



FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA INDUSTRIAL

Trabalho de Licenciatura

**Avaliação nutricional da farinha de mandioca (*Manihot esculenta*) produzida
por dois métodos caseiros diferentes**



Autor: Abrão Mário Mucane

Maputo, Maio de 2024



FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA INDUSTRIAL

Trabalho de Licenciatura

**Avaliação nutricional da farinha de mandioca (*Manihot esculenta*) produzida
por dois métodos caseiros diferentes**

Autor: Abrão Mário Mucane

Supervisora: Prof. Doutora Amália Uamusse

Co-supervisor: Prof. Doutor Rui Ráíce

Maputo, Maio de 2024

DEDICATORIA

Dedico primeiramente a Deus, pois sem ele não teria a capacidade para desenvolver este trabalho, aos meus pais, Mário Mucane e Alzira Agostinho, aos meus irmãos, em especial ao meu Tio Padre Afonso Inácio Mucane, pelo amor, atenção, apoio financeiro, conselhos e pela dedicação que sempre teve para comigo durante esses anos todos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus a quem deposito toda a minha fé, pela vida, saúde, sabedoria e por ter permitido ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da minha caminhada.

Aos meus pais Mário Mucane e Alzira Agostinho, que deram muito pela minha educação, pelo direito de estudar e fazer as minhas escolhas.

Aos meus tios Afonso Inácio Mucane e Ana Maria, pelo amor, atenção, conselhos e pelo suporte.

Agradeço aos meus supervisores Prof. Doutora Amália Uamusse e Prof. Doutor Rui Raice, pela supervisão e pela paciência no acompanhamento, pelas sugestões incansáveis, simplicidade e disponibilidade que tiveram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado.

Agradeço também ao Mestre Cláudio Rogério Bregueje, pelas correções e pelas sugestões na elaboração do meu protocolo de pesquisa.

Agradeço à Lic. Argentina e às técnicas do laboratório do Departamento de Química da Universidade Eduardo Mondlane (UEM), pelo acompanhamento e fornecimento de todos os recursos para a realização de algumas análises.

Agradeço à estagiária Isménia Macamo pela partilha de experiência e a todos os funcionários do Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos, pelo espaço, acompanhamento e fornecimento de todos os recursos para a realização das análises, em especial à Lic. Cármen, Lic. Marta e Lic. Anabela, pelo apoio técnico e supervisão durante as análises.

Agradeço aos meus irmãos, Camila Mucane, Belarmino Mucane, Orzete Mucane, Paulina Mucane, Rogéria Mucane, Dolores Mucane, Xavier Mucane, Otieno Mucane, Consolata Mucane, Gabriel Mucane, Jonas Mucane, Mário Mucane Júnior, Flora Armando, Neusa Mateteu, pelo amor, apoio moral, pela fé e paciência que depositaram em mim, pois foi graças a Deus e a eles que pude realizar os meus sonhos.

A toda à família que directa ou indirectamente contribuiu para o meu desenvolvimento pessoal, especialmente aos meus primos Albino Samajo e Rafael Samajo, que Deus o tenha.

Agradeço a todos os colegas da residência Naiwanana pelo companheirismo, pela familiaridade, pelo apoio moral, pela convivência e amizade construída nestes anos.

Aos meus colegas do curso, em especial ao Ezequiel Ferro, Herminio Nhantumbo, Venildo Mugunhe, Fernando Rufino, Hélia Copa, Jaime Cossa, Eliseu Leite, Leonel Caetano e João Changule pela troca de experiências.

Aos meus amigos, Onessima Da Ciana, Augusto Nanhaca, Ali Chande, Constâncio Aquiba, Cármen Hilário, Flora Vilaneque, Lucinda Mevua, Luísa António, Malde Buana, Gabriel Chicova, em especial ao Adolfo Abacar, Eliseu Leite e Gil Chande pelo carinho, confiança e irmandade, meu muito obrigado caríssimos.

E por fim vai o meu agradecimento a todos os quadros do departamento de química da Universidade Eduardo Mondlane (UEM), pela paciência, conhecimentos e aprendizado concedido durante toda a caminhada.

O meu MUITO OBRIGADO.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, **Abrão Mário Mucane**, declaro por minha honra, que este trabalho de fim do curso é o resultado da minha investigação e nunca foi apresentado para a obtenção de qualquer grau académico declaro ainda que todas as informações que constam no trabalho são verdadeiras.

Maputo, Maio de 2024

Autor

(Abrão Mário Mucane)

EPÍGRAFE

*“A educação tem raízes amargas,
mas os seus frutos são doces”.*

Aristóteles

RESUMO

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é a cultura alimentar mais importante entre as culturas de raízes e tubérculos nos países da África Subariana.

O principal produto derivado do processamento da mandioca é a farinha, um alimento consumido por todas as classes sociais. O processamento caseiro da mandioca para a obtenção da farinha é realizado por dois métodos diferentes, nomeadamente o processo húmido e o processo seco. Ambos consistem em um processo básico no qual as raízes são submetidas a etapas de lavagem, descasque, trituração, fermentação, prensagem, secagem e peneiração.

A farinha de mandioca é muito consumida na província de Nampula, sem se ter o conhecimento da sua composição nutricional, onde localmente se chama *Karakata*. As amostras analisadas foram colhidas na província de Nampula concretamente no distrito de Murrupula e as análises físico-químicas foram realizadas no LNHA com excepção de proteínas que se realizaram no laboratório de solo do IIAM, ambos localizados em Maputo.

O objectivo deste estudo foi, portanto, examinar as características físico-químicas das farinhas de mandioca, processadas por dois métodos diferentes, tendo-se obtido os seguintes resultados para cada amostra: Para a farinha do processo seco: Humidade (4,61%); Cinzas (2,61%); pH (7,5); Cianetos (10 mg/kg); Acidez Total (0,25%); Fibras (4,07%); Carbohidratos (90,8%); Valor energético (381,7%) Lípidos (1,7 1%); Proteínas (1,76%); Cálcio (377mg/100g); Ferro (2,8mg/100g); Fósforo (80,06mg/100g). Para a farinha do processo Húmido: Humidade (3,49%); Cinzas (1,21%); pH (6,2); Acidez Total (0,04%); Cianetos (5mg/kg); Fibras (9,27%); Carbohidratos (86, 6%); Valor energético (363,8 %); Lípidos (1,15%); Proteínas (0,73%); Cálcio (1288 mg/100g); Ferro (3,28 mg/100g); Fósforo (134,03 mg/100g).

Os resultados obtidos foram comparados com alguns estudos realizados, as normas da ingestão diária da WHO (2014), e legislação brasileira (MAPA, 1995; MAPA, 2011 e TACO, 2011), visto que em Moçambique não existe ainda uma legislação para a farinha de mandioca. Desse modo, conclui-se que as farinhas possuem propriedades relevantes que possibilitam a sua aplicação na alimentação, sendo que a farinha do processo húmido apresenta melhor valor nutricional quando comparada com a outra.

Palavra-chave: Mandioca, Farinha, Método Caseiro, Avaliação Nutricional.

GLOSSÁRIO DE SIGLAS, ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

A.O.A.C - *Association of Official Analytical Chemists*

APG - *Angiosperm Phylogeny Group*

BPF – Boas práticas de fabricação

CIAT- *Centro Internacional de Agricultura Tropical*

CA - Carbohidratos sem o amido

CV – Coeficiente de Variação

D.P – Desvio padrão

EMBRATER – Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural

FAO - *Food and Agriculture Organization*

FAOSTAT - *Food and Agriculture Organization Statistics*

IIAM – Instituto de Investigação Agrária de Moçambique

IAL – Instituto Adolfo Lutz

I.C – Intervalo de Confiança

IG - Investigação geográfica

INNOQ – Instituto Nacional de Normalização e Qualidade

ITP – Instituto de Tecnologia e Pesquisa

IITA – *International Institute of tropical Agriculture*

LNHAA- Laboratório Nacional de Higiene de Água e Alimentos

PEBD – Polietileno de Baixa Densidade

UV-vis – Ultravioleta visível

WHO - *World Health Organization*

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
DECLARAÇÃO DE HONRA.....	iv
EPÍGRAFE	v
RESUMO	vi
GLOSSÁRIO DE SIGLAS, ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS	vii
ÍNDICE DE TABELAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
CAPITULO I	1
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Justificativa	2
1.2. Objectivos	3
1.2.1. Objectivo geral	3
1.2.2. Objectivos específicos.....	3
1.3. Metodologia do trabalho	3
1.3.1. Revisão bibliográfica.....	3
1.3.2. Trabalho de campo	3
1.3.3. Parte experimental.....	3
1.3.4. Discussão dos resultados.....	4
1.3.5. Elaboração do relatório final	4
CAPITULO II.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Origem e dispersão da mandiocqueira.....	5

2.2. Produção mundial da mandioca	6
2.3. Produção da mandioca em Moçambique	6
2.4. Descrição geográfica do local de amostragem.....	7
2.5. Variedades de mandioca	8
2.6. Importância económica da mandioca.....	8
2.7. Classificação taxonómica da mandioca	9
2.8. Morfologia	10
2.9. Sistema radicular.....	11
2.10. Composição química da mandioca	12
2.11. Toxicidade da mandioca	13
2.12. Produtos derivados da mandioca	15
2.12.1. Farinha de mandioca	15
2.12.2. Métodos caseiros de produção de farinha de mandioca.....	15
2.12.3. Influência na produção da farinha da mandioca.....	17
CAPITULO III.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Trabalho de campo.....	18
3.2. Parte experimental	19
3.2.1. Colheita e pré-tratamento das amostras	19
3.2.2. Descrição das etapas de produção de farinha de mandioca pelo método húmido	21
3.2.3. Descrição das etapas de produção de farinha de mandioca pelo método seco	22
3.3. Procedimentos experimentais	23
3.3.1. <i>Determinação de humidade</i>	24
3.3.2. <i>Determinação de cinzas</i>	24
3.3.3. <i>Determinação do pH</i>	25

3.3.4. Determinação de acidez	26
3.3.5. Determinação de lípidos (gorduras)	26
3.3.6. Determinação de fibra bruta	28
3.3.7. Determinação de carboidratos	29
3.3.8. Determinação do valor energético	29
3.3.9. Determinação de proteínas	30
3.3.9.1. Digestão das amostras para análise de nitrogênio	30
3.3.9.2. Destilação e titulação	30
3.3.10. Determinação de cianetos	32
3.3.11. Determinação de minerais	33
3.3.11.1. Determinação de ferro	33
3.3.11.2. Determinação de fósforo	35
3.3.11.3. Determinação de cálcio	38
CAPITULO IV	40
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	40
4.1. Apresentação dos resultados	40
4.2. Discussão e interpretação dos resultados	41
4.2.1. Humidade	41
4.2.2. Cinzas	42
4.2.3. pH	43
4.2.4. Acidez total	44
4.2.5. Cianetos totais	46
4.2.6. Fibra bruta	47
4.2.7. Carboidratos	48
4.2.8. Valor energético	49

4.2.9. Lípidos.....	50
4.2.10. Proteínas	52
4.2.11. Cálcio	53
4.2.12. Ferro	54
4.2.13. Fósforo	56
CAPÍTULO V.....	57
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	57
5.1. Conclusões	57
5.2. Recomendações.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Materiais, equipamentos e reagentes	22
Tabela 2: Preparação das soluções-padrão de fósforo.....	36
Tabela 3: Resultados da análise dos parâmetros físico-químicos da farinha de mandioca.	40
Tabela A - 1: Resultados experimentais obtidos do teor de umidade	68
Tabela A - 2: Resultados experimentais obtidos do teor de cinzas.....	69
Tabela A - 3: Resultados experimentais obtidos do teor de cianetos	70
Tabela A - 4: Resultados experimentais obtidos do teor de proteínas.....	71
Tabela A - 5: Resultados experimentais obtidos do teor de pH.....	72
Tabela A - 6: Resultados experimentais obtidos do teor de fibras	73
Tabela A - 7: Resultados experimentais obtidos do teor de acidez	74
Tabela A - 8: Resultados experimentais obtidos do teor de cálcio	75
Tabela A - 9: Resultados experimentais obtidos do teor de lípidos.....	76
Tabela A - 10: Resultados experimentais obtidos do teor de carboidratos.....	77
Tabela A - 11: Resultados experimentais obtidos do teor de energia.....	78
Tabela A - 12: Resultados experimentais obtidos do teor de fósforo	79
Tabela A - 13: Resultados experimentais obtidos do teor de ferro.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Percentagem de produção de mandioca em Moçambique	7
Figura 2: Localização geográfica do distrito de Murrupula.....	7
Figura 3: Espécie <i>Manihot esculenta Crantz</i>	10
Figura 4: Morfologia da mandiocqueira.....	11
Figura 5: Raiz tuberosa com a representação das estruturas existentes.....	12
Figura 6: Fórmulas estruturais da linamarina e lotaustralina.....	13
Figura 7: Degradação enzimática de linamarina.....	14
Figura 8: Métodos caseiros de produção de farinha de mandioca.....	16
Figura 9: Ilustração dos processos envolvidos na produção da farinha de mandioca pelos dois métodos caseiros (húmido e seco).	20
Figura 10: A – Mufla para incineração das amostras; B – Cinzas produzidas no processo de incineração	25
Figura 11: Sistema Soxhlet para extracção de gordura.....	27
Figura 12: (A) Processo de fervura da amostra juntamente com a solução de Bellucei; (B) Processo de carbonização do resíduo resultante da filtração.	29
Figura 13: Aparelho de destilação das amostras.....	32
Figura 14: A - Frascos com papel picrato e amostras, B – Leitura das amostras	33
Figura 15: Soluções padrões, amostra e branco de ferro em repouso à temperatura ambiente. ...	35
Figura 16: Soluções padrões, amostra e branco de fósforo em repouso à temperatura ambiente. 37	
Figura 17: Espectrofotómetro Uv-vis usado para leitura de fósforo e ferro.	38
Figura 18: (A) Amostra em repouso para precipitação do cálcio; (B) Titulação das amostras após adição de ácido sulfúrico.	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparação do teor de humidade das amostras com o padrão estabelecido.	41
Gráfico 2: Comparação do teor de cinza das amostras com o padrão estabelecido.	42
Gráfico 3: Comparação do teor de pH das amostras.....	43
Gráfico 4: Comparação do teor de acidez das amostras com o padrão estabelecido.....	45
Gráfico 5: Comparação do teor de cianetos das amostras com o padrão estabelecido.....	46
Gráfico 6: Comparação do teor de fibras das amostras com o padrão estabelecido.....	47
Gráfico 7: Comparação do teor de carboidratos das amostras com o padrão estabelecido.	48
Gráfico 8: Comparação do teor de valor energético das amostras com o padrão estabelecido. ...	50
Gráfico 9: Comparação do teor de lípidos das amostras com o padrão estabelecido.	51
Gráfico 10: Comparação do teor de proteínas das amostras com o padrão estabelecido.	52
Gráfico 11: Comparação do teor de cálcio das amostras com o padrão estabelecido.	53
Gráfico 12: Comparação do teor de ferro das amostras com o padrão estabelecido.	54
Gráfico 13: Comparação do teor de fósforo das amostras com o padrão estabelecido.	56
Gráfico A - 1: Curva de calibração de fósforo.....	80
Gráfico A - 2: Curva de calibração de ferro	82

CAPITULO I

1. INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é encontrada em todo o território nacional e está inserida no contexto social dos agricultores. A grande diversidade de produtos e subprodutos da raiz da mandioca é o seu potencial de transformação em itens alimentares e industriais, que fez aumentar o interesse pela cultura (Bezerra, 2006 e Coelho, 2018)

A mandioca é uma das culturas alimentares mais importantes entre as culturas de raízes e tubérculos nos países da África Subsariana além disso, é uma das culturas mais tolerante à seca e que pode ser cultivada com sucesso em solos de baixa fertilidade, dando rendimentos consideráveis (FAOSTAT, 2014).

Em Moçambique, a cultura de mandioca é de grande importância, pois é um dos tubérculos muito utilizado na alimentação da população, sendo consumido com maior frequência nas regiões norte e centro do país, concretamente nas províncias de Zambézia, Nampula e Cabo Delgado, onde é consumida basicamente na forma fresca ou processada (Zacarias-Silva, *et al*, 2010).

O principal produto derivado do processamento da mandioca é a farinha, um alimento consumido por todas as classes sociais e que representa a base da alimentação diária da população de baixa renda principalmente em regiões norte e centro do país (ITP, 2006).

O processamento da mandioca para a obtenção da farinha pode realizar-se de duas formas diferentes, pelo método húmido e pelo método seco, em que ambos os métodos consistem em um processo básico no qual as raízes são submetidas a etapas de lavagem, descasque, trituração, fermentação, prensagem, secagem, moagem e peneiração (ITP, 2006).

A farinha de mandioca apresenta um elevado valor nutricional, em carboidratos, fibras e, dependendo do seu processamento, contém quantidades consideráveis de proteína, cálcio, fósforo, sódio e potássio. Portanto, a sua alta concentração em carboidratos faz com que seja utilizada como uma das principais fontes de energia para a população (Agostini, 2006).

1.1. Justificativa

A mandioca tem papel fundamental para a alimentação humana, principalmente na forma de farinhas e faz parte das refeições diárias da população no norte do país (Borges, 2015).

A farinha de mandioca é um produto não industrializado em Moçambique, grande parte deste produto é consumido na província de Nampula, sendo processado na forma artesanal, pelo dois métodos caseiros (seco e húmido) sem se conhecer o seu valor nutritivo, o que suscita o interesse de estudar a qualidade nutricional da farinha produzida naquela região do país (Borges, 2015).

Assim, este estudo teve como objectivo estudar a qualidade da farinha de mandioca produzida de forma caseira pelo dois métodos (seco e húmido) na província de Nampula, concretamente no distrito de Murrupula.

A farinha da mandioca caracteriza-se como um alimento de alto valor energético e nutricional, rico em amido, contém fibras e alguns minerais como potássio, cálcio, fósforo, sódio e ferro. O estudo das características físico-químicas pode auxiliar na orientação da população sobre aplicação de boas práticas de produção e conservação da farinha (Souza, 2008a).

.

1.2. Objectivos

1.2.1. Objectivo geral

- ✓ Avaliar o valor nutricional da farinha da mandioca (*Manihot esculenta*) produzida em duas formas pelo método caseiro

1.2.2. Objectivos específicos

- ✓ Produzir a farinha de mandioca através de dois métodos caseiros: seco e húmido;
- ✓ Determinar teor de pH, teor de humidade, teor de cinzas, acidez total, teor de lípidos, teor de proteínas, teor de fibra bruta, cianetos totais, teor de carboidrato, valor energético e composição em minerais (cálcio, fósforo e ferro);
- ✓ Comparar os resultados obtidos nos dois métodos de produção da farinha;
- ✓ Comparar os valores obtidos com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira e outras legislações afins;

1.3. Metodologia do trabalho

O presente trabalho foi realizado obedecendo à seguinte metodologia:

1.3.1. Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica consistiu na busca de informações em artigos científicos, livros, revistas, teses, dissertações e monografias referentes ao tema em estudo, de modo a se ter uma visão geral do que já foi feito por outros autores.

1.3.2. Trabalho de campo

O trabalho de campo consistiu na recolha de amostras de mandioca, que se realizou na província de Nampula, concretamente no distrito de Murrupula.

1.3.3. Parte experimental

A parte experimental obedeceu às seguintes etapas:

- ✓ Preparação das condições laboratoriais e lavagem do material;
- ✓ Pré-tratamento das amostras;
- ✓ Realização das análises.

1.3.4. Discussão dos resultados

O tratamento dos resultados consistiu em:

- ✓ Tratamento estatístico dos dados;
- ✓ Discussão e interpretação dos resultados.

1.3.5. Elaboração do relatório final

CAPITULO II

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origem e dispersão da mandioqueira

A mandioqueira (*Manihot sculenta Crantz*) é uma planta originária do nordeste do Brasil no século XVI, onde é cultivada desde antes da chegada de colonizadores europeus (Fialho e Vieira, 2011).

Foi introduzida em África pelos portugueses por volta do século XVI e XVII, procedente da região de Amazónia no Brasil (IIAM, 2010). A cultura constitui uma das mais importantes na região Subsariana de África (Almeida, 2004).

No entanto, segundo Serra (1982), esta planta foi introduzida em Moçambique a partir da província de Nampula por volta de 1760, através de colónias francesas no oceano Índico e mais tarde estabeleceu-se como a principal cultura ao longo da costa.

Actualmente a mandioca está distribuída por todos os continentes incluindo a Oceânia sobretudo na Austrália e na Europa, com plantações no sul de Itália (Embrater, 1979 e Conceição, 1987).

A grande difusão desta cultura prende-se em primeiro lugar com o valor calórico da raiz, as suas inúmeras utilizações e o seu rendimento, que juntos impulsionam o interesse por difundi-la, mas também, pela grande habilidade em adaptar-se a variadas condições de clima e solo, sendo designada de planta “rústica”. Tem também uma alta capacidade de regeneração após um dano causado física ou ambientalmente (Conceição, 1987 e Lorenzi, 2012).

A mandioca é, depois do milho, a segunda cultura amplamente difundida por todo o território nacional. A sua utilização, entretanto, é feita em três opções sendo, uma directa, o consumo culinário ou de “mesa”, industrial pela qual se processa a bebida e a terceira pelo processamento da farinha de mandioca (Cereda, 2001).

2.2. Produção mundial da mandioca

Segundo FAOSTAT (2014), A produção de mandioca correspondeu a 270,28 milhões de toneladas no ano de 2014, colhida em uma área de 24,23 milhões de ha, estando Moçambique na oitava posição com uma produção de 10,05 milhões de toneladas, com rendimentos médio de 11,99 ton/ha e participando em 4,1 % da produção mundial.

O continente africano é responsável por 51,7% do volume total produzido, liderando o ranking mundial. O continente asiático ocupa o segundo lugar com 31,4%, e o americano com 16,1%. Nigéria, Tailândia, Brasil, Indonésia, República Democrática do Congo, Gana, Vietnã são os sete países que perfazem 67,1% do volume total produzido de raiz de mandioca onde a Nigéria destaca-se como o maior produtor mundial (Otsubo *et al.*, 2002).

2.3. Produção da mandioca em Moçambique

Em Moçambique, a mandioca é a segunda cultura mais importante depois de milho. É produzida maioritariamente pelo sector familiar em áreas que variam de 0,25 os 2,0 hectares.

A produção actual situa-se à volta de 9,7 milhões de toneladas de mandioca fresca. A produção supracitada é praticada na sua maioria pelo sector familiar, embora encontremos algumas associações de camponeses e pequenos privados a praticarem esta cultura mas em pequena escala (CEPAGRI, 2014).

A província de Nampula é a maior produtora, chegando a registar uma produção de cerca de 3,7 milhões de toneladas, de um universo de pouco mais de 9,7 milhões de toneladas da produção nacional, com rendimento em 8 toneladas por hectare em média.

No país as províncias que contribuem com maior produção são: Nampula, Zambézia, Cabo Delgado e Inhambane. Nesta senda conforme ilustra a figura 1 em termos regionais a região norte é representada como a maior produtora seguida pela região centro e a região sul do país. (CEPAGRI, 2014).

