



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA
DIVISÃO DE AGRICULTURA
ENGENHARIA DE PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS

Avaliação físico-química e nutricional de folhas de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) submetidas à secagem.

Monografia Científica à apresentada no Instituto Superior Politécnico de Gaza como requisito para a obtenção de Licenciatura em Engenharia de Processamento de Alimentos

Autor:

António Sebastião Mazivile

Tutor:

Enoque Moiane

Lionde, Maio 2022



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia de licenciatura sobre: **Avaliação físico-química e nutricional de folhas de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) submetidas à secagem** à apresentada ao Curso de Engenharia de Processamento de Alimentos na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia de Processamento de Alimentos.

Tutor

Enoque Moiane

Lionde, Maio 2022



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

António Sebastião Mazivile, “Avaliação físico-química e nutricional de folhas de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) submetidas a secagem”, apresentada ao Curso de Engenharia de Processamento de Alimentos na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia de Processamento de Alimentos.

Monografia defendida e aprovada em 06 de Maio de 2022

O Júri

Tutor:

Enoque Moiaite

(Enoque Moiaite)

Avaliador 1:

Rafael Nanelo

(Rafael Nanelo)

Avaliador 2:

Raimundo Rafael Gamela

(Raimundo Rafael Gamela)



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu tutor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, Maio de 2022

António Sebastião Mazivile

(António Sebastião Mazivile)

| CONTEÚDOS | Páginas |
|---|----------------|
| DECLARAÇÃO | iii |
| ÍNDICE DE TABELAS E GRÁFICOS | iv |
| LISTAS DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS | vi |
| DEDICATÓRIA | vii |
| AGRADECIMENTOS | viii |
| RESUMO | ix |
| ABSTRACT | x |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. Objectivos | 2 |
| 1.1.1. Geral: | 2 |
| 1.1.2. Específicos: | 2 |
| 1.2. Problema e justificativa | 2 |
| 1.3. Hipóteses: | 3 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 2.1. Folhas de Mandioca (<i>Manihot esculenta Crantz</i>) | 4 |
| 2.2. Classificação taxionómica ou científica | 5 |
| 2.3. Importância..... | 5 |
| 2.4. Valor nutricional..... | 6 |
| 2.5. Composição química | 7 |
| 2.6. Secagem ou desidratação..... | 9 |
| 2.6.1. Vantagens da secagem..... | 10 |
| 2.6.2. Tipos de secagem | 10 |
| 2.6.2.1. Secagem natural | 10 |
| 2.6.2.2. Secagem artificial | 10 |
| 2.7. Determinação de parâmetros físico-químicas | 11 |
| 2.7.1. Humidade | 12 |
| 2.7.2. Cinzas | 12 |
| 2.7.3. Proteínas | 12 |
| 2.7.4. Ferro | 13 |
| 2.7.4.1. Determinação espectrofotométrica do ferro com alfa-alfa dipiridila | 13 |
| 2.7.4.2. Preparação da amostra..... | 13 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.7.4.3. | Curva padrão | 13 |
| 2.7.4.4. | Determinação do ferro..... | 14 |
| 2.7.5. | Fósforo..... | 14 |
| 2.7.5.1. | Determinação de fósforo por espectrofotometria na região do visível | 14 |
| 2.7.5.2. | Preparação da amostra..... | 14 |
| 2.7.5.3. | Curva padrão | 14 |
| 2.7.5.4. | Determinação de fósforo | 15 |
| 3. | METODOLOGIA | 16 |
| 3.1. | Local de estudo..... | 16 |
| 3.2.1. | Colecta e preparação de amostras..... | 16 |
| 3.3. | Análises físico-químicas..... | 18 |
| 3.3.1. | Determinação de humidade | 18 |
| 3.3.4.2. | Preparação de amostra de fósforo..... | 20 |
| 4. | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 22 |
| 4.1. | Caracterização físico-química..... | 22 |
| 4.1.1. | Teor de humidade | 23 |
| 4.1.2. | Teor de cinzas | 23 |
| 4.1.3. | Teor de ferro | 24 |
| 4.1.4. | Teor de fósforo | 26 |
| 4.1.5. | Proteínas | 27 |
| 5. | CONCLUSÃO | 31 |
| | RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISA | 32 |
| 7. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 33 |
| 8. | APÊNDICES | 36 |

INDICE DE TABELAS, GRÁFICOS E EQUAÇÕES

TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Classificação taxionómica ou científica da mandioca. | 5 |
| Tabela 2. Composição química e nutricional de algumas folhas verdes de alguns vegetais em 100 gramas por porção comestível..... | 8 |
| Tabela 3. Recomendações diárias de alguns nutrientes (em 100 gramas por porção comestível). | 9 |
| Tabela 4. Materiais e equipamentos..... | 15 |
| Tabela 5. Peso versus humidade | 20 |
| Tabela 6. Cinzas. | 23 |
| Tabela 7. Concentrações versus absorbância para determinação de curva de ferro..... | 24 |
| Tabela 8. Resultados referentes a amostra de ferro. | 25 |
| Tabela 9. Concentração versus absorbância para fósforo. | 26 |
| Tabela 10. Resultados de amostras de fósforo. | 26 |
| Tabela 11. Concentração versus absorbância para proteínas | 27 |
| Tabela 12. Resultados de proteínas. | 28 |
| Tabela 13. Resultados médios e desvio padrão de folhas de mandioca. | 29 |

GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1. Curva calibração de ferro. | 25 |
| Gráfico 2. Curva calibração de fósforo. | 27 |
| Gráfico 3. Curva calibração de proteínas. | 28 |

EQUAÇÕES

| | |
|---|----|
| Equação 1. Determinação de humidade. | 18 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| Equação 2. Determinação de cinzas. | 18 |
| Equação 3. Determinação de ferro | 19 |
| Equação 4. Determinação de fósforo..... | 20 |
| Equação 5. Determinação de proteína | 21 |

LISTAS DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

| | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| V | Volume |
| Uv/vis | Ultravioleta no visível |
| T₃ | Tratamento três |
| T₁ | Tratamento um |
| T₂ | Tratamento dois |
| % | Porcentagem |
| g | Gramas |
| l | Litros |
| m | Massa |
| mg/kg | Miligrama por quilograma |
| ml | Mililitros |
| °C | Graus celsius |
| ug | Microgramas |
| ug/kg | Microgramas por quilogramas |
| Fe | Ferro |
| H₂SO₄ | Ácido sulfúrico |
| P | Fósforo |
| HCl | Ácido clorídrico |
| Kg | Quilogramas |

DEDICATÓRIA

Ao Soberano Senhor do Universo Jeová Deus pela vida.

Aos meus pais Sebastião Tonela Mazivile e Laura Joaquim Govene.

