



FACULDADE DE VETERINÁRIA

Departamento de Produção Animal e Tecnologia de Alimentos

Secção de Tecnologia de Alimentos

Curso de Licenciatura em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Trabalho de Culminação de Estudos

Tema:

**Produção de Farinha de milho (*Zea mays L.*) fermentada “*mbila*” com
incorporação de farinha de batata-doce de polpa alaranjada**

Discente:

Celina Isac Uqueio

Supervisor: Prof.Doutor Belisário Tomé Moiane

Co-Supervisor: Licenciado Agnaldo Joaquim Manhiça

Maputo, Outubro de 2023

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu **Celina Isac Uqueio**, estudante do curso de **Licenciatura em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, da Universidade Eduardo Mondlane - Faculdade de Veterinária declaro por minha honra, que este trabalho de licenciatura é original, foi por mim elaborado com base na minha investigação pessoal e orientações dos supervisores, seguindo uma metodologia actual descrita no mesmo, conforme as referências bibliográficas neste apresentadas.

Maputo, Outubro de 2023

(Celina Isac Uqueio)

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho aos meus pais **Isac Zefanias Uqueio** (*in memorium*) e **Fátima Eugénio Honwana**, aos meus irmãos e ao meu noivo **Stélio Jaime Duzenta Guambe**.

AGRADECIMENTOS

O meu primeiro agradecimento vai à **Deus**, pelo dom da vida, por ter me dado força para enfrentar todos os obstáculos.

À **Universidade Eduardo Mondlane**, em particular à **Faculdade de Veterinária**, pela oportunidade de adquirir conhecimentos relevantes à minha vida.

Ao meu supervisor Prof.Doutor **Belisário Tomé Moiane** e ao Licenciado **Agnaldo Joaquim Manhiça** (Co-supervisor), pela confiança, orientação, motivação e ensinamentos transmitidos durante a elaboração do trabalho.

Aos técnicos da Secção de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Veterinária, Licenciado **Joaquim Salomão Manguete** e Sr. **António Guambe**, e à técnica do Laboratório de Alimentos da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Sra. **Belmira José Paulo** e ao Prof.Doutor **Lucas Tivane**, pela simpatia, amizade e disponibilidade sempre demonstrada em me auxiliar no cumprimento das análises físico-químicas.

Agradeço aos meus pais, **Isac Zefanias Uqueio** (*in memorium*) e **Fátima Eugénio Honwana**, pela educação, esforço, apoio moral e financeiro prestados durante a minha formação, de modo a que eu me tornasse o que sou hoje.

Aos meus irmãos pelo apoio moral, pela amizade e companheirismo.

Ao meu noivo **Stélio Jaime Duzenta Guambe** pela força, confiança e pelo apoio financeiro prestado durante a elaboração deste trabalho.

À todos meus colegas da Faculdade de Veterinária, em especial, às Senhoras **Malaika Hardaz Talamudine** e **Érica de Sousa Mahumane**, pelo apoio prestado, compreensão, paciência por elas demonstrados ao longo da nossa caminhada durante a formação.

ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

%: Percentagem

A-global: Avaliação Global

ANOVA: Análise de Variância

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC: Association of Official Agricultural Chemists

AW: Actividade de Água

BAL: Bactérias Ácido Láctias

BD: Batata-Doce

BDPA: Batata-Doce de Polpa Alaranjada

F0: Farinha de Milho Fermentada sem Incorporação de FBDPA

F1: Farinha de Milho Fermentada com Incorporação de 15% de FBDPA

F2: Farinha de Milho Fermentada com Incorporação de 20% de FBDPA

F3: Farinha de Milho Fermentada com Incorporação de 30% de FBDPA

FBDPA: Farinha de Batata-Doce de Polpa Alaranjada

FG: Fracção Glicídica (%)

IA: Índice de Aceitabilidade

Mbila: Farinha de Milho Fermentada

N: Número de amostra

pH: Potencial de Hidrogénio

TACO: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

UEM: Universidade Eduardo Monlhane

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura I: Composição básica do grão de milho..... | 3 |
| Figura II: Raízes tuberculosas da Ipomea batata Lam..... | 6 |
| Figura III. Esquema de delineamento experimental..... | 9 |
| Figura IV: Ilustração das farinhas desenvolvidas..... | 11 |
| Figura V: Fluxograma geral de processamento de farinha de milho fermentada (<i>mbila</i>) com incorporação de farinha de batata-doce de polpa alaranjada..... | 12 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico I: Intenção de compra da mbila com incorporação da farinha de BDPA em diferentes percentagens..... | 18 |
| Gráfico II: Intenção de compra da mbila com incorporação da farinha de BDPA em diferentes percentagens..... | 19 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela I: Material necessário..... | 8 |
| Tabela II: Formulações usadas na elaboração de farinha de milho com incorporação de FBDPA no ensaio preliminar..... | 10 |
| Tabela III: Formulações finais usadas na elaboração de farinha de milho com incorporação de FBDPA..... | 10 |
| Tabela IV: Resultados da análise sensorial do ensaio preliminar (valores médios da aceitação sensorial das quatro formulações de papa de mbila)..... | 16 |
| Tabela V: Resultados da análise sensorial do ensaio principal (Valores médios da aceitação sensorial das quatro formulações de papa de mbila)..... | 16 |
| Tabela VI: Índice de aceitabilidade (IA) das quatro formulações quanto aos atributos sensoriais..... | 17 |
| Tabela VII: Índice de aceitabilidade das quatro formulações quanto aos atributos sensoriais..... | 17 |
| Tabela VIII: Médias e desvios padrões obtidas nos parâmetros de humidade, pH e Acidez total titulável..... | 20 |
| Tabela IX: Composição química de mbila com incorporação de farinha de BDPA..... | 20 |

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| RESUMO | x |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. OBJECTIVOS..... | 2 |
| 2.1. Geral:..... | 2 |
| 2.2. Específicos: | 2 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 3 |
| 3.1. Características gerais e taxonomia do milho | 3 |
| 3.2. Composição anatômica e química do milho | 3 |
| 3.4. Importância e valor nutricional do milho | 4 |
| 3.5. Processamento de cereais | 4 |
| 3.6. Fermentação de cereais..... | 4 |
| 3.7. Obtenção da farinha de milho | 5 |
| 3.7. Caracterização e importância sócio-económica da batata-doce | 6 |
| 3.7.1. Obtenção de farinha de batata-doce..... | 7 |
| 3.8. Farinha de milho fermentada (<i>mbila</i>) com incorporação de farinha de BDPA | 7 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 8 |
| 4.1. Local do estudo..... | 8 |
| 4.2. Duração do estudo | 8 |
| 4.3. Material..... | 8 |
| 4.4. Aquisição da matéria-prima | 8 |
| 4.5. Delineamento experimental | 9 |
| 4.5.1. Desenvolvimento das formulações | 9 |
| 4.5.2. Processamento da <i>mbila</i> com incorporação da FBDPA..... | 11 |
| 4.5.3. Análise sensorial | 12 |
| 4.5.4. Considerações éticas | 13 |
| 4.5.5. Análises físico-químicas | 13 |
| I) Determinação da humidade | 13 |
| II) Determinação de acidez..... | 13 |
| III) Determinação de pH | 14 |
| IV) Determinação de cinzas | 14 |
| V) Determinação de proteínas | 14 |

| | |
|--|----|
| VI) Determinação de lípidos | 14 |
| VII) Determinação de fibra bruta..... | 15 |
| VIII) Determinação do teor de carboidratos..... | 15 |
| 4.5.6. Análise estatística dos resultados | 15 |
| 5. RESULTADOS..... | 16 |
| 5.1. Análise sensorial..... | 16 |
| 5.2. Análises físico-químicas | 20 |
| 6. DISCUSSÃO..... | 21 |
| 6.1. Análise sensorial..... | 21 |
| 6.2. Análises físico-químicas do ensaio principal..... | 22 |
| 7. CONCLUSÃO..... | 25 |
| 8. RECOMENDAÇÕES..... | 26 |
| 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 27 |
| I. ANEXOS | 30 |
| I.I. Anexo I: ficha de análise sensorial | 30 |
| I.II. Anexo II: termo de consentimento informado | 32 |

RESUMO

O presente trabalho teve como objectivo produzir farinha de milho fermentada com incorporação de farinha de batata-doce de polpa alaranjada. Inicialmente foram feitos ensaios preliminares para a escolha das proporções. Para as análises sensoriais, foram produzidas farinhas com incorporação de 0%, 15%, 20% e 30% de FBDPA. Os testes de aceitação das farinhas foram feitos com base na escala hedônica de nove pontos para avaliar a aceitação geral do produto, assim como, o teste de índice de aceitabilidade e intenção de compra. A farinha que foi adicionada 20% de FBDPA é que teve melhor aceitação por apresentar um índice de aceitabilidade acima de 70%. Após a obtenção das farinhas foram realizadas análises nutricionais: proteínas, lípidos, fibra bruta, carboidratos e valor energético, e físico-químicas: Humidade, acidez titulável e pH. Os resultados indicaram que as farinhas de milho com incorporação de FBDPA demonstraram-se ricas em fibras (5.88%) e proteínas (8.91%), porém apresentaram resultados não satisfatórios de lípidos (0.2% a 0.6%), cinzas (1.25% a 1.99%), carboidratos (77.8% a 79.83%) e valor energético (341 kcal a 343 kcal). Com relação às propriedades físico-químicas, a humidade e o pH estão de acordo com o preconizado pela legislação para farinhas, entretanto, a acidez titulável encontra-se acima do recomendável. Contudo, a farinha de milho fermentada com incorporação de FBDPA mostrou-se não ser uma boa alternativa em termos nutricionais na fabricação de farinhas mistas, apesar de ter tido uma boa aceitação pelos provadores.

PALAVRAS-CHAVE: análise sensorial; análises físico-químicas; farinha de milho fermentada (*mbila*) com incorporação de FBDPA.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea Mays L.*) é um dos produtos agrícolas mais produzidos no mundo, abrangendo toda a escala produtiva, desde a agricultura familiar até a produção industrial (Sampaio, 2015). E de acordo com Mudema *et al.*, (2012), em Moçambique o milho representa a cultura de maior importância económica, constituindo a base alimentar das famílias assim como cultura de rendimento com papel importante para a subsistência, ocupando cerca de 1/3 da área total cultivada no país.