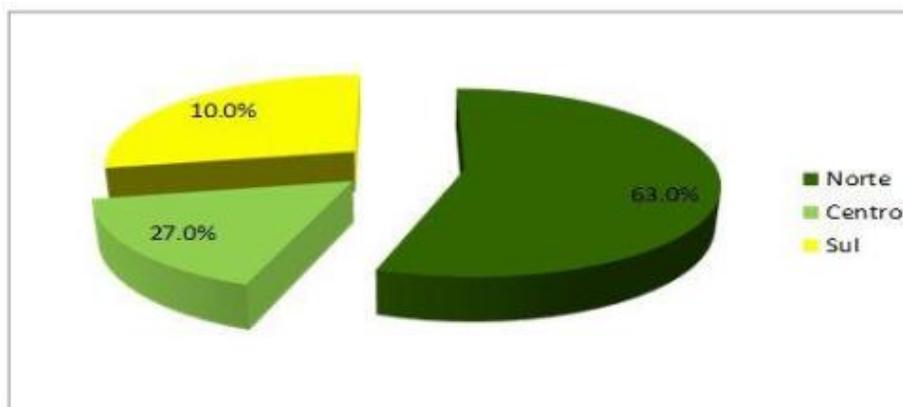


Figura 1: Percentagem de produção de mandioca em Moçambique

Fonte: CEPAGRI, 2014

2.4. Descrição geográfica do local de amostragem

O distrito de Murrupula conforme ilustra a fig.2, está localizado a sudoeste de capital provincial de Nampula, limitado a norte do distrito de Nampula, a sul do distrito de Gilé da província da Zambézia, a este do distrito de Mogovolas e a oeste do distrito de Ribaué.

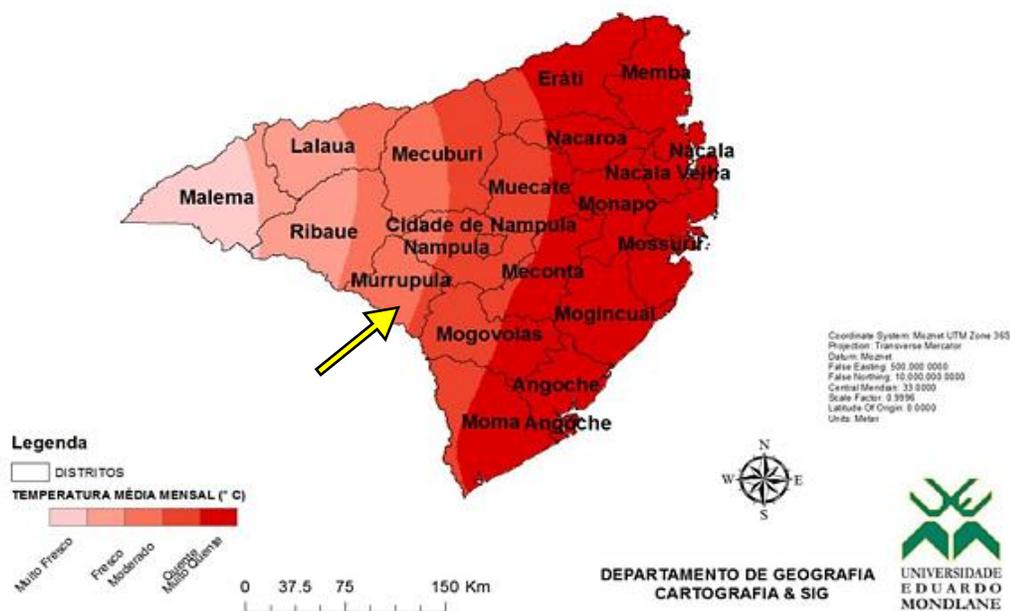


Figura 2: Localização geográfica do distrito de Murrupula

Fonte: <https://wordpresscom457.files.wordpress.com/2015/10/relatorio.pdf>.

2.5. Variedades de mandioca

Em Moçambique, existem mais de 100 variedades de mandioca cultivadas em quase todas as províncias do país (IIAM, 2003).

Segundo o sabor podem ser encontradas variedades doces e amargas de mandioca. De maneira bastante subjectiva, as variedades amargas têm sabor ligeiramente amargo e as doces são levemente adocicadas.

Variedade doce – conhecida também como mandioca mansa, devido ao baixo teor de ácido cianídrico nas raízes; com poucas fibras, com sabor e cor apreciados pelos consumidores; Raízes uniformes, tanto no comprimento como no diâmetro, de fácil cozimento, boa durabilidade na pós-colheita e facilidade de descasque (Silveira e Pascoal Filho, 2012).

Variedade amarga – conhecida também como mandioca brava, devido ao alto teor de compostos cianogénicos (quantidade de linamarina maior que 50mg/kg), apresenta raízes com cor da película branca, amarela, alta produção e produtividade, bom rendimento, qualidade de farinha e fécula. As variedades amargas também podem ser utilizadas na indústria (Silveira e Pascoal Filho, 2012).

A diferença mais concreta entre as variedades doces e amargas encontra-se no modo de consumo. As amargas são utilizadas para produzir farinha entre outros produtos, mas somente são consumidas após algum tipo de processamento com efeito detoxificante (IIAM, 2003). As variedades doces são mais versáteis, podem ser destinadas ao processamento tal como as amargas, e também são consumidas após preparos mais simples como cozidas, fritas ou assadas (Lorenzi, 2012).

2.6. Importância económica da mandioca

A cultura da mandioca tem uma importância económica muito vasta no que diz respeito à sua utilização no consumo e comercialização do produto. Muitos países da África e do mundo conseguem satisfazer as suas necessidades do mercado através do intercâmbio com os outros países que não conseguem produzir, mesmo com capitais financeiros, muitos deles não produzem a mandioca devido às condições climáticas desfavoráveis (Bellotti, 2000).

Para o caso de Moçambique em particular a produção de mandioca está virada ao mercado de consumo e comercialização. E hoje em dia, muitas populações economicamente desfavorecidas

conseguem minimizar os seus problemas financeiros graças à comercialização deste produto (Bellotti, 2000).

Os estudos feitos pelo IIAM (2003) dizem que a mandioca é um alimento importante para várias regiões do país. As folhas servem para o consumo humano (hortícolas) e alimentação animal (fresca, silagem e fenos), as hastes servem como material de plantio e alimentação animal (fresca, silagem e fenos), as raízes servem para alimentação humana, em forma fresca, cozida, assada, ou em forma de farinha, para a confecção de papa e chima e, em forma de produtos da indústria pasteleira, doces e salgados, na alimentação animal, fresca e desidratada em forma de farinha e raspas na indústria para o fabrico de amido. As raízes também são usadas para o fabrico de amido fermentado para culinária e confeitarias e produção de álcool etílico com grande aplicação na indústria de combustíveis, desinfectante, bebidas e perfumaria.

2.7. Classificação taxonómica da mandioca

A mandioca apresenta a seguinte classificação taxonómica (figura 3):

Reino	<i>Plantae</i>
Divisão	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordem	<i>Malpighiales</i>
Família	<i>Euphorbiaceae</i>
Tribo	<i>Manihoteae</i>
Género	<i>Manihot</i>
Espécie	<i>Manihot esculenta</i> Crantz (APG III, 2009)



Figura 3: Espécie *Manihot esculenta* Crantz

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/saude/mandioca.htm>, acessado em: 16/12/2023

2.8. Morfologia

A mandioca é um arbusto perene que a partir do plantio de estacas pode produzir 5 a 10 raízes adventícias muito canudo com mais de 15 cm de diâmetro (Ekanayake *et al.*, 1997)

O caule da mandioca é cilíndrico atingindo 1 a 4 metros de comprimento (vide figura 4), lenhoso com casca grossa, entrenós dispostos em espiral, dependendo da altitude e da variedade e o padrão da ramificação do caule é variável, de acordo com a precocidade de formação dos botões florais (CIAT, 1982).

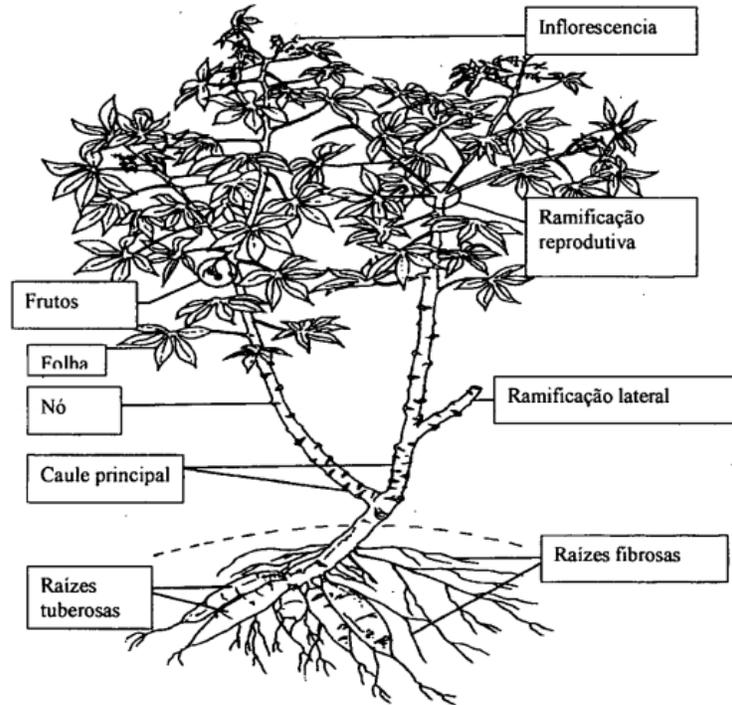


Figura 4: Morfologia da mandiocqueira

2.9. Sistema radicular

A parte subterrânea consiste em raízes fibrosas que formam um sistema radicular adventício produzido na base da estaca nas três primeiras semanas de crescimento com a função de absorção de água e nutrientes do solo. Estas raízes podem atingir 1 m de comprimento (IITA, 1990). Segundo IITA (1990), essas raízes de reserva começam a formar-se com um aumento de diâmetro, 30 a 60 dias após a plantação.

IITA (1990) diz ainda que o tamanho, forma e números de raízes de reserva varia de cultura para cultura, dependendo dos seguintes factores: tipo de solo, sua fertilidade, características genótípicas e temperatura.



Figura 5: Raiz tuberosa com a representação das estruturas existentes

Fonte: Bernardes *et al.*, 2009

De acordo com a figura 5, na parte mais externa existe uma película suberosa protectora (a), também designada felema, que por atrito se esfolia. Apresenta-se com diferentes colorações, como castanha, branca ou cinzenta, e diferentes texturas, variando entre lisa e muito rugosa (Bernardes *et al.*, 2009).

Depois surge o córtex ou camada cortical (b) e o floema. Esta camada possui células ricas em amido, com boa consistência, sendo branca, creme, amarela, rosa ou roxa. O floema detém diversos anéis concêntricos contendo uma substância leitosa que pode ter linamarina que por hidrólise, liberta ácido cianídrico, HCN, que é o princípio venenoso desta. Por último, surge a região de acumulação de amido, armazenado em células parenquimatosas, no cilindro central ou zona carnosa (c), (Bernardes *et al.*, 2009).

2.10. Composição química da mandioca

A mandioca é caracterizada pelo alto teor de carboidratos sendo, portanto, considerada um alimento calórico.

De acordo com Ceni *et al.* (2009), a raiz de mandioca apresenta composição média de 66 a 70% de humidade, 0,33 a 3,5% de lipídeos, 2,2 a 9,2% de fibra alimentar, 1,2 a 1,3% de proteína, e 24 a 39% de amido, além de sacarose, maltose, glicose e frutose, em quantidades limitadas. Já as

folhas de mandioca (parte aérea) frescas ou *in natura* apresentam quantidades de 11,4% de carboidratos.

Essas raízes também contêm vitamina C, carotenoides, tiamina, riboflavina e ácido nicotínico. Apresentam ainda quantidades consideráveis de cálcio e fósforo (Ribeiro & Seravalli, 2007).

Souza *et al.* (2005) afirmaram que, embora a mandioca apresente teores baixos de proteínas, o grande consumo diário torna essa tuberosa uma fonte proteica razoável para populações de baixa renda.

2.11. Toxicidade da mandioca

O cianeto é apenas uma parte da molécula do glicosídeo e é a única parte tóxica da linamarina e da lotaustralina (vide figura 6). Assim, só há toxicidade quando o cianeto está livre e não quando ainda ligado aos glicosídeos (Souza *et al.*, 2005).

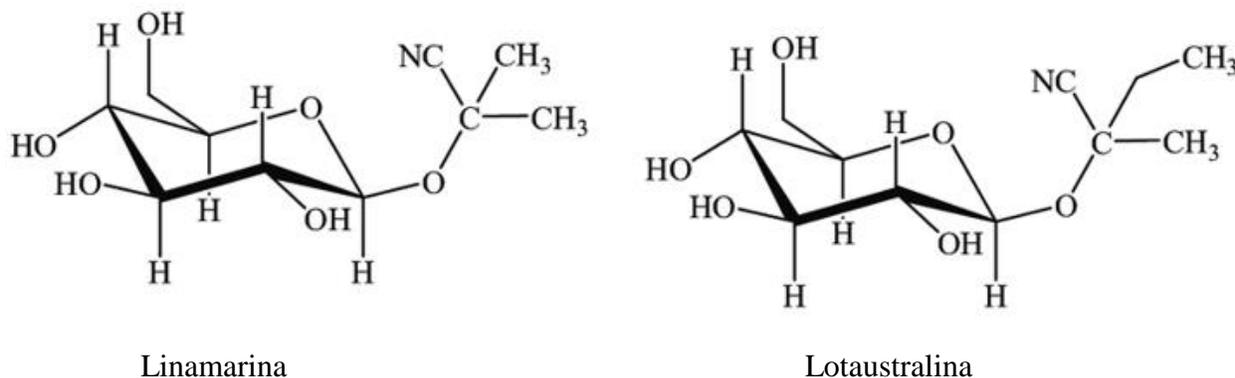


Figura 6: Fórmulas estruturais da linamarina e lotaustralina

Fonte: Souza *et al.*, 2005

Segundo Cagnon *et al.* (2002), quando o tecido é dilacerado, a linamarina é hidrolisada enzimaticamente por β -glicosidase (linamarase), a qual é separada do glicosídeo no tecido intacto, por ser localizada em lugar distinto da célula. A clivagem produz glicose e α -hidroxinitrila. Esta última, quando catalisada por uma hidroxinitrila liase, transforma-se espontaneamente em HCN e cetonas correspondentes, o processo é chamado de cianogênese, representado na figura 7.

Esquema reaccional 1

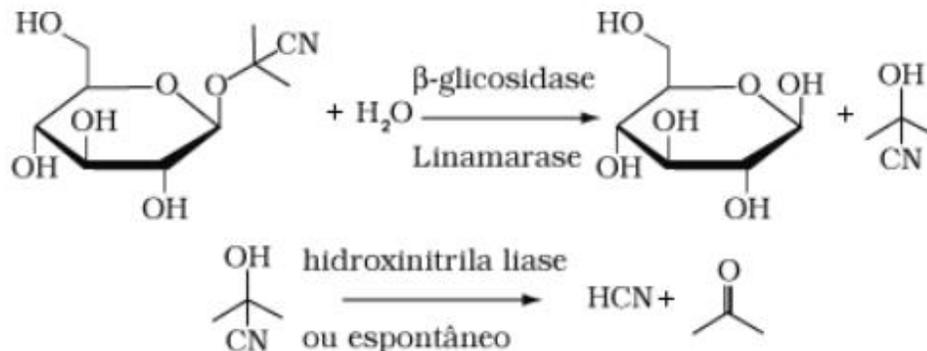


Figura 7: Degradação enzimática de linamarina

Fonte: Furtado *et al.*, 2007

Os compostos cianogênicos e suas respectivas enzimas estão distribuídos por toda a planta e em concentrações variáveis, fazendo com que, para sua utilização mais segura como alimento, sejam utilizados processos de detoxificação tais como a simples fragmentação e secagem do material, os quais provocam volatilização do ácido cianídrico. Outros processos como fermentação, prensagem, lavagem e calor acima de $180^{\circ}C$, também podem ser utilizados com sucesso na detoxificação da mandioca (Lorenzi, 2003).

Atualmente, existe um limite de ingestão de cianeto total estabelecido pela WHO de 10mg de HCN por quilograma de farinha, em base seca.

O consumo da mandioca com alto nível de teor de HCN resulta em paraprésia espástica “*Epidemic of spastic paraparesis*” que é a incapacidade de andar, doença chamada por “Konzo” (Ministry of Health, 1984 e Cliff *et al.*, 1999).

Em Moçambique a primeira epidemia de Konzo foi devida à seca e identificada em 1981 e a segunda foi devida à guerra e identificada em 1993 (Cliff *et al.*, 1999). As crianças apresentam maior risco para este tipo de intoxicação (Teles, 1995).

2.12. Produtos derivados da mandioca

Os principais produtos derivados da mandioca destinados ao consumo humano são:

- Farinha de mandioca.
- Fécula (amido) de mandioca.
- Tapioca

O presente trabalho de pesquisa dará mais ênfase à farinha de mandioca.

2.12.1. Farinha de mandioca

A utilização e a comercialização eficiente da mandioca são afectadas pela sua curta vida útil, devido a um rápido processo de deterioração fisiológica pós-colheita que torna a raiz intragável dentro de 48 horas após a colheita e, por outro lado, a presença de compostos cianogénicos em suas raízes que requer tratamento logo após a colheita. Uma das melhores formas de conservar a mandioca é transformá-la em farinha e/ou amido (Perez *et al.*, 2005 e Westby, 2002).

Cerca de 67% da raiz de mandioca colhida é processada em farinha. As raízes são primeiro descascadas e lascadas ou fermentadas, depois secas ao sol antes de serem moídas em moinhos de farinha comunitários. A secagem directa ao sol é comumente usada para a preparação de variedades doces; enquanto a fermentação seguida de secagem ao sol é utilizada na preparação de variedades amargas (Tivana *et al.*, 2007).

A inclusão do processo de fermentação reduz ou remove glicosídeos cianogénicos bem como factores anti-nutricionais como fitatos e polifenóis (Montagnac *et al.*, 2009).

Na região norte, a farinha de mandioca é utilizada principalmente para fazer um mingau duro conhecido como “*karakata*” que é servido com legumes, peixe ou carne. A farinha de mandioca é fabricada na maioria das vezes, de forma artesanal, com máquinas rudimentares apesar de existirem máquinas com porte industrial para grandes produções (Tivana *et al.*, 2007).

2.12.2. Métodos caseiros de produção de farinha de mandioca

Para o processamento da farinha de mandioca usa-se diferentes métodos, desde industriais até os tradicionais. Tradicionalmente o processo de produção da farinha da mandioca é feito por dois métodos seco e húmido, como ilustra a figura 8.

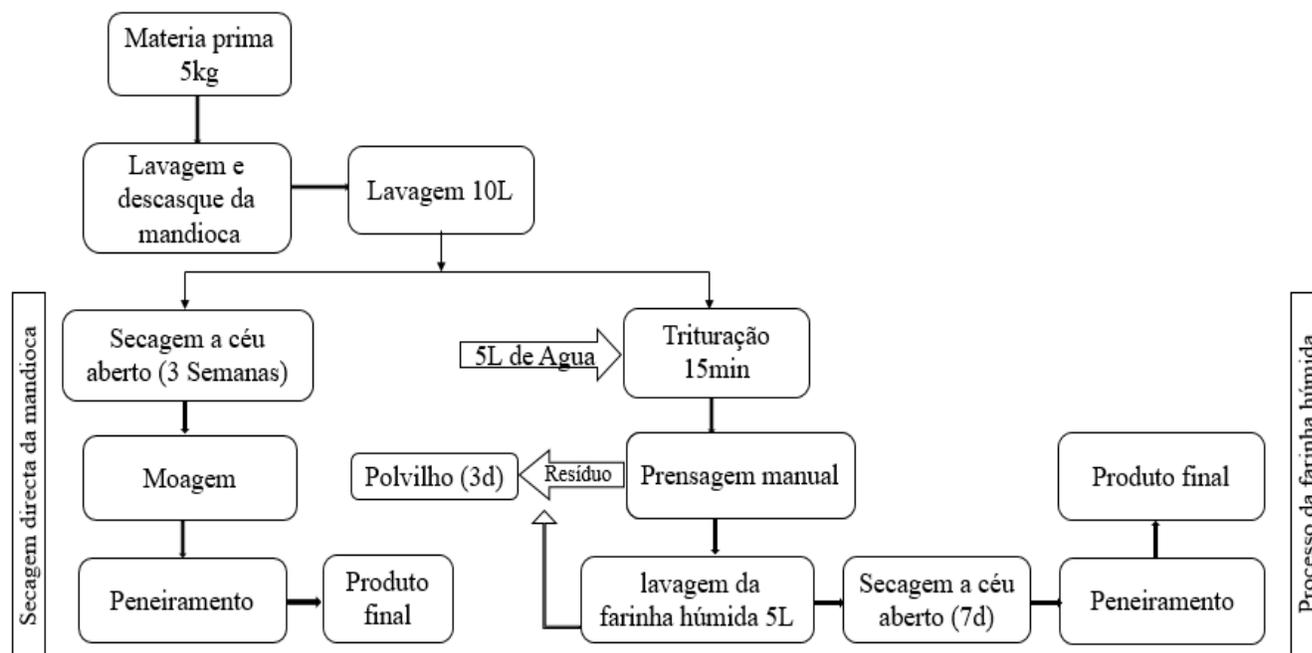


Figura 8: Métodos caseiros de produção de farinha de mandioca

A mandioca é colhida, lavada e descascada. No método seco, ela foi cortada em partes e posta a secar a céu aberto, de seguida moída e peneirada, obtendo-se o produto final. No método húmido a mandioca foi triturada, depois deixada 1 dia em repouso, de seguida foi prensada manualmente, obtendo-se um resíduo líquido e este resíduo foi deixado 3 dias em repouso de modo a formar um precipitado branco (polvilho) após o 3º dia foi decantada a água e foi posto o precipitado ao sol obtendo-se o polvilho seco, e o prensado (farinha húmida) foi lavado e posto a secar a céu aberto durante 7 dias e por fim moído e peneirado obtendo-se o produto final.

2.12.3. Influência na produção da farinha da mandioca

A farinha de mandioca é um produto alimentício de origem vegetal. A sua fabricação requer o cumprimento de requisitos mínimos de identidade e qualidade, definidos por órgãos competentes (MAPA, 2011).

Sendo a farinha de mandioca um produto vegetal que precisa de ser classificado em padrões comerciais é importante que mesmo sendo produzida de forma artesanal, haja um monitoramento da sua qualidade durante o processo de fabricação em função dos padrões emanados pela legislação pois o destino sempre será o consumo humano e o produto precisará de ser rotulado com a finalidade de informar ao consumidor do seu conteúdo (Álvares *et al.*, 2012).

A forma de processamento da farinha de mandioca tem maior influência na sua qualidade do que as características ligadas à variedade da raiz utilizada (Álvares *et al.*, 2012).

Segundo Velthem e Katz (2012), os produtores da IG (Investigação geográfica) Cruzeiro do Sul-Brasil, relatam que alguns factores afectam a qualidade da farinha, tais como volume da produção, maneiras de descascamento, peneiração, prensagem e secagem além da intensidade do calor do forno, tempo de secagem, remoção ou não da fécula de mandioca ou goma durante o processamento, número de peneirações durante o processamento, concentração de açafraão-da-terra adicionada durante o processamento.

A trituração, quando se utiliza o açafraão-da-terra, deve ser realizada de forma cuidadosa pois também é considerada a segunda etapa mais importante do processo de fabricação artesanal da farinha de mandioca, uma vez que, além de estar relacionada com a cor, altera o teor de cinzas do produto (Álvares *et al.*, 2015).

Além disso, para obter uma classificação satisfatória é importante adoptar as boas práticas de fabricação (BPF) durante a produção artesanal da farinha de mandioca, observando-se, por exemplo, a manutenção periódica e programada de equipamentos e utensílios utilizados, cuidados que permeiam todas as etapas do processamento são considerados muito importantes (Álvares *et al.*, 2015).