A minha esposa e o meu filho e aos meus irmãos.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A Jeová Deus por me fazer entender as maravilhas da sua criação através da química e por me habilitar para este efeito. A minha esposa por amor, carinho, compreensão e por apoio incondicional que nunca deixou de acreditar em mim mesmo estando longe dela, obrigado por tudo. Ao meu filho Álen apesar de estar distante dele, sempre deu-me carinho e amor, o meu muito obrigado.

Aos meus irmãos, primos sobrinhos, e família no geral que sempre se preocuparam por meu bem-estar social mental e espiritual, contribuíram bastante para materialização deste meu sonho.

Ao meu docente orientador Engenheiro Enoque Moiane pela oportunidade oferecida, estímulo, consideração, apoio, paciência no decurso deste trabalho. A todos os docentes de curso de Engenharia de Processamento de Alimentos e os demais das outras áreas da ciência que me proporcionaram o conhecimento adicional.

A todos meus colegas de curso em especial os que estiveram comigo durante a realização deste estudo no Laboratório de Processamento de Campus Politécnico ISPG. Ao Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos, por me conceder a oportunidade de realizar algumas análises pelo suporte técnico no manuseio de certos equipamentos pelo pessoal técnico, nomeadamente a doutora Anabela, a doutora Marta, a doutora Cármen e aos estagiários que lá encontrei por ter proporcionando um ambiente acolhedor, o meu muito obrigado.

RESUMO

As folhas de mandioca podem ser consideradas fontes nutricionais importantes quando comparadas as outras hortaliças habitualmente consumidas, esta cultura constitui uma das fontes energética de extrema importância para milhões de pessoas. A mandioca é uma das culturas produzidas sazonalmente ao nível do país. Neste presente trabalho objectivou-se avaliar as características físico-químicas e nutricionais de folhas de mandioca (*Maníhot esculenta Crantz*) submetidas a desidratação na sombra, ao sol e na estufa. Após a pesagem das folhas de mandioca e submetidas a secagem na estufa à 50°C por 4 horas durante 3 dias, foram pesadas as folhas de mandioca de seguida colocadas nos sacos e expostas na sombra por 4 horas por 10 dias. Pesou-se as folhas de mandioca e estas foram expostas ao sol por 6 dias, após a obtenção de ponto óptimo de secagem foram trituradas onde foram determinados os seguintes parâmetros: ferro, usando o método de alfa alfa deperidila; fósforo, usando o método de vanado-molibdato; proteína usando o método de biureto (espectrofotómetro ultravioleta no visível); humidade, usando o método de dessecação (estufa) e cinzas, usando o método de incineração (mufla). De destacar que a determinação de humidade, cinzas e proteína foram realizadas no Laboratório do Campus do ISPG, e as restantes análises: ferro e fósforo foram determinadas no Laboratório Nacional de águas e Alimentos. O experimento baseou-se no esquema de delineamento inteiramente casualizados (DIC), constituído por três tratamentos (T₁-folhas de mandioca submetido a secagem ao sol, T₂-folhas de mandioca submetido a secagem na sombra, T₃-folhas de mandioca submetidas a secagem na estufa) e em três repetições (3x3). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias (Teste de Tukey) ao nível de 5% de significância através do programa minitab versão 18. Onde obteve-se os seguintes resultados: cinzas os valores variaram de 6,26 a 6,66 %, humidade 2,80 a 6,60 %, proteínas os valores variaram de 0,503 a 1,456 mg/g, ferro 0,0009 a 0,0068 mg/g e o fósforo variou-se 22, 66 a 24, 83 mg/g. Dos resultados obtidos em todos os tratamentos as que folhas de foram submetidas houve uma diferença significativa no que tange aos parâmetros ferro, proteína e humidade e não houve uma diferença significativa aos parâmetros fósforo e cinzas. Conclui-se que as folhas de mandioca submetidas ao processo de secagem apresentam as características físico-químicas nutricionais desejáveis para o consumo humano.

Palavras-chave: *Folhas de mandioca, análises físico-químicas, nutrientes, desidratação e tratamentos.*

ABSTRACT

Cassava leaves are source of rich nutritional value compared to other green edible leaves, these green cassava leaves are rich in energy and an important source of food to millions. Cassava is a seasonal crop in all parts of the country. In this project, we evaluated the chemical characteristics and nutritional value of the cassava (*Manihot esculenta Crantz*) was drying under the shade, exposing to the sun, into a greenhouse. The samples were first washed with ordinary water and then cleansed with distilled water to avoid a possible interference, after that it was submitted to dehydration through the sun, shade and into the greenhouse. After the leaves were weighed on the scale and submitted to a 50°C 4 hours heat for 3 days, the leaves were again weighed and left in the shade for 4 hours for a period of 10 days. We again weighed the leaves and again exposed to the sun for 6 days, after we determined the right point of drying, the leaves were ground and we obtained the following results: Iron, using the alfa deperidila method; phosphorus using the vanado-molibdato method; protein, using biureto method (ultraviolet spectrophotometer in the visible); humidity, using desiccation method (greenhouse) and ashes, using the method of incineration (mufla). Would like to emphasize that the humidity, ashes and proteins, were analyzed at ISPG Campus Laboratory, and the rest of analysis such as phosphorus, iron were analyzed at Laboratório Nacional de Águas e Alimentos. The experiment was entirely based on completely random system; due to nature of experiment itself, it encompassed 3 treatments as follows: (cassava leaves exposed to drying in the sun, cassava leaves were left to dry in the shade, cassava leaves were left to dry on the greenhouse.) This was done in 3 repetitions (3x) The results were submitted for analysis by ANOVA variance and analyzed by Tukey comparative test up to 5% using a the software minitab version 18. We got the following results: for ashes the values were 6,26 to 6,66 %, humidity from 2,80 to 6,60 %, proteins from 0,503 to 1,456 mg/g, iron from 0,0009 to 0,0068 mg/g and phosphorus varied from 22, 66 to 24, 83 mg/g. From the results obtained in various processes the cassava leaves were submitted, there are significant differences regarding iron, protein and humidity and there were no significant differences in phosphorus and ashes.

Keywords: *Cassava leaves, physicochemical analysis, nutrients, dyidration and treatments.*

1. INTRODUÇÃO

As folhas de mandioca podem ser consideradas fonte nutricionais importantes quando comparadas as outras hortaliças habitualmente consumidas, esta cultura constitui uma das fontes energética de extreme importância para milhões de pessoas e especialmente para as comunidades rurais. Caracteriza-se como alimento de alto valor energético, sendo um dos principais produtos de alimentícios nas principais refeições (SANTOS e MARQUES, 2016).

As folhas de mandioca consideradas como subprodutos que apresentam oscilações no que concerne teores proteínas face a idade da planta, entretanto não são deficientes em nenhum dos aminoácidos essenciais, sendo possível sua aplicação como ingredientes alimentícios para melhoria dos aspectos nutricionais do produto (TROMBINE e LEONEL, 2014).