Segundo Pappen (2013), farinha de milho é um produto obtido por meio de moagem industrial do grão de milho (*Zea Mays, L.*) degerminado ou não e peneirado. O objectivo da moagem é quebrar o grão, retirar o endosperma (livre de farelo e germe) e reduzi-lo.

A Batata doce (*Ipomea batatas L.*) é uma hortaliça que apresenta um grau elevado de rusticidade e uma gama de potencialidade para seu uso, sendo uma espécie de interesse económico, principalmente para países em desenvolvimento e com escassez de alimentos para a população (Silva *et al.*, 2010). E de acordo com De Sousa (2019), a batata-doce de polpa alaranjada (BDPA) é um alimento fortificado em provitamina A. A adição desta em produtos alimentícios tradicionais aumenta o valor nutricional dos mesmos.

A farinha de batata-doce pode ser uma alternativa para o aumento do consumo e comercialização, pois a hortaliça em forma de farinha, além de ter a vida útil aumentada, pode ser introduzida na alimentação em regiões com menos acesso à raiz "*in natura*" ou que não possuem o hábito de consumo (Sousa, 2020).

A farinha de batata-doce é utilizada na fabricação de bolos e biscoitos, também podendo ser misturada com outras farinhas como as de milho, trigo, mandioca ou soja (Silva, 2010). Pode ser alternativa viável para a suplementação alimentar, visando suprir a deficiência de vitamina A, que é essencial, principalmente na alimentação infantil (Mirasse *et al.*, 2009).

Neste âmbito, foi proposta a elaboração e caracterização das propriedades físico-químicas da farinha de milho fermentada com incorporação de farinha de batata-doce de polpa alaranjada, de forma a disponibilizar um alimento com possibilidades de seu uso em desenvolvimento de farinhas mistas, podendo ser usada para alimentação humana em forma de papa e/ou para produção da massa de milho (xima).

2. OBJECTIVOS

2.1. Geral:

- Elaborar farinha de milho fermentada (*mbila*) com incorporação de FBDPA.

2.2. Específicos:

- Optimizar a formulação e o processamento da *mbila* com incorporação de FBDPA;
- Avaliar a aceitabilidade sensorial da papa produzida a partir de *mbila* com incorporação de FBDPA;
- Avaliar a influência de adição de FBDPA em *mbila* sobre suas características físico-químicas dos produtos desenvolvidos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Características gerais e taxonomia do milho

Na classificação botânica, o milho pertence à ordem *Gramineae*, família *Poaceae*, gênero *Zea* e espécie *Zea mays L.* que é cultivada em várias regiões do Mundo (Estados Unidos da América, China, Índia, Brasil, França, Indonésia, África do Sul, Moçambique, entre outros). Esta planta tem como finalidade de utilização a alimentação humana e animal, devido às suas elevadas qualidades nutricionais, contendo quase todos os aminoácidos conhecidos (Cruz *et al.*, 2016).

O milho tem grande importância econômica e social. Sob o ponto de vista econômico, os grãos de milho apresentam um valor nutricional que lhe permite ser usado na alimentação humana e animal, e também a ser usado como matéria-prima na indústria. É importante ao nível Social, por ser um alimento de baixo custo e pela viabilidade de cultivo (Marques, 2016).

3.2. Composição anatômica e química do milho

Morfologicamente, o grão de milho é dividido em três partes, sendo elas: (1) endosperma, que representa a maior parte do grão e é composto basicamente de amido e menor quantidade de proteínas, (2) gérmen, fonte de óleo, e o (3) pericarpo, que é a casca, rica em fibras (Regitano-d'Arce, 2017). E de acordo com Ranum *et al.*, (2014), estas estruturas diferem em composição química na organização dentro do grão, que geralmente são brancos ou amarelos podendo apresentar outras colorações como vermelho e preto. A figura a seguir demonstra a composição básica do grão de milho.

Figura I: composição básica do grão de milho



Fonte: Silva *et al.* (2010).

O milho é composto basicamente por 83% de endosperma, 11% de gérmen, 5% de pericarpo e 2% de ponta. O endosperma constitui-se por uma porção de 88% de amido distribuído nas células na forma de grânulos, também estão presente as proteínas de reserva, representando aproximadamente 8% do endosperma, que são as zeínas, proteínas pertencentes ao grupo das prolaminas, formando uma matriz proteica que envolve os grânulos de amido no endosperma vítreo (Silva *et al.*, 2010).

3.4. Importância e valor nutricional do milho

O milho é considerado um cereal energético devido à sua composição predominante de carboidratos, que desempenha um papel importante na alimentação animal e humana. Também vem sendo utilizado na produção de biocombustíveis e como matéria-prima para as indústrias de alta tecnologia para produção de amido, dextrina, glicose, óleos, margarina, fermento, bebidas como licores, refrigerantes, vinhos, uísque, gin, vodka, cerveja, champanhe (Zidora, 2015).

3.5. Processamento de cereais

O processamento de grãos refere-se à aplicação de métodos do seu preparo para uso na alimentação e visa principalmente à melhoria da digestibilidade e da palatabilidade dos alimentos ou inativação de factores antinutricionais (ex: taninos e fitatos). Cada tipo de cereal requer um tratamento específico, entretanto, as formas comuns de processamento de cereais incluem: colheita; debulhamento; peneiramento; armazenamento; processamento preliminar que inclui a limpeza, acondicionamento e moagem; processamento secundário que inclui o forneamento, extrusão e fermentação; acondicionamento; e venda ao consumidor (Galdos, 2015).

Com o objectivo de diminuir o tamanho de partículas do grão de milho, a moagem é o processo mais utilizado na industrialização do grão, quer por via seca ou por via húmida (Marques, 2016). A moagem seca consiste em um processo físico de quebra do grão de milho em gérmen e endosperma, dos quais se obtém, respectivamente, o óleo e diversas fracções tais como farinhas, farelos, entre outras. Na moagem via húmida o grão de milho é separado em amido, gérmen, proteína e fibra, e seus constituintes são purificados tornando-os adequados para uso como ingredientes alimentares humanos e animais, produtos industriais ou como matérias-primas para conversão em outros produtos de valor agregado como amido modificado, dextrinas, xarope de glicose, etanol, óleo refinado, entre outros derivados (Matos, 2021).

3.6. Fermentação de cereais

A fermentação de cereais desempenha papéis diferentes no processamento de alimentos, incluindo o enriquecimento da dieta humana através de desenvolvimento de uma ampla e

diversidade de sabores, aromas e texturas. Melhora o valor nutritivo e digestibilidade dos cereais, reduzindo significativamente o conteúdo de antinutrientes dos produtos à base de cereais, e aumenta o prazo de validade. Além disso, certos aminoácidos podem ser sintetizados durante o processo de fermentação e ainda a disponibilidade de vitaminas do grupo B podem ser melhoradas (Kohajdová, 2007).

De acordo Adesulu (2014), o processo de fermentação envolve as actividades enzimáticas de microorganismos predominantes em alimentos à base de cereais que incluem as bactérias ácido láctico (BAL) que pertencem a quatro gêneros, nomeadamente: *Lactobacillus*; *Lactococcus*; *Leuconostoc*; e *Pediococcus*. Também inclui leveduras do gênero *Saccharomyces* e bolores do gênero *Penicillium*, *Aspergillus* e *Botrytis*.

As BAL representam o grupo mais importante envolvido na fermentação espontânea ou natural dos alimentos fermentados, tendo como princípio geral a conversão dos carboidratos presentes nos cereais em ácido láctico e outros metabólitos culminando com a redução do pH para valores iguais ou inferiores a 4 e o produto final geralmente é considerado seguro pela inibição da proliferação de microorganismos enteropatógenos incluindo *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella* e *Salmonella* (Manani, 2014).

3.7. Obtenção da farinha de milho

A farinha de milho é obtida através do processo de torrefacção do grão de milho, previamente macerado, socado e peneirado, e se apresenta sob forma de flocos. É possível comprar farinha de milho pré-cozida, a qual é muito prática, pois reduz muito o tempo de cozimento (Giacomelli *et al.*, 2012).

A farinha de milho pode ser considerada um pó ou granulado, desidratado, inodoro, esférico ou oval de diâmetro variável, obtido por meio da moagem do endosperma dos grãos de milho onde o gérmen e as camadas externas são removidos, consistindo basicamente de amido (Pappen, 2013).

O processamento e consumo do milho variam de país para o outro. Segundo Pena-Rosas *et al.*, (2014), a moagem é um método básico de processamento industrial, empregue na transformação do milho em produtos para o consumo humano podendo ser efectuada de duas formas: moagem seca e moagem húmida.

Para a obtenção da farinha de milho por ambos os processos de moagem, os grãos de milho passam por uma limpeza para a remoção da poeira, palha, espigas e pedras, depois de limpo, os grãos de milho passam pelo processo de degerminação que tem como objectivo separar o grão de milho em suas partes anatômicas endosperma, gérmen e pericarpo (Shindano, 2007).

3.7. Caracterização e importância sócio-econômica da batata-doce

A batata-doce (figura II) é uma planta dicotiledônea pertencente à família botânica *Convolvulaceae*, gênero *Ipomoea* e espécie *Ipomoea batatas Lam* (Silva, 2010). De acordo com De Sousa, (2019), é uma raiz com múltiplas aplicações, podendo ser utilizada na alimentação humana na forma “*in natura*” ou processada nas formas de amido e farinha. Além disso, possui propriedades tecnológicas que permitem a sua utilização nos produtos de panificação, como pães, bolos e biscoitos, actuando como substituto parcial ou integral da farinha de trigo e apresenta na sua composição os seguintes nutrientes e/ou compostos, tais como: carboidratos; vitaminas (A, B1, B2, C e E); fibras solúveis; minerais (manganês, cálcio, ferro, magnésio e potássio) e antioxidantes (ácidos fenólicos, antocianinas e carotenóides).

Figura II: raízes tuberculosas da *Ipomea batata Lam*



Fonte: Freitas (2014).