CAPITULO III

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Trabalho de campo

O trabalho de campo foi realizado na província de Nampula, no distrito de Murrupula no dia 12 de fevereiro de 2023 e teve como fases:

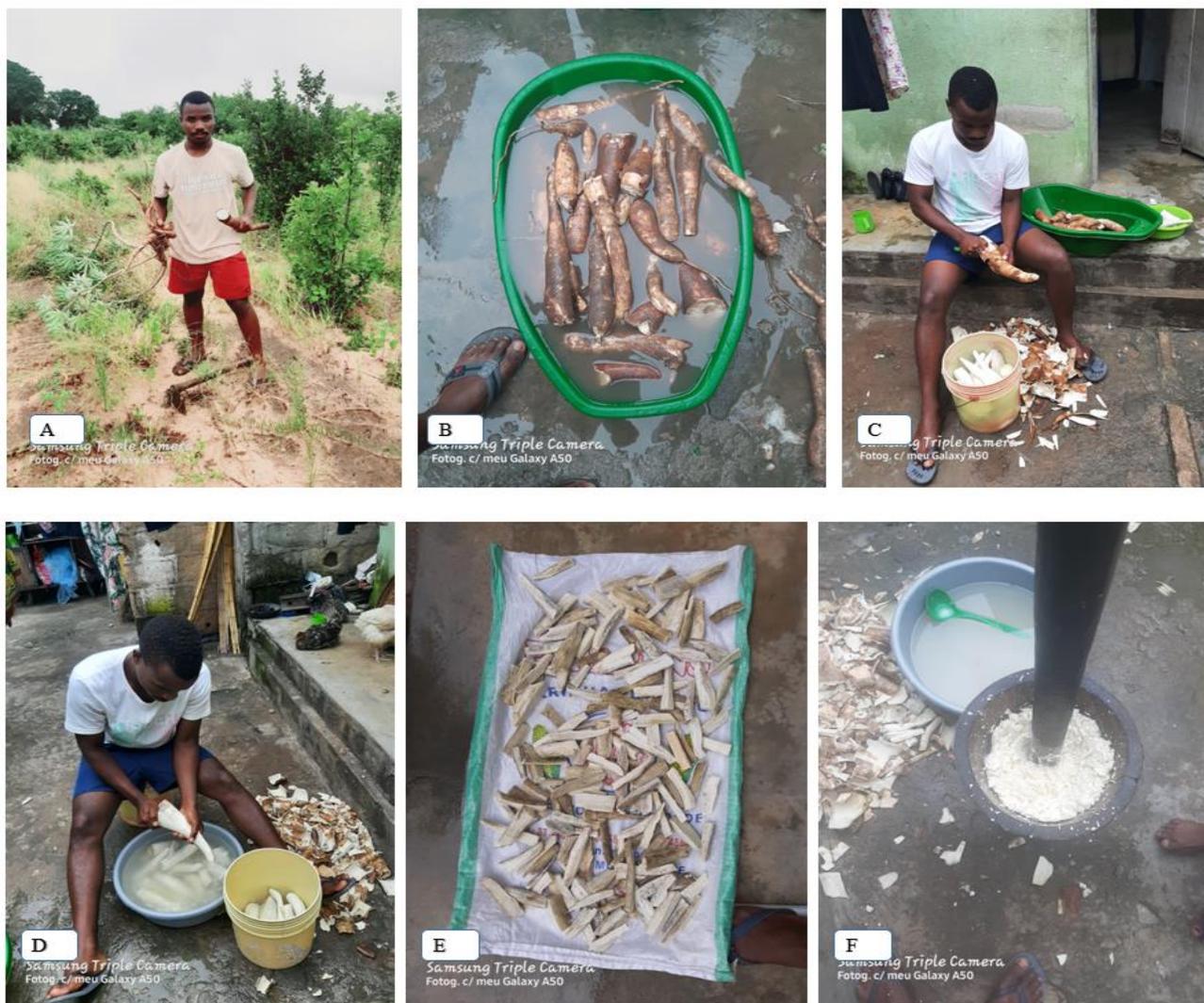
- Pedido de uma porção de área de mandioca fresca numa plantação familiar;
- Colheita de amostras de mandioca;
- Contacto com a população para recolha de informação sobre o método caseiro de produção de farinha;
- Descrição desses métodos;
- Aplicação desses métodos na produção de farinha.

A amostragem foi realizada de uma forma aleatória simples após a colheita as amostras foram processadas (produção de farinha), colocadas em sacos plásticos de PEBD e identificadas. Em seguida foram colocadas em caixa de papelão e transportadas por via terrestre até Maputo e levadas até ao laboratório de análises. Os ensaios laboratoriais referentes à determinação dos parâmetros físico-químicos foram realizados no Laboratório do Departamento de Química da Faculdade de Ciências, no Laboratório de Solo do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) e no Laboratório Nacional de Higiene, Águas e Alimentos (LNHAA).

3.2. Parte experimental

3.2.1. Colheita e pré-tratamento das amostras

Após a colheita as amostras foram submetidas ao pré-tratamento como ilustram as imagens abaixo (figura 9).



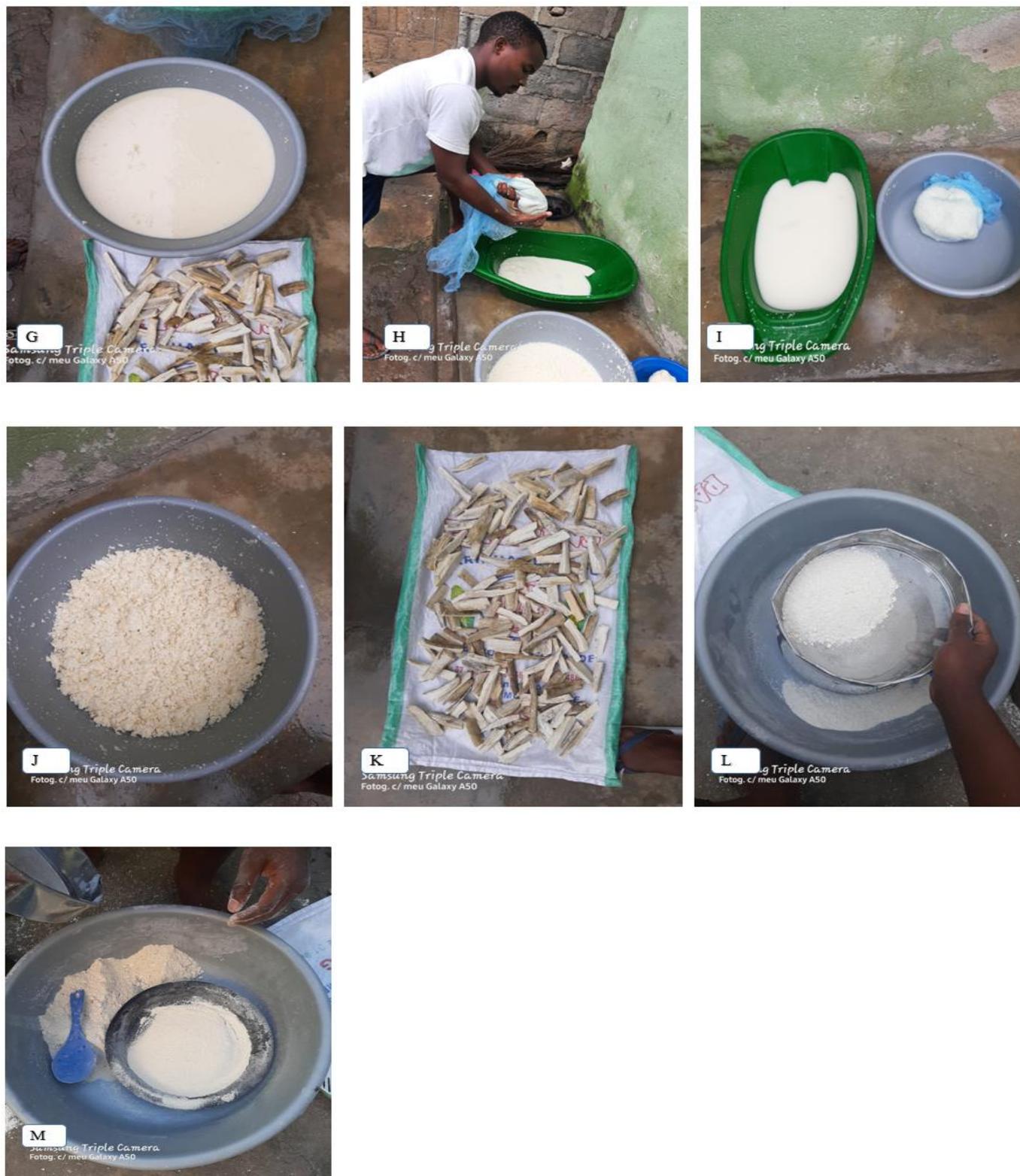


Figura 9: Ilustração dos processos envolvidos na produção da farinha de mandioca pelos dois métodos caseiros (húmido e seco).

3.2.2. Descrição das etapas de produção de farinha de mandioca pelo método húmido

- ✓ **A - Colheita da mandioca:** Cavou-se a terra com ajuda de uma enxada para a retirada da mandioca e em seguida separou-se o caule do tubérculo.
- ✓ **B – Lavagem da mandioca:** As raízes foram lavadas para eliminar a terra aderida à sua casca e evitar a presença de impurezas que prejudicam a qualidade do produto final.
- ✓ **C – Descasque da mandioca:** O descasque foi feito manualmente com ajuda de uma faca afiada, que elimina as fibras presentes nas cascas, substâncias tânicas, que escurecem a farinha e parte do ácido cianídrico que se concentra em maior proporção nas cascas.
- ✓ **D – Lavagem da mandioca descascada:** Após o descasque manual, as raízes foram novamente lavadas para retirar as impurezas a elas agregadas durante o processo; a lavagem e o descasque bem feitos resultam na obtenção de farinha de melhor qualidade.
- ✓ **F – Trituração da mandioca:** A trituração foi feita para que as células das raízes sejam rompidas, libertando os grânulos de amido e permitindo a homogeneização da farinha. A trituração foi feita através de ajuda de um almofariz (pilão).
- ✓ **G - Ilustração das amostras após a pré-preparação.**
- ✓ **H – Prensagem da mandioca triturada:** A prensagem foi feita com uso de tecido limpo no qual a mandioca triturada ficou embrulhada em um saco de fibra; este procedimento tem como objetivo reduzir, ao máximo possível o amido presente na massa triturada para impedir a ocorrência de fermentações indesejáveis.
- ✓ **I - Obtenção da farinha húmida e amido da mandioca:** depois da prensagem o amido é deixado 3 dias, formando um sedimento no fundo e a água é escoada, depois é exposto ao sol com objectivo de secar.
- ✓ **J – Secagem de Farinha húmida:** É a operação mais importante no processo de preparação da farinha da mandioca devido à necessidade de baixar o teor de humidade de 60-70% para 10-14% do produto final. Neste processo de produção a massa húmida foi submetida a secagem à temperatura ambiente durante uma semana e no período nocturno o material era protegido com uma lona plástica para evitar possíveis intempéries.
- ✓ **Moagem:** A moagem foi feita manualmente com ajuda de um almofariz de madeira (pilão)
- ✓ **L – Peneiramento:** Após o processo da secagem a farinha da mandioca passou pelo processo de peneiração no qual eram retidas as fracções de dimensões maiores.

3.2.3. Descrição das etapas de produção de farinha de mandioca pelo método seco

- **E – Cortes da mandioca para a secagem:** É a operação mais importante no processo de preparação da farinha da mandioca através deste método devido à necessidade de baixar o teor de humidade de 60-70% para 10-14% no produto final.

Neste processo a mandioca foi deixada à temperatura ambiente (raios solares) onde fica durante um período de 3 semanas para a eliminação da humidade da água; após este período a mandioca seca passou pelo processo de moagem até obtenção da farinha. Neste processo de obtenção da farinha de mandioca não há formação de resíduo como o amido (polvilho).

- ✓ **K- Secagem da mandioca:** Neste processo de produção a mandioca foi submetida a secagem à temperatura ambiente durante duas semanas e no período nocturno o material era protegido com uma lona plástica para evitar possíveis intempéries.
- **Moagem:** A moagem foi feita manualmente com ajuda de um almofariz de madeira (Pilão).
- **M – Peneiração da farinha:** Foi feita com uso de uma peneira fabricada artesanalmente, peneirando a farinha para retirar toda a matéria fibrosa e impurezas. O peneiramento é importante para se obter uma farinha de boa qualidade, leve, com uma boa textura e isenta de fibras.

Tabela 1: Materiais, equipamentos e reagentes

Materiais	Equipamentos	Reagentes
✓ Exsicador	✓ Estufa de secagem de marca	✓ Éter dietílico
✓ Beckers de 50, 100 e 200mL	Memmert	✓ Solução de Bellucei
✓ Cadinhos de porcelana	✓ Balança analítica com precisão de 0,0001g de marca Bel	✓ Água destilada
✓ Pinças	✓ Balança analítica de marca Mettler Toledo XPE de precisão 0,01g	✓ Etanol absoluto
✓ Placas de petri	✓ Mufla de marca CARBOLITE GERO	✓ H ₂ O ₂ a 30%
✓ Cartuchos celulósicos		✓ Mistura de digestão (H ₂ SO ₄ concentrado + selénio + ácido salicílico)
✓ Algodão desengordurado		✓ Pérolas de vidro
		✓ Solução de ácido bórico a 2%

✓ Balões de fundo chato de 250 mL	✓ Liquidificador	✓ Solução de HCl 1:1 e 0,02N
✓ Balões de fundo redondo	✓ Aparelho Soxhlet	✓ NaOH a 36%
✓ Tubo de refrigeração	✓ Banho-maria de marca Buchi B-480	✓ Solução indicadora: vermelho de metilo + verde bromocresol
✓ Cadinhos filtrantes	✓ Placa de aquecimento	✓ HNO ₃ concentrado e a 10%
✓ Pipeta automática	✓ Bomba de sucção	✓ Solução padrão de ferro
✓ Tubos de digestão	✓ Agitador eléctrico	✓ Cristais de ácido ascórbico
✓ Erlenmeyers de 250 mL	✓ Porta tubos de digestão	✓ Solução tampão de pH 5,4
✓ Provetas de 25 e 50 mL	✓ Tubo de Kjeldahl	✓ Solução de α,α -dipiridilo 0,2%
✓ Papel de filtro	✓ Bloco digestor	✓ Solução de nitromolibdovanadato
✓ Balões volumétricos de 25, 50, 100 e 250 mL	✓ Destilador de nitrogénio	✓ Solução saturada de oxalato de amónio
✓ Funis	✓ Termómetro de marca Qualividro	✓ Solução de KMnO ₄ a 0,01N
✓ Pipetas volumétricas de 1, 3, 4, 5 e 10 mL	✓ Espectrofotómetro UV-vis de marca WPA	✓ Vermelho de metilo a 0,05%
✓ Conta-gotas	✓ Centrifugador de marca SIGMA	✓ NH ₄ OH concentrado e 1:49
✓ Esguicho	✓ Manta de aquecimento de marca Electrothermal	✓ Solução de ácido acético 1:4
✓ Vareta de vidro		✓ Solução de H ₂ SO ₄ 1:4
✓ Tubos de centrifugação		✓ Tampão fosfato
✓ Suporte universal e garra		✓ Solução de picrato
✓ Bureta de 50 ml		

3.3. Procedimentos experimentais

As análises laboratoriais referentes aos parâmetros físico-químicos das farinhas de mandioca foram realizadas no Laboratório de Química de Alimentos, do Laboratório Nacional de Higiene, Água e Alimentos (LNHAA). A determinação de Humidade, Cinzas e pH foi realizada no

laboratório do Departamento de Química da Faculdade de Ciências da UEM e proteínas no Laboratório de Solo do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM).

As análises dos diferentes parâmetros foram realizadas em triplicado, obedecendo e seguindo os seguintes procedimentos experimentais:

3.3.1. Determinação de humidade

A humidade foi determinada pelo método gravimétrico que consiste na perda do peso por secagem em estufa a 105°C.

Para a determinação de humidade pesou-se na balança analítica com precisão de 0,01g cerca de 5g de cada amostra em um cadinho, previamente tarado em estufa a 105°C. Secou-se o cadinho contendo a amostra em uma estufa a 105°C durante 4 horas até peso constante. Arrefeceu-se em exsiccador até à temperatura ambiente e pesou-se. Calculou-se a % de humidade presente na amostra utilizando a expressão abaixo (IAL, 2004).

$$\% \text{ Teor de Humidade} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} * 100\%$$

onde:

W1 – Peso do cadinho vazio;

W2 – Peso do cadinho mais amostra antes da secagem;

W3 – Peso do cadinho mais amostra depois da secagem.

3.3.2. Determinação de cinzas

Ligou-se a mufla e programou-se de modo a atingir a temperatura desejada (550 ± 5°C). De seguida preparou-se os cadinhos de porcelana, usando os cadinhos limpos e foram aquecidos durante meia hora na estufa, deixou-se em exsiccador até a temperatura ambiente.

Pesados os cadinhos de porcelana, com a precisão de 0,01mg, de seguida aqueceu-se, e pesou-se até obter um peso constante do cadinho (W1).

Transferiu-se para o cadinho cerca de 5g da amostra e pesou-se o cadinho com a amostra (W2).

Foi incinerado o cadinho com a amostra numa placa aquecedora (até não se observar a libertação de fumos).

De seguida introduziu-se o cadinho contendo a amostra numa mufla (fig.10A) mantendo a temperatura de $550 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 4 horas.

E foi posto num exsiccador até a temperatura ambiente e pesou-se (W3). Calculou-se a % de cinzas presentes (Fig. 10B) nas amostras utilizando a expressão (IAL, 2004).

$$\% \text{ Teor de cinzas} = \frac{W3 - W1}{W2 - W1} * 100\%$$

onde:

W1 – Peso do cadinho vazio;

W2 – Peso do cadinho mais amostra antes da secagem;

W3 – Peso do cadinho mais amostra depois da incineração.

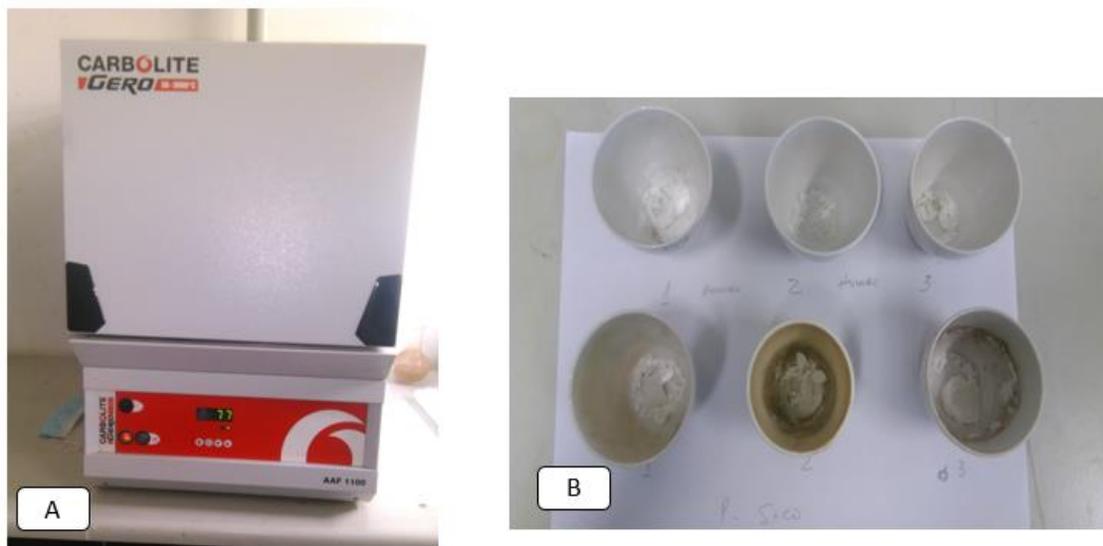


Figura 10: A – Mufla para incineração das amostras; B – Cinzas produzidas no processo de incineração

3.3.3. Determinação do pH

Para a determinação do pH foi usado o método potenciométrico no qual empregou-se um pH-metro especialmente adaptado que permitiu uma determinação directa, simples e precisa do pH conforme o método 017/IV do IAL (2004): pesou-se 10g da amostra em um béquer e

de seguida dissolveu-se com auxílio de 100mL de água quente, agitou-se o conteúdo até as partículas ficarem uniformemente suspensas, em seguida filtrou-se para balão de 100mL e arrefeceu-se até à temperatura ambiente. Através do pH-metro digital fez-se a leitura directa do pH (IAL, 2004).

3.3.4. Determinação de acidez

Para a determinação da acidez, procedeu-se pelo método volumétrico conforme o método 0,16/IV do IAL (2004). Pesou-se 5g da amostra em um béquer e de seguida dissolveu-se com auxílio de 50mL de água quente, agitou-se o conteúdo e filtrou-se para um frasco erlenmeyer de 250mL e arrefeceu-se. Em seguida adicionou-se 4 gotas da solução fenolftaleína 1,0 % m/v e titulou-se com solução de NaOH 0,1 N, utilizando bureta de 25mL até aparecimento de uma coloração rosa (IAL, 2004).

Fez-se o ensaio em triplicado. O resultado foi expresso em (% m/v) tendo sido utilizada para o cálculo a expressão:

$$\%(\text{m/v}) \text{ acidez} = \frac{V \times f \times 100}{P \times c}$$

onde:

V= volume em mL gasto na titulação da solução de NaOH 0,1 N;

f = factor da solução de NaOH 0,1 N;

P = massa da amostra em gramas;

c = correcção para solução de NaOH 1 N, 10 para solução NaOH 0,1 N.

3.3.5. Determinação de lípidos (gorduras)

Os lípidos foram determinados por método gravimétrico, aplicando-se o método de Soxhlet usando como solvente o éter dietílico, seguido da remoção do solvente por evaporação por auxílio de rotavapor.

Para determinação dos lípidos pesou-se cerca de 3g com precisão de 0,0001g de cada amostra na balança analítica e, em seguida, cada amostra foi transferida para um cartucho celulósico e este, por sua vez, foi tapado com algodão previamente desengordurado; em seguida cada cartucho foi

colocado no extractor Soxhlet ao qual foi em seguida acoplado o balão de fundo chato de 250ml (previamente tarado a 105°C); adicionou-se cerca de 250mL de éter dietílico no balão de fundo chato de 250ml que foi em seguida mantido em aquecimento em banho de água durante 8 horas (Fig. 11). Após a extracção retirou-se o cartucho e evaporou-se o solvente num banho maria.

Levou-se o balão contendo a gordura para a estufa a 105°C durante 1 hora, em seguida retirou-se da estufa e arrefeceu-se no exsicador até à temperatura ambiente e pesou-se. Calculou-se a % de gordura presente nas amostras utilizando a seguinte expressão (LNHAA, 2000):

$$\% \text{ Gordura} = \frac{W_3 - W_2}{W_1} \times 100$$

onde:

W_1 – Massa da amostra tomada para análise

W_2 - Peso do balão vazio

W_3 – Peso do balão com a gordura



Figura 11: Sistema Soxhlet para extracção de gordura

3.3.6. Determinação de fibra bruta

A fibra bruta foi determinada por método gravimétrico que consiste na acção de ácidos fortes e agentes oxidantes para dissolver substâncias orgânicas tais como proteínas, hidratos de carbono, lignina, suberina e combinações análogas para a obtenção de resíduo insolúvel tais como matérias gordas, certas matérias minerais e celulose.

Para a determinação de fibra bruta pesou-se na balança analítica com precisão de 0,0001g cerca de 3g de cada amostra em balão de fundo redondo de 100mL, previamente tarado na estufa a 105°C, adicionou-se 35mL de solução de Bellucei no balão contendo amostra, acoplou-se de seguida a um tubo longo de refrigeração e colocou-se numa placa de aquecimento durante 15 minutos contados depois do início da fervura (Fig. 12A).

De seguida transferiu-se o conteúdo contido no balão de fundo redondo para um funil de filtração acoplado a uma bomba de sucção (bomba de vácuo), lavou-se com 5mL de solução de Bellucei quente e água destilada quente, em seguida adicionou-se ao cadinho filtrante 10mL de etanol absoluto e 60mL de éter dietílico.