As substâncias tóxicas presente nas folhas de mandioca são ocasionadas pelo teor de cianetos, restringem o uso *in nature*. A melhor forma de manuseio visando a redução do teor de ácido cianídrico, é a técnica de amassar e rasgar as folhas antes de seca-las (TROMBINE e LEONEL, 2014).

Entre as folhas verdes, as folhas de mandioca são as que evidenciam-se por serem uma fonte de proteínas, possuem baixo custo de produção por serem consideradas resíduos de uma substâncias e amplamente adaptáveis as condições do solo e também por não competir com o principal produto comercial, que são raízes. Tendo em conta isso as folhas de mandioca são também ricas em vitaminas A e vitaminas C, bem como alguns minerais como ferro, fósforo e magnésio (TEO, 2003).

É de conhecimento de muitos que as folhas de mandioca apresentam os aminoácidos essenciais inclusive algum deles como a lisina excede o padrão de referências pelo FAO. Entretanto as folhas de mandiocas apresentam alguns aminoácidos sulfurados principalmente como metionina (TEO, 2007).

É Sabido também que além de possuir um excelente teor de proteínas, estas folhas possuem também as taxas de cálcio fósforo, ferro e as vitaminas (caroteno), B₁ e B₂ (niacina) (TANGKA, 2003).

O presente trabalho teve como objectivo principal avaliar as características físico-químicas e nutricionais de folhas de mandioca submetidas a desidratação ao sol na sombra e desidratação na estufa.

1.1.Objectivos

1.1.1. Geral:

- Avaliar as características físico-químicas e nutricionais de folhas de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) submetidos à diferentes formas de secagem.

1.1.2. Específicos:

- Caracterizar as folhas de mandioca submetidas a secagem ao sol, na sombra e na estufa;
- Determinar parâmetros físico-químicas das folhas de mandioca submetida a diferentes formas de secagem;
- Descrever processo de secagem.

1.2. Problema e justificativa

A alimentação tem como o objectivo melhorar a qualidade de vida no que concerne a saúde e nutrição da população, bem como a prevenção de anomalias relacionadas com distúrbios devido à deficiência de nutrientes que podem desencadear doenças associadas à falta destes, através da protecção e a promoção de uma vida mais saudável, conduzindo ao bem-estar geral dos indivíduos (MISAU, 2017).

Ainda com a fonte anterior, ela considera que as folhas de mandiocas podem ser usadas na contribuição para evitar casos graves de doenças como a desnutrição e outros males que afectam a população, em particular da baixa renda. A desnutrição é o distúrbio que afecta quase todo mundo com maior predominância em países em via de desenvolvimento como Moçambique, devido a falta de nutrientes essenciais para a manutenção dos processos vitais, para o funcionamento fisiológico dos seres vivos, devido a deficiência do consumo de micronutrientes tais como: ferro, fósforo e vitaminas (MISAU, 2017).

A mandioca é uma cultura sazonal que no nosso país é produzida num determinado período do ano, a sua disponibilidade para todo ano é escassa, devido os factores climáticos, sendo mais abundante na época chuvosa e escassa na época fria.

Mas este facto pode ser colmatado ou minimizado empregando técnicas de processamento como a desidratação ou secagem das folhas de mandioca. Este método de desidratação das folhas pode contribuir para a disponibilidade em todo ano deste alimento, empregando técnicas simples e acessíveis mas preservando as características naturais das folhas, ajudando no combate de anomalias que podem advir por carências dos nutrientes essenciais para funções vitais.

O incentivo do consumo das folhas de mandioca pode suprir as carências nutricionais que afectam as populações vulneráveis, visto que as folhas de mandioca são de fácil acesso e cultivo. O consumo de folhas de mandioca é uma alternativa de combate a fome e desnutrição nas crianças, mulheres em idade fértil e na população em geral visto que este alimento é rico em proteínas, vitaminas e minerais, nutrientes estes que são vitais para vida, a mandioca no nosso país é produzida sazonalmente tornando indisponível o consumo das suas folhas em certa estação do ano, face isto o processamento das folhas podem torna-la disponível em quase todo ano contribuindo assim para o combate a fome e carências alimentares.

1.3.Hipóteses:

Hipótese nula: As propriedades físico-químicas de folhas de mandiocas não apresentam diferença nos parâmetros: fósforo e cinzas quando são submetidas a diferentes formas de secagem.

Hipótese alternativa: As propriedades físico-químicas de folhas de mandioca apresentam diferença nos parâmetros: humidade, proteínas e ferro quando são submetidas a diferentes formas de secagem.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Folhas de Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)

As folhas de mandioca são consideradas fontes de vitaminas e minerais em destaque vitamina C, pró-vitamina A (betacaroteno, presente em vegetais, amarelo e amarelos alaranjados), riboflavina, ácido fólico e minerais tais como: ferro, cálcio, magnésio, potássio e fósforo possuem ainda elevado conteúdo de fibras alimentares, podendo servir como fonte natural destes componentes e são conhecidos por sua cor característica, sabor e valor terapêutico (MAVIE, 2015).

Muitas pesquisas com as folhas verdes de vegetais, chamadas internacionalmente de Green Leaf Vegetables, foram efectuadas na Nigéria, Índia, Camarões e entre os outros, onde os centros de pesquisa procuram buscar soluções para manter o equilíbrio entre o crescimento populacional e a produtividade da agricultura, essas preocupações prevalecem em áreas tropicais e subtropicais do mundo (NAGAOKA *et al.*, 2019).

A literatura sempre relatou a presença de proteínas nas folhas da mandioca, e de compostos demolidos que são sensíveis à temperatura e supõe-se que podem degradar-se parcialmente nas condições de humidade, tempo de cocção ou cozimento, concentração de fibras, ácidos orgânicos e outros. O processo de desidratação das folhas de mandioca pode ter impacto positivo ao provocar a redução dos compostos anti-nutricionais e desnaturando proteínas, aumentando sua digestibilidade. Pesquisas mostram que tratamentos térmicos, como cozimento e secagem, contribuem para redução dos compostos anti-nutricionais presentes nos alimentos (MAVIE, 2015).

Com destaque ao autor anterior, as folhas desidratadas de mandioca apresentam elevados teores de vitamina A, minerais (cálcio, ferro, manganês, fósforo e o zinco), proteína (22 a 32%), fibra bruta (15 a 20%), cinzas (2 a 12%), vitaminas B₁ (0,46 mg), B₂ (0,91 mg), niacina (5,70 mg) e o ácido ascórbico ou vitamina C (980 mg) (MAVIE, 2015).