A batata-doce participa do suprimento de calorias, vitaminas e minerais na alimentação humana. As raízes apresentam teor de carboidratos variando entre 25% a 30%, dos quais 98% são facilmente digestíveis. Também são excelentes fontes de carotenóides, vitaminas do complexo B, potássio, ferro e cálcio. Suas raízes são tuberculosas e variam de forma, tamanho e coloração, conforme a cultivar e o meio ambiente em que são produzidas. Aliado ao suprimento de vitaminas, principalmente as do grupo A e B, torna-se um importante complemento alimentar para famílias de baixa renda, quando se compara com a composição do arroz, que é a base alimentar dessa classe social. A batata doce é uma planta de grande importância sócio-econômica, participando do suprimento de calorias, vitaminas e minerais na alimentação, sendo um alimento amplamente difundido devido a sua facilidade de cultivo, rusticidade e ampla adaptação (Silva, 2020).

3.7.1. Obtenção de farinha de batata-doce

Há falta de padronização dos procedimentos para a produção de farinha de batata-doce e o seu processamento industrial geralmente é realizado a partir do descascamento do vegetal. Considerando as propriedades nutritivas da batata-doce juntamente com a casca, a elaboração de uma farinha utilizando o vegetal na sua forma integral pode resultar num produto nutritivo com diversas aplicações na indústria alimentícia, além de contribuir com a redução de resíduos gerados nesse tipo de processamento (Arcanjo *et al.*, 2020).

Especificamente para a farinha de batata-doce não foi encontrada uma norma referente quanto à classificação, de acordo com o processo tecnológico de fabricação, granulometria, cor e qualidade. Para a sua produção é usada a legislação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Brasil, que coordena, supervisiona e controla as actividades de registro, informações, inspecção, controle de riscos e estabelecimento de normas e padrões para a produção de alimentos.

Para a fabricação de uma farinha de qualidade, o fabricante ou produtor necessita observar os procedimentos recomendados para o processamento de alimentos, tais como: localização adequada da unidade de processamento, utilização de medidas rigorosas de higiene dos trabalhadores na actividade; limpeza diária das instalações e equipamentos; uso da matéria-prima de boa qualidade; emprego de tecnologia de processamento adequada, e utilização de embalagem e armazenamento adequados (Franco, 2021).

A farinha de batata doce pode-se tornar alternativa viável para a suplementação alimentar, visando suprir à deficiência de vitamina A pela presença de β -caroteno presente nesse alimento. Alguns estudos reportaram a contribuição da farinha de batata-doce de polpa alaranjada, com relação ao fornecimento de carotenóides para a dieta (Souza, 2020).

3.8. Farinha de milho fermentada (*mbila*) com incorporação de farinha de BDPA

Para produção de farinha de milho fermentada (*mbila*) com incorporação de farinha de batata-doce de polpa alaranjada, após a produção separada de farinha de milho fermentada e farinha de batata-doce de polpa alaranjada, misturou-se as farinhas com base nas formulações desenvolvidas.

A adição de farinha de batata-doce foi utilizada em pesquisas para desenvolvimento de novos produtos, conforme Bezerra *et al.*, (2015), que utilizaram farinha nas concentrações de 10%, 15% e 20% para barra de cereais. E de acordo com Almeida e Szlapak, (2015), que utilizou a farinha de batata-doce para o desenvolvimento de pães sem glúten em formulações com concentrações entre 5,8% e 17,4%.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local do estudo

O estudo foi realizado na Secção de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Produção Animal e Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Veterinária (FAVET) - Universidade Eduardo Mondlane, situada no Bairro Luís Cabral, na Av. Moçambique, km 1,5. Cidade de Maputo.

4.2. Duração do estudo

O estudo teve seu início no mês de Setembro de 2022, e finalizou em Junho de 2023.

4.3. Material

Para produção da *mbila* com incorporação de farinha de batata-doce de polpa alaranjada foram usados os seguintes materiais, conforme a tabela I abaixo:

Tabela I: Material necessário

| Matéria-prima | Utensílios e equipamentos | Vidraria | Reagentes |
|---|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">Milho (6kg);Batata-doce de polpa alaranjada (1.5kg). | <ul style="list-style-type: none">Faca;Moageira;Liquidificador;Balança analítica;Pipetas;Incubador;Banho-maria;Tocas;Luvas plásticas;Embalagens. | <ul style="list-style-type: none">Placas de Petri;Provetas graduadas;Frascos Erlenmeyer de 125 mL,Frascos Erlenmeyer de 125mL com tampa. | <ul style="list-style-type: none">Água destilada;Hidróxido de sódio;Solução alcoólica de 96%;Fenolfitalamina. |

Fonte: Autora.

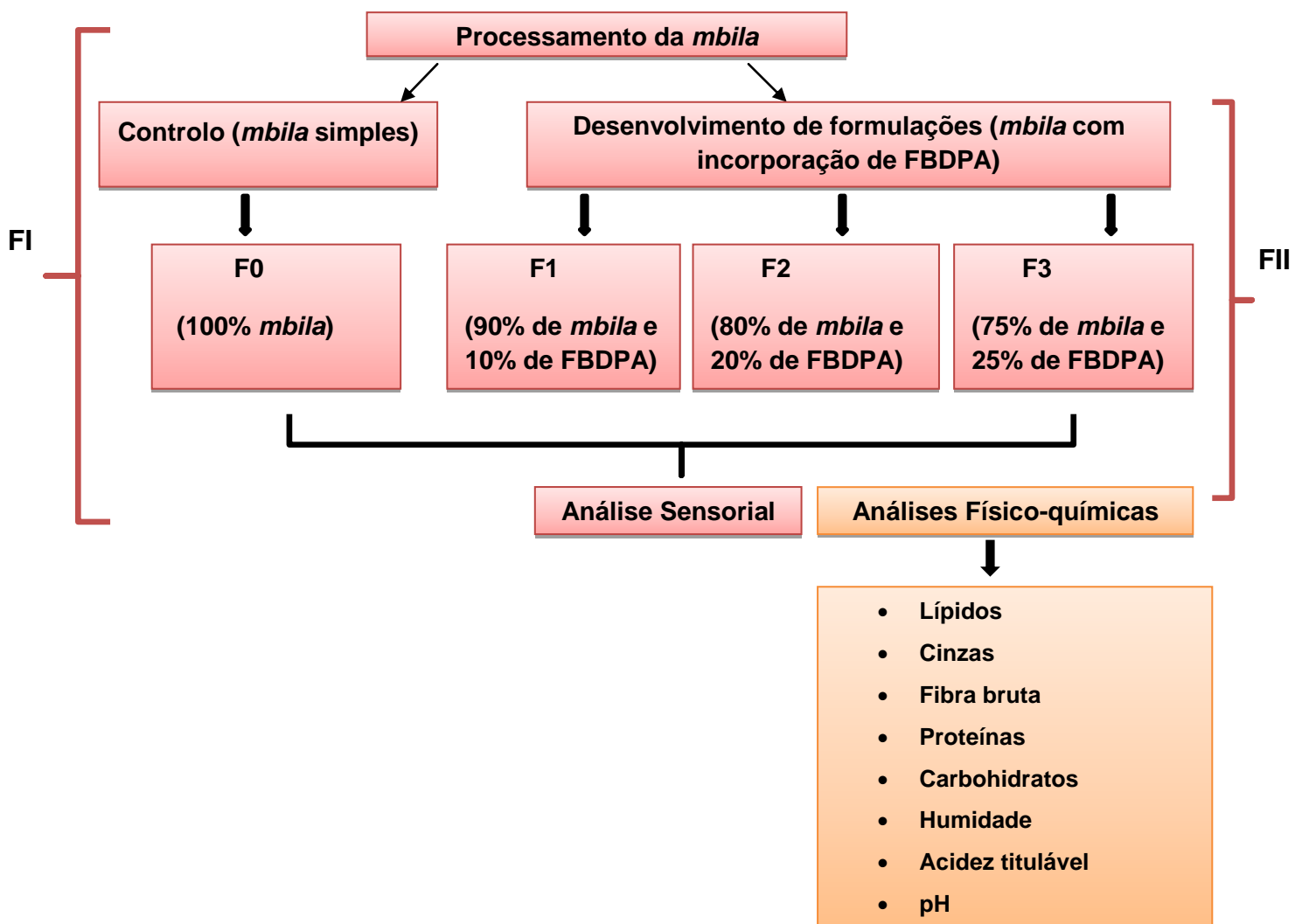
4.4. Aquisição da matéria-prima

Para a realização da experiência, a matéria-prima foi adquirida no mercado grossista de Zimpeto e no mercado Xiquelene, ambos localizados na Cidade de Maputo. Foram adquiridos 6kg de milho e 1.5kg de batata-doce de polpa alaranjada nos fornecedores retalhistas, que foram acondicionados à temperatura ambiente até o momento de processamento. Os restantes ingredientes necessários foram facultados pela FAVET.

4.5. Delineamento experimental

O estudo foi do tipo experimental e compreendeu duas (2) fases correlacionadas e interdependentes. A primeira fase consistiu no processamento da *mbila*, otimização da formulação e avaliação da aceitabilidade sensorial da papa preparada através da *mbila*. Na segunda fase foi analisada a influência da adição de farinha de batata-doce de polpa alaranjada nas características físico-química da *mbila*. A figura III abaixo é a ilustração esquemática do delineamento do estudo.

Figura III. Esquema de delineamento experimental



Fonte: Autora.

4.5.1. Desenvolvimento das formulações

As formulações foram desenvolvidas tendo como base os procedimentos descritos por Friedrichsen *et al.*, (2022). As quantidades dos ingredientes utilizados na elaboração da farinha de milho fermentada (*mbila*) com incorporação da FBDPA estão apresentadas nas tabelas II e III.

Tabela II: formulações usadas na elaboração de farinha de milho com incorporação de FBDPA no ensaio preliminar

| Matéria-prima | Formulações | | | | | | | |
|------------------|-------------|-----|-----|----|-----|----|-----|----|
| | F0 | | F1 | | F2 | | F3 | |
| | g | % | g | % | g | % | g | % |
| Farinha de milho | 600 | 100 | 540 | 90 | 510 | 80 | 480 | 75 |
| Farinha de BDPA | 0 | 0 | 60 | 10 | 90 | 20 | 120 | 25 |

Fonte: Adaptado de Leme (2007).

Onde: F0- *mbila* controlo, onde foram adicionados 100% de farinha de milho e 0% de FBDPA; F1-*mbila* com incorporação de FBDPA, onde foram adicionados 90% de farinha de milho e 10% de FBDPA; F2- *mbila* com incorporação de FBDPA, onde foram adicionados 80% de farinha de milho e 20% de FBDPA; F3- *mbila* com incorporação de FBDPA, onde foram adicionados 75% de farinha de milho e 25% de FBDPA.