De seguida o resíduo proveniente da filtração foi colocado na estufa durante 30 minutos a 105°C, arrefeceu-se no exsiccador durante 15 minutos e pesou-se.

Carbonizou-se o resíduo em uma manta de aquecimento (Fig.12B), em seguida a amostra foi submetida ao processo de incineração na mufla a uma temperatura de 550°C durante 4 horas até obtenção de cinzas brancas.

Por fim transferiu-se o cadinho contendo a amostra para a estufa durante 30 minutos a 105°C e de seguida arrefeceu-se em exsiccador até à temperatura ambiente e pesou-se. Calculou-se a % de fibra bruta presente nas amostras utilizando a expressão (LNHAA, 2000):

$$\% \text{ Fibra bruta} = \frac{W_3 - W_2}{W_1} \times 100$$

onde:

W_1 – Peso da amostra

W_3 - Peso do cadinho contendo resíduo antes da incineração

W₂ – Peso do cadinho contendo resíduo depois da incineração



Figura 12: (A) Processo de fervura da amostra juntamente com a solução de Bellucei; (B) Processo de carbonização do resíduo resultante da filtração.

3.3.7. Determinação de carboidratos

Os teores de carboidratos (fracção glicídica) foram determinados usando o método descrito pelas normas de A.O.A.C (1990) e efectuando o cálculo pela diferença segundo a expressão:

$$\text{Carboidratos} = [100 - (L+P+F+C)]$$

onde:

L= Lípidos (%), P = proteína (%), F = fibra bruta (%) e C = cinzas (%).

3.3.8. Determinação do valor energético

Para determinação do Valor Energético (VE) utilizou-se factores de conversão de Atwater: para proteína 4 Kcal.g⁻¹, para carboidratos 4 Kcal.g⁻¹ e para lípidos 9 Kcal.g⁻¹, segundo a expressão recomendada por Osborne e Voogt (1978).

$$\text{Valor Energético} = (\% \text{ Proteínas } \times 4) + (\% \text{ Lípidos } \times 9) + (\% \text{ Carboidratos } \times 4)$$

3.3.9. Determinação de proteínas

O teor de proteínas foi determinado a partir do método de Kjeldahl, método este que consiste na determinação do nitrogénio total que depois é convertido em proteína usando o factor de conversão 6,25 (Nogueira & Souza, 2005).

3.3.9.1. Digestão das amostras para análise de nitrogénio

- ✓ Pesou-se na balança analítica com precisão de 0,01g cerca de 0,3g da amostra e transferiu-se para tubo de digestão de 75mL;
- ✓ Usando um pipetador automático adicionou-se 2,5mL da mistura de digestão (H₂SO₄ concentrado + selénio + ácido salicílico) e agitou-se usando um agitador eléctrico específico para tubos de ensaio de digestão de 75mL;
- ✓ Colocou-se 3 pérolas de vidro para evitar uma fervura brusca e turbulenta;
- ✓ Levou-se os tubos num porta tubos para o bloco digestor, regulou-se o digestor para uma temperatura de 100° C e aqueceu-se durante 2 horas;
- ✓ Retirou-se os tubos do digestor depois de 2 horas e deixou-se arrefecer durante 30 minutos, adicionou-se com cuidado 1mL de H₂O₂ 30%, fez-se a adição da H₂O₂ 30% três vezes, após a reacção terminar, agitou-se usando um agitador eléctrico específico para tubos de ensaio de digestão de 75mL;
- ✓ Levou-se os tubos para o bloco digestor novamente, e aqueceu-se a uma temperatura de 330° C, por duas horas.

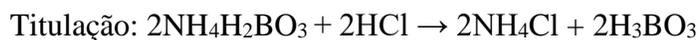
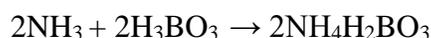
- ✓ Retirou-se os tubos do digestor e deixou-se arrefecer, completou-se o volume com água destilada e filtrou-se usando papel de filtro.

3.3.9.2. Destilação e titulação

- ✓ Pipetou-se 15mL da amostra do tubo de digestão e transferiu-se para o tubo de destilação de Kjeldahl, automaticamente do digestor adicionou-se 25mL de hidróxido de sódio;
- ✓ Transferiu-se 10mL da solução de ácido bórico 2% com a mistura do indicador para um erlenmeyer, levou-se o erlenmeyer ao destilador de maneira a que o tubo de saída do aparelho ficasse mergulhado na solução;

- ✓ Ligou-se o destilador e deixou-se cada amostra destilar por cerca de 10 minutos incluindo o branco até ao surgimento da coloração verde (Fig. 13);
- ✓ Titulou-se a solução do erlenmeyer com solução de HCl_(aq) 0,02 M contida numa bureta.

Esquema reaccional 2



Calculou-se a % de proteína presente nas amostras utilizando as expressões:

$$\%N = \frac{(A-B) \times T \times 14 \times V_i \times 100}{P \times 1000 \times V_p}$$

$$\% \text{Proteína bruta} = \%N \times 6,25$$

onde:

A = volume de HCl_(aq) gasto na titulação da amostra

B = volume de HCl_(aq) gasto na titulação do ensaio em branco

T = normalidade de HCl_(aq)

V_i = volume inicial de 75mL

V_p = volume pipetado de 15mL

P = peso da amostra em gramas



Figura 13: Aparelho de destilação das amostras

3.3.10. Determinação de cianetos

O procedimento de determinação da concentração de cianeto foi com base no método de papel picrato descrito por Bradbury *et al.* (1999). Primeiro procedeu-se à preparação do papel picrato e em seguida, fez-se o corte em 6 pedaços. Depois colocou-se um pedaço em cada um dos frascos de plástico (25mm de diâmetro e 50mm de altura), seguido de solução da amostra de farinha de mandioca (1mL) e o papel picrato (Fig. 14). Para cada análise foram preparados 3 frascos de plástico. Os frascos de plástico foram fechados imediatamente com tampas de rosca e incubados à temperatura ambiente durante 24 horas e depois removeu-se o papel picrato dos frascos e foi lida.

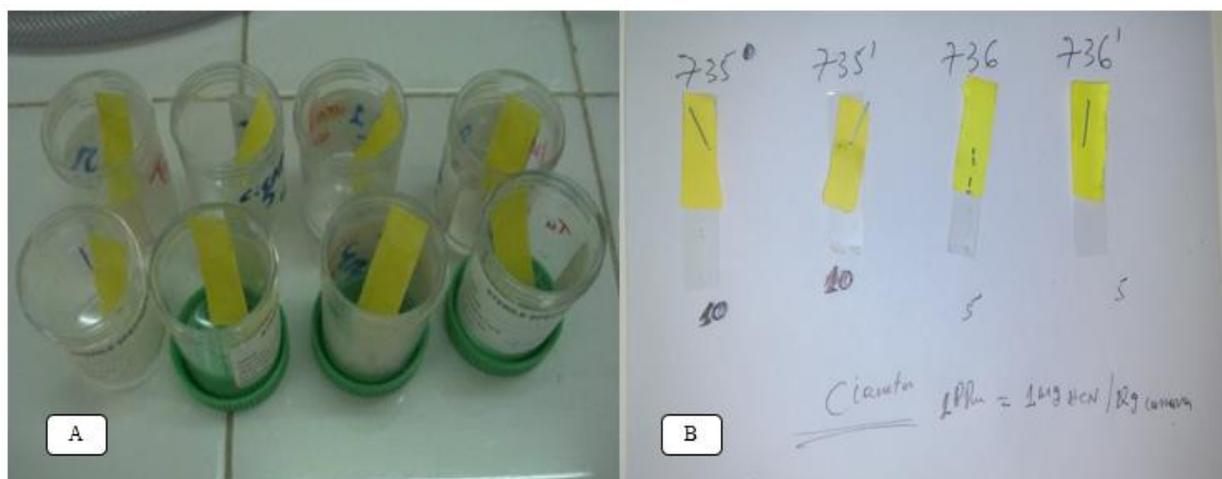


Figura 14: A - Frascos com papel picrato e amostras, B – Leitura das amostras

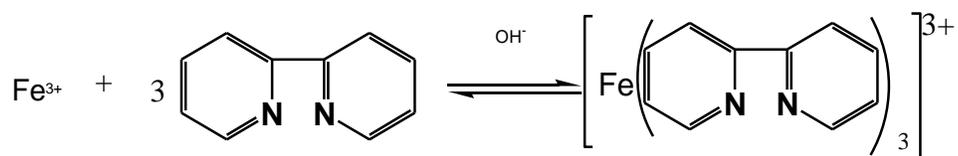
3.3.11. Determinação de minerais

Neste estudo, foram determinados os teores dos minerais ferro e fósforo, usando a espectroscopia de absorção molecular UV-vis e cálcio, pelo método volumétrico de acordo com o proposto pela AOAC (2005).

3.3.11.1. Determinação de ferro

Na determinação de ferro utilizou-se o método Espectrofotômetro UV-vis, que consiste na complexação do ferro com α,α -dipiridilo em meio básico formando um complexo de cor rósea cuja absorvância é medida a 515nm.

Esquema reaccional 3



Complexação do ferro com α,α -dipiridilo em meio básico

i. Preparação da amostra

- Pesou-se com uma balança analítica de precisão de 0,0001g cerca de 6g de cada amostra em um cadinho de porcelana. Carbonizou-se na placa de aquecimento e incinerou-se na mufla a 550°C durante 4 horas. Arrefeceu-se no exsiccador e transferiu-se para um copo de

precipitação de 200mL Lavou-se com 40mL de ácido clorídrico diluído 1:1;

- Lavou-se duas vezes com 20mL de água destilada, e acrescentou-se mais 20mL de água destilada. Em seguida adicionou-se 2 gotas de ácido nítrico concentrado, misturou-se e ferveu-se durante 30 minutos;
- Após o arrefecimento, filtrou-se com ajuda de papel de filtro para um balão de 100mL e perpez-se o volume com água destilada, em seguida pipetou-se 10mL desta solução para balões de 100mL e perpez-se o volume com água destilada.

Nota: *A solução assim preparada aplica-se também para a determinação de cálcio, sódio, potássio, fósforo e outros elementos.*

ii. Preparação da curva padrão

- Para a preparação da curva de calibração dissolveu-se cerca de 0,4g de alúmen de ferro puro em 10mL de ácido sulfúrico concentrado, misturou-se com 10mL de ácido clorídrico 6N e 4mL de ácido nítrico 15N. Aqueceu-se para remover o excesso de ácido, substâncias voláteis e diluiu-se para 2 litros com água destilada.

Nota: *A solução assim preparada contém 0,2mg de ferro por mL.*

- Retirou-se 5mL da solução acima preparada, para um balão volumétrico de 100mL e perpez-se o volume com água destilada;
- Pipetou-se 1, 2, 3, 4 e 5mL da solução acima preparada para balões de 25mL, adicionou-se em seguida alguns cristais de ácido ascórbico os quais se dissolveram na solução por agitação, de seguida adicionou-se 5mL da solução tampão pH 5,4, 1mL de α,α dipiridilo e completou-se o volume com água destilada obtendo-se assim soluções com concentrações de 0,01, 0,02, 0,03, 0,04 e 0,05mg de ferro por 25mL de amostra, por último agitou-se e deixou-se em repouso por 30 minutos à temperatura ambiente. Leram-se as absorvâncias das soluções e construiu-se a curva de calibração.
- Para balões volumétricos de 25mL, pipetou-se 5mL das soluções preparadas no procedimento (***i-preparação da amostra***), adicionou-se a esta solução 3 cristais de ácido ascórbico, dissolveu-se e adicionou-se 5mL da solução tampão, 1mL de α,α dipiridilo e completou-se o volume com água destilada e leu-se as absorvâncias das amostras a 515nm (Fig. 15), e determinou-se a concentração do ferro através da curva de calibração, com base na expressão (10) (A.O.A.C, 1980).

$$F_{\text{mg}/100\text{g}} = \frac{F_{\text{mg}/25\text{mL}} \times F_d \times 100 \times 4}{m_a}$$

onde:

$F_{\text{mg}/25\text{mL}}$ = Concentração do ferro obtida através da curva de calibração

F_d = factor de diluição

m_a = massa da amostra em g



Figura 15: Soluções padrões, amostra e branco de ferro em repouso à temperatura ambiente.

3.3.11.2. Determinação de fósforo

Na determinação do fósforo usou-se o método UV-vis, que consiste na calcinação da amostra que converte compostos de fosfatos em ortofosfato que, reagindo com o nitromolibdovanadato produz uma coloração amarela e cuja absorvância é medida a 430nm (LNHAA, 2000).

i. Preparação da amostra

- Pesou-se com uma balança analítica de precisão de 0,0001g cerca de 3g de cada amostra em um cadinho de porcelana. Carbonizou-se na placa de aquecimento e incinerou-se na mufla a 550°C durante 4 horas. Arrefeceu-se no exsiccador, de seguida adicionou-se ácido clorídrico concentrado às cinzas até cobri-las;
- Em seguida levou-se para o banho-maria para evaporar o ácido, adicionou-se 3mL de ácido

nítrico a 10% e deixou-se ferver por 5 minutos em banho-maria;

- Após o arrefecimento, filtrou-se com ajuda de papel de filtro para um balão de 250mL e perpez-se o volume com água destilada; desta solução tomou-se 10mL para um balão de 250mL e perpez-se o volume com água destilada;

ii. Preparação da curva padrão

Na preparação da curva padrão de fósforo pesou-se cerca de 4,39g de fosfato monopotássico dessecado durante uma noite e dissolveu-se em um balão de 1L, preparando assim a solução *stock*.

A solução trabalho foi preparada com base na diluição da solução *stock* da seguinte forma:

- 1mL da solução *stock* contém 1000 microgramas de fósforo;
- Diluiu-se 10mL da solução *stock* para 100mL com água destilada;
- 1mL da solução trabalho contém 100 microgramas de fósforo.

A tabela 2 mostra como foram realizadas as adições em mL para a preparação das soluções padrões de fósforo para construção da curva de calibração a partir da solução trabalho.

Tabela 2: Preparação das soluções-padrão de fósforo.

Solução padrão (mL)	Fósforo (μg)	Água destilada (mL)	Nitromolibdovanadato (mL)
0,5	50	9,5	10
1,0	100	9,0	10
1,5	150	8,5	10
2,0	200	8,0	10
2,5	250	7,5	10

- ✓ Pipetou-se 10mL da solução final preparada no ponto *i. Preparação da amostra*, para um balão de 50mL, em seguida adicionou-se 10mL do reagente nitromolibdovanadato obtendo-se assim um volume final de 20mL, de seguida agitou-se o balão e deixou-se em repouso durante 10 minutos para desenvolver a cor (Fig. 16);
- ✓ Após o tempo passar leu-se as absorvâncias das amostras a 430nm frente ao branco, que foi preparado pela mistura de 10mL de água destilada e 10mL de nitromolibdovanadato.

Determinou-se a concentração de fósforo através da curva de calibração, com base na expressão:

$$\% \text{Fósforo} = \frac{F \times 0,0625}{m_{\text{amostra}}}$$

$$P_{(\text{mg}/100\text{g})} = \% P \times 1000$$

onde:

F- Concentração do fósforo obtida através da curva de calibração em gramas;

m_a = massa da amostra em gramas.



Figura 16: Soluções padrões, amostra e branco de fósforo em repouso à temperatura ambiente.

As absorvâncias das amostras para a determinação da concentração de ferro e fósforo foram lidas no espectrofotômetro UV-vis (Fig. 17).

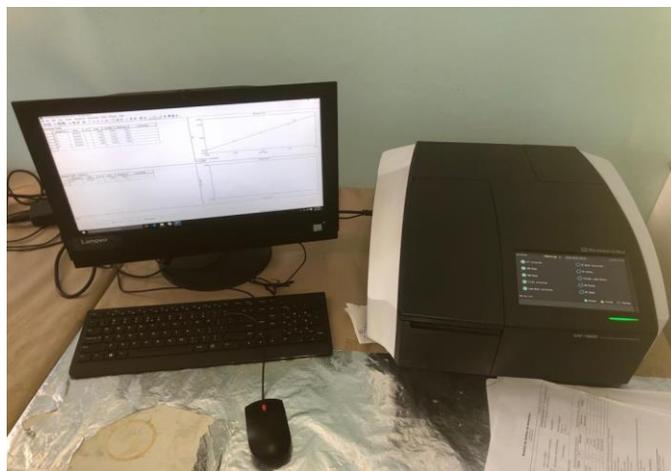


Figura 17: Espectrofotômetro Uv-vis usado para leitura de fósforo e ferro.

3.3.11.3. Determinação de cálcio

A determinação de cálcio fez-se com base no método volumétrico recomendado por A.O.A.C (2005), que consiste na precipitação do cálcio pelo ião oxalato em meio ácido, dissolução do precipitado em ácido sulfúrico diluído a quente e titulação do ião oxalato livre com permanganato de potássio, (LNHAA, 2000).

i. Preparação da amostra

Para a determinação do cálcio tomou-se 10mL das amostras previamente preparadas na determinação de ferro no ponto ***i. Preparação da amostra.***

- ✓ Pipetou-se 1mL da solução saturada de oxalato de amônio para tubo centrífuga. Juntou-se 1mL de ácido sulfúrico 1:4, misturou-se por rotação e aqueceu-se à 80-90°C em banho-maria. Titulou-se com a solução de permanganato de potássio 0,01N. O ponto final da titulação foi indicado pela persistência duma cor rosa pálida por um minuto. Esta operação serve para verificar o título do permanganato de potássio. Para outro tubo centrífuga pipetou-se 2mL de ácido sulfúrico 1:4, aqueceu-se à mesma temperatura e titulou-se fazendo assim o ensaio em branco;
- ✓ Para outros tubos devidamente marcados, pipetou-se 2mL da solução saturada de oxalato de amônio e juntou-se 2 gotas de vermelho de metilo 0,05%. Adicionou-se 5mL de filtrado de cada uma das amostras e juntou-se com 2mL do ácido sulfúrico 1:4 rodando o tubo para garantir uma mistura cuidadosa em seguida adicionou-se hidróxido de amônio concentrado

até à reacção ligeiramente alcalina e umas gotas de ácido acético 1:4 até obter a cor rosa pálida (pH = 5). Deixou-se repousar até ao dia seguinte, centrifugou-se por 15 minutos (Fig. 18A);

- ✓ De seguida removeu-se o líquido sobrenadante sobre o precipitado, lavou-se o precipitado com 3mL de hidróxido de amónio e centrifugou-se o mesmo durante 15 minutos; repetiu-se esta operação 4 vezes;
- ✓ Removeu-se o líquido sobrenadante, em seguida dissolveu-se o precipitado com 2mL de ácido sulfúrico e titulou-se o mesmo com solução de permanganato de potássio em banho-maria a uma temperatura de 80-90°C (Fig. 18B).



Figura 18: (A) Amostra em repouso para precipitação do cálcio; (B) Titulação das amostras após adição de ácido sulfúrico.

A concentração de cálcio foi determinada com base na expressão:

$$\%Ca = \frac{(V-V') \times N \times 200 \times F}{m_{amostra}}$$

$$Ca_{(mg/100g)} = \%Ca \times 1000$$

onde:

m_a - massa da amostra para análise em gramas

V- volume de permanganato gasto na titulação da amostra (mL)

V'- volume de permanganato gasto no ensaio em branco (mL)

N- normalidade da solução de permanganato; e F- factor de diluição

CAPITULO IV

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1. Apresentação dos resultados

Os resultados referentes às análises dos parâmetros realizados neste trabalho constam na Tabela 3, com os teores médios sob a forma de médias aritméticas simples acompanhadas dos respectivos intervalos de confiança nas duas amostras analisadas.

As análises foram feitas em triplicado (três réplicas), para cada um dos parâmetros determinados neste estudo, em ambas as amostras. De salientar que a comparação dos parâmetros foi feita com base na legislação brasileira visto que em Moçambique não existe ainda uma legislação para a farinha de mandioca.

Tabela 3: Resultados da análise dos parâmetros físico-químicos da farinha de mandioca.

PARÂMETROS	PROCESSO SECO	PROCESSO HÚMIDO
Humidade (% w/w)	4,61 ± 0,07	3,49 ± 1,27
Cinzas (% w/w)	2,61 ± 0,24	1,22 ± 0,32
pH	7,50 ± 0,07	6,20 ± 0,02
Acidez total (% m/v)	0,25 ± 0,03	0,04 ± 0
Cianetos totais (mg/kg)	10 ± 0	5 ± 0
Lípidos (% w/w)	1,69 ± 0,47	1,15 ± 0,04
Proteínas (% w/w)	1,76 ± 0,09	0,73 ± 0,09
Fibras (% w/w)	4,07 ± 0,19	9,28 ± 0,04
Carboidratos (% w/w)	90,90 ± 0,74	86,60 ± 0,26
Valor energético (Kcal)	381,73 ± 1,26	363,77 ± 1,46
Cálcio (mg/100g)	377 ± 0,09	1288 ± 0,05
Ferro (mg/100g)	2,80 ± 0,08	3,29 ± 0,2
Fósforo (mg/100g)	80,06 ± 33,06	134,03 ± 57,26

4.2. Discussão e interpretação dos resultados

4.2.1. Humidade

O teor de humidade é um parâmetro muito importante para o armazenamento e durabilidade da farinha de mandioca sendo que valores superiores a 13% podem favorecer o aparecimento de microrganismo. O baixo teor de humidade na farinha de mandioca é alcançado devido a uma secagem adequada do produto oque garante uma maior vida-de-prateleira da farinha, (Chisté, 2006).

No presente trabalho o valor de humidade para a farinha de mandioca do processo seco foi de 4,61% e para processo húmido foi de 3,49%, sendo que estes valores estão de acordo com o previsto na Instrução Normativa nº 52 de 7/11/2011 (MAPA, 2011), que estipula um máximo de 13% para humidade.

De acordo com o gráfico 1, verificou-se que a do processo seco apresentou maior teor de humidade (4,61%), em relação ao de processo húmido (3,49%) como ilustra o gráfico abaixo. Este resultado se deve ao facto de que os grânulos maiores reterem mais humidade no seu interior.

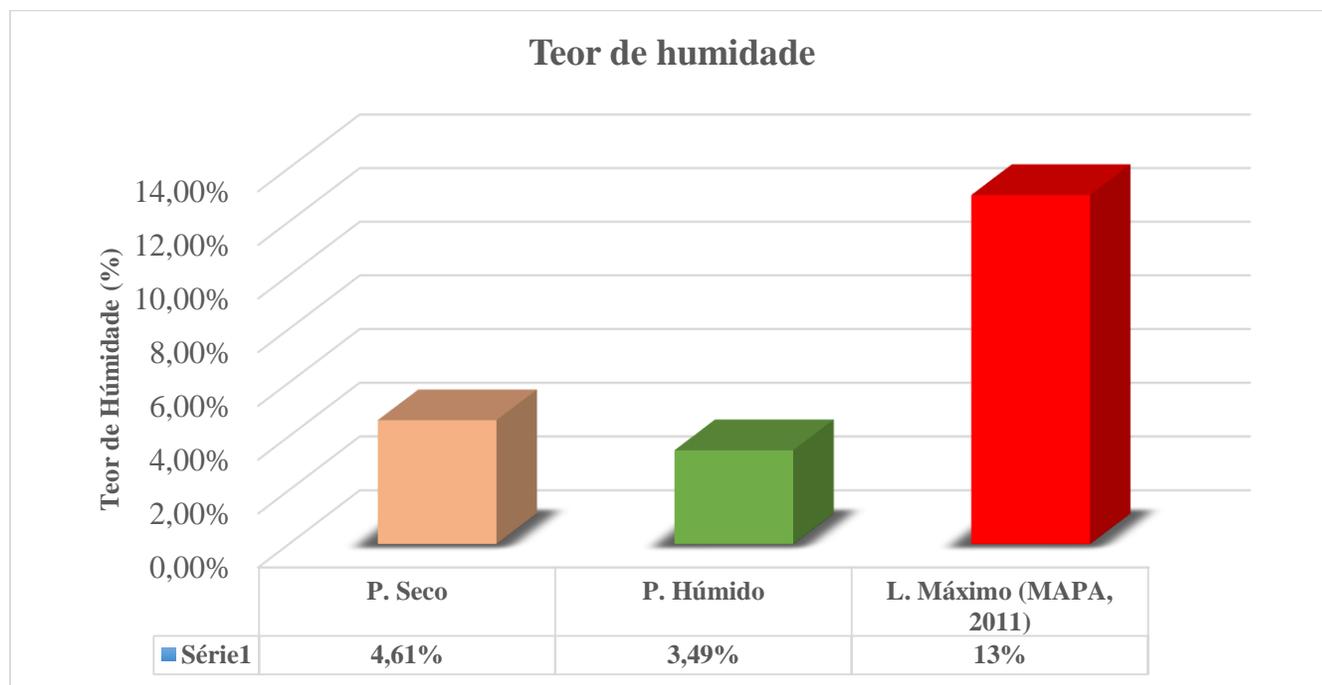


Gráfico 1: Comparação do teor de humidade das amostras com o padrão estabelecido.