2.2. Classificação taxionômica ou científica

A mandiocqueira (*Manihot Esculenta Crantz*) é uma planta perene, arbustiva pertencente á família das euforbiaceae, é cultivada em regiões de clima tropical e subtropical e uma temperatura média em torno de 25°C, temperaturas inferiores a 15°C prejudicam o desenvolvimento vegetativo da planta. É tolerante à seca e possui ampla adaptação às mais variadas condições de clima e solo. Os solos mais recomendados são os profundos com textura média de boa drenagem. É fonte de nutrientes e energia, apresenta propriedade medicinal anti-reumática e anti-séptica (ELIZA, 2012).

Segundo Farias *et al.* (2006) a mandioca pertence:

Tabela 1. Classificação taxionômica ou científica da mandioca.

| | |
|---------------------------------------|---|
| Reino: <i>Plantae;</i> | Família: <i>Euphorbiaceae;</i> |
| Divisão: <i>Magnoliophyta;</i> | Género: <i>Monihot;</i> |
| Classe: <i>Magnoliospsida;</i> | Espécie: <i>Monihot esculenta.</i> |
| Ordem: <i>Malpighales;</i> | |

Fonte: FARIAS *et al.* (2006)

Pertencente à subfamília crotonoideae, *Manihot* Miller encontra-se ao lado de *cnidosculus* e *Manihotoides*, na tribo *Manihotoeae*, *Manihot* está mais estreitamente relacionados com *cnidosculus* do que com *jatropha*, contrariando o que se pensava antes, quando varias espécies de *Manihot* tinha m sido descrito como *jatropha* (FARIAS *et al.*, 2006).

2.3. Importância

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é amplamente utilizada no consumo humano, animal e uso industrial, sendo uma cultura difundido em vários países, a mandioca possui papel preponderante na geração de emprego e renda, principalmente aos pequenos e médios produtores rurais. As vantagens no cultivo da mandioca em relação às demais culturas agrícolas estão relacionadas ao seu amplo aproveitamento já que são utilizados desde as folhas, a caule e até as raízes para geração de alimentos (LOBO *et al.*, 2018).

As folhas de mandioca podem exercer um importante papel na nutrição humana e animal, uma vez que são fontes de proteínas. As proteínas desempenham várias funções nos processos biológicos, actuando, principalmente na formação e renovação de tecidos; por isso, sua

deficiência pode causar sérios danos à saúde, especialmente em crianças. Teores elevados de proteínas das folhas de mandioca têm sido observados em vários trabalhos, com uma faixa variando de 20,77 a 35,9 g/100g (MODESTI, 2006).

As folhas da mandioca são consumidas em pelo menos 60% dos países da África subsaariana e em alguns países asiáticos, como a Indonésia, a Filipinas e a Malásia. As folhas da mandioca são consumidas, como fonte de vitaminas e minerais, por mulheres grávidas, em Serra Leoa e na Libéria e para aumentar produção de leite materno (CARMO *et al.*, 2018).

A utilização da parte aérea da mandioca na alimentação animal se justifica como aproveitamento do resíduo devido ao seu valor proteico. O alto teor de fibra na parte aérea pode ser responsável pela baixa digestibilidade da proteína da folha e pela redução do consumo da mesma pelos animais. Observaram que no período em que a planta de mandioca apresenta maiores concentrações de proteína, o teor de fibra se apresenta na faixa de 21,86 a 26,66% nas folhas (AGOSTINI, 2006).

2.4. Valor nutricional

De ponto de vista nutricional, as folhas de mandioca podem ser consideradas como fonte de energia que contribui para a nutrição dos consumidores, embora estes necessitam de outros alimentos como fontes de proteínas, minerais, vitaminas e gorduras. As folhas de mandioca são as culturas que convertem a maior de energia solar em carboidratos solúveis por humidade de área (TROMBINE e LEONEL, 2014).

O valor nutricional dos vegetais variam de acordo com as partes das plantas, os dados sobre a composição química dos vegetais variam bastante, devido aos numerosos factores que afectam a composição química tais como diferença entre os tipos de cultura, grau de maturidade do alimento ou produto, estação do ano, local ou área de produção da planta, tipo do solo e o clima da região (TEO, 2007).

A presença de glicosídeos cianogênica (linamarina e lotaustralina), em concentrações que podem variar de 15 à 40 mg HCN/Kg nas folhas de mandioca, é um dos principais problemas de cultura. Os compostos cianogênicos e suas respectivas agliconas ou hidroxinitrilas são convertidos em cianetos no corpo humano, levando a doenças como hipertireoidismo, neuropatia atáxica, konzo (paralisia rápida e permanente) (BEZARRA, 2002).

As folhas de mandioca também apresentam baixos níveis de proteínas (3,2 a 4%) e são deficientes em metionina, esta deficiência é exacerbada pela presença de cianetos de enxofre, da metionina, para detoxificação. Apesar destes obstáculos a espécie é uma boa fonte de energia rapidamente disponível (65 % amido) para o homem (BEZARRA, 2002).

2.5. Composição química

As folhas de mandioca são muito largamente investigadas, devidos as suas propriedades nutricionais, as folhas de mandioca podem exercer um papel na nutrição humana e animal, uma vez são fonte de proteínas. As proteínas desempenham várias funções nos processos biológicos, actuando principalmente na formação e renovação de tecidos, por isso a sua deficiência pode causar sérios danos à saúde, especialmente em crianças (MADRUGA e CÂMARA, 2000).

As saponinas são glicosídeos que se encontram em uma grande variedade de plantas, caracterizadas pelo gosto amargo, capacidade de formar espuma em soluções aquosas e por causarem *in vitro* a hemólise de eritrócitos. A classificação das saponinas geralmente é feita de acordo com o núcleo fundamental, a aglicona, podendo ser denominada saponinas esteróides ou saponinas triterpênicas. A sua acção lipofílica facilita a complexação das saponinas com esteróides, proteínas e fosfolípidos das membranas celulares, alterando a permeabilidade das mesmas ou causando sua destruição (MADRUGA e CÂMARA 2000).

Segundo Sargilo *et al.*, (2003), analisaram as folhas de mandioca produzidas em 5 campos de produção, desidratadas à 45°C, verificaram um decréscimo do teor das proteínas com a idade das plantas, ao determinar esse teor entre 12 e 21 meses. Alguns pesquisadores relataram uma deficiência dos aminoácidos sulfurados nas folhas de mandioca (CORRÊA *et al.*, 2004).

Segundo Wobeto (2003), em seu trabalho com folhas de mandioca, constatou menores valores de saponinas colhidas aos 12 meses da idade das plantas de 2,90 g/100g.

Em seu turno, o Melo (2005), encontrou 1,07 g/100g em uma cultura diferente da mesma idade segundo o primeiro autor esse teor se eleva de acordo com a maturidade do vegetal. As diferenças encontradas são inerentes à cultura, à forma de secagem das folhas.