Após os resultados obtidos na análise sensorial do ensaio preliminar, notou-se baixa qualidade sensorial, contudo, constatou-se a necessidade de melhorar as formulações (Tabela III). Para todas as formulações aumentou-se o tempo de fermentação de 24 horas para 72 horas, para as formulações F1 e F3 aumentou-se a quantidade de FBPAD de 10% para 15% e de 25% para 30%, respectivamente, e diminuiu-se a quantidade de *mbila*.

Tabela III: formulações finais usadas na elaboração de farinha de milho com incorporação de FBDPA

| Matéria-prima | Formulações | | | | | | | |
|----------------------|-------------|-----|-----|----|-----|----|-----|----|
| | F0 | | F1 | | F2 | | F3 | |
| | g | % | g | % | g | % | g | % |
| Farinha de milho (g) | 600 | 100 | 510 | 85 | 480 | 80 | 420 | 70 |
| Farinha de BDPA (g) | 0 | 0 | 90 | 15 | 120 | 20 | 180 | 30 |

Fonte: Adaptado de Leme (2007).

Onde: F0- *mbila* controlo, onde foram adicionados 100% de farinha de milho e 0% de FBDPA; F1-*mbila* com incorporação de FBDPA, onde foram adicionados 85% de farinha de milho e 15% de FBDPA; F2- *mbila* com incorporação de FBDPA, onde foram adicionados 80% de farinha de milho e 20% de FBDPA; F3- *mbila* com incorporação de FBDPA, onde foram adicionados 70% de farinha de milho e 30% de FBDPA.

Figura IV: Ilustração das farinhas desenvolvidas



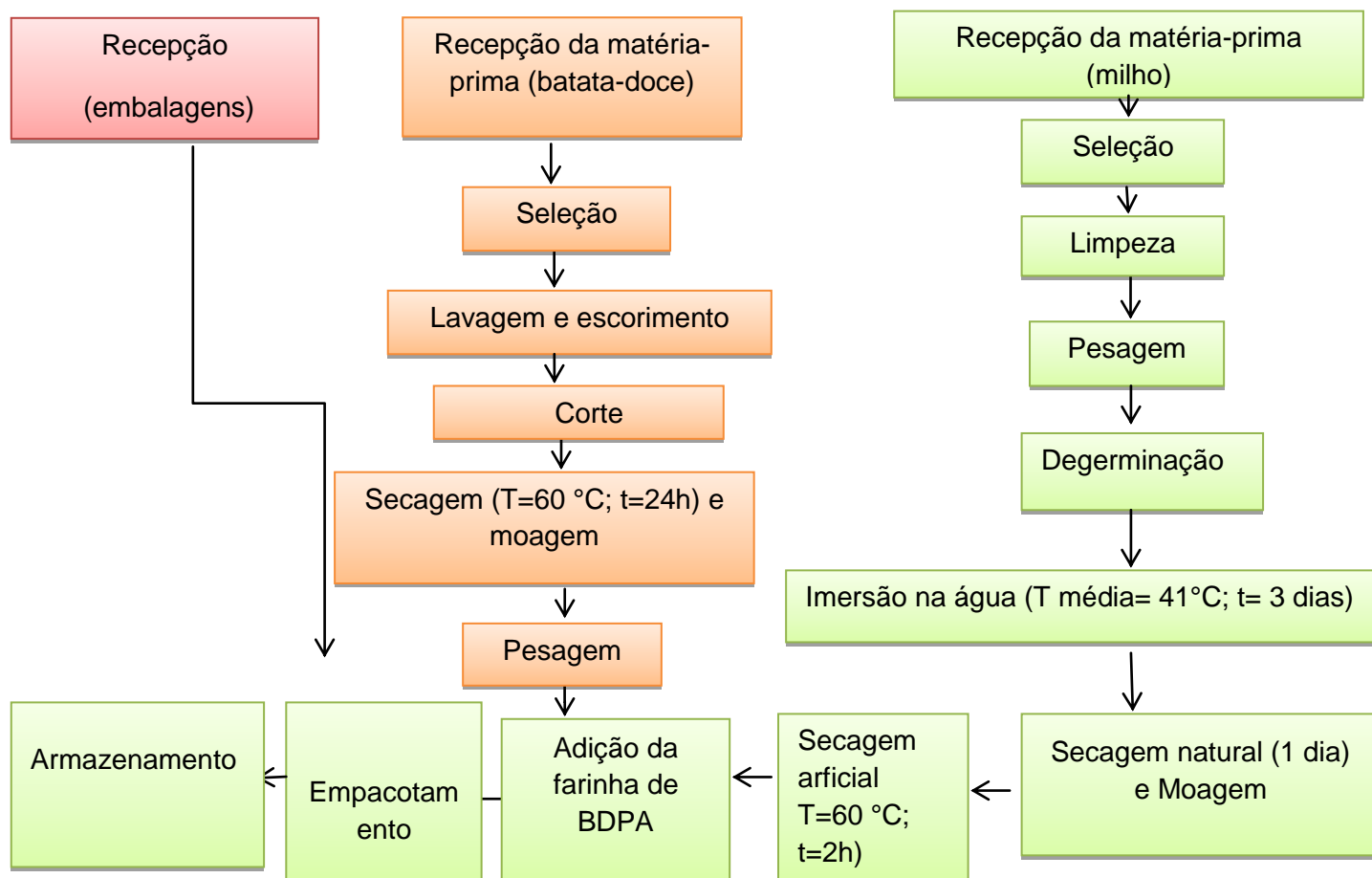
Fonte: Autora.

4.5.2. Processamento da *mbila* com incorporação da FBDPA

O processamento da farinha de milho iniciou com a selecção, que consistiu na retirada do milho que apresentava pontuações negras, e pesagem do mesmo, seguida de lavagem em água corrente de modo que se retirasse a terra aderente a casca. A etapa seguinte se baseou na imersão do milho em água a temperatura média de 41°C, durante 3 dias, seguida secagem natural por 1 dia e moagem (feita na moageira), que consequentemente possibilitou a ocorrência da fermentação espontânea, após a moagem a farinha passou pelo processo de secagem artificial a uma temperatura de 60°C, durante 2 horas.

Adicionou-se a FBDPA com base nos ensaios experimentais, primeiro a batata-doce foi seleccionada com base nas características sensorias tendo em conta a cor e aspectos físicos, onde foi retirada toda batata-doce que apresentava sinais de podridão e pontuações negras, seguida de lavagem em água corrente e escorimento, com auxílio da faca fez-se o corte da batata-doce em rodela. A etapa seguinte se baseou na secagem artificial a uma temperatura de 60°C, durante 2h horas e com base no liquidificador caseiro moeu-se a batata-doce, e pesou-se. De seguida homogeneizou-se manualmente a farinha de modo que ficasse uniforme. Posteriormente a farinha foi pesada e embalada em embalagens plásticas com capacidade para 1kg, e por fim foi armazenada à temperatura ambiente, num lugar seco e fresco. A figura 2 ilustra o fluxograma a ser seguido para o processamento da *mbila* enriquecida com FBDPA.

Figura V. Fluxograma geral de processamento de farinha de milho fermentada (*mbila*) com incorporação de farinha de batata-doce de polpa alaranjada.



Fonte: Autora.

4.5.3. Análise sensorial

Para avaliar o nível de aceitação sensorial, índice de aceitabilidade e intenção de compra a análise contou com um painel de 33 provadores não treinados no ensaio preliminar e 50 provadores não treinados no ensaio principal, num grupo amostral de estudantes e funcionários da FAVET de género masculino e feminino, de faixa etária compreendida entre 18 a 40 anos de idade, onde os mesmos analisaram os parâmetros cor, sabor, aroma, consistência e avaliação global.

A aplicação do teste de aceitação do produto foi com base na escala hedônica de nove pontos para avaliar os parâmetros cor, sabor, aroma, consistência e avaliação global. Para estes parâmetros foram atribuídas notas de acordo com a escala hedônica graduada, 1-“desgostei extremamente” à 9-“gostei extremamente”. Todos os provadores foram fornecidos uma bolacha água e sal para neutralização de outros sabores e água para o enxague da boca em cada troca de amostra.

Para melhor conhecer os prováveis consumidores do produto, os provadores foram solicitados a responderem um questionário junto à ficha de avaliação sensorial, sobre a frequência de consumo do produto em geral e intenção de compra da amostra.

4.5.4. Considerações éticas

Como forma de salvaguardar a saúde dos provadores que participaram da análise sensorial do processamento do produto, foram aplicadas as Boas Práticas de Higiene e de Produção (BPH/BPP). A adesão ao estudo como provador foi voluntária e consciente, mediante apresentação de um Termo de Consentimento Informado (ANEXO II).

4.5.5. Análises físico-químicas

Para as análises físico-químicas, devido às limitações financeiras, foram analisadas apenas quatro formulações do ensaio principal por terem apresentado melhor aceitação nos testes relativos à aceitação sensorial, índice de aceitabilidade e intenção de compra. Foram determinados os seguintes parâmetros: humidade, pH, acidez titulável, cinzas, proteínas, lípidos, fibra bruta e carboidratos no produto final de acordo com os métodos descritos pelo Lutz (2008), e *Association of Official Analytical Chemists-AOAC* (2012).

I) Determinação da humidade

A determinação da humidade foi feita em triplicado, onde pesou-se 10g de *mbila* com incorporação de farinha de BDPA em placa de Petri, deixou-se aquecer durante 3 horas na estufa, de seguida resfriou-se a placa de Petri no dessecador até atingir a temperatura ambiente, por fim calculou-se o peso, conforme a fórmula abaixo (Lutz, 2008).

$$H(\%) = \frac{W2 - W3}{W2 - W1} * 100$$

Onde:

- **H**- Humidade
- **W1** - Peso da placa vazia (g)
- **W2** - Peso da placa vazia + amostra húmida (g)
- **W3**- Peso da placa + amostra seca (g)

II) Determinação de acidez

A acidez titulável foi determinada por meio do método titulométrico, conforme as normas da AOAC (2012), cujas amostras foram tituladas com solução padronizada de NaOH 0,1 N e o resultado expresso em percentagem.

III) Determinação de pH

O pH foi obtido pela medição directa no potenciômetro (METTLER Toledo Seven Mult – Série numeral 1225277027) calibrado com soluções tampão padrão (4.0, 7.0 e 9.21) em triplicado.