Os valores de humidade das amostras estão abaixo dos encontrados por Ferreira Neto *et al.* (2003) e por Aryee (2006), que encontraram um teor médio de humidade na faixa de 8,00% e 8,19%, respectivamente ao estudarem as características físico-químicas de farinhas produzidas no sul do Estado de Santa Catarina.

Varição semelhante pode ser observada no trabalho de Chisté e Cohen (2011) que encontraram variação de 3,86% a 9,20% em amostras de farinhas produzidas de raízes oriundas do Estado do Pará, com diferentes tempos de fermentação.

Valores mais elevados, na faixa de 8,10 – 12,02%, foram observados por Souza (2008a), que estudou a variabilidade físico-química de amostras de farinhas em algumas localidades do Estado do Acre.

4.2.2. Cinzas

De acordo com o gráfico 2, os resultados obtidos do teor de cinzas variou de 2,61% para o processo seco e 1,22% para o processo húmido, sendo que o valor máximo previsto pela legislação é de 1,40% (MAPA, 2011).

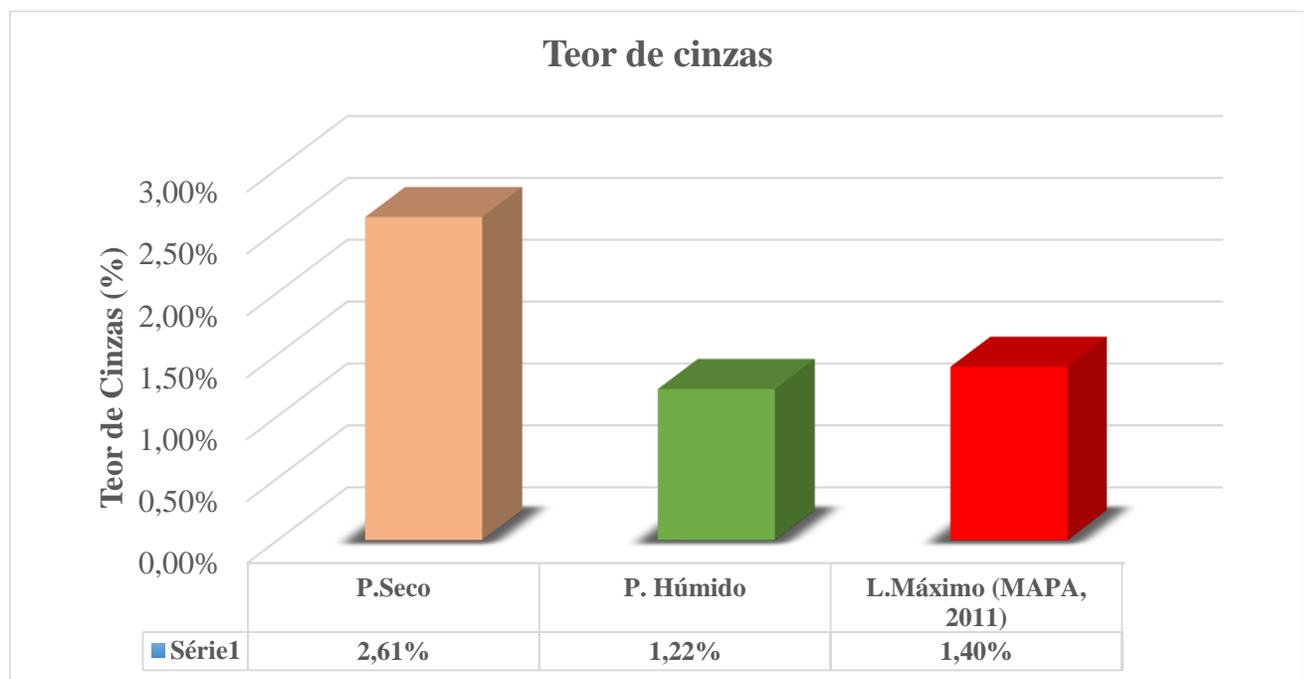


Gráfico 2: Comparação do teor de cinza das amostras com o padrão estabelecido.

De acordo com a legislação, as cinzas são o resíduo mineral fixo resultante da incineração da amostra do produto. O valor médio de cinza da farinha do processo seco diferiu do outro como ilustra o gráfico acima estando assim em desacordo com a legislação (MAPA, 2011) que estabelece o máximo de 1,40%.

Segundo Paiva (1991), valores maiores que o limite máximo permitido pode ser um indicativo de teores significativos de minerais, como também provavelmente, indicam contaminação por material estranho ao produto ocasionado por falhas em algumas etapas do processamento.

O valor encontrado no processo húmido (1,22%) corresponde com valores encontrados por Dias e Leonel (2006) que observaram para F3 (1,13%), F8 (1,10%) e F6 (1,02%), sendo diferente do valor de processo seco (2,61%), isso pode dever-se ao facto da farinha do processo seco não ter passado pela mesma etapa do processo húmido, tendo concentrado maior parte de minerais.

4.2.3. pH

Os teores médios de pH para as duas amostras foram de 7,5 para o processo seco e 6,2 para o húmido, sendo que o valor mais elevado foi verificado na amostra do processo seco como ilustra o gráfico 3.

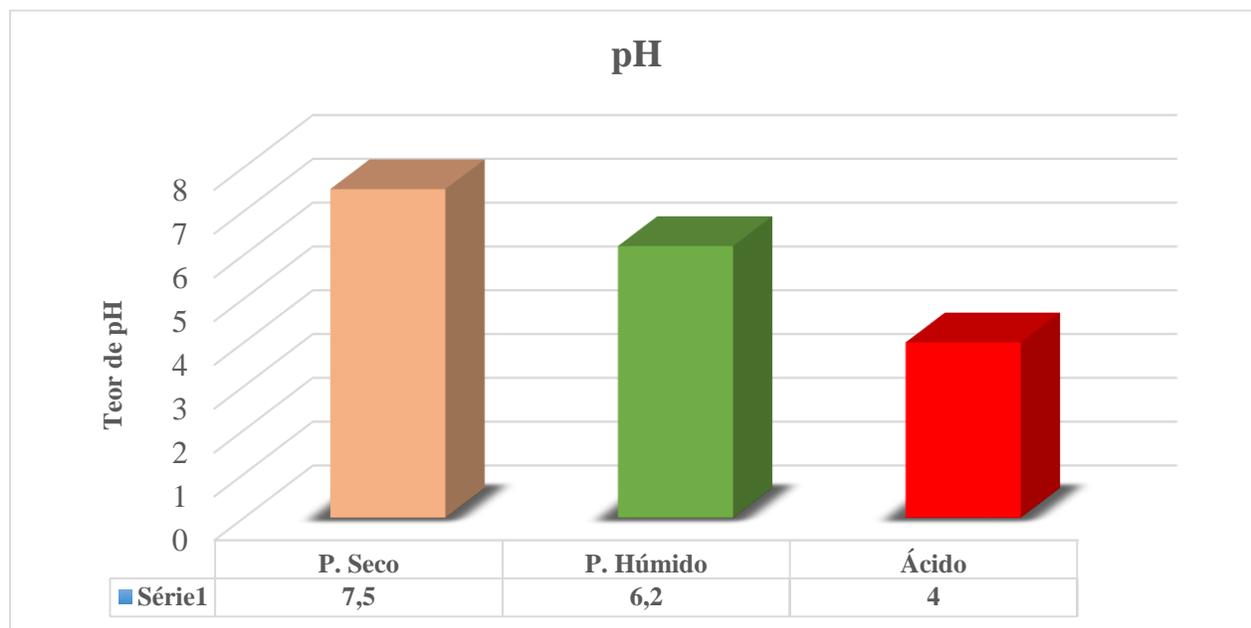


Gráfico 3: Comparação do teor de pH das amostras.

No tocante ao pH, o valor médio obtido nas casas de farinha por McGlynn (2003), foi de 5,9 um pouco acima da média estabelecida por Soares *et al.* (1992), que classifica os alimentos em três categorias: pouco ácidos (pH > 4,5), ligeiramente ácidos (4 à 4,5) e muito ácidos (pH < 4,0).

A diferença dos teores pode advir das más condições de higiene durante o processamento, água usada durante o processamento e local de conservação após o processamento. Para normas moçambicanas e brasileiras, não foram fixados limites mínimos nem máximos de pH.

O valor do pH na amostra do processo seco deve ter aumentado devido a quantidade de compostos cianogénicos presentes, visto que o processo seco contém uma média de 10 mg HCN/Kg Cassava quando comparado com o processo húmido que apresenta 5 mg HCN/Kg Cassava.

Silva (2006) relata no seu estudo que o desenvolvimento de fungos ocorre em uma faixa de pH maior que 7,5 sendo que o crescimento microbiano não é afectado em uma faixa de pH entre 5,5 à 7,5 para o presente trabalho os teores de pH das duas amostras estão dentro do intervalo da faixa recomendado.

Segundo McGlynn (2003), para o bom aproveitamento e digestão dos nutrientes e minerais o pH deve ser inferior a 7, o pH ácido permite inibir a actividade microbiana e teores elevados de pH proporcionam maior actividade microbiana o que leva à deterioração do produto.

4.2.4. Acidez total

Em relação à acidez de acordo com o gráfico abaixo, os teores médios para as duas amostras foram de 0,25% para o processo seco e 0,04% para o processo húmido.

O recomendado pela legislação brasileira (MAPA, 1995) para acidez total titulável é permitido o máximo de 3%. De acordo com o gráfico todas as farinhas analisadas foram enquadradas na categoria de acidez baixa (<3 meq NaOH/100 g), com médias de (0,25% e 0,04%), estando dentro dos padrões estabelecidos. Como citado por Dias e Leonel (2006), este parâmetro elevado deve-se à falta de higienização no processo de produção, o que é uma característica de processos artesanais.

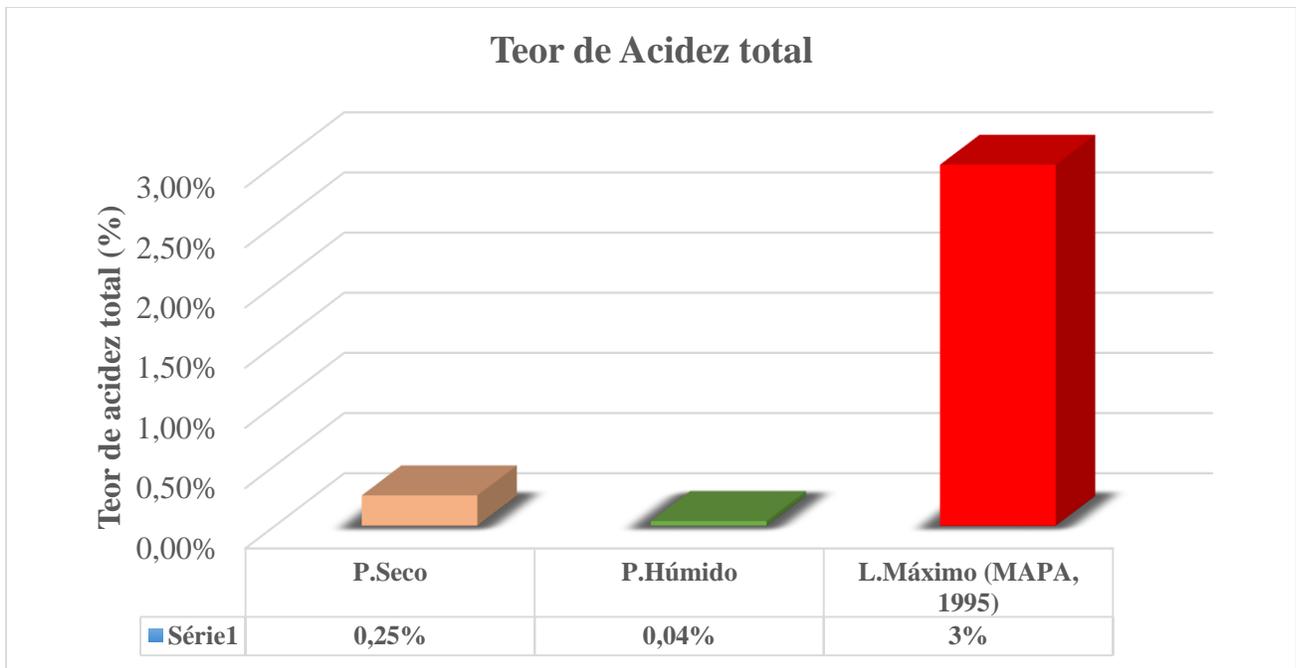


Gráfico 4: Comparação do teor de acidez das amostras com o padrão estabelecido.

Segundo Vilpoux e Cereda (2003), acidez da farinha permite obter informações sobre o processo de fermentação pelo qual passou o produto, ou seja quanto maior a acidez, maior a intensidade da fermentação ou tempo do processo de prensagem. O autor nas suas experiências encontrou valores médios de acidez das sete amostras de farinha de mandioca do processo húmido que variaram de 3,82 a 8,25 mL NaOH N/100 g.

Farinhas com baixa acidez foram encontradas em trabalhos realizados por Álvares, *et al.* (2016) em amostras de farinhas de mandioca do processo seco oriundas do Vale do Juruá/Acre, enquanto que valores semelhantes do Vilpoux foram encontrados por Chisté e Cohen (2011) em amostras de farinhas do processo húmido, variando de 4,76 a 10,21 mL NaOH N/100 g.

As únicas composições que dependem do processo e do tipo de armazenamento da farinha são a humidade e a acidez, pois o teor de acidez elevado pode ser uma característica de processos artesanais, se tomarmos em consideração que desde a obtenção da matéria-prima até ao produto final há uma exposição do material à temperatura ambiente elevada, aumentando a fermentação e, consequentemente, a acidez (Vilpoux e Cereda, 2003).

Esta variação deve-se também na molha da mandioca do processo seco, pela chuva no tempo de exposição à temperatura ambiente no processo de retirada de humidade, acreditando que possa existir alguma fermentação que aumentou a acidez da amostra.

4.2.5. Cianetos totais

Para o teor de cianetos os valores médios para as duas amostras foram 10mg/kg para o processo seco e 5 mg/kg para o processo húmido (Gráfico 5). O limite máximo estabelecido pela OMS é de 10 mg/kg de HCN.

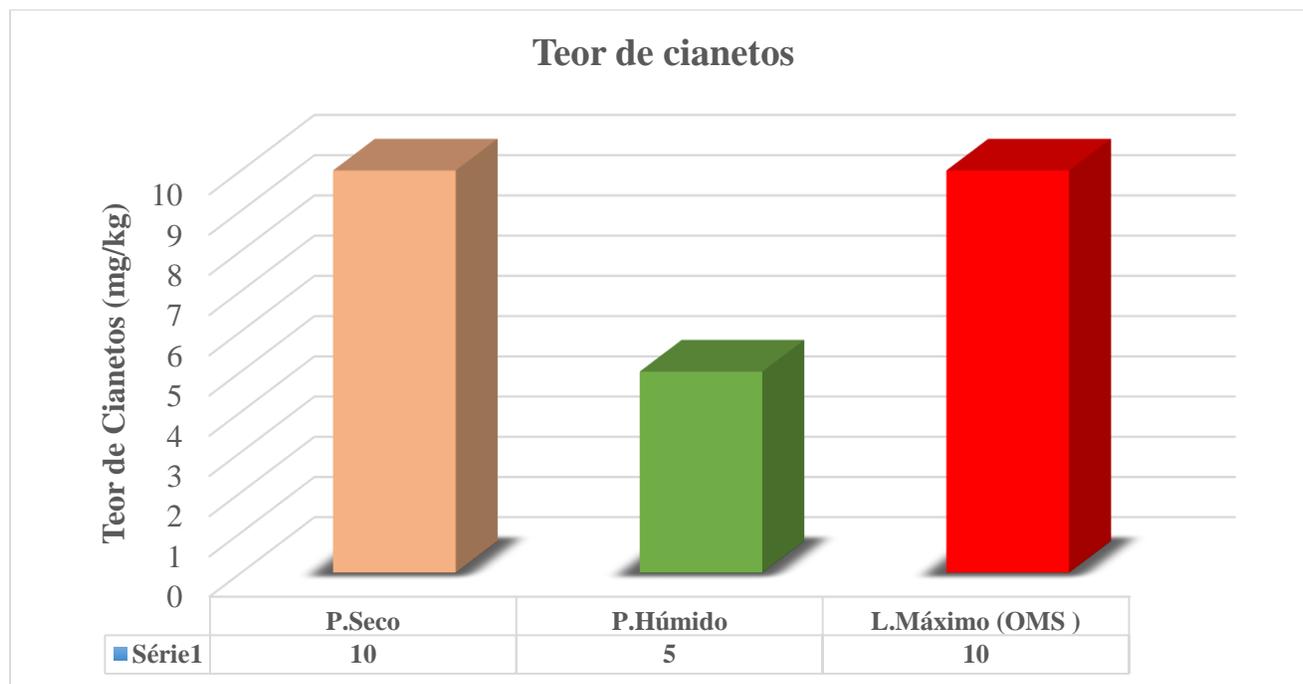


Gráfico 5: Comparação do teor de cianetos das amostras com o padrão estabelecido.

De acordo com o gráfico, o teor de cianeto total na farinha de mandioca do processo húmido apresentou valor menor devido ao processo adicional de fermentação segundo Onabowale (2008), o ácido cianídrico da mandioca pode ser destoxificado por fermentação.

A amostra da farinha de mandioca húmida apresentou valor de cianeto abaixo do limite estabelecido pela OMS de 10mg de HCN/kg de farinha, em base seca, indicando que é composta basicamente livre de cianeto e que a hidrólise do glicosídeo ocorreu quase na sua totalidade. Assim, quanto maior o tempo em que as raízes ficam submersas, maior a redução dos compostos cianogenicos nas mesmas.

Chisté e Cohen (2008), ao determinarem o teor de cianeto total na farinha de mandioca comercializada na cidade de Belém-PA, obtiveram uma dosagem de cianeto total igual a 5,03 mg/kg.

4.2.6. Fibra bruta

Para o teor de fibras os valores médios para as duas amostras foram 4,07% para o processo seco e 9,28% para o processo húmido. Portanto, foi possível observar diferenças significativas entre os resultados obtidos, sendo superiores ao limite estabelecido pela legislação (MAPA, 2011) que estabelece um mínimo de 2,30% de fibra, como ilustrado no gráfico a seguir.

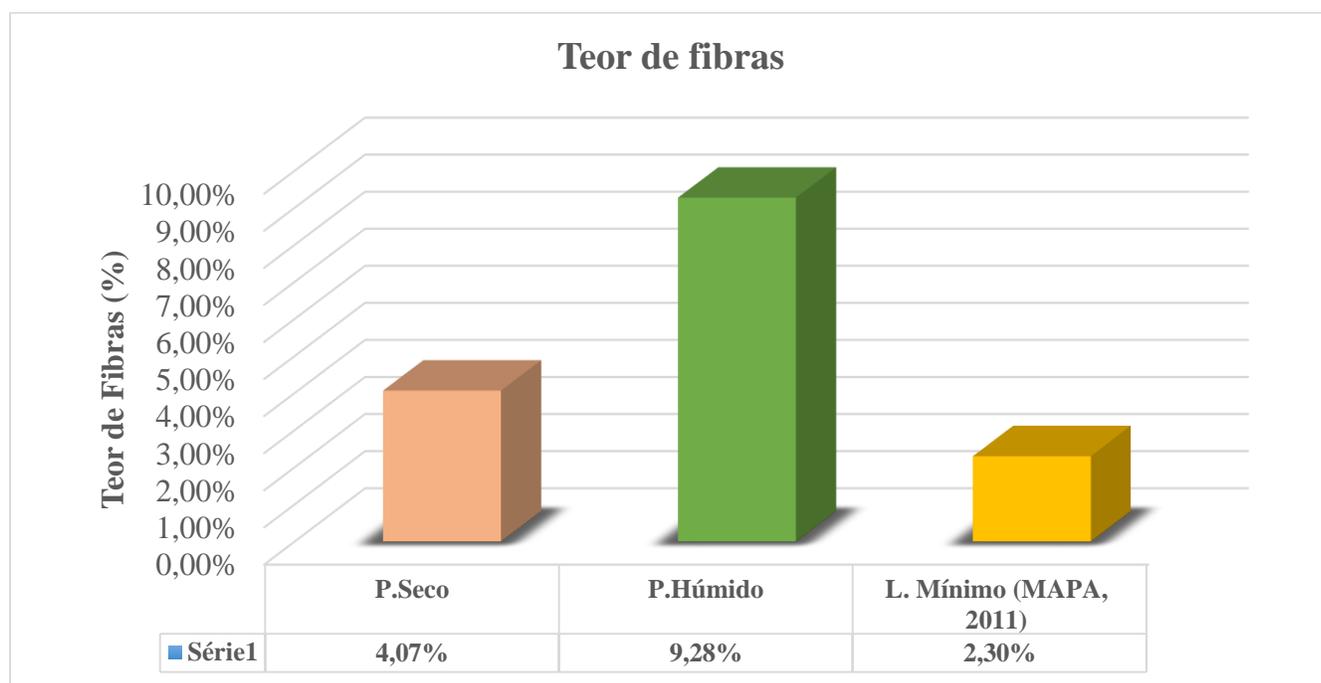


Gráfico 6: Comparação do teor de fibras das amostras com o padrão estabelecido.

Valores menores podem ser encontrados nos trabalhos de Dias e Leonel (2006), com valores de fibras variando de 0,57% a 2,44% em farinhas produzidas em diferentes cidades brasileiras; Souza (2008a) citaram valores na faixa de 1,60% a 2,71% em farinhas procedentes do Acre; Miqueloni (2011) relataram valores de fibras variando de 1,85% a 2,19%.

Neste estudo, observou-se que há uma variação significativa no teor de fibra entre os dois processos, seco e húmido (Gráfico). Segundo Mattos e Martins (2000), existem três classificações para os teores de fibra: muito alto (*acima de 7 g fibra/100 g*), médio (*4,5 a 6.9 g/100 g*) e baixo

(inferior a 2,4g/100 g). Portanto, pode-se considerar que as farinhas de mandioca analisadas apresentam alto teor de fibra para o processo húmido e médio para o processo seco.

Embora um elevado teor de fibras seja desejado nos alimentos em função do seu efeito benéfico no trato gastrointestinal através da sua acção física, capacidade de hidratação, de aumentar o volume e a velocidade do trânsito do bolo alimentar e fecal, não pode ser descartada possível falha no processamento o que permitiria um aumento nos valores de fibras pela presença de cascas e entrecasas no produto final (Mattos e Martins, 2000).

Raup (1999), explica que as fibras alimentares possuem a capacidade de complexar-se com outros constituintes da dieta (tanto substâncias tóxicas quanto nutrientes essenciais, como proteínas, minerais e vitaminas) podendo arrastá-los na excreção fecal.