Ortega flores *et al.*, (2003), mostraram em seu trabalho, que ela não é deficiente em nenhum dos aminoácidos essenciais. Outros ainda mencionam que as folhas de mandioca possuem altos teores de lisina possibilitando que actuem como suplementadoras, visando à obtenção de uma melhor qualidade proteica nas dietas.

Os polifenóis podem reagir com as proteínas, isso devido há presenças de hidroxilas que gerem ligações de hidrogénio com as proteínas, formando complexos muito estáveis interferindo na extrabilidade e na digestibilidade proteica. Além disso afecta a palatibilidade dos alimentos por acarretar um sabor adstringentes devido à sua habilidade de se ligar às proteínas da saliva e membrana da mucosa (SARGILO *et al.*, 2003).

As hemaglutininas ou lectinas são substâncias que têm a capacidade de aglutinar células do sangue. Essa aglutinação é consequência da união das hemaglutininas com alguns componentes da membrana plasmática dos eritrócitos, sua toxicidade pode ser eliminadas pelo calor húmido (MODESTI, 2006).

Wobeto (2003), encontrou um percentual de perdas de cianetos que variou de 80, 16% em folhas de mandioca seca à sombra em várias culturas. A tabela 2 ilustra a composição química e nutricional de alguns vegetais em 100 g por porção comestível

Tabela 2. Composição química e nutricional de algumas folhas verdes de alguns vegetais em 100 gramas por porção comestível.

| Espécies | Características físico-químicas (%) | | | | | | |
|---------------|-------------------------------------|----------|---------|--------|-------|--------------|------------------------------|
| | Humidade | Proteína | Lípidos | Fibras | Cinza | Carboidratos | Ácido ascórbico (mg/100g) |
| Feijão nhemba | 88,4 | 29-43 | 9,49 | 52,61 | 7,69 | 52 | 35 |
| Mandioca | 81,0 | 22-32 | 5,95 | 15-20 | 2-15 | 58,15 | 80 |
| Couve china | 94,2 | 1,7 | - | - | - | | 55 |
| Abóbora | 92,6 | 27,33 | 5,43 | - | 20,27 | 49,65 | 10 |
| Batata-doce- | 86,7 | 27 | 1,3 | - | 3,6 | 22,6 | 20 |
| Alface | 94,0 | 3,5 | - | - | - | - | 18 |
| Repolho | 93,0 | 1,5 | - | - | - | - | 40 |

Fonte: (GRUPTA *et al.*, 2005).

Em estudo realizado pelo Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, verificou-se que as hortaliças fornecem 2% total de energia e 40% de teor de minerais.

Segundo National Research Council (2005), para alcançar as quantidades diárias recomendadas de nutrientes deve-se balancear a ingestão de frutas e cereais integrais. A tabela 2 demonstra as recomendações diárias recomendadas de alguns nutrientes em 100 g por porção comestível.

Tabela 3. Recomendações diárias de alguns nutrientes (em 100 gramas por porção comestível).

| Faixas etárias Sexo gênero | Fe (mg/dia) | K (mg/dia) | Ca (mg/dia) | Fibras totais (mg/dia) | Fibras solúveis (%) | Fibras insolúveis |
|----------------------------------|-------------|------------|-------------|------------------------|---------------------|-------------------|
| Homens adultos | 11** | 4,7** | 1000** | 25-35* | 30* | 70* |
| Mulheres grávidas | 15** | 5,1** | 1300** | 25-35* | 30* | 70* |
| Mulheres em idade férteis | 30** | 5,1** | 1300** | 25-35* | 30* | 70* |
| Crianças | - | 5,1** | 1300** | - | - | - |
| Mulheres lactantes | - | 5,1** | 1300** | - | - | - |

(Fonte: * National Research Council 2005 a), ** National Council 2005 b).

2.6. Secagem ou desidratação

Secagem é um processo por meio do qual a água ou outros fluidos são removidos nos alimentos ou produto. É também definida como um processo simultâneo de transferência de calor e massa umidade entre o produto e o ar de secagem. A secagem é umas das etapas do pré-processamento dos produtos agrícolas que tem como objectivo retirarem o teor de água neles contidos (CELESTINO, 2010).

A remoção da umidade deve ser feita em nível que o produto fique em equilíbrio com o ar do meio ambiente onde será armazenado e deve ser feita de modo a preservar a aparência e as qualidades nutritivas dos alimentos (CELESTINO, 2010).

2.6.1. Vantagens da secagem

Segundo Celestino (2010), algumas propriedades nutritivas de alimentos podem ser perdidas em destaque as vitaminas, processo com tratamentos térmicos em que os alimentos podem ser submetidos, com a secagem não é diferentes, mas apesar disso existe inúmeras vantagens:

- Aumento da vida útil do alimento;
- O alimento desidratado é nutritivo, apesar das possíveis perdas de alguns nutrientes, o valor alimentício do produto concentra-se por causa da perda de água;
- Facilidade no transporte e comercialização, pois o alimento seco é leve compacto e as suas qualidades permanecem inalteradas por longos períodos;
- O processo de secagem é económico, os secadores semi-industriais têm baixo custo;
- A mão-de-obra não necessita de ser especializada e os produtos desidratados têm baixo custo de armazenamento.

2.6.2. Tipos de secagem

Segundo Gava (2000), existe dois tipos de secagem: secagem natural e secagem artificial.

2.6.2.1. Secagem natural

A secagem de um alimento é o processo de conservação que permite a obtenção de produtos de baixo valor de humidade de água. Esta tecnologia possibilita prolongar a vida útil de produto, além de requerer pouco investimento, sendo apropriado para pequenos e médias agro-indústrias. A secagem natural pode ser aplicada em regiões com temperatura médias de 35°C a 40°C, com boa taxa de radiações solar, baixa humidade relativa do ar e baixo índice de poluição. A secagem natural é processo de baixo custo, sendo necessário apenas uso de bandejas para a desidratação e redes protectoras contra insectos (CASTRO, 2003).

2.6.2.2. Secagem artificial

A secagem artificial utiliza equipamentos em que o alimento é colocado e o processo de desidratação ocorrem por um dado período de tempo. Esse processo é classificado como batelada. No entanto alimentos húmidos podem ser continuamente colocados no equipamento e continuamente removido, sendo classificado como processo contínuo. Na maioria dos processos de secagem artificial, ar quente com uma velocidade de 0,5m/s a 3m/se baixa humidade é utilizado para a transferência de calor por condução e radiação também ocorrem (AGUIRRE e FILHOS, 2003).

2.7. Determinação de parâmetros físico-químicas

Análise bromatológica, dentro do contexto da química analítica aplicada desempenha importante papel da qualidade e segurança dos alimentos. Em determinados momentos, a sua utilização torna-se decisiva para equacionar e resolver problemas de saúde pública e também para aumentar acções de vigilância sanitária. Actua, também como coadjuvantes nas inovações tecnológicas de alimentos. Devido à complexidade da sua constituição orgânica, os alimentos muitas vezes são consideradas matriz difícil de serem manipuladas, o analista deverá estar devidamente treinado e somente a experiência apreendida ao longo dos anos poderá fornecer segurança analítica (IAL, 2008).