IV) Determinação de cinzas

Na determinação de cinzas, primeiramente pesou-se 10g de *mbila* com incorporação de farinha de BDPA em uma cápsula previamente aquecida em mufla a 550°C, de seguida foi resfriada em dessecador até a temperatura ambiente, e por fim calculou-se o peso, conforme a fórmula abaixo (Lutz, 2008).

$$\text{Cinzas totais} = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde:

- **N** - número de gramas de cinzas;
- **P** - número de gramas de amostra.

V) Determinação de proteínas

Para determinação da proteína empregou-se a técnica de Kjeldahl determinando o nitrogénio total e multiplicando o resultado pelo factor de conversão 6.25, conforme as normas de AOAC (2012) e os resultados foram expressos em percentagem da proteína bruta.

$$\text{proteína} = \frac{V \times 0,14 \times F}{P}$$

Onde:

- **V** - diferença entre o nº de mL de ácido sulfúrico 0,05 M e o nº de mL de hidróxido de sódio 0,1 M gastos na titulação
- **P** - nº de g da amostra
- **F** - fator de conversão

VI) Determinação de lípidos

Para determinação dos lípidos usou-se o método de Soxhlet usando como solvente o éter dietílico onde 100mL do solvente foram adicionados em cartuchos contendo 5g de cada amostra para extração, conforme as normas de AOAC (2012) e os resultados foram expresso em percentagem de lípidos, usando a fórmula abaixo.

$$\text{lípidos} = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde:

- **N** - nº de gramas de lipídios
- **P** - nº de gramas da amostra

VII) Determinação de fibra bruta

O teor de fibra bruta foi determinado pelo método descrito pelas normas do (Lutz, 2008), e os resultados foram expressos em percentagem de fibra bruta.

$$\text{fibra bruta} = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde:

- **N** - nº de g de fibra
- **P** - nº de g da amostra

VIII) Determinação do teor de carboidratos

Para determinação do teor de carboidratos (fracção glicídica) foi usado o método descrito pelas normas AOAC (2012), usando a equação a seguir:

$$\%FG = 100 - (Hu + L + P + C)$$

Onde:

- **FG**- fracção glicídica (%)
- **Hu**- humidade (%)
- **L** - lípidos (%)
- **P** - proteína (%)
- **F** - fibra bruta (%)
- **C** - cinzas (%)

4.5.6. Análise estatística dos resultados

Os resultados da avaliação sensorial foram analisados através da análise de variância (ANOVA), complementada pelo teste de comparações múltiplas (*Tukey*) para perceber as diferenças entre as médias, assumindo um nível de significância de 95%, através do programa estatístico SPSS versão 20.

Para os resultados referentes às análises físico-químicas das farinhas de milho (*mbila*), calculou-se as médias e os desvios padrão para a humidade, acidez titulável e pH, e calculou-se o valor médio para as restantes análises.

5. RESULTADOS

5.1. Análise sensorial

- **Aceitação sensorial do ensaio preliminar**

A análise de comparação das médias pelo teste de Tukey (tabela IV) mostra que a amostra F2 apresentou maior aceitação em relação aos parâmetros sabor, aroma e avaliação global, quanto aos parâmetros textura e cor, a amostra F0 é que teve maior aceitação, e a amostra F1 apresentou menor aceitação em todos os parâmetros analisados.

Tabela IV. Resultados da análise sensorial do ensaio preliminar (valores médios da aceitação sensorial das quatro formulações de papa de *mbila*)

| Amostra | Sabor | Textura | Cor | Aroma | Avaliação global |
|---------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| F0 | 6,33 ^a ± 1.53 | 6,61 ^a ± 1.65 | 7,06 ^a ± 1.39 | 5,76 ^a ± 1.88 | 6,72 ^a ± 1.71 |
| F1 | 6,06 ^a ± 1.70 | 6,33 ^a ± 1.57 | 6,11 ^b ± 1.34 | 6,29 ^{ab} ± 1.38 | 6,03 ^a ± 1.83 |
| F2 | 6,58 ^a ± 1.36 | 6,58 ^a ± 1.80 | 6,83 ^{ab} ± 1.34 | 6,87 ^b ± 1.52 | 7,06 ^a ± 1.45 |
| F3 | 6,40 ^a ± 1.65 | 6,33 ^a ± 1.60 | 6,87 ^{ab} ± 1.38 | 6,63 ^{ab} ± 1.56 | 6,63 ^a ± 1.82 |
| F | 0.603 | 0.844 | 0.030 | 0.037 | 0.108 |

Fonte: Autora.

Letras iguais indicam dados que diferem estatisticamente e letras diferentes mostra que houve diferença significactiva pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

- **Aceitação sensorial do ensaio principal**

Na análise de comparação das médias pelo teste de Tukey (tabela V) verificou-se que a amostra F2 teve maior aceitação em todos os parâmetros analisados, e amostra F1 apresentou menor aceitação em todos os parâmetros excepto o parâmetro textura.

Tabela V. Resultados da análise sensorial do ensaio principal (Valores médios da aceitação sensorial das quatro formulações de papa de *mbila*)

| Amostra | Sabor | Textura | Cor | Aroma | Avaliação global |
|---------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| F0 | 6,43 ^a ± 1,82 | 7,18 ^a ± 1,41 | 7,08 ^a ± 1,79 | 5,39 ^a ± 1.88 | 6,71 ^a ± 1,59 |
| F1 | 5,65 ^a ± 1,41 | 7,04 ^a ± 1,01 | 5,43 ^b ± 1,50 | 5,14 ^a ± 1,13 | 5,65 ^b ± 1,33 |
| F2 | 7,33 ^b ± 1,29 | 7,16 ^a ± 0,94 | 7,18 ^{ab} ± 1,38 | 7,12 ^b ± 1,16 | 7,59 ^c ± 1,20 |
| F3 | 6,29 ^a ± 1,64 | 7,02 ^a ± 1,12 | 6,90 ^{ab} ± 1,61 | 6,31 ^c ± 1,40 | 6,51 ^a ± 1,54 |
| F | 0,00 | 0,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Fonte: Autora.

Letras iguais representam a falta de diferença significativa, letras diferentes mostra que houve diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

- **Índice de aceitabilidade do ensaio preliminar**

Na tabela (VI) verificou-se, em relação ao parâmetro cor, que a amostra F3 teve maior aceitação, quanto aos parâmetros aroma, sabor e avaliação global a amostra F2 é que teve maior aceitação, no que diz respeito ao parâmetro textura a amostra F0 é que apresentou maior aceitação.

Tabela VI. Índice de aceitabilidade (IA) das quatro formulações quanto aos atributos sensoriais

| IA (%) | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| Parâmetros | F0 | F1 | F2 | F3 |
| Cor | 70,33 | 67,89 | 75,89 | 76,33 |
| Aroma | 64,00 | 69,89 | 76,33 | 73,67 |
| Textura | 73,44 | 70,33 | 73,11 | 70,33 |
| Sabor | 70,33 | 67,33 | 73,11 | 71,11 |
| Avaliação global | 74,67 | 67,00 | 78,44 | 73,67 |

Fonte: Autora.

- **Índice de aceitabilidade do ensaio principal**

Analisando a tabela (VII), verificou-se maior aceitação para a amostra F2 em relação aos parâmetros cor, aroma, sabor e avaliação global pelos provadores, e a amostra F0 apresentou maior aceitação em relação ao parâmetro textura.

Tabela VII. Índice de aceitabilidade das quatro formulações quanto aos atributos sensoriais

| IA (%) | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| Parâmetros | F0 | F1 | F2 | F3 |
| Cor | 78,67 | 60,33 | 79,78 | 76,67 |
| Aroma | 59,89 | 57,11 | 79,11 | 70,11 |
| Textura | 79,78 | 78,22 | 79,56 | 78,00 |
| Sabor | 71,44 | 73,89 | 81,44 | 69,89 |
| Avaliação global | 74,56 | 62,78 | 84,33 | 72,33 |

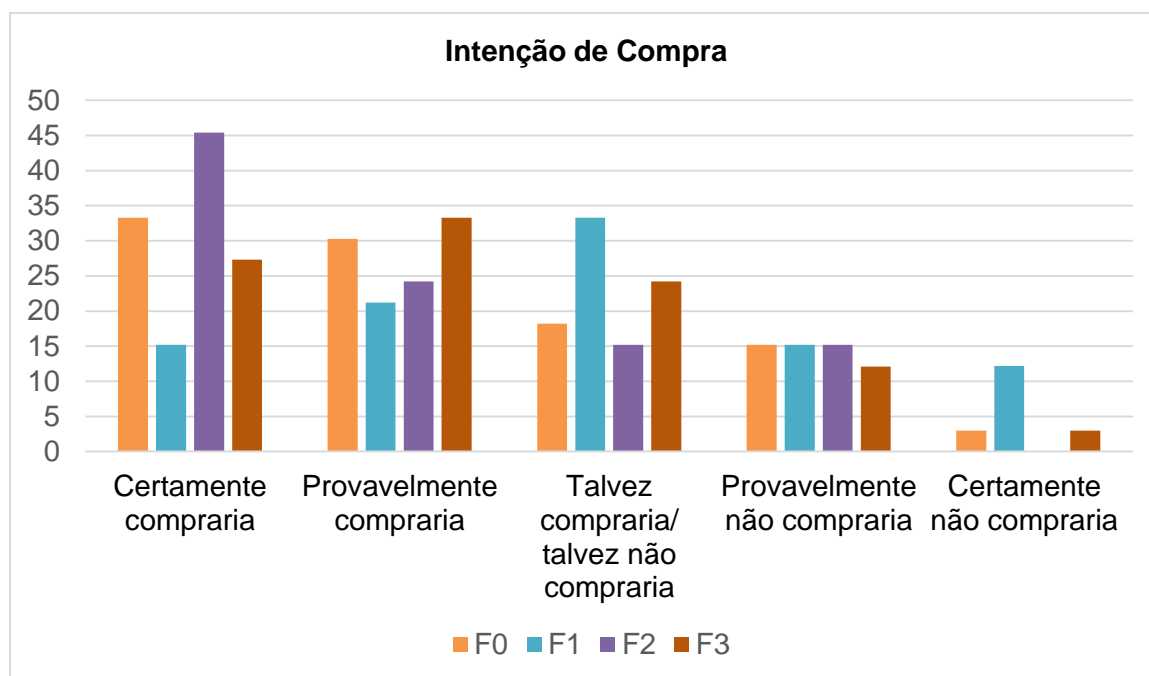
Fonte: Autora.