4.2.7. Carbohidratos

Os carboidratos representam uma das maiores fontes energéticas nos alimentos, contribuindo normalmente com a maioria das calorias ingeridas durante o dia. De acordo com o gráfico abaixo os valores obtidos desse macronutriente para as farinhas foram de 90,90% para a farinha do processo seco e 86,60% para a farinha do processo húmido.

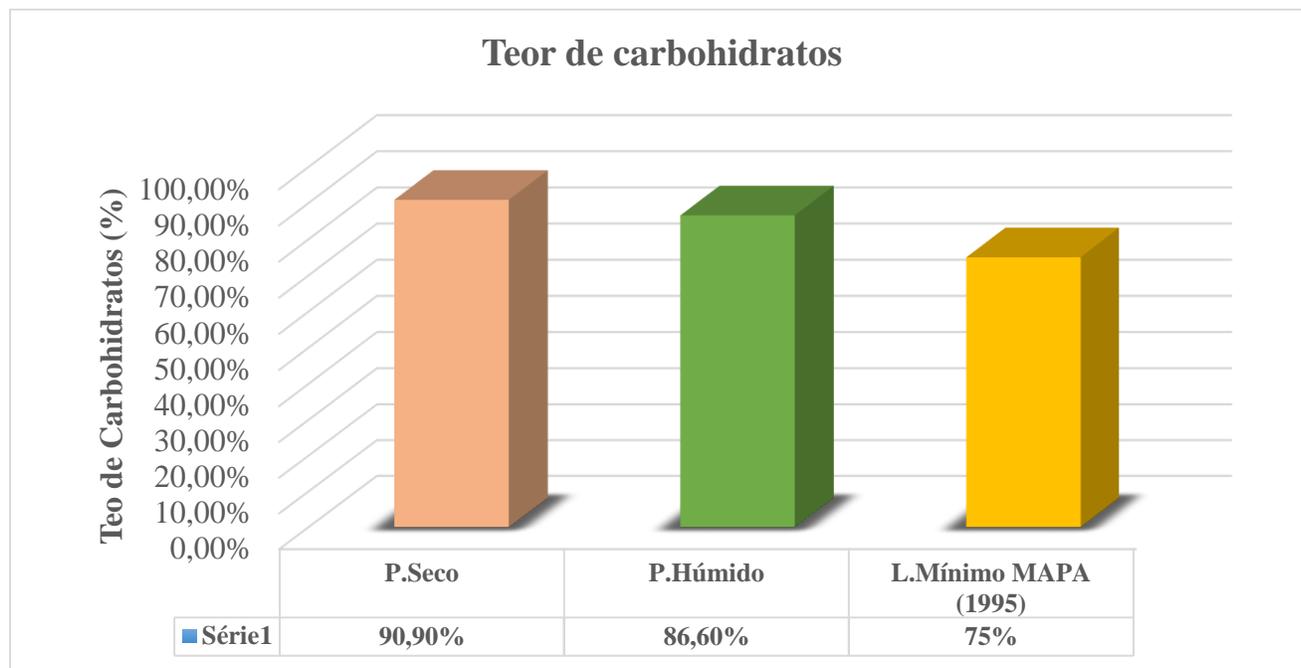


Gráfico 7: Comparação do teor de carboidratos das amostras com o padrão estabelecido.

Resultados semelhantes podem ser observados nos trabalhos de Dias e Leonel (2006) que apresentaram uma variação de 81,92% a 91,56%; Souza (2008a) encontraram valores de 89,83% a 92,72%; e Miqueloni (2011) reportaram valores de 91,97% a 95,34% para farinhas do Estado do Acre.

Valores inferiores para o teor de carboidratos foram apresentados por Chisté e Cohen (2011) para farinhas elaboradas com raízes fermentadas (70,20% a 71,40%).

O valor de carboidratos da farinha do processo seco foi superior (90,90%) ao valor médio do processo húmido (86,60%), portanto a diferença encontrada deve-se provavelmente a métodos diferentes de obtenção das farinhas.

Como esta característica influencia directamente na classificação do produto quanto ao tipo, cuidados com o processo de produção, principalmente com a retirada do amido na farinha do processo húmido, devem ser tomados.

Contudo, quando comparados com o padrão estabelecido, constata-se que ambos os teores são superiores ao limite mínimo exigido pela legislação MAPA (1995), que se situa na faixa de 70-75% de carboidratos total.

4.2.8. Valor energético

Os valores obtidos de carboidratos expressam a riqueza energética dos produtos, facto confirmado pelos valores energéticos totais encontrados para as farinhas (381,73 kcal/100 g para o processo seco e 363,77 kcal/100 g para o processo húmido). De acordo com a Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO, o valor calórico para estes produtos é de aproximadamente 361 Kcal (TACO, 2011).

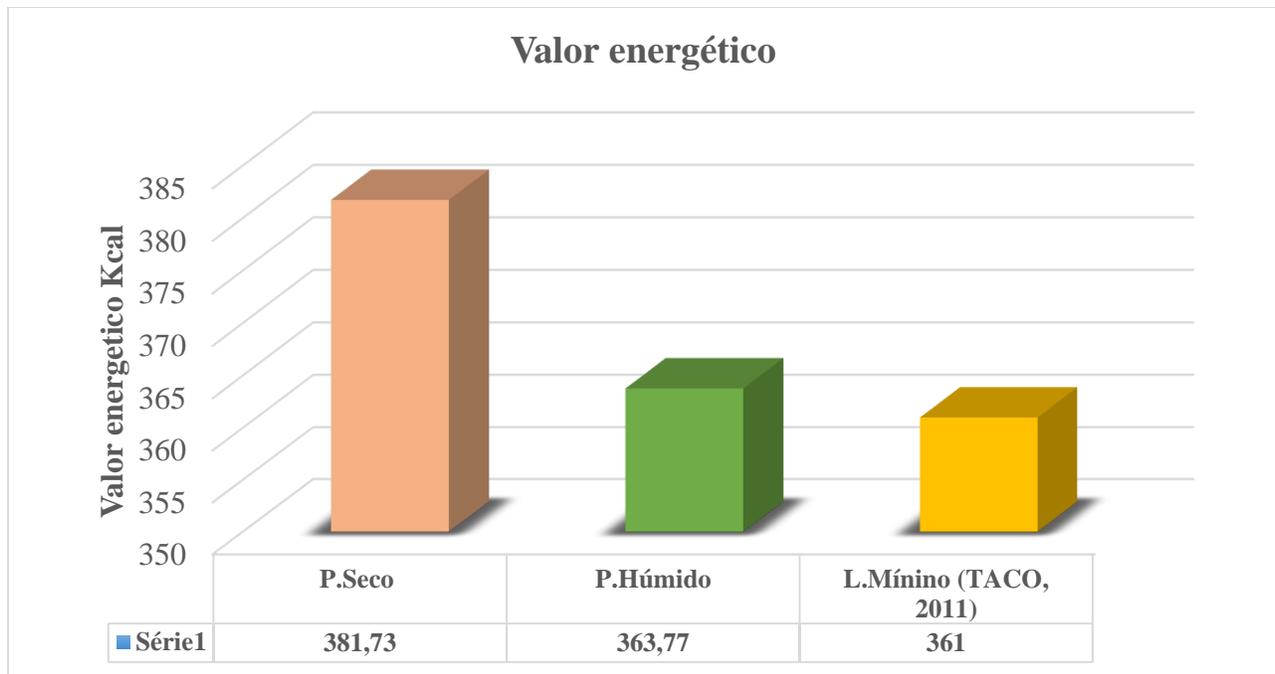


Gráfico 8: Comparação do teor de valor energético das amostras com o padrão estabelecido.

A variação encontrada para este parâmetro é comum entre os processos artesanais devido à frequente mistura de diferentes variedades locais de mandioca para a fabricação de farinhas. Esses níveis de energias nas farinhas poderiam ser usados no controle da desnutrição protéico-energética, uma vez que há quantidade suficiente de carboidratos para obter energia a fim de poupar proteína para que esta possa ser usada na sua função primária de construir o corpo e reparar tecidos desgastados e não como fonte de energia (Butt e Batool, 2010)

4.2.9. Lípidos

Os valores médios de lípidos para as duas amostras foram 1,69% para a farinha do processo seco e 1,15% para a farinha do processo húmido.

Normalmente a literatura reporta valores de lípidos para a farinha de mandioca na ordem de 0,50%, como pode ser observado no trabalho de Chisté (2006) em amostras de farinhas do processo seco e do processo húmido oriundas do Pará.

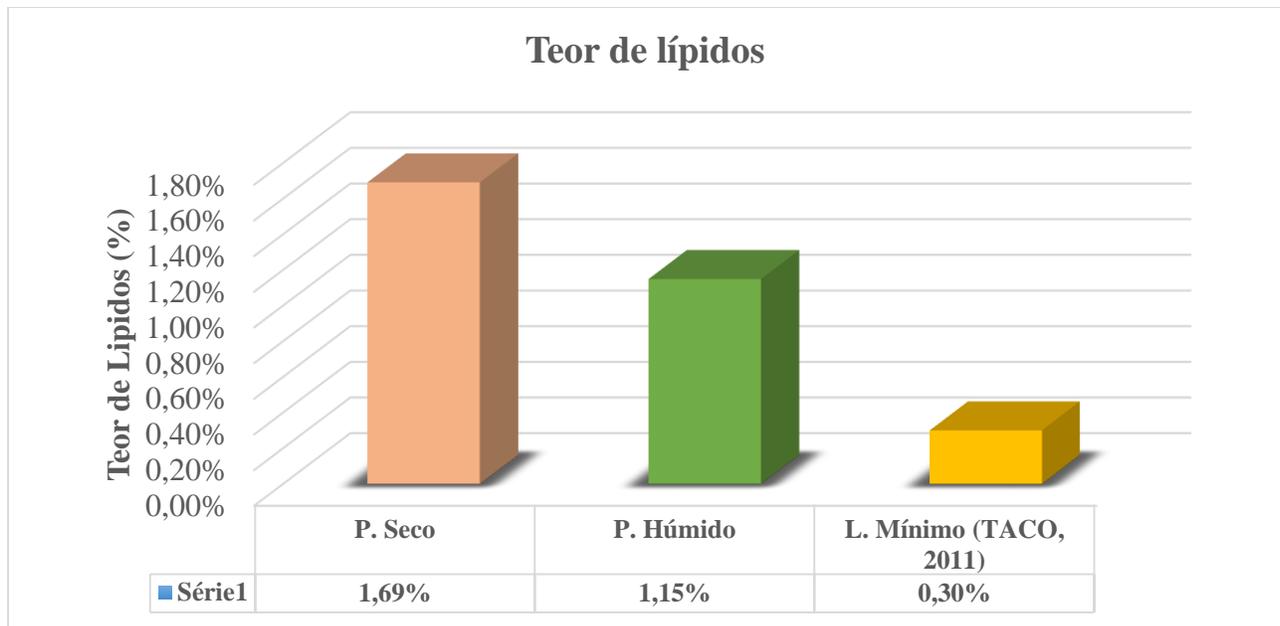


Gráfico 9: Comparação do teor de lípidos das amostras com o padrão estabelecido.

Os teores de lípidos encontrados neste trabalho foram superiores aos descritos por Souza, *et al.* (2005) que encontrou um valor médio de 1,13% e 0,58% para esse parâmetro em amostra de farinha de mandioca. Valores para lípidos próximos à 1% ou maiores, podem ser vistos também nos trabalhos de Dias e Leonel (2006); Souza (2008a); souza (2008b) e Miqueloni (2011).

De acordo com o gráfico 9 a farinha do processo seco apresentou maior quantidade de lípidos em relação à farinha do processo húmido. Essas diferenças dos teores nas amostras têm como razões as formas caseiras de processamento da farinha, na retirada do amido na farinha do processo húmido, resultando na consequente diminuição de lípidos desta farinha.

Entretanto o baixo nível lipídico observado nas amostras foi esperado porque leguminosas, cereais, raízes e tubérculos armazenam energia na forma de amido em vez de lípidos. Os baixos valores de lípidos são benéficos, pós garantem maior vida útil aos cereais, portanto quanto maior o teor de lípidos de um determinado alimento, maiores são as chances de obter um cheiro e sabor desagradáveis. Segundo Oppong *et al.* (2015), baixo nível de lípidos é uma indicação de que tais farinhas seriam um bom alimento para pessoas com doenças cardiovasculares. De acordo com TACO, esses resultados são superiores ao valor mínimo estabelecido para a farinha de mandioca que é de 0,3%.

4.2.10. Proteínas

As proteínas são nutrientes necessários para o organismo produzir partes essenciais do corpo, como músculos, hormônios, tecidos, pele e cabelo.

Para o teor de proteínas os valores médios obtidos para as duas amostras foram 1,76% para a farinha do processo seco e 0,73% para a farinha do processo húmido. A farinha de mandioca é um produto que apresenta baixos teores de proteínas e de lípidos.

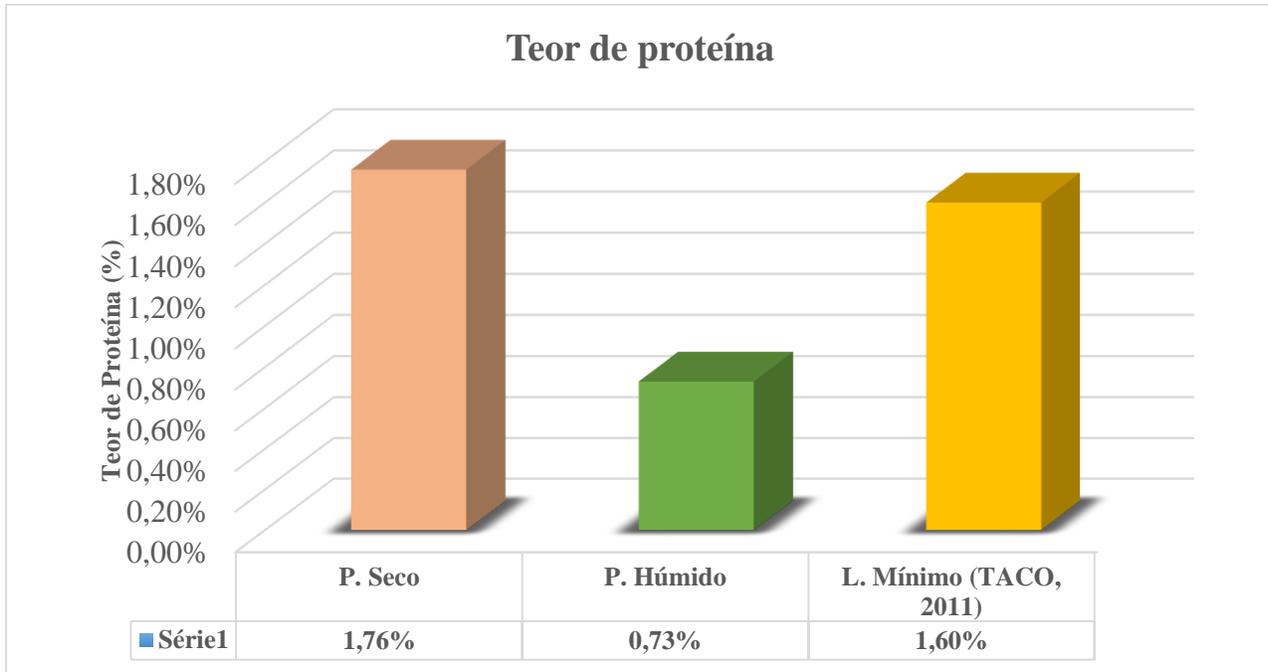


Gráfico 10: Comparação do teor de proteínas das amostras com o padrão estabelecido.

Os resultados apresentados neste estudo são aproximados aos que foram obtidos por Dias e Leonel (2006), que demonstraram resultados na faixa de 0,57% a 1,08% de proteínas para farinhas de diversas localidades brasileiras; enquanto Chisté e Cohen (2011) demonstraram resultados na faixa de 1,57% a 2,16% e Miqueloni (2011), citaram teores de proteína variando de 1,12% a 1,37%.

Por outro lado, valores superiores podem ser observados no trabalho de Cardoso Filho *et al.* (2012) que demonstraram variação no teor proteico das farinhas na faixa de 1,80% a 3,35%.

De acordo com a Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO, o teor de proteínas para as farinhas de mandioca do processo seco foi superior a limite mínimo estabelecido que é de 1,60%, em relação ao processo húmido que apresentou um valor proteico de 0,73%.

4.2.11. Cálcio

O teor de cálcio encontrado neste estudo foi de 377 mg/100 g para a farinha do processo seco, e 1288 mg/100 g para a farinha do processo húmido. Segundo o gráfico 11, a farinha do processo húmido apresentou maior quantidade deste mineral, evidenciando que este valor é três vezes maior quando comparado com o observado na farinha do processo seco.

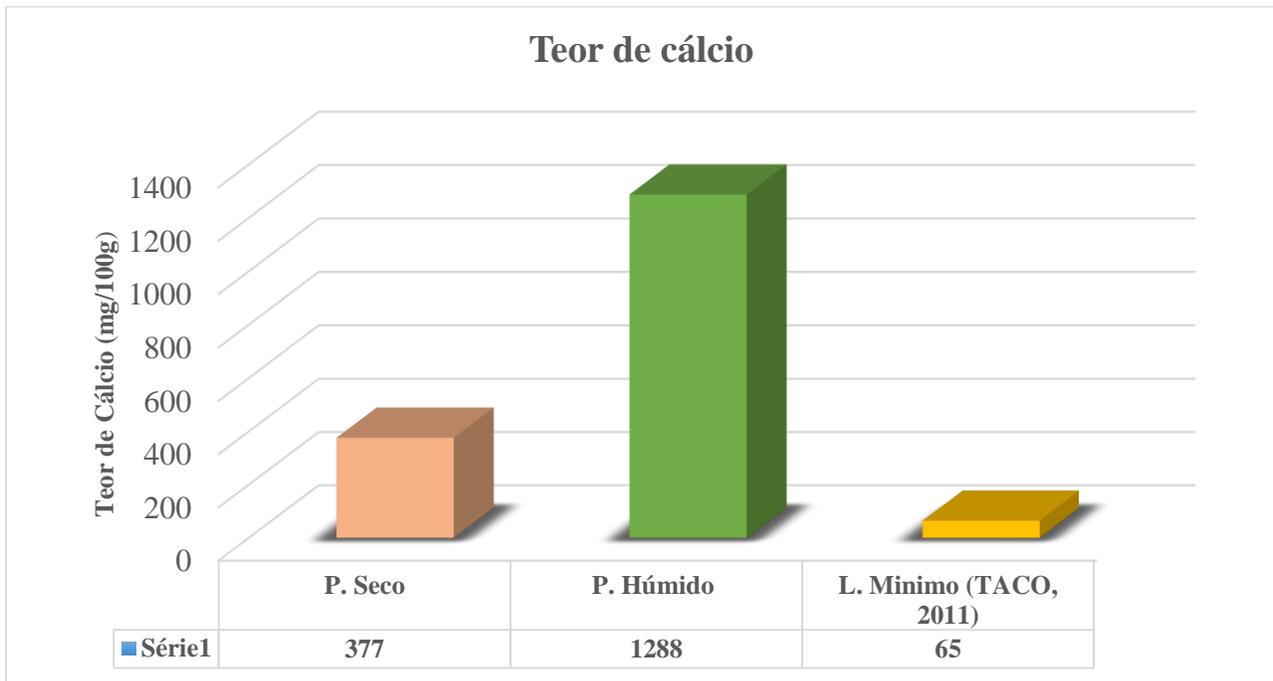


Gráfico 11: Comparação do teor de cálcio das amostras com o padrão estabelecido.

Este resultado está acima da faixa (136 a 369mg/100g) descrita por Charles *et al.* (2005), em farinha de mandioca.

Esses teores são também superiores quando comparados com os de algumas farinhas relatados por TACO (2011), que indica 41mg/100g para a farinha de puba (amido), 18mg/100g para a farinha de trigo e 196mg/100g para a farinha láctea de cereais.

A ingestão diária recomendada de cálcio segundo a WHO (2014) é de 1000 mg/dia, o que pressupõe que o consumo dessa farinha pode ser uma ótima fonte alternativa de absorção de cálcio visto que apresenta um teor de 377mg/100g e 1288mg/100g, o que faz com que a farinha de mandioca seja um cereal com elevado teor deste nutriente.

Portanto o uso desta farinha poderia alavancar a desnutrição infantil através da adição desta farinha em diversos alimentos da merenda escolar e para seu consumo em geral, uma vez que o cálcio é responsável pela formação dos ossos, dentes e da coagulação sanguínea, segundo Pinheiro *et al.* (2005), os valores encontrados suprem as necessidades para um bom funcionamento do organismo.

4.2.12. Ferro

De acordo com o gráfico 12, o teor de ferro encontrado neste estudo foi de 2,80mg/100g para a farinha do processo seco e 3,29mg/100g para a farinha do processo húmido, sendo maior que o limite mínimo estabelecido por TACO (2011), para a farinha de mandioca que é 1mg/100g.

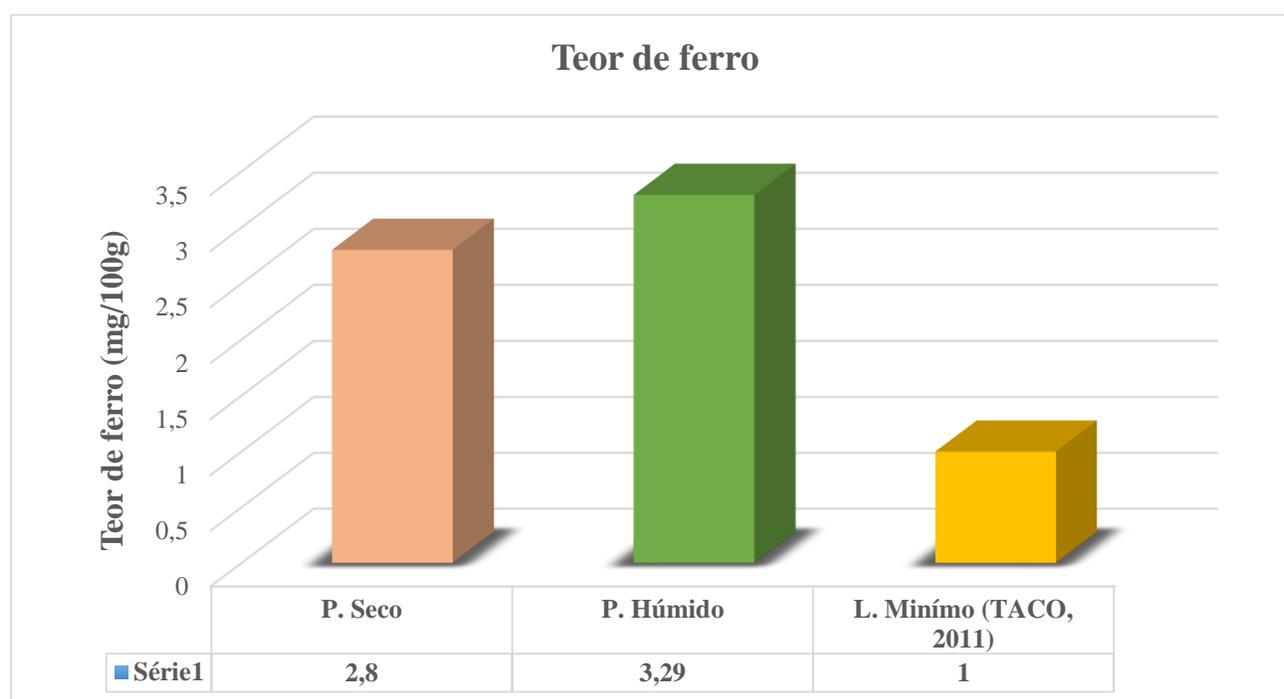


Gráfico 12: Comparação do teor de ferro das amostras com o padrão estabelecido.