A digestão da amostra pode ser realizada por via húmida e em carbonização em bico de bunsen, seguida de calcinação em mufla com temperatura variando de (400-550) °C (dependendo do alimento) ou por via húmida, utilizando-se misturas oxidantes como ácido nítrico, sulfúrico, perclórico, peridrol, entre outros. O tratamento da amostra por via húmida é geralmente realizado empregando-se como fonte de aquecimento uma chapa aquecedor método tradicional mas pode-se também utilizar, entre outras, um sistema de microondas aberto ou fechado (IAL, 2008).

Em cápsula de porcelana, pese ou pipete uma quantidade adequada da amostra previamente homogeneizada, de tal maneira que leitura do elemento na solução da amostra digerida esteja compreendida na faixa linear da curva-padrão. Caso o elemento seja líquido coloque a cápsula em estufa em 105 °C até a secar completamente, queime a amostra em bico de bunsen com tela de amianto até cessar o desprendimento da fumaça, tomando cuidado para evitar respingos que a amostra se incendeie. Coloque a cápsula na mufla e aqueça gradualmente até (400-450) °C (IAL, 2008).

Para as determinações de Fe, Ca, Mg, Na, Mn, Cr, e Cu, a temperatura da mufla poderá ser de 550°C, deixando nessa temperatura por um período de quatro horas. Retire da mufla e deixa esfriar. Humedeça as cinzas com água desmineralizada e adicione 1 ml de HNO₃. Aquece a até a secara em chapa aquecedora, retorne para a mufla (400-450) °C quantas vezes forem necessárias, e repetindo a adição de acido, até a completa mineralização da amostra, ou seja, até obtenção de cinzas claras, isentas de carvão. Dissolva as cinzas utilizando o ácido indicado de acordo com a técnica analítica usada para a determinação, de tal maneira que a concentração final de acido seja a mesma que a das soluções-padrão (IAL, 2008).

Aqueça, se necessário, e transfira quantitativamente com água destilada e deionizada para o balão volumétrica de 10 ou 25 ml ou um outro volume de acordo com a sensibilidade da técnica analítica a ser usada para determinação dos elementos, prepare as amostras em triplicatas e um branco dos reagentes em paralelo (IAL, 2008).

2.7.1. Humidade

A determinação da humidade do alimento é normalmente a primeira análise bromatológica a ser realizada na rotina analítica. A forma mais simples de obter esse valor é a utilização do método perda por dessecação em estufa á 105°C. A técnica consiste em pesar 2 a 10 gramas de amostra em cápsula de porcelana (com peso conhecida e previamente seca em estufa). Após 2 ou 3 horas, retirar da estufa e resfriar em dessecador e pesar. Repetir as operações de aquecimento e resfriamento até peso constante (IAL, 2008).

2.7.2. Cinzas

Resíduo por incineração ou cinzas é o nome dado ao resíduo obtido por aquecimento de um produto em temperatura próxima a (550-570) °C. Nem sempre este resíduo representa toda a substância inorgânica presente na amostra, pois alguns sais podem sofrer redução ou volatilização neste aquecimento. A determinação de teor de minerais em alimentos geralmente é realizada através da obtenção do resíduo por incineração mais conhecida por cinzas. Para obtenção de teor de cinzas é necessário que a amostra de alimento seca seja aquecida a 550°C, qual os componentes orgânicos se decompõem, restando apenas o conteúdo mineral (IAL, 2008).

2.7.3. Proteínas

As proteínas são compostas polímeros formados de uma ou mais cadeias de aminoácidos, sendo responsáveis por diversas funções no organismo. Entre as funções biológicas, participam da formação dos tecidos, são biocatalisadoras e transportadoras de oxigénios (RIBEIRO, 2004).

As proteínas da parte aérea da mandioca apresentam deficiências em alguns aminoácidos sulfurados, principalmente metionina, o que caracteriza proteína com baixo valor nutricional. A fenilalanina seria o segundo aminoácido limitante na folha de mandioca (AGOSTINI, 2006).

O método de biureto baseia na reacção do reactivo do biureto que é constituído de uma mistura de cobre e hidróxido de sódio, sendo o tártaro de sódio o recomendado por Gornall e cols. O cobre em meio alcalino reage com proteína formando um complexo quadrado planar com

ligações peptídica. O produto da reacção apresenta duas bandas de absorção, uma em 270 nm e outra em 540 nm. Apesar da banda na região de 270 nm aumentar em 6 vezes a sensibilidade do método do biureto, a banda da região 540 nm é mais utilizado para fins alimentícios porque diversas substâncias normalmente presente na maioria dos meios analisados absorvem na região de 270 nm causando muita interferência no método (ALMEIDA *et al.*, 2012).

O método de biureto tem sido aplicado para determinar a concentração de proteínas totais, em diferentes meios, sendo eles: soro ou plasma sanguíneo, líquidos cérebro espinhal, (liquor), urina, alimento, saliva fibrinogénio e tecido animal. O método de biureto tem sido também utilizado em análise por injeção em fluxo, assim como em alguns métodos cinéticos (ALMEIDA *et al.*, 2012).

2.7.4. Ferro

2.7.4.1. Determinação espectrofotométrica do ferro com alfa-alfa dipiridila

O método é aplicável a alimentos naturais e enriquecidos, e baseia-se na complexação do ferro (II) com alfa e determinação por espectrofotometria na região do visível (IAL, 2008).

2.7.4.2. Preparação da amostra

A quantidade da amostra a ser digerida deve ser proporcional a quantidade do ferro presente no alimento. O pré-tratamento e digestão da amostra seguem os procedimentos de tratamento da amostra e método respectivamente, dissolva as cinzas em 0,5 ml do ácido clorídrico, aqueça, se necessário, para melhor dissolução, transfira com água destilada para balão volumétrica de 25 ml e completa o volume prepara um branco da amostra (IAL, 2008).

2.7.4.3. Curva padrão

Em uma série de béqueres de 150 ml, pipete alíquotas de 1, 2, 5 e 10 ml da solução-padrão intermediária de ferro de 0,01 mg/ml, correspondente as concentrações de 0,01, 0,02, 0,05, 0,1 mg/de ferro. Adicione 1 ml da solução de cloridrato de hidroxilamina a 10% m/v. Aqueça até a ebulição, durante 10 minutos, esfrie e transfira esta solução para o balão volumétrica de 50 ml. Adicione 5 ml da solução-tampão de acetato ou ácido acético e 2 ml de alfa alfa-dipiridila, a 0,1% complete o volume com água destilada e deionizada, homogeneize solução. Prepare um branco da mesma forma, usando uma alíquota da solução do ácido clorídrico a 2%. Zere o equipamento com branco e faça leitura de absorbância de solução-padrão em espectrofotométrica

a 510 nm, construa a curva-padrão, usando a regressão linear e calcule o coeficiente angular (IAL, 2008).