- **Intenção de compra do ensaio preliminar**

De acordo com o gráfico (I), verificou-se que a amostra F0 foi avaliada com uma percentagem de 34% no critério - “certamente compraria”, no critério “provavelmente compraria” - teve a percentagem de 30%, em relação ao critério “talvez compraria/talvez não compraria” - teve uma percentagem de 18%, no critério “provavelmente não compraria”

- teve uma percentagem de 15%, e por fim no critério “certamente não compraria” - teve uma percentagem de 3%.

Gráfico I. Intenção de compra da *mbila* com incorporação da FBDPA em diferentes percentagens



Fonte: Autora.

De acordo com o gráfico (I) acima apresentado, a amostra F1 foi avaliada com uma percentagem de 15% no critério – “certamente compraria”, no critério “provavelmente compraria” - teve uma percentagem de 21%, em relação ao critério “talvez compraria/talvez não compraria” - obteve uma percentagem de 34%, no critério “provavelmente não compraria” - teve uma percentagem de 15%, e por fim no “critério certamente não compraria” - teve uma percentagem de 15%.

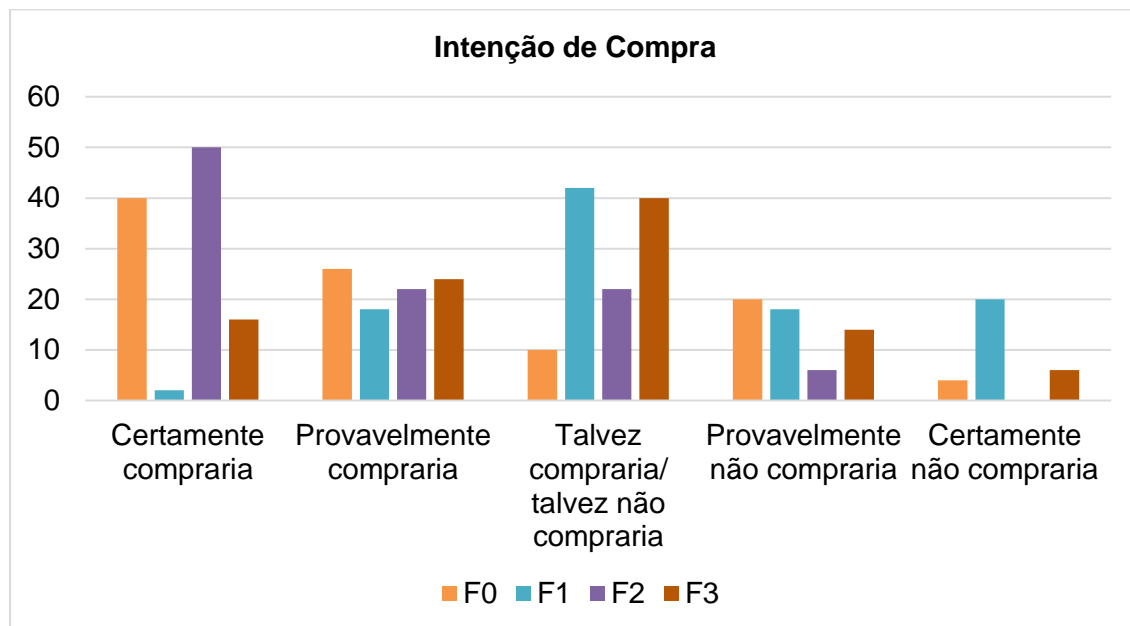
A amostra F2 foi avaliada com uma percentagem de 45% no critério – “certamente compraria”, no critério “provavelmente compraria” - teve uma percentagem de 24%, em relação ao critério “talvez compraria/talvez não compraria” - obteve uma percentagem de 15%, no critério “provavelmente não compraria” teve uma percentagem de 15%.

A amostra F3 foi avaliada com uma percentagem de 27% no critério – “certamente compraria”, no critério “provavelmente compraria” - teve uma percentagem de 34%, em relação ao critério “talvez compraria/talvez não compraria” - obteve uma percentagem de 24%, no critério “provavelmente não compraria” - teve uma percentagem de 13%, e por fim no “critério certamente não compraria” - teve uma percentagem baixa de 4%.

- **Intenção de compra do ensaio principal**

Com base no gráfico (II) verificou-se que a amostra F0 foi avaliada com uma percentagem de 40% no critério – “certamente compraria”, no critério “provavelmente compraria” - teve a percentagem de 27%, em relação ao “critério talvez compraria/talvez não compraria” - teve uma percentagem de 10%, no critério “provavelmente não compraria” - teve uma percentagem de 20%, e por fim no critério “certamente não compraria” - teve uma percentagem de 5%.

Gráfico II. Intenção de compra da *mbila* com incorporação da FBDPA em diferentes percentagens



Fonte: Autora.

De acordo com o gráfico (II) acima apresentado, a amostra F1 foi avaliada com uma percentagem de 2% no critério - “certamente compraria”, no critério “provavelmente compraria” - teve uma percentagem de 18%, em relação ao critério “talvez compraria/talvez não compraria” - obteve uma percentagem de 42%, no critério “provavelmente não compraria” - teve uma percentagem de 19%, e por fim no critério “certamente não compraria” - teve uma percentagem de 20%.

A amostra F2 foi avaliada com uma percentagem de 50% no critério – “certamente compraria”, no critério “provavelmente compraria” - teve uma percentagem de 22%, em relação ao critério “talvez compraria/talvez não compraria” - obteve uma percentagem de 15%, no critério “provavelmente não compraria” - teve uma percentagem de 5%.

A amostra F3 foi avaliada com uma percentagem de 19% no critério – “certamente compraria”, no critério “provavelmente compraria” - teve uma percentagem de 23%, em

relação ao critério “talvez compraria/talvez não compraria” - obteve uma percentagem de 40%, no critério “provavelmente não compraria” - teve uma percentagem de 15%, e por fim no critério “certamente não compraria” - teve uma percentagem baixa de 7%.

5.2. Análises físico-químicas

Na análise de comparação das médias pelo teste de Tukey (tabela VIII) verificou-se maior teor de humidade na amostra F1, maior teor de acidez titulável na amostra F2, e alto pH na amostra F2.

Tabela VIII. Médias e desvios padrões obtidas nos parâmetros de humidade, pH e Acidez titulável

| Parâmetros avaliados | F0 (n= 3) | F1 (n=3) | F2 (n=3) | F3 (n=3) |
|----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Humidade (%) | 8,85 ± 0,01 | 12,52 ± 0,02 | 10,93 ± 0,04 | 10,63 ± 0,03 |
| pH | 3,44 ± 0,24 | 4,36 ± 0,15 | 4,69 ± 0,07 | 4,81 ± 0,07 |
| Acidez titulável (%) | 1,70 ± 0,60 | 6,54 ± 0,91 | 9,93 ± 1,85 | 9,02 ± 1,80 |

Fonte: Autora.

Na análise de comparação das médias (tabela IX) da composição química verificou-se que amostra F3 apresentou maior percentagem de gordura, em relação ao teor de cinzas verificou-se que a amostra F3 apresentou maior percentagem. A amostra que apresentou maior teor de fibras foi a F2.

Tabela IX. Composição química de *mbila* com incorporação de farinha de BDPA

| Componentes | F0 (n=1) | F1 (n=1) | F2 (n=1) | F3 (n=1) |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Teor de gordura (%) | 0.39 | 0.20 | 0.59 | 0.60 |
| Teor de cinzas (%) | 0 | 1.25 | 1.74 | 1.99 |
| Teor de Fibra (%) | 2.9 | 4.9 | 5.88 | 4.95 |
| Teor de proteínas (%) | 7.47 | 8.29 | 8.08 | 6.91 |
| Teor de carboidratos (%) | 79.67 | 77.8 | 78.59 | 79.83 |
| Energia total (kcal/100g) | 352.3 | 342.7 | 343.5 | 341 |

Fonte: Autora.

6. DISCUSSÃO

6.1. Análise sensorial

- **Aceitação sensorial dos ensaios preliminar e principal**

Após a análise sensorial realizada no ensaio preliminar pode-se afirmar que todas as amostras foram aceites pelo painel de provadores não treinados, excepto a amostra F1 que durante a sua elaboração foi adicionada 10% de FBDPA. Segundo os comentários feitos pelos provadores a amostra F1 teve menor aceitação por apresentar uma cor menos atractiva e um sabor desagradável, facto que é sustentado por Freitas (2014), que diz que a cor é um importante factor para a aceitação dos produtos pelos consumidores devido à correlação directa entre frescor e sabor.

Na análise sensorial realizada no ensaio principal também notou-se que todas as amostras foram aceites pelos provadores não treinados, excepto a amostra F1 apesar de na sua elaboração ter sido adicionada 15% de FBDPA e ter se deixado a *mbila* fermentar durante 72h, com vista a melhorar os parâmetros cor e sabor.

De todos os parâmetros avaliados, a textura foi o parâmetro que não apresentou diferença nas amostras que fermentaram durante 72h. Esse fenómeno pode estar associado ao período de fermentação que alterou de forma benéfica as propriedades das amostras. Estes resultados convergem com os encontrados por Balasi (2020), a fermentação dos cereais contribui para a palatibilidade e suavidade da textura e os demais atributos tais como o aroma e sabor.

Contudo, pode-se afirmar que tanto a amostra F2 do ensaio preliminar que fermentou durante 24h quanto à amostra F2 que fermentou durante 72h, porém adicionadas 20% de FBDPA, tiveram melhor aceitação sensorial dos provadores não treinados.

- **Índice de aceitabilidade do ensaio preliminar do ensaio principal**

De acordo com Quintino (2012), um alimento é considerado aceite quando possui índice de aceitação superior a 70%. Deste modo, com base nos resultados obtidos, pode-se observar que as amostras F0, F2 e F3 obtiveram boa aceitabilidade pelos provadores tanto no ensaio preliminar, assim como no ensaio principal. Os resultados obtidos para F0 convergem com os da Fellows (2019) e Balasi (2020), onde na intenção de compra 89.5% dos provadores elegeram a papa confeccionada com a *mbila* fresca fermentada durante 24h. E segundo os comentários feitos pelos provadores a amostra F2 teve maior aceitação pelo facto de ter sido a mais saborosa, porque foi possível sentir uma pequena doçura sem se perceber que foi adicionada a FBDPA.