Correia (2014) no seu estudo de otimização de métodos analíticos para a determinação de elementos essenciais e não essenciais em farinhas de trigo, mandioca e milho consumido na cidade de Aracaju/SE, encontrou 1,89 mg/100g de ferro, valor esse menor que o encontrado nesta pesquisa.

Aquiba (2022) no seu estudo de avaliação de qualidade da farinha de milho, encontrou teores de ferro na faixa de 1,41mg/100g a 1,88mg/100g, teores esses baixos que os encontrados no presente estudo. Teor semelhante ao da farinha do processo seco foi observado por Teodoro (2018) que

encontrou 2,80mg/100g. De acordo com Kokuszka (2005), as variações dos teores têm em parte como causa, as variações do solo, adubação e formas de processamento.

A ingestão diária recomendada de ferro segundo a WHO (2014) é de 14mg/dia, deste modo os teores de ferro para as farinhas são aceitáveis, servindo como fonte de obtenção do ferro através da dieta.

Segundo Manckoundia *et al.* (2020) ferro é um oligoelemento vital para o ser humano. Esse mineral participa de múltiplos processos metabólicos e é encontrado como componente de enzimas e outros complexos moleculares. Dentre as suas principais funções está o transporte de oxigênio através da hemoglobina, síntese de ácido desoxirribonucleico (DNA) e transporte de elétrons, por ter capacidade de aceitá-los e doá-los.

Esse mineral também desempenha um papel bastante importante no sistema nervoso estando envolvido na síntese, degradação e armazenamento de neurotransmissores tais como: serotonina, dopamina e ácido gama-aminobutírico (GABA). Além disso, o ferro contribui nas funções dopaminérgicas e gabaminérgicas (Nascimento *et al.*, 2017).

4.2.13. Fósforo

O fósforo é um dos minerais mais abundantes nas farinhas de mandioca. Segundo o estudo, o teor médio desse mineral encontrado foi de 80,06mg/100g para a farinha do processo seco e 134,03mg/100g para o processo húmido; portanto, maior que o valor mínimo estabelecido pela tabela TACO (2011) que é cerca de 46mg/100g para a farinha de mandioca, como ilustra o gráfico abaixo.

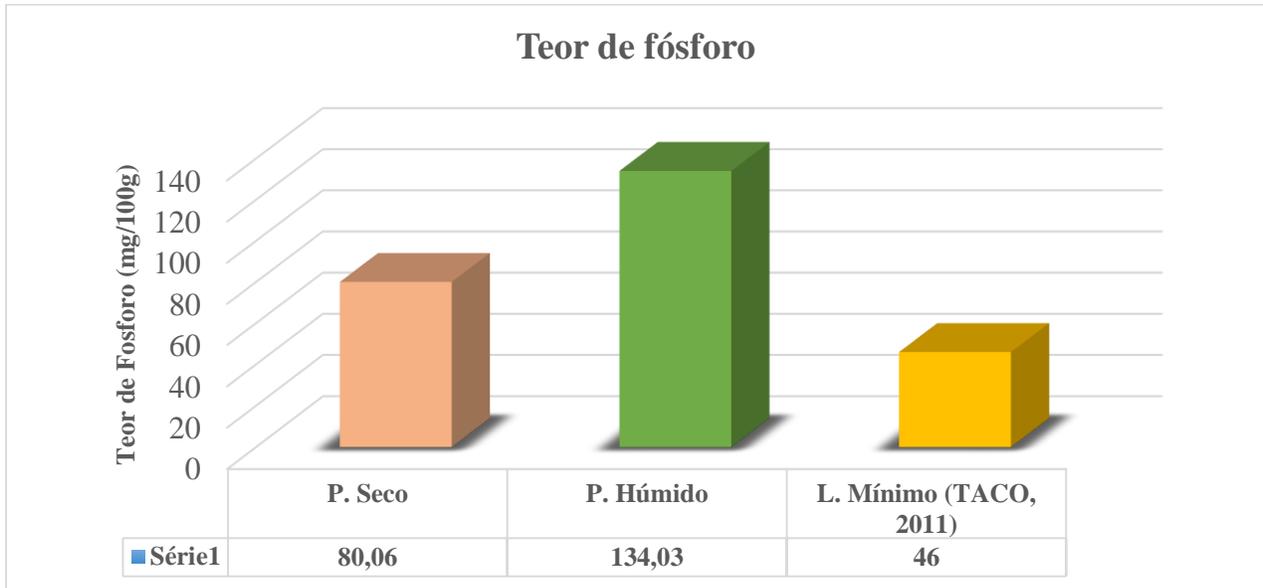


Gráfico 13: Comparação do teor de fósforo das amostras com o padrão estabelecido.

Esses valores são também superiores quando comparados com os teores de farinhas encontrados no trabalho de Ekissi *et al.* (2019), onde o conteúdo de fósforo variou entre $20 \pm 0,05$ (Totoba 2) à $100 \pm 0,41$ (Bonoua 2) mg/100g.

E valor inferior ao conteúdo de fósforo foi citado por Ceni *et al.* (2009), que encontrou no seu estudo teor de fósforo 13,8mg/100g.

O fósforo é de grande importância para o funcionamento do organismo humano, pois é um mineral importante que auxilia na absorção do cálcio, necessário para o crescimento, manutenção dos ossos, dentes e músculos. Estas razões sugerem que as farinhas de mandioca poderiam ser recomendadas para alimentação de crianças e lactantes (Oyewole e Asagbara, 2003).

CAPÍTULO V

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

O presente trabalho consistiu na avaliação do valor nutricional da farinha da mandioca (*Manihot esculenta*) produzida por dois métodos caseiros diferentes, na província de Nampula, concretamente no distrito de Murrupula. A avaliação foi feita por meio de análises físico-químicas. Os resultados obtidos foram comparados com alguns estudos realizados, as normas da ingestão diária segundo WHO (2014) e legislação brasileira. Não foram encontrados estudos similares referentes à farinha de mandioca produzida em Moçambique.

Das análises feitas no presente trabalho, conclui-se que:

Para a farinha do processo seco foi possível obter os seguintes resultados: Humidade (4,61%); Cinzas (2,61%); pH (7,50); Cianetos (10mg/kg); Acidez Total (0,25%); Fibras (4,07%); Carbohidratos (90,90%); Valor energético (381,73%) Lípidos (1,69%); Proteínas (1,76%); Cálcio (377mg/100g); Ferro (2,80mg/100g); Fósforo (80,06mg/100g).

Para a farinha do processo Húmido foram obtidos os seguintes resultados: Humidade (3,49%); Cinzas (1,22%); pH (6,20); Acidez Total (0,04%); Cianetos (5mg/kg); Fibras (9,28%); Carbohidratos (86, 60%); Valor energético (363,77 %); Lípidos (1,15%); Proteínas (0,73%); Cálcio (1288 mg/100g); Ferro (3,29 mg/100g); Fósforo (134,03 mg/100g).

Das análises realizadas para diferentes parâmetros conclui-se que a farinha do processo húmido demonstrou-se rica nos seguintes parâmetros: humidade, cinzas, pH, acidez total, cianetos totais, fibras, lípidos, cálcio, ferro, fósforo, quando comparada com a farinha de mandioca do processo seco que é rica em carbohidratos, valor energético e proteínas.

As farinhas obtidas pelo método caseiro apresentam uma composição nutricional considerável, sendo considerado um alimento com um bom valor nutritivo, até mesmo superior em relação a diversas farinhas nos teores dos parâmetros avaliados (humidade, lípidos, carbohidratos, valor energético, cálcio, ferro e fósforo), o que as tornam uma excelente escolha para substituição de outras farinhas na dieta do povo moçambicano.

Quanto aos valores obtidos com os Padrões estabelecidos pela OMS e a legislação Brasileira concluí-se que para as farinhas do processo seco e húmidos os Teores de pH, Humidade, Cianetos totais e Acidez total, encontram-se dentro dos limites máximos estabelecidos. Para os Teores de lípidos, fibra bruta, carboidrato, valor energético, cálcio, ferro e fósforo ambos os métodos encontram-se acima dos limites mínimos estabelecido pela legislação Brasileira, com exceção do Teor de cinzas que para o processo seco encontrou-se acima do limite máximo estabelecido pela legislação Brasileira, e o teor de proteína que para o processo húmido encontrou-se abaixo do limite mínimo estabelecido pela legislação Brasileira.

5.2. Recomendações

Levando em consideração os resultados obtidos nas análises:

- ✓ Recomenda-se o estabelecimento de normas nacionais para o controle dos parâmetros físico-químicos da farinha de mandioca;
- ✓ Recomenda-se que sejam realizados estudos relacionados com análises microbiológicas e outros minerais não considerados neste estudo;
- ✓ Recomenda-se que na determinação de cálcio se utilize um método instrumental para evitar perdas deste elemento por precipitação;
- ✓ Recomenda-se que sejam realizadas palestras, nas zonas rurais com vista a intensificar a produção e consumo de farinha de mandioca do processo húmido, com vista a reduzir os índices de desnutrição infantil visto que ela apresenta elevado teor de carboidratos, minerais e valor energético.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agostini, M.R. (2006). *Produção e utilização de farinha de mandioca comum enriquecida com adição das próprias folhas desidratadas para consumo alimentar*. Dissertação de Mestrado em Agronomia. Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Botucatu, São Paulo.
2. Almeida, J. (2004). *Manual da Mandioca*. Posto de Associação de técnicos de cultura tropical. Minas gerais.
3. Álvares, V. de S., Miqueloni, D. P. e Maciel, V. T. (2012). *Importância do modo de produção na manutenção do padrão de qualidade da farinha artesanal de Cruzeiro do Sul, Acre*. In: Simpósio internacional de indicações geográficas. Fortaleza.
4. Álvares, V. S., Miqueloni, D. P. e Negreiros, J. R. S. (2016). *Variabilidade físico-química da farinha de mandioca do Território da Cidadania do Vale do Juruá, Acre*. Rev. Ceres, Viçosa, Vol. 63, n. 2, p.113-121.
5. Álvares, V. de S., Silva, R. S., Cunha, C. R., Felisberto, F. A. V. e Campos Filho, M. D. (2015). *Efeito de diferentes concentrações de corante natural de açafraão-da-terra na composição da farinha de mandioca artesanal*. Revista Caatinga. Vol. 28, n. 1, p. 256-262.
6. A.O.A.C. Official methods of analysis (1980): Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 13th ed. Washington.
7. A.O.A.C. Official methods of analysis (1990): Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 15th ed. Washington.
8. A.O.A.C. Association of Official Agricultural Chemists. (2005): *Official methods of analysis of the association of official agriculture chemists*. 17th ed. Washington.
9. Aquiba, C. F. (2022). *Avaliação da qualidade da farinha de milho produzida pelo método caseiro em duas variedades (Local e Matuba)*. Trabalho de Licenciatura em Química Industrial. Faculdade de Ciências - Universidade Eduardo Mondlane, Maputo. 30 pp.
10. APG III-Angiosperm Phylogenic Group. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, p.105-121.
11. Aryee, F. N. A. (2006). The physicochemical properties of flour samples from the roots of 31 varieties of cassava. *Food Control*. **17**: 916-922.

12. Bellotti, A.C. (2000). *Manejo integrado de principais pragas e doenças da mandioca*. Editora Atlas S.A. São Paulo.
13. Bernardes, M., Peixoto, C.V. e Câmara, G.M.S. (2009). *Mandioca*. Departamento de Produção Vegetal. ESALQ. Piracicaba.
14. Bezerra, V. S. (2006). *Farinhas de mandioca seca e mista*. Embrapa Informação Tecnológica, Macapá. Brasília.
15. Bokanga, M. (1994). The cyanogenic potential of cassava. In: Akoroda, M.O. (ed.). *Root crops for food security in Africa: Proceedings of the Fifth Triennial Symposium of the International Society for Tropical Root Crops-African Branch*, Kampala, Uganda, 22-28 November 1992. pp. 336-339.
16. Borges, Í. M. P. (2015). *A Farinha de Mandioca (Manihot esculenta Crantz) em Feiras Livres de Salvador Bahia*. Um Estudo na Perspectiva de Vendedores e Consumidores. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal da Bahia, Salvador.
17. Bradbury, M. G., Egan, S. V. e Bradbury, J. H. (1999). Picrate paper kits for determination of total cyanogens in cassava roots and all forms of cyanogens in cassava products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, p. 593-601.
18. Bruijn, G. H. (1971). *Etude de caractere Cyanogeneque du Manioc (Manihot sculenta Crantz)*. Ph.D. Thesis Wageningen University. pp. 13 -71.
19. Butt, M.S. e Batool, R. (2010). *Nutritional and functional properties of some promising legume protein isolates*. Pakistan Nutrition Journal, Vol. 9, n. 4, p. 373-379.
20. Cagnon, J. R., Cereda, M. P. e Pantarotto, S. (2002). *Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas*. Fundação cargill. São Paulo.
21. Cardoso Filho, N., Antero Silva, L., Aragão de Lima, C. e Orellana, A. G. (2012), *Caracterização da farinha de mandioca comercializada no mercado municipal em campo grande-ms*, Vol. 16, n. 5. pp. 57-68.
22. Ceni, G.C., Colet, R., Peruzzolo, M., Witschinski, F., Tomicki, L., Barriquello, A. L. e Valduga, E. (2009). Avaliação de componentes nutricionais de cultivares de mandioca. *Alimentos e Nutrição*. **20**: 107-111.
23. CEPAGRI - Centro de promoção da agricultura. (2014). *Mandioca, Culturas Estratégicas*. Moçambique.

24. Cereda, M. P. (2001). *Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca*. Publicações Americana-Latina. São Paulo.
25. Charles, A. L., Sriroth, K. e Huang, T. C. (2005). Composição centesimal, conteúdo mineral, cianeto de hidrogênio e ácido fítico de 5 genótipos de mandioca. *Química Alimentar*. **92**: 615 – 20.
26. Chisté, R.C. (2006). Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. **26**: 861-864.
27. Chisté, R. C. e Cohen, K. O. (2008). Determinação de cianeto total nas farinhas de mandioca do grupo seca e d'água comercializadas na cidade de Belém-PA. *Tecnologia Agroindustrial*. **2**: 96 – 102.
28. Chisté, R.C., e Cohen, K.O. (2011). Influência da fermentação na qualidade da farinha de mandioca do grupo de água. *Acta Amazônica*. **41**: 279-284.
29. CIAT. (1982). *Investigacion, Produccion y Utilizacion*. 2ª Edição, Documento de Trabajo editora Cali. Colômbia.
30. Cliff, F., Nicala, D., Saute, G., Azambuja, G., Taela, A., Chavane, L. e Gani, A. (1999). *Ankle Clonus and Thiocyanate, Linamarin and Inorganic Sulphate Excretion in School Children in communities with Konzo*. Tropical Pediatrics. Maputo.
31. Coelho, J. D. (2018). *Produção de mandioca – raiz, farinha e fécula*. Caderno Setorial ETENE-BNB. Fortaleza.
32. Conceição, A.J. (1987). *A Mandioca*. 3ª Edição, Editora NOBEL. Cruz das Almas.
33. Correia, F. O. (2014). *Otimização de métodos analíticos para a determinação de elementos essenciais e não essenciais em farinhas de trigo, mandioca e milho consumida na cidade de Aracaju*. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.
34. Dias, L.T. e Leonel, M. (2006). *Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil*. *Ciência Agrotécnica*, Vol.30, n.4, p. 692-700.
35. Ekanayake, I. J., Osirus, D. S. O. e Porto, M. C. M. (1997). *Morphology of Cassava*. Ibadan Publisher. Nigeria.
36. Ekissi, G. S. E., Kacou, M. A., Blei, H. S., Ebah, C. B. e Kouamé, L. P. (2019). *Anti-nutritional properties and organic acids composition of seven varieties cassava (Manihot esculenta Crantz) consumed in Côte d'Ivoire*. Vol. 7. Ed. 5. Pp. 4537 – 4541.

37. El-Shakawy, M.A. (2004). *Cassava biology and physiology*. Plant Molecular Biology. Editora cali valle. Colombia.
38. EMBRATER. (1979). *Manual Técnico: Cultura da Mandioca*. Brasília.
39. FAOSTAT. (2014). *Production Cassava*. Acessado em 03 de maio de 2023, em <https://www.nature.com/articles/s41597-020-0501-z>.
40. Fasinmirin, J. T. e Reichert, J. M. (2011). *Conservation tillage for cassava (Manihot esculenta Crantz) production in the tropics*. Soil e Tillage Research, Vol. 113, n.1, p.1-10.
41. Ferreira, N. C. J., Figueiredo, R. M. F. e Queiroz, A. J. M. (2003). Avaliação físico-química de farinhas de mandioca durante o armazenamento. *Produtos Agroindustriais*. **5**: 25-31.
42. Fialho, J. e Vieira, E. A. (2011). *Mandioca no Cerrado*. Orientações Técnicas. Brasil.
43. Furtado, J. L. B., Bezerra, C. W. B., Marques, E. P. M. e Aldalea, L. B. (2007). Cianeto em tiquiras; riscos e metodologia analítica. *Ciências Tecnologia de Alimento*. **27**: 694-700.
44. IAL-Instituto Adolfo Lutz. (2004). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos* (4ª Ed). Brasília.
45. IIAM-Instituto de Investigação Agrária de Moçambique. (2003). *Inquérito sobre produção, Processamento e mercado de mandioca e batata-doce*. Moçambique.
46. IIAM-Instituto de Investigação Agrícola de Moçambique. (2010). *Fichas Técnicas de Culturas*. 1ª edição, FAEF – UEM. Maputo.
47. IITA. (1990). *A mandioca na Africa Tropical*. Um Manual de referência Editora Ibadan. Nigeria.
48. ITP – Instituto de Tecnologia e Pesquisa/ UNIT. (2006). *Adequação Tecnológica das Casas de Farinha do Estado de Sergipe*. Relatório Técnico de Actividades do Projecto Financeira pelo Edital MCT/MESA/CNPq/ CT Agronegócio 01/2003, processo nº 503402/2003-6.
49. Kokuszka, R. (2005). *Avaliação do teor nutricional de feijão e milho cultivados em sistemas de produção convencional e agroecológico na região centro-sul do paraná*. Dissertação Mestrado. Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná-Curitiba, pp.79-89.
50. LNHAAL- Laboratório Nacional de Higiene de Água e Alimentos. (2000). *Manual de Química Alimentar*. Ministério da Saúde. Direcção Nacional da Saúde. Moçambique.
51. Lorenzi, J. (2012). *Mandioca*. 2ª Edição, Boletim Técnico Editora CATI. Campinas.
52. Lorenzi, J. O. (2003). *Mandioca*. 1ª Edição, Boletim Técnico Editora CATI. Campinas.

53. Manckoundia, P., Konaté, A., Hacquin, A., Nuss, V., Mihai, A. M., Vovelle, J. e Putot, A. (2020). *Iron in the general population and specificities in older adults: Metabolism, causes and consequences of decrease or overload, and biological assessment*. *Clinical Interventions in Aging*, Vol.15, p. 1927- 1938.
54. MAPA. (1995). *Aprova a Norma de Identidade, qualidade acondicionamento, armazenamento e transporte da farinha de mandioca, para fins de comercialização*. Diário oficial da união, DF, Brasil, Portaria n. 554 de 01 de set. Seção 1. Brasília.
55. MAPA. (2011). Instrução Normativa n. 52, de 07 de novembro. *Regulamento técnico para o padrão oficial de classificação da farinha de mandioca*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, DF Brasil, Portaria n. 554, de 30 de agosto. Brasília.
56. MAPA. (2011). Instrução Normativa nº 52, de 7 de novembro. *Regulamento técnico da farinha de mandioca*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 8 nov. Seção 1, p. 18-20. Brasília.
57. Mattos, L. L. e Martins, I. S. (2000). *Consumo de fibras alimentares em população adulta*. *Revista de Saúde Pública*, Vol. 1, n. 34, p. 50-55.
58. McGlynn, W. (2003). *The importance of Food pH in Commercial Canning Operations*. *Food and Agricultural Product Research and Technology Center*. Department of Agriculture, USO, Oklahoma State University, E.U.A.
59. Ministry of Health. (1984). *An Epidemic of Spastic Paraparesis Associated with chronic Cyanide Intoxication in a Cassava Staple Area of Mozambique*. Maputo.
60. Miqueloni, D.P. (2011). *Análise de agrupamento na classificação físico-química de farinha de mandioca*. IN: Congresso Brasileiro de Mandioca, 14, Feira Brasileira da Mandioca, Maceió.
61. Montagnac, J. A., Davis, C. R. e Tanumihardjo, S.A. (2009). Reduzir a toxicidade e antinutrientes da mandioca para uso como alimento básico. *Ciência Alimentar*. Vol. 8, n.17, p.27.
62. Nascimento, J., Gomes, T. K., Araújo, F., Prazeres, F. e Maranhão, J. (2017). Influência do aleitamento materno no desenvolvimento do sistema nervoso. *Trabalhos acadêmicos universo recife*. 4: 2-1.
63. Nogueira, A. R. De A. e Souza, G. B. (2005). *Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos*. EMBRAPA-CPPSE. São Carlos.

64. Onabowale, S. O. (2008). Constraints and Projections for processing and utilization of Cassava. Operational mode. *Leonardo Journal*, p.85.
65. Oppong, D., Eric, A., Samuel, O. K. E. e Patrick, S. (2015). Composição centesimal e algumas propriedades funcionais de soft farinha de trigo. *Jornal Internacional de Pesquisa Inovadora em Ciência, Engenharia e Tecnologia*, p. 753-758.
66. Osborne, D. R. e Voogt, P. (1978). *The analysis of nutrient in foods*. Editora Academic Press. London.
67. Otsubo, A. (2002). *Aspectos do Cultivo da Mandioca em Mato Grosso do Sul*. Empresa de Pesquisa Agropecuária Oeste. Brasil.
68. Oyewole, O., B. e Asagbara, Y. (2003). *Melhorar o processamento tradicional da mandioca para melhoria nutricional*. Nutrição Alimentar. Rio grande.
69. Paiva, F. F. A. (1991). *Controle de qualidade da farinha de mandioca (Manihot esculenta Crantz) produzida na região metropolitana de Fortaleza*. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
70. Perez, E., Schultzb, F., S. e Pacheco de D. E. (2005). *Caracterização de certas propriedades de amidos isolados de Xanthosoma Saggitifolium (tannia) e Colocasia esculenta (taro)* *Carbohydrate Polymers*. Vol. 60, n. 2, p. 139 – 145.
71. Pinheiro, D. M., Porto, K. R. A. e Menezes, M. E. S. (2005). *A química dos alimentos: carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas e minerais*. Conversando sobre ciências em Alagoas. Edufal Publishers. Maceió.
72. Raupp, D. S. (1999). *Composição e propriedades fisiológico - nutritivas de uma farinha rica em fibra insolúvel obtida do resíduo fibroso de fecularia de mandioca*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Vol. 19, n. 2.
73. Ribeiro, E. P. e Seravalli, E. A. G, (2007). *Proteínas. Química de alimentos*. 2. ed. Editora Blucher. São Paulo.
74. Serra, C. (1982). *Mandioca: oque é e como terá surgido em africa e em Moçambique*. *Tempo*. 618: 51 – 54.
75. Silva, A. R. (2006). *Modelagem do crescimento de aspergillus niger em néctar de manga, frente a pH e temperatura*. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

76. Silveira, G. S. R. e Pascoal Filho, W. (2012). *Cultura da Mandioca (Manihot esculenta subsp esculenta)*. Editora Emater-MG. Belo Horizonte – MG.
77. Soares, A. G., Freire, Jr. e Siqueira, R. S. (1992). *Curso de higiene e sanificação na indústria de alimentos*. Editora Embrapa – CTAA. Rio de Janeiro.
78. Souza, J. M. L. (2008a). Caracterização físico-química de farinhas oriundas de variedades de mandioca utilizadas no vale do Juruá, Acre. *Acta Amazonica*. **38**: 761-766.
79. Souza, J. M. L. (2008b). Variabilidade físico-química da farinha de mandioca. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*. **28**: 907-912.
80. Souza, L.S., Farias, A. R. N., Mattos, P. L. P. e Fukuda, W. M. G. (2005). *Processamento e utilização da mandioca*. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília.
81. Taco. (2011). *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos*. 4. Edição revisada e ampliada. Campinas – SP.
82. Teles, F. F. F. (1995). Toxicidade crônica da mandioca na África e na América Latina. *Revista Brasileira de Mandioca*. **32**: 107-116.
83. Teodoro, J. T. T. (2018). *Determinação de ferro e composição centesimal de farinhas de trigo e milho*. Trabalho de Culminação do Curso. Departamento de Alimentos-Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. pp. 25-29.
84. Tivana, L. D., Bvochora, J. M., Mutukumira, A. N. e Owens, J. D. (2007). *Um estudo do processamento de fermentação em pilha de raízes de mandioca na província de Nampula, Moçambique*. Culturas de Raízes. Vol. 33, n. 2, p. 118-128.
85. Velthem, L. H. V. e Katz, E. (2012). *A farinha especial: fabricação e percepção de um produto da agricultura familiar no vale do rio Juruá, Acre*. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Humanas, Vol. 7, n. 2, p. 435-456.
86. Vilpoux, O. F. e Cereda, M. P. (2003). *Produção de farinha de água no estado do Maranhão*. In: *Tecnologias, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas*. São Paulo.
87. Westby, A. (2002). *Aproveitamento, Armazenamento e Processamento em Pequena Escala da Mandioca*. In: *Mandioca: Biologia, Produção e Utilização*. Edições Bellotti AC, Thresh JM e Hillocks RC CAB International, Wallingford, Oxon. Reino Unido.
88. WHO - World Health Organization of the United Nations. (2014). *Faostat agriculture*. Acessado em 17 de agosto de 2023, em <http://www.fao.org>.