2.7.4.4. Determinação do ferro

Pipeta volume adequado da solução de amostra (de acordo com a quantidade do ferro na amostra) para um béquer de 150 ml, continue como em curva-padrão a partir de 1 ml de solução de cloridrato de hidroxilamina a 10 %, prepare um branco da mesma forma com todos os reagentes usados na amostra. Espere 10 minutos para completar o desenvolvimento da cor vermelha, leia a absorvância do branco e da amostra, determine a quantidade do ferro (IAL, 2008).

2.7.5. Fósforo

2.7.5.1. Determinação de fósforo por espectrofotometria na região do visível

O método é aplicável a determinação do fósforo em alimentos, baseia-se na complexação do fósforo com vanado-molibdato de amônio e determinação por espectrofotometria na região do visível (IAL, 2008).

2.7.5.2. Preparação da amostra

A quantidade de amostra a ser digerida deve ser proporcional a quantidade de fósforo presente na amostra. O pré-tratamento e a digestão da amostra seguem os procedimentos de tratamento da amostra e do método respectivamente. Dissolve as cinzas em 10 ml de ácido clorídrico e 1 a 2 ml de HNO₃ concentrado. Leve a ebulição, por cerca de cinco minutos em chapa quente para hidrolisado os polifosfato. Resfrie e transfira com água destilada e deionizada para balão volumétrica de 100 ml e complete o volume, prepare um branco de amostra (IAL, 2008).

2.7.5.3. Curva padrão

Em uma série de balões volumétrica de 50 ml, pipete volumes da solução-padrão de trabalho contendo de 0,2 a 1,5 mg de fósforo (essas alíquotas podem variar de acordo com a sensibilidade e a faixa linear de trabalho do equipamento). Adicione 10 ml do reagente vanado-molibdato de amônio em cada balão. Complete o volume com água destilada e deionizada, homogeneíze e espere 10 minutos para fazer leitura. Prepare um branco de reagentes da mesma forma, zere o equipamento com branco dos reagentes leia a absorvância dos padrões e depois faça a regressão linear e calcule o coeficiente angular da curva (IAL, 2008).

2.7.5.4. Determinação de fósforo

Em balão volumétrico de 50 ml, pipete uma alíquota adequada da amostra, de tal forma que a leitura da absorbância esteja compreendida na faixa linear da curva-padrão. Adicione 10 ml do reagente vanado-molibdato de amónio e complete o volume com água destilada e deionizada e por fim homogeneize e espere 10 minutos para fazer a leitura e posteriormente leia (IAL, 2008).

3. METODOLOGIA

3.1. Local de estudo

O experimento foi conduzido no Laboratório de Processamento de Alimentos de ISPG, no Campus Politécnico de ISPG, situado no posto administrativo de Lionde, na província de Gaza, em Moçambique. A sua sede é a cidade do Chókwè, tem limites geográficos, a norte com distrito de Mabalane, a norte e a nordeste com o distrito de Guijá, a leste com o distrito de Chibuto, a sul com os distritos de Limpopo, Bilene e a oeste limitado pelo distrito de Magude da província de Maputo.

Tabela 4. Materiais e equipamentos.

| Material de estudo | Materiais /utensílios | Equipamentos |
|--------------------|-----------------------|-------------------|
| Folhas de mandioca | Provetas | Estufa |
| | Cadinhos | Mufla |
| | Pinças | Balança |
| | Placas | Hot |
| | Erlernmeyer | Espectrofotómetro |
| | Espátulas | Placa aquecedora |
| | Esferográficas | Bico de Bunsen |
| | Luvas | Dessecador |
| | Mascaras | |
| | Blocos de notas | |
| | Fósforos | |
| | Reagentes | |

Fonte: Autor

3.2. Métodos

3.2.1. Colecta e preparação de amostras

O estudo iniciou com a identificação do camponês pré-seleccionado em Majangue, no distrito de Chókwè, província de Gaza na região sul do país (Moçambique) posteriormente fez-se a colheita das folhas de mandioca, acondicionadas em sacos plásticos e levadas para Campus. Onde fez-se a

selecção, classificação, após fez-se a pesagem, lavagem com água corrente e posteriormente enxaguadas com água destilada com intuito de eliminar os possíveis interferentes.

Após estes processos referidos acima as amostras foram separadas em três categorias com peso aproximadamente iguais e foram submetidas a três tratamentos (desidratação ao sol, desidratação na estufa e desidratação na sombra e pesaram quase 1,432kg, em cada tratamento).

As realizações das análises físico-químicas de folhas de mandioca foram efectuadas no Laboratório de Campus de Instituto Superior Politécnico de Gaza e no Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos, após serem submetidas ao processo de desidratação na estufa, ao sol e na sombra e posteriormente trituradas. Para a realização do estudo foi necessário a utilização de materiais, utensílios e equipamentos patentes na tabela 4 anterior, onde foram analisados os seguintes parâmetros: teor de cinzas, humidade, fósforo, ferro e proteínas, empregando técnicas necessárias para cada parâmetro e os reagentes requeridos com cuidado e com rigor para garantir a qualidade e a fiabilidade de resultados em análises.

3.2.2. Secagem na estufa

Foram pesados 1,432 Kg de folhas de mandioca e submetidas à secagem na estufa a uma temperatura de 50°C por 4 horas por dia, durante 3 dias até atingir o ponto de secagem que se obteve pela obtenção de pesos constantes, em seguida foram colocadas na panela trituradora.

3.2.3. Secagem na sombra

As folhas de mandioca após a pesagem (1,429 Kg) foram expostas na sombra até a obtenção de peso constante por 4 horas por dia, durante 10 dias e posteriormente foram submetidas ao processo de trituração.

3.2.4. Secagem ao sol

Pesou-se folhas de mandiocas (1,400 Kg) e estas foram expostas ao sol por 4 horas por dia, durante 6 dias até obtenção de peso constante e de seguida foram submetidas ao processo de trituração.

3.3. Análises físico-químicas

3.3.1. Determinação de humidade

Esta análise foi determinada empregando-se método de dissecação em estufa à 105°C por duas horas. A técnica consistiu em pesar 5 gramas de amostra pulverizada (transformada em pó ou triturada) em placa de petri com peso conhecido previamente seco em estufa, levou-se as amostras contidas nas placas para o aquecimento à 105°C durante duas horas, retirou-se da estufa, resfriou-se no dessecador e posteriormente fez-se a pesagem, como ilustra a tabela 5, e com base desses valores calculou-se a humidade. Os cálculos foram obtidos usando a fórmula 1.