A amostra F1 por ter sido adicionada menor quantidade de FBDPA, teve menor aceitação, pois a mesma não tinha uma cor muito atractiva, contribuindo assim para uma avaliação não muito boa.

- **Intenção de compra do ensaio preliminar e do ensaio principal**

A intenção de compra é um processo decisório, que leva em conta diversos factores como o preço, a conveniência e o *marketing* do produto, porém são as características sensoriais as determinantes na decisão de compra (Freitas, 2014). Após a análise do teste de intenção de compra os provadores elegeram a amostra confeccionada com farinha de milho fermentada e enriquecida com FBDPA nas proporções de 20%, contudo, pode-se concluir que essa amostra pode ser comercializada e consumida, porém a amostra confeccionada com farinha de milho fermentada e enriquecida com FBDPA nas proporções de 10% e 15% foi a que menos elegeram e certamente não comprariam.

6.2. Análises físico-químicas do ensaio principal

- **Humidade**

O teor de humidade encontrado neste estudo para as farinhas está abaixo de 15%, atendendo assim os padrões estabelecidos para as farinhas. A ANVISA (2005), apresenta como requisito específico que as farinhas devem apresentar humidade máxima de 15% e como não foi encontrada uma legislação específica para a farinha de milho fermentada (*mbila*) com incorporação de FBDPA, trabalhou-se com este padrão de humidade, o que permite dizer que a farinha elaborada apresentou humidade dentro do padrão exigido.

Humidade abaixo de 15% atende ao padrão estabelecido para farinhas, amido de cereais e farelos, e ainda, não é favorável ao crescimento de microrganismos o que propicia uma maior estabilidade e segurança do produto (Leite, 2019). Isto pode ser enfatizado com as declarações feitas por Da Silva (2019), que diz que produtos de milho com humidade superior a 13% favorecem alterações nas características do produto final, tais como aspecto, sabor, odor, além da possibilidade da incidência fúngica durante o armazenamento, predominando o género *Aspergillus*. Contudo, as farinhas produzidas nessa pesquisa podem ser consideradas aceitáveis para a distribuição e o consumo.

- **Teor de gorduras**

Nesta pesquisa foram encontrados valores de teor de gorduras abaixo do recomendável pela legislação para farinhas, isso pode ser resultado do processo de fabricação da farinha de milho, onde ocorreu o processo de degerminação, etapa que representa a retirada do germen e do pericarpo dos grãos de milho, que na farinha é realizado. Facto que é sustentado por Giacomelli *et al.*, (2012), quando diz que no germen concentra-se quase que a totalidade de lipídeos presentes no milho, em torno de 83%. Nas análises feitas por

Franco (2012), para farinha de batata-doce de várias variedades o teor de gordura variava de 0,7% a 3 %. Com isso, pode-se concluir que a incorporação de FBDPA não aumentou significativamente o valor lipídico das farinhas.

- **Teor de cinzas**

Nesta pesquisa foram encontrados valores médios de 0% a 1%, o que é considerado baixo quando comparado com outros tipos de farinhas de origem vegetal, tais como farinha de soja (4,84%), girassol (7,72%), berinjela (6,2%) (Ribeiro e Miguel, 2010), milho (0.5%), (Franco, 2021). Contudo, as farinhas produzidas neste estudo tiveram valor baixo de cinzas, isso pode ser explicado pelo facto de durante o processamento da farinha de milho ter sido retirada a casca, que é onde se concentra os minerais deste grão, facto este que é sustentado por Cardoso *et al.* (2010), que diz que a degerminação reduz drasticamente a concentração da maioria das vitaminas e minerais, que estão no gérmen e pericarpo.

- **Teor de fibras**

Foi encontrado um valor médio de 2% de teor de fibras para a farinha de milho e para as farinhas que foram incorporadas a FBDPA foi encontrada valores médios de 4% a 5.88%, valores superiores são encontrados em outras farinhas, tais como a farinha de aveia (10.26%) (Ribeiro e Miguel, 2010). E de acordo com a TACO (2011), a farinha de milho amarela deve apresentar 5.5% de fibra bruta na sua composição química. Com isso, pode-se concluir que a farinha de milho usada neste estudo está abaixo do recomendável em termos de fibras para farinhas, isso pode ser explicado pelo facto de ter ocorrido o processo de degerminação do milho, ou seja, a retirada da casca durante a produção da farinha, sendo a casca a maior fonte de fibras, entretanto, com a adição da FBDPA nas proporções de 20% verificou-se um aumento significativo de teor de fibras no produto.

- **Teor de proteínas**

Nesta pesquisa foi encontrado um valor médio de 7% para a farinha de milho e para a farinha de milho com incorporação de FBDPA foram encontrados valores médios de 6% a 8%. Com isso, pode-se dizer que a farinha de milho está dentro do recomendável segundo a TACO (2011), que diz que a farinha de milho amarela deve apresentar em sua composição química 7.2% de proteínas. Entretanto, com a adição da FBDPA foi verificado um aumento de valor proteico da farinha de milho com incorporação de farinha de BDPA excepto na última amostra.

- **Teor de carboidratos**

O valor médio encontrado nesta pesquisa referente à amostra que não foi adicionada a farinha de BDPA é de 79.67%, valores similares são encontrados na farinha de milho

amarela (79,1%) (TACO, 2011). As amostras que foram adicionadas a FBDPA apresentaram valores médios de 77% a 79%, com isso, pode-se concluir que a farinha de BDPA não aumentou significativamente o teor de carboidratos da farinha produzida.

- **Acidez titulável**

Na determinação da acidez das farinhas desse estudo foram encontrados valores médios de 6 % a 9% para as amostras que foram adicionadas a FBDPA o que é considerado alto segundo a ANVISA (2005), que diz que a acidez titulável para farinhas deve apresentar médias entre 2% e 5%. Essa acidez pode ser originada pelo tempo de fermentação e formas de armazenamento do produto. Porém, a primeira amostra que não foi incorporada a FBDPA apresentou uma média de 1%, estando, assim, abaixo dos padrões recomendáveis pela legislação para farinhas.

- **PH**

Nesta pesquisa verificou-se nas amostras F1, F2 e F3 o aumento de pH na medida em que se aumentava as proporções de farinha de BDPA, tendo apresentado um valor médio de 4, portanto, essas amostras podem ser consideradas de carácter ácido. Em relação à amostra F0 que não foi adicionada a farinha de BDPA, valores similares foram encontrados por Balasi (2021), onde obteve um pH de 3,72 para a *mbila* que fermentou durante 72h, facto explicado pela presença das BAL (bactérias ácido-lácticas) que são predominantes durante o estágio de imersão dos grãos no processo tradicional.

De acordo com Leite (2019), a medida do pH em alimentos é bastante importante pois pode ser usada para determinar a deterioração do alimento com crescimento de microorganismos, actividades de enzimas, retenção do sabor-odor de produtos de origem vegetal e escolha da embalagem. Neste sentido, tendo em vista a inactivação dos microorganismos quando estão num pH desfavorável, pode-se constatar que o pH ácido verificado nesta pesquisa é benéfico ao produto, pois contribui para a conservação do mesmo.

- **Energia total**

O valor médio encontrado neste estudo para a farinha de milho foi de 352 kcal e para as farinhas que foram adicionadas a farinha de BDPA foram de 341 a 343 kcal. E segundo a TACO (2011), a farinha de milho amarela apresenta 351 kcal de energia, com isso pode-se dizer que a farinha de milho encontra-se dentro dos limites aceitáveis em termos de energia, porém incorporação de farinha de BDPA não aumentou significativamente o valor de energia das farinhas.

7. CONCLUSÃO

Após a realização desta pesquisa que teve como objectivo geral produzir farinha de milho fermentada com incorporação de farinha de batata-doce de polpa alaranjada, concluiu-se que:

- As formulações com maiores médias de aceitação foram as que foram incorporados 0%, 20% e 30% de FBDPA, respectivamente.
- A formulação que teve maior aceitação sob o ponto de vista sensorial foi a farinha de milho fermentada (*mbila*) com 20% de FBDPA incorporada.
- Considerando os parâmetros nutricionais analisados, a incorporação da FBDPA na *mbila* não acrescentou valor nutricional significativo nas formulações desenvolvidas.
- A FBDPA influenciou na melhoria da cor, sabor e aroma do produto formulado.

8. RECOMENDAÇÕES

Após a realização desse trabalho foi possível obter resultados que futuramente poderão ser explorados e dar continuidade à investigação até aqui desenvolvida, nomeadamente:

- Realizar estudos similares que incluam análises microbiológicas, de modo a avaliar a estabilidade microbiana e segurança dos produtos formulados;
- Desenvolvimento de uma legislação específica para a produção de farinha de milho e desse produto (*mbila*), com objectivo de padronizar os parâmetros tecnológicos de produção, granulometria, cor e qualidade, incluindo os parâmetros microbiológicos;
- Controlar o tempo de secagem das farinhas de milho e de BDPA para evitar grandes perdas de nutrientes (exemplo, Vitamina C); e
- Determinar o teor da vitamina A na *mbila* com farinha de BDPA incorporada.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. Official methods of analysis (2012): Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 15th ed. pp11-17.
- Adesulu, A. T., Awojobi, K. O. (2014). Enhancing sustainable development through indigenous fermented food products in Nigeria. African Journal of Microbiology Research. Vol. 8, No. 12, pp. 1338-1343. ISSN: 1996-0808. doi: 10.5897/AJMR2013.5439.
- Almeida, D. C.; e Szlapak, G. T. (2015), Estudo do processo de secagem de batata-doce de polpa roxa (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) em leite de jorro. Pp. 55.
- ANVISA. (2005). Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Brasília.
- Arcanjo, P. T.; Mateus, G. R.; Ventura, T. Q. (2020). Elaboração e caracterização físico-química de farinha de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.). Revista Brasileira de Gestão Ambiental. Pp.5.
- Balasi, E. F. (2020). Otimização da produção da farinha de milho (*Zea mays* L.) fermentada "Mbila". PP.2
- Bezerra *et al.* (2015). Processamento de barras de cereais com adição de farinha de batata doce (*Ipomoea batatas* L.) Processing of cereal bars with added sweet potato flour (*Ipomea batatas* L.). *Ambiência*. Pp. 65-73.
- Cardoso, W. S.; Pinheiro, F. A.; Machado, F.P.(2010). Indústria de milho. . Universidade Federal Rural de Pernambuco: Recife. Pp. 121-129.
- Cruz, L. T.; Ferrari, J. V.; Matoso, A. O. (2016). Qualidade e composição bromatológica do milho em diferentes épocas de corte. V.5. Pp. 161.
- Da Silva, J. R. A. (2019). Milho não transgênico- caracterização e formulação de produtos. Pp.58.
- De Assunção Balasi, E. F. (2020). Otimização da produção da farinha de milho (*Zea mays* L.) fermentada "Mbila". Pp. 11.
- De Sousa, L. B.T. (2019). Avaliação das características físicas, sensoriais e nutricionais de biscoitos formulados com batata-doce de polpa alaranjada (cultivar beauregard) e margarina. *Ciências de Saúde*. Pp. 19 – 21.
- Fellows, P. (2019). Food Processing Technology - Principles and Practice. Fourth Edition. Cambridge – England.
- Franco, E. J. (2021). Estudo de cinco variedades de batata-doce para a produção de farinha. Lisboa. Pp.63.
- Freitas, M. A. D. (2014). Elaboração e aceitabilidade de bolos enriquecidos com farinha de batata-doce. Pp.37.

