46	1.78	18.4	3.4566667	1.77333333	18.3333333	0.005773503	0.02081666	0.057735	0.167025	1.173872	0.314918	0.01	0.05	0.14	3.46 ± 0.01	1.77 ± 0.05	18.3 ± 0.14
8		3.45	1.75	18.3															
9		3.46	1.79	18.3															
10	7	3.44	1.78	18.9	3.45	0	18.8666667	0.01	0.005773503	0.057735	0.289855	0.323748	0.306016	0.02	0.01	0.14	3.45 ± 0.02	1.78 ± 0.01	18.9 ± 0.14
11		3.45	1.78	18.8															
12		3.46	1.79	18.9															
13	9	3.45	1.79	18.5	3.4866667	1.79	18.5666667	0.06350853	0.01	0.305505	1.821468	0.558659	1.645449	0.16	0.02	0.76	3.46 ± 0.16	1.79 ± 0.02	18.2 ± 0.76
14		3.45	1.78	18.9															
15		3.56	1.8	18.3															
16	11	3.45	1.84	16.2	3.4466667	1.83333333	16.1333333	0.005773503	0.011547005	0.11547	0.16751	0.629837	0.715723	0.01	0.03	0.29	3.45 ± 0.01	1.89 ± 0.03	16.13 ± 0.29
17		3.45	1.84	16															
18		3.44	1.82	16.2															
19	13	3.44	1.88	16.4	3.44	1.89	16.5	0	0.01	0.173205	0	0.529101	1.049728	0	0.02	0.43	3.44 ± 0.00	1.85 ± 0.02	16.5 ± 0.43
20		3.44	1.9	16.7															
21		3.44	1.89	16.4															
22	15	3.44	1.97	16.3	3.44	1.98333333	16.2	0	0.011547005	0.1	0	0.582202	0.617284	0	0.03	0.25	3.44 ± 0.00	1.98 ± 0.03	16.2 ± 0.25
23		3.44	1.99	16.1															
24		3.44	1.99	16.2															

Tabela I. B: Resultados dos parâmetros físicos-químicos analisados nos dias 3 e 15 dias.

(Humidade, Cinza, Gordura e Proteína)

Réplicas	Dias	Amostra				Média Humid. (X̄)	Média Cinza. (X̄)	Média Gord. (X̄)	Média Prot. (X̄)	Desvio Padrão (Humid)	Desvio Padrão (Cinza)	Desvio Padrão (Gord)	Desvio Padrão (Prot)	%RSD (Humid)	%RSD (Cinza)	%RSD (Gord)	%RSD (Prot)
		Humid (%)	Cinza (%)	Gord (%)	Prot (%)												
1	3	82.26	0.99	3.22	2.57	80.88	0.99333333	3.17	2.58	1.211734	0.005774	0.06245	0.01	1.498188	0.581225	1.970031	0.3875969
2		80.39	1	3.1	2.59												
3		79.99	0.99	3.19	2.58												
4		77.22	0.51	2.1	2.41												
5		77.61	0.49	2.1	2.31												
6		76.62	0.49	2.16	2.35												
	15					77.15	0.49666667	2.12	2.356666667	0.498698	0.011547	0.034641	0.050332	0.646401	2.3249	1.63401	2.1357382

(continuação)

Réplicas	Dias	Geleira							
		Interv. Confinça (Humid)	Interv. Confinça (Cinza)	Interv. Confinça (Gord)	Interv. Confinça (Prot)	Resultado (Humid)	Resultado (Cinza)	Resultado (Gord)	Resultado (Prot)
1	3								
2									
3		3.01	0.01	0.16	0.04	80.88 ± 3.0	0.99 ± 0.01	3.17 ± 0.16	2.58 ± 0.04
4									
5									
6		15	1.24	0.03	0.09	0.12	77.15 ± 1.2	0.50 ± 0.03	2.12 ± 0.09

Tabela I. C: Resultados dos parâmetros físicos-químicos do iogurte natural – Padrão

Parâmetro	Valor (%)
pH	4.38
Acidez	0.7
Brix	16.3
Humidade (%)	78.33
Cinza (%)	0.49
Gordura (%)	1.5
Proteína (%)	2.6

Anexo II. Valores críticos de distribuição de t-student

Value of t for a confidence interval of Critical value of $ t $ for P values of number of degrees of freedom	90% 0.10	95% 0.05	98% 0.02	99% 0.01
1	6.31	12.71	31.82	63.66
2	2.92	4.30	6.96	9.92
3	2.35	3.18	4.54	5.84
4	2.13	2.78	3.75	4.60
5	2.02	2.57	3.36	4.03
6	1.94	2.45	3.14	3.71
7	1.89	2.36	3.00	3.50
8	1.86	2.31	2.90	3.36
9	1.83	2.26	2.82	3.25
10	1.81	2.23	2.76	3.17
12	1.78	2.18	2.68	3.05
14	1.76	2.14	2.62	2.98
16	1.75	2.12	2.58	2.92
18	1.73	2.10	2.55	2.88
20	1.72	2.09	2.53	2.85
30	1.70	2.04	2.46	2.75
50	1.68	2.01	2.40	2.68
∞	1.64	1.96	2.33	2.58

The critical values of $|t|$ are appropriate for a two-tailed test. For a one-tailed test the value is taken from the column for twice the desired P -value, e.g. for a one-tailed test, $P = 0.05$, 5 degrees of freedom, the critical value is read from the $P = 0.10$ column and is equal to 2.02.

Anexo. III. Equipamentos Laboratoriais



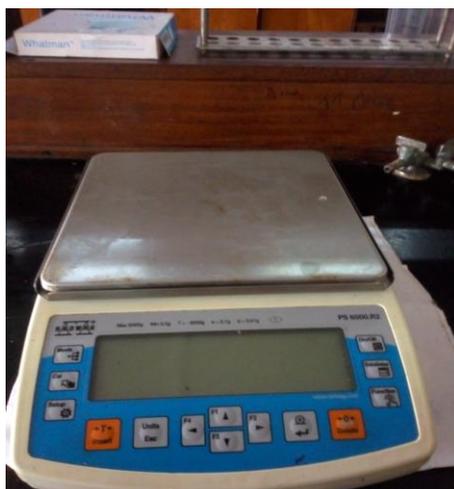
a) Estufa



b) pH metro



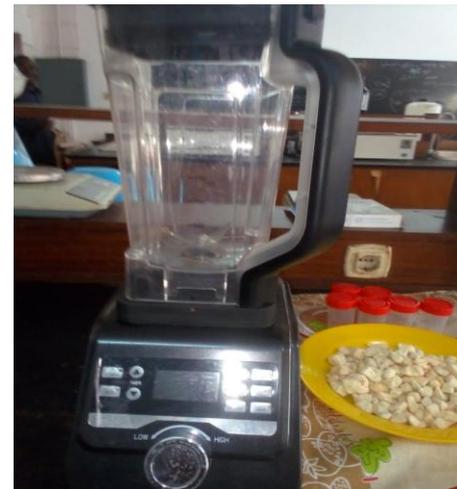
c) Refratômetro



d) Balança analítica



e) Aparelho para determinação da gordura



f) Liquidificador