89. Zacarias-Silva, A. M., Cuambe, C. E. e Mutaca, A. G. (2010). *Manual de referência para produção de mandioca em Moçambique*. Série Agricultura CTT/SA/Nº 1, Coleção transferência de tecnologia. MADER. Maputo.

ANEXOS

HUMIDADE

Tabela A - 1: Resultados experimentais obtidos do teor de humidade

Determinação de Humidade											
Processo Seco											
Amostra	Cadinhos vazios (g)	Cadinhos Secos (g)	Peso da amostra (g)	P. Cad + Amostra (g)	P. Cad + A. Seca (g)	% H	% Med.H	Variância	Dp	I.C	%CV
735	53,29	53,29	10,01	63,29	62,84	4,58	4,61	0,0008	0,03	4,61 ± 0,07	0,62
	55,94	55,91	10,03	65,94	65,48	4,61					
	51,01	51,00	10,04	61,04	60,57	4,63					
Processo Húmido											
	Cadinhos vazios (g)	Cadinhos Secos (g)	Peso da amostra (g)	P. Cad + Amostra (g)	P. Cad + A. Seca (g)	% H	% Med.H	Variância	Dp	I.C	%CV
736	50,26	50,22	10,01	60,23	59,90	3,29	3,49	0,07	0,51	3,49 ± 1,27	14,67
	52,32	52,31	10,04	62,35	62,01	3,39					
	50,19	50,19	10,04	60,23	59,85	3,79					

Amostras	
Processo Seco (735)	
Processo Húmido (736)	

$$\% \text{ Teor de Humidade} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} * 100\%$$

onde:

W1 – Peso do cadinho vazio;

W2 – Peso do cadinho mais amostra antes da secagem;

W3 – Peso do cadinho mais amostra depois da secagem.

CINZAS

Tabela A - 2: Resultados experimentais obtidos do teor de cinzas

Determinação de Cinzas									
Processo Seco									
Amostra	Cadinhos Secos (g)	P. Cad + Amostra (g)	P. Cad. + Cinzas	% Cinzas	% Med. Cinz	Variância	Dp	I.C	% CV
735	53,29	63,30	51,27	2,67	2,61	0,0092	0,096	2,61 ± 0,24	3,67
	55,91	65,94	56,16	2,50					
	51,00	61,04	53,56	2,67					
Processo Húmido									
	Cadinhos Secos (g)	P. Cad + Amostra (g)	P. Cad. + Cinzas	% Cinzas	% Med. Cinz	Variância	D.p	I.C	%CV
736	50,22	60,23	50,37	1,30	1,22	0,0162	0,127	1,22 ± 0,32	10,43
	52,31	62,35	52,42	1,07					
	50,19	60,23	50,31	1,28					

Amostras	
Processo Seco (735)	
Processo Húmido (736)	

$$\% \text{ Teor de cinzas} = \frac{W3 - W1}{W2 - W1} * 100\%$$

onde:

W1 – Peso do cadinho vazio;

W2 – Peso do cadinho mais amostra antes da secagem;

W3 – Peso do cadinho mais amostra depois da secagem depois da incineração.

CIANETOS

Tabela A - 3: Resultados experimentais obtidos do teor de cianetos

Quantificação de Cianetos (1ppm = 1mg HCN/Kg Cassava)						
Processo seco						
Amostras	Conc. (ppm)	Media (ppm)	Variância	Dp	I.C	CV
735	10	10	0	0	10 ± 0	0
	10					
	10					
Processo Húmido						
736	5	5	0	0	5 ± 0	0
	5					
	5					

PROTEÍNAS

Tabela A - 4: Resultados experimentais obtidos do teor de proteínas.

Determinação de Proteínas											
Processo Húmido											
Amostra	Replica	Massa (g)	VttA (mL)	VttB (mL)	N (%)	Proteínas (%)	Med. Proteínas	Variância	Dp	LC	% CV
736 (P. Húmido)	1	0,3	0,48	0,25	0,11	0,69	0,73	0,0013	0,035	0,73 ± 0,09	4,84
	2	0,3	0,51	0,25	0,12	0,76					
	3	0,3	0,5	0,25	0,12	0,73					
Processo Seco											
735 (P. Seco)	1	0,3	0,86	0,25	0,28	1,78	1,76	0,0012	0,034	1,76 ± 0,09	1,97
	2	0,3	0,86	0,25	0,28	1,78					
	3	0,3	0,84	0,25	0,28	1,72					

$$\%N = \frac{(A-B) \times T \times 14 \times V_i \times 100}{P \times 1000 \times V_p} \quad (7)$$

$$\%Proteína\ bruta = \%N \times 6,25 \quad (8)$$

onde:

A = volume de HCl_(aq) gasto na titulação da amostra

B = volume de HCl_(aq) gasto na titulação do ensaio em branco

T = normalidade de HCl_(aq)

V_i = volume inicial de 75 mL

V_p = volume pipetado de 15 mL

P = peso da amostra em gramas

pH

Tabela A - 5: Resultados experimentais obtidos do teor de pH

Determinação de pH							
Processo Seco							
Amostra	Massa	pH	Med. pH	Variância	Dp	IC	% CV
735	10	7,48	7,5	0,0007	0,026	7,5 ± 0,07	0,35
	10	7,49					
	10	7,53					
Processo Húmido							
736	10	6,2	6,2	0,0001	0,01	6,2 ± 0,02	0,16
	10	6,21					
	10	6,19					

Amostras	
Processo Seco (735)	
Processo Húmido (736)	

FIBRAS

Tabela A - 6: Resultados experimentais obtidos do teor de fibras

Determinação de Fibras									
Processo Húmido									
Amostra	Massa (g)	P. Cad + A. Seca (g)	P. Cad + Cinzas (g)	% Fibras	Med. %Fibras	Variância	D.p	I.C	% CV
736	3,001	35,4	35,122	9,264	9,28	0,0002	0,015	9,28 ± 0,04	0,12
	3,010	31,247	30,968	9,269					
	3,002	31,249	30,97	9,293					
Processo Seco									
Amostra	Massa (g)	P. Cad + A. Seca (g)	P. Cad + Cinzas (g)	% Fibras	Med. %Fibras	Variância	D.p	I.C	% CV
735	3,005	33,992	33,867	4,159	4,07	0,0059	0,077	4,07 ± 0,19	1,89
	3,004	33,544	33,423	4,027					
	3,007	34,655	34,534	4,023					

$$\% \text{ Fibra bruta} = \frac{W_3 - W_2}{W_1} \times 100$$

onde:

W_1 – Peso da amostra

W_3 - Peso do cadinho contendo resíduo antes da incineração

W_2 – Peso do cadinho contendo resíduo depois da incineração

ACIDEZ

Tabela A - 7: Resultados experimentais obtidos do teor de acidez

Determinação de Acidez								
Processo Seco								
Amostra	Massa (g)	Vt. gasto (ml)	% Acidez (m/v)	Med. % Acid.	Variância	Dp	I.C	% CV
735	5,003	1,2	0,239	0,25	0,00014	0,0118	0,25 ± 0,03	4,68
	5,00	1,3	0,26					
	5,001	1,3	0,259					
Processo Húmido								
736	5,001	0,2	0,039	0,04	0	0	0,04 ± 0	0
	5,004	0,2	0,039					
	5,001	0,2	0,039					

$$\%(\text{m/v}) \text{ acidez} = \frac{V \times f \times 100}{P \times C} \times 100$$

onde:

V= nº de mL gasto na titulação da solução de NaOH 0,1 N;

f = factor da solução de NaOH 0,1 N;

P = massa da amostra em gramas;

c = correcção para solução de NaOH 1 N, 10 para solução NaOH 0,1 N.

CÁLCIO

Tabela A - 8: Resultados experimentais obtidos do teor de cálcio

Determinação de Cálcio									
Processo Seco									
Amostra	Vt. Gasto (ml)	V. Branco (ml)	%Ca	Md. %Ca	Ca (mg/100g)	Variância	Dp	I.C	% CV
735	1,2		0,333	0,377	377	0,00145	0,038	377 ± 0,09	10,07
	1,4	0,2	0,399						
	1,4		0,399						
Processo Húmido									
736	4,0		1,266	1,288	1288	0,00036	0,019	1288 ± 0,05	1,47
	4,1	0,2	1,299						
	4,1		1,299						

$$\%Ca = \frac{(V-V') \times N \times 200 \times F}{m_{amostra}}$$

$$Ca_{(mg/100g)} = \%Ca \times 1000$$

onde:

m_a - massa da amostra para análise em gramas

V- volume de permanganato a 0.01M gasto na titulação da amostra (mL)

V'- volume de permanganato a 0.01M gasto no ensaio em branco (mL)

N- normalidade da solução de permanganato a -0.01M

F- factor de diluição

LÍPIDOS

Tabela A - 9: Resultados experimentais obtidos do teor de lípidos

Determinação de Lípidos									
Processo Seco									
Amostra	Massa (g)	P. balão Vazio (g)	P.balão+Gord (g)	%Gordura	Med. % Gord	Variância	D.P	I.C	% CV
735	3,002	102,088	102,141	1,795	1,69	0,0358	0,189	1,69 ± 0,47	11,18
	3,006	117,826	117,870	1,473					
	3,004	147,522	147,576	1,807					
Processo Húmido									
736	3,009	114,047	114,081	1,129	1,15	0,000309	0,0175	1,15 ± 0,04	1,52
	3,003	157,577	157,611	1,162					
	3,000	136,867	136,901	1,156					

$$\% \text{ Gordura} = \frac{W_3 - W_2}{W_1} \times 100$$

onde:

W_1 – Massa da amostra tomada para análise

W_2 - Peso do balão vazio

W_3 – Peso do balão com a gordura

CARBOHIDRATOS

Tabela A - 10: Resultados experimentais obtidos do teor de carboidratos

Determinação de Carboidrato												
Amostras	Réplicas	Proteínas	Lípidos	Fibra Bruta	Cinzas	SOMA	Carboidrato	Med. Carboh.	Variância	D.P	I.C	C.V
Processo Seco												
735 P. Seco	1	0,69	1,79	4,16	2,67	9,31	90,69	90,90	0,0878	0,29	90,90 ± 0,74	0,33
	2	0,76	1,47	4,03	2,50	8,76	91,24					
	3	0,73	1,81	4,02	2,67	9,23	90,77					
Processo Húmido												
736 P. Húmido	1	1,78	1,13	9,26	1,30	13,47	86,53	86,60	0,0109	0,10	86,60 ± 0,26	0,12
	2	1,78	1,16	9,27	1,07	13,28	86,72					
	3	1,72	1,16	9,29	1,28	13,45	86,55					

$$\text{Carboidratos} = [100 - (L+P+F+C)]$$

onde:

L= lípidos (%), P = proteína (%), F = fibra bruta (%) e C = cinzas (%).

VALOR ENERGÉTICO

Tabela A - 11: Resultados experimentais obtidos do teor de energia

Determinação de Valor Energético										
Amostras	Réplicas	Carboh.	Proteínas	Lípidos	Energia	Med. Energia	Variância	D.P	I.C	C.V
735 P. Seco	1	90,69	0,69	1,79	381,67	381,73	0,259	0,508	381,73 ± 1,26	0,13
	2	91,24	0,76	1,47	381,25					
	3	90,77	0,73	1,81	382,26					
736 P. Húmido	1	86,53	1,78	1,13	363,39	363,77	0,346	0,588	363,77 ± 1,46	0,16
	2	86,72	1,78	1,16	364,45					
	3	86,55	1,72	1,16	363,47					

Valor Energético = (% *Proteínas x 4*) + (% *Lípidos x 9*) + (% *Carbohidratos x 4*)

TEOR DE FOSFORO

Tabela A - 12: Resultados experimentais obtidos do teor de fósforo

Determinação do teor de fósforo												
Soluções	Réplicas/ Massas	Conc. (mg/L)	Abs (430nm)	[Pµg/mL] A.eq.curva	[%P]	Media % P	[P(mg/100g)]	Media [P(mg/100g)]	Variância	Dp	I.C	%CV
Branco		0	0									
pad1		50	0,046									
pad2		100	0,089									
pad3		150	0,134									
pad4		200	0,172									
pad5		250	0,221									
Processo Seco												
735	3,006		0,005	4,222	0,0877	0,0806	87,7	80,06	177,1034	13,308	80,06 ± 33,06	16,62
	3,002		0,005	4,222	0,0878		87,8					
	3,001		0,004	3,111	0,0647		64,7					
Processo Húmido												
736	3,005		0,008	7,555	0,1571	0,13403	157,1	134,03	531,3033	23,05	134,03 ± 57,26	17,19
	3,004		0,007	6,444	0,1340		134					
	3,002		0,006	5,333	0,1110		111					

$$\% \text{Fósforo} = \frac{F \times 0,0625}{m_{\text{amostra}}}$$

$$P_{\text{(mg/100g)}} = \% P \times 1000$$

onde: F- Concentração do fósforo obtida através da curva de calibração em gramas;

m_a = massa da amostra em gramas.

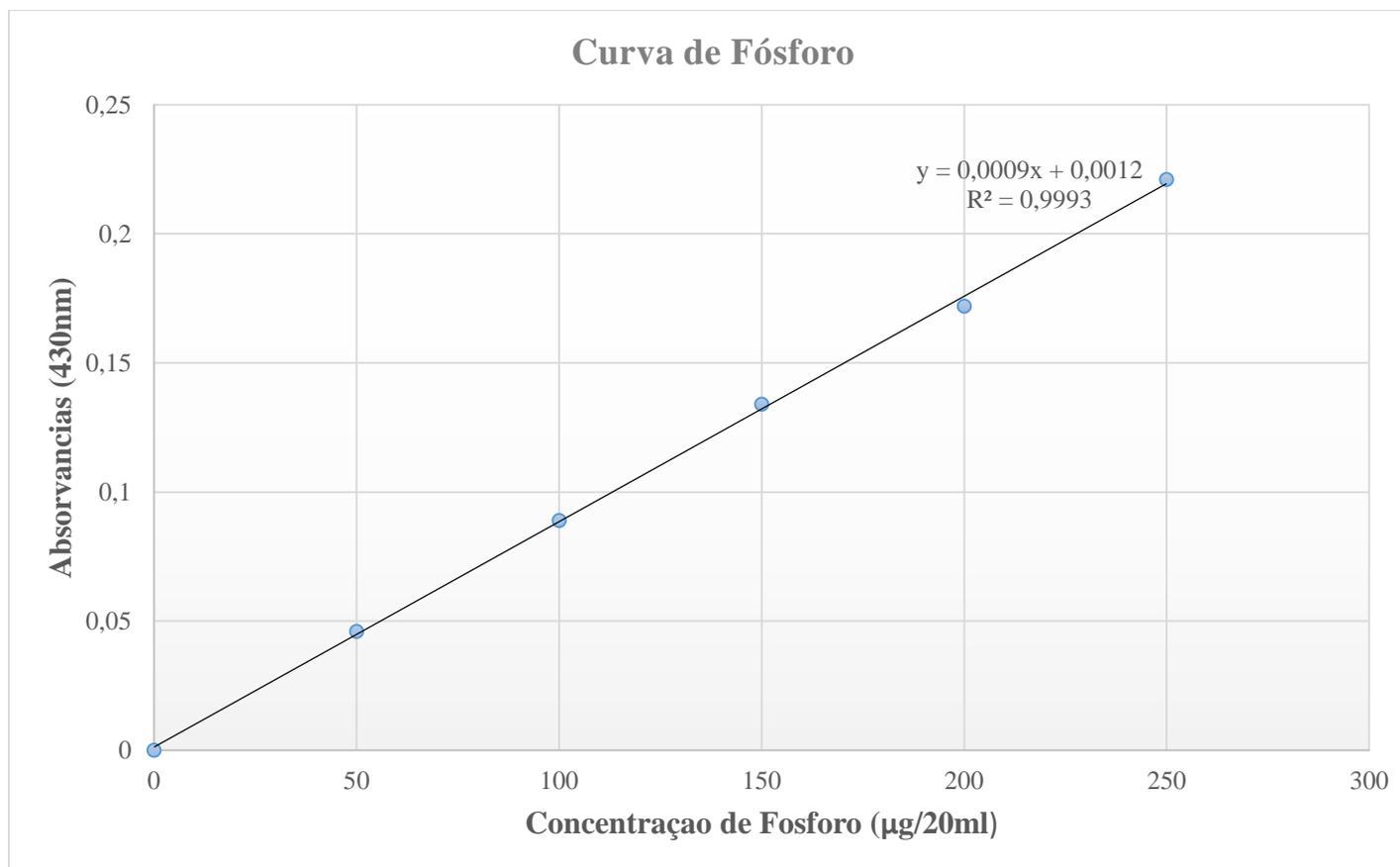


Gráfico A - 1: Curva de calibração de fósforo

TEOR DE FERRO

Tabela A - 13: Resultados experimentais obtidos do teor de ferro

Determinação do Teor de Ferro											
Soluções	Massas	Fd	Conc. (mg/25mL)	Abs (515nm)	[Fe mg/25mL] A.eq.curva	[Fe mg/100g]	Media	Variância	Dp	IC	%CV
Branco			0	0							
pad1			0,01	0,064							
pad2			0,02	0,132							
pad3			0,03	0,191							
pad4			0,04	0,258							
pad5			0,05	0,310							
Processo Seco											
735	6,001	50		0,008	0,000846	2,819	2,80	0,00099	0,0314	2,80 ± 0,08	1,12
	6,000	50		0,008	0,000846	2,82					
	6,003	50		0,0079	0,00083	2,765					
Processo Húmido											
736	6,002	50		0,009	0,001	3,333	3,29	0,00653	0,0808	3,29 ± 0,2	2,46
	6,001	50		0,0087	0,000958	3,192					
	6,004	50		0,009	0,001	3,331					

$$F_{\text{mg}/100\text{g}} = \frac{F_{\text{mg}/25\text{mL}} \times F_d \times 100 \times 4}{m_a}$$

onde:

Fe (mg/25mL) = Concentração do ferro obtida através da curva de calibração

F_d = factor de diluição

m_a = massa da amostra em g

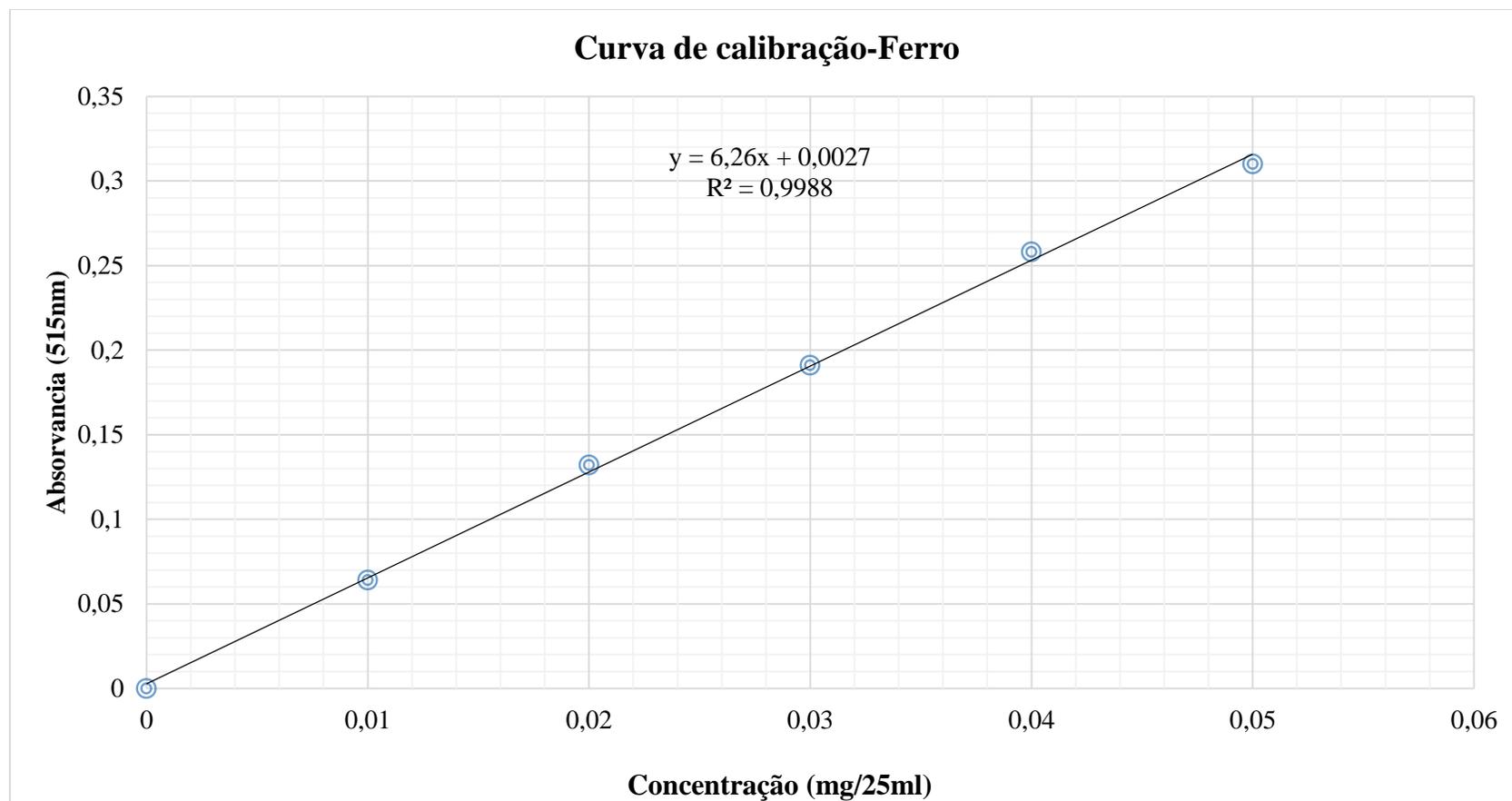


Gráfico A - 2: Curva de calibração de ferro