- Friedrichsen, G. W. T.; Weiston, V. R. Victor, R. P. F.; Marques, H. F. (2022). Desenvolvimento de barra de cereais com adição de farinha de batata-doce, colágeno e betaína: revisão dos ingredientes utilizados e viabilidade. V.11. pp. 9.
- Galdos, A. (2015). Tecnologia de cereais. Disponível em: https://pt.slideshare.net/_IsabelVitoria/aditivos-quimicos-31408329. Acesso em: 16 de Março de 2022.
- Giacomelli, D.; Monego, B.; Agustin, M. G. D.; Borba, M. M. (2012). Composição nutricional das farinhas de milho pré-cozida, moída à pedra e da preparação culinária “polenta”. V. 23, n. 3. Pp. 417 - 418.
- Kohajdová, Z., Karovicová, J. (2007). Fermentation of cereals for specific purpose. *Journal of Food and Nutrition Research*. Vol. 46, N. 2, pp. 51-57.
- Leite, J. F. (2019). Desenvolvimento de macarrão misto de farinha de casca de batata-doce e farinha de trigo. Pp. 31-32.
- Leme, J. (2007). Análise sensorial de farinhas mistas. São Paulo. Pp. 58-60.
- Lutz, A. (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo. Núcleo de Informação e Tecnologia - NIT /IAL. 4ª Edição. P.1020.
- Manani, T. A. N. (2014). Natural and Lactic Acid Bacteria Fermentations of Pastes of Soybeans and Soybean-Maize Blends: Effect on Nutritional Quality, Microbial Diversity, Food Safety and Consumer Acceptance. No. 84, pp. 1-214. ISSN: 1894-6402.
- Marques, R. C.D. (2016). Estudo físico-químico, microbiológico e tecnológico de resíduos da industrialização de milho e aproveitamento alimentar a partir da elaboração de massas alimentícias. Goiânia. Pp.236.
- Matos, J. S. (2021). Cenários Prospectivos para a Biorrefinaria de Milho. Cuiabá. Pp. 30 – 33.
- Mirasse, P, S.; Valério, R. E. W.; Clarisse, Y.T. (2009). Refletindo sobre Segurança Alimentar e Nutricional em Moçambique. Pp.16.
- Mudema, T. D.; Stiven, F. Y, R.; Dias, G. R. (2012). Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - 75 Circular Técnica. Nutrição Humana e Ciência dos Alimentos – Embrapa, pp.1–6. ISSN 1679–1150.
- Pappen, D. R. H. P. (2013). Elaboração e Caracterização de Biscoito sem Glúten A partir da Farinha de Amarantho, Milho e Arroz, pp.1–93.
- Pena-Rosas, H. R. Patricio, F. P. R.; Marques, F. R.(2014). Influência do processamento de grãos sobre o desempenho de ruminantes e a população microbiana do rúmen. Universidade geral de minas gerais. Pp. 53.

- Quintino, S. S. (2012). Avaliação comparativa de iogurte produzido a partir da polpa natural de maracujá (*passiflora edulis sims f. flavicarpa deg.*) e suco artificial. Pp. 13.
- Ranum, P., Rosas, J. P. P., Casal, M. N. G. (2014). Global maize production, utilization and consumption. *Annals Of The New York Academy Of Sciences*, 1312 (Technical Considerations for Maize Flour and Corn Meal Fortification in Public Health), pp.1–107. doi: 10.1111/nyas.12396.
- Regitano-d’Arce, M. A. B.; Spoto, M. H. F.; e Castellucci, A. C. L. (2017). Processamento e industrialização do milho para alimentação humana. Disponível em: www.esalq.usp.br. Acesso: 08 de Setembro de 2021.
- Ribeiro, R. D. e Miguel, D. P. (2010). Avaliação da composição físico-química de farinhas de okara e girassol e sua utilização no desenvolvimento de pão de forma. FAZU – Faculdades Associadas de Uberaba. IX Jornada Científica da FAZU. Uberaba-MG, v. 09, p. 66-78.
- Sampaio, V. A. M. (2015). Classificação de Grãos Passo a Passo Soja. Milho. Feijão. AIBA- Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia, pp.1–23.
- Shindano, J. (2007). Functional properties of white maize meal stored under tropical conditions, p.1–203.
- Silva, H. T.; Matos, L. Z.; Marques, T. R. G. (2010). Caracterização físico-química de farinha de batata-doce. Pp. 71.
- Silva, P. L.; Ventura, C. D. (2020). Elaboração e caracterização físico-química de farinha de batata-doce (*Ipomoea batatas L.*). Pombal-PB-Brasil. Pp. 3-4.
- Souza, D. G. (2020). Cinética de secagem, caracterização e Armazenamento de farinha de batata-doce Biofortificada. Rio verde. Pp. 21.
- Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (2011). 4ª edição revisada e ampliada. Pp. 31.
- Zidora, C. B. M. (2015). Estratégias de Gerenciamento do Risco de Preços na Comercialização do Milho em Grão Nas Zonas Rurais de Moçambique, pp.1–63. Disponível em: https://ppagro.agro.ufg.br/up/170/o/César_Benites_Mário_Zidora.pdf.

I. ANEXOS

I.I. Anexo I: ficha de análise sensorial

- Teste de aceitação

Sexo: () M () F Idade: _____ Estudante: _____ CTA: _____

Muito obrigado pela participação. Você está recebendo quatro amostras codificadas, a primeira é de papa simples, a segunda é de papa com incorporação da farinha de batata-doce de polpa alaranjada, a terceira é de xima simples e a quarta é de xima com incorporação da farinha de batata-doce de polpa alaranjada. Prove e avalie na escala correspondente aos atributos listados abaixo:

- | | |
|-----|---------------------------|
| (1) | Desgostei extremamente |
| (2) | Desgostei muito |
| (3) | Desgostei moderadamente |
| (4) | Desgostei ligeiramente |
| (5) | Nem desgostei, nem gostei |
| (6) | Gostei ligeiramente |
| (7) | Gostei moderadamente |
| (8) | Gostei muito |
| (9) | Gostei extremamente |

| Amostra | Cor | Aroma | Textura | Sabor | A. global |
|---------|-------|-------|---------|-------|-----------|
| _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |

- Teste de Intenção de compra

Relativamente à intenção de compra, situe as amostras na seguinte escala, colocando “X” no local correspondente.

| Itens | Número de amostra | | | |
|---|-------------------|-----|-----|-----|
| | 122 | 124 | 150 | 152 |
| 1.certamente compraria | | | | |
| 2.provavelmente compraria | | | | |
| 3.talvez compraria/talvez não compraria | | | | |
| 4.provavelmente não compraria | | | | |
| 5.certamente não compraria | | | | |

Costuma consumir pasta de milho fermentada (mbila)? Com que frequência?

- () Sim, sempre
- () Sim, sempre
- () Sim, ocasionalmente
- () Sim, raramente
- () Nunca.

Comentário (em palavras, indique o que mais gostou e o que menos gostou)

Muito obrigada!

I.II. Anexo II: termo de consentimento informado

Projecto de pesquisa: Produção de pasta de milho fermentada (mbila) com incorporação da farinha de batata-doce de polpa alaranjada.

Responsável pela pesquisa: Celina Isac Uqueio

O presente trabalho intitulado “Pasta de Milho Fermentada (Mbila) com incorporação da farinha de Batata-Doce de Polpa Alaranjada” tem como objectivo avaliar a qualidade tecnológica, a vida de prateleira e o nível de aceitação do produto por parte dos consumidores.

Como provador deverá analisar as amostras fornecidas quanto aos atributos mencionados na ficha de teste hedónico e deve fazer uma avaliação global e manifestar o seu parecer. Cada sessão levará cerca de 15 minutos no máximo.

As amostras produzidas não oferecem nenhum risco previsível de danos à saúde e integridade dos sujeitos envolvidos na pesquisa, pois, todos os produtos envolvidos no teste serão produzidos e manipulados de acordo com as Boas Práticas De Higiene e de Fabricação (BPH e BPF).

A pesquisadora garante fornecer respostas a quaisquer perguntas ou esclarecimentos que julgue necessário sobre os procedimentos, riscos, benefícios e outros relacionados com a pesquisa realizada. Está consciente, também que a participação do sujeito da pesquisa é voluntária, podendo se retirar a qualquer momento da análise sem qualquer consequência para o mesmo.

Não haverá nenhum tipo de ressarcimento financeiro ou ajuda de custo aos provadores durante a participação na pesquisa. Haverá apenas gratificações verbais pelo parecer que vai prestar, contribuindo desta forma para a pesquisa.

Os resultados obtidos neste trabalho serão tornados públicos no dia da apresentação e defesa oral do projecto na Faculdade de Veterinária, Universidade Eduardo Mondlane, no primeiro semestre de 2022, mas não será identificado nenhum participante, garantindo desta forma o anonimato do inquirido.

Grato pela sua colaboração

Declaro aceitar participar da pesquisa de acordo com as condições estabelecidas pela
mesma.

Maputo, aos ____ de _____ de 202 ____

Assinatura do participante

Pesquisadora

(Celina Isac Uqueio)

Contacto: (+258) 847193367;

Email: celinauqueio98@gmail.com