Equação 1. Determinação de humidade.

$$\text{Humidade \%} = \frac{m-m_1}{m} * 100$$

3.3.2. Determinação de cinzas

A determinação do teor de minerais em alimentos foi realizada através da obtenção do resíduo por incineração mais conhecido por cinzas. Pesou-se 5g de amostra previamente pulverizada em cápsula de porcelana (previamente seca em estufa). Para obtenção do teor de cinzas foi necessário que a amostra de alimento seco seja carbonizada na placa aquecedora posteriormente aquecida a 550°C na mufla, temperatura na qual os componentes orgânicos se decompõem restando apenas o conteúdo mineral, após obtenção as cinzas foram resfriadas no dessecador por 30 minutos e posteriormente fez-se a pesagem, o resultados de teor de cinzas encontram explícito na tabela 6 abaixo. A fórmula 2 mostra como foram efectuados os cálculos.

Equação 2. Determinação de cinzas.

$$\text{Cinzas \%} = \frac{m_2-m}{m_1-m} * 100$$

3.3.3. Determinação de ferro

Lavou-se as cinzas com 40 ml do HCl de 1:1, e com 60 ml de água destilada transferiu-se o concentrado da cápsula para o copo de precipitação (copo de béquer) de 200 ml adicionou-se algumas gotas de HNO₃ à 65% misturou-se e digeriu-se por 30 minutos na placa aquecedora, arrefeceu-se, filtrou-se para um balão volumétrica de 100 ml, de seguida perfez-se o volume com água destilada. A solução assim preparada pode ser aplicada também para determinação de cálcio e outros minerais. A fórmula 3 mostra como foram obtidos os resultados.

Equação 3. Determinação de ferro

$$Fe = \frac{Fe (mg/25ml)*F*100*4}{m}$$

Onde:

Fe (mg/25ml) = concentração de ferro obtido através da curva de calibração;

F= Factor de diluição;

m = toma da amostra.

3.3.3.1. Preparação de curva de calibração ou padrões de ferro

Para cada balão de 25 ml pipetou-se 1, 2, 3, 4 e 5 ml de solução de trabalho de ferro, juntou-se alguns cristais de ácido ascórbico e dissolveu-se. Adicionou-se 5 ml de solução tampão, 1ml de alfa alfa-dipiridila e completou-se o volume com água destilada obtendo as seguintes concentrações 0,01; 0,02; 0,03; 0,04 e 0,05 mg de ferro por 25 ml. Agitou-se, deixou-se em repouso por 30 minutos a temperatura ambiente e leu-se com a absorbância de 515 nm, e obteve-se a absorbâncias, e na base destes dados (concentração e absorbância) projectou-se o gráfico1.

3.3.3.2. Preparação de amostras

Para cada balão volumétrico de 25 ml pipetou-se 5 ml de amostra, adicionou-se alguns cristais de ácido ascórbico, 5 ml de tampão, 1 ml de alfa alfa-dipiridila e perpez-se volume com água destilada agitou-se, deixou em repouso por 30 minutos e posteriormente fez-se a leitura no espectro Uv à 515 nm.

3.3.4. Determinação de fósforo

Após a obtenção das cinzas tratou-se as com HCl concentrado onde foram cobertas totalmente e evaporou-se o ácido até a secura em Banho-maria em ebulição numa câmara de gases para eliminação tóxica. Pipetou-se 3 ml de HNO₃ á 10% e ferveu-se em Banho-maria durante 5 minutos numa câmara de gases, deixou-se secar o resíduo para evitar hidrolisados ortofosfato que produziria uma reacção.

Filtrou-se para um balão volumétrica de 250 ml, lavou-se o cadinho, filtrou-se com a água destilada recolhendo essa água de lavagem para o mesmo balão, completou-se o volume com água destilada, desta solução e tomou-se 10 ml de para balão de 250 ml de seguida perpez-se o volume com água destilada solução diluída.

3.3.4.1. Preparação de curva de calibração de fósforo

Para cada balão de 50 ml pipetou-se 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 da solução de trabalho ou solução padrão e adicionou-se água destilada em cada balão de modo a perfazer o volume de 10 ml para cada, depois adicionou-se 10 ml em cada balão o reagente nitromolibdovanato e deixou-se em repouso durante 10 minutos, depois procedeu-se a leitura no espectrofotómetro ultravioleta visível à 430 nm, de salientar que para o branco pipetou-se 10 ml de água destilado de seguida 10ml de nitromolibdovanato. As concentrações e as respetivas absorbâncias encontram-se e na base destes dados construi-se o gráfico 2.

3.3.4.2. Preparação de amostra de fósforo

Em cada balão pipetou-se 10 ml de amostra e 10 ml do reagente de nitromolibdovanato em triplicata, ficou em repouso durante 10 minutos e de seguida efetuou-se a leitura no espectrofotómetro Uv à 430 nm. A fórmula 4 foi usada para a determinação dos cálculos.

Equação 4. Determinação de fósforo.

$$\text{Fosforo \%} = \frac{F \cdot 0,0625}{G}$$

Onde:

F: concentração de fósforo em $\mu\text{/g}$ lidas em curva padrão;

0,0625=factor de cálculo e de diluição;

G=peso em gramas de amostra.

3.3.5. Determinação de proteínas

O método usado para determinação de proteínas foi o método de biureto, este método baseia se na reação do recativo biureto que é constituído de uma mistura de cobre e hidróxido de sódio com um complexante que estabiliza o cobre em solução.

3.3.5.1. Preparação de curva de calibração de proteínas ou padrões

Para a preparação de curva de calibração usou-se 6 tubos de ensaios onde em cada tubo pipetou-se 0.0 ml, 1.0 ml, 2.0 ml, 3.0 ml, 4.0 ml, 5.0, de seguida perfez-se o volume de 5 ml com água destilada, depois pipetou-se 2 ml do reagente do biureto e de seguida fez-se a leitura no espectrofotómetro á 540 nm e obteve-se as absorbâncias e a curva de calibração. Na base dos resultados obtidos projetou-se o gráfico 3.

Pesou-se 10 gramas de amostra e dissolveu-se em 100 ml de água destilada de seguida com auxílio papel de filtro efetuou-se a filtração, do filtrado, tomou-se 300 (µl) microlitros de amostra para cada 9 tubos de ensaio previamente lavados e secados na estufa à 105°C, de seguida adicionou-se 200 (µl) microlitro de água destilada e por fim adicionou-se 2000 (µl) do reagente de biureto, deixou-se em câmara escura por 30 minutos, por fim fez-se a leitura no espectrofotómetro ao 540 (nm) nanómetro de comprimento de onda e obteve-se os resultados. A fórmula 5 ilustra como foram executados os cálculos.

Equação 5. Determinação de proteína

$$\text{Proteína} = \frac{V * 0,14 * f}{P}$$

Onde:

V= diferença entre o número de ml de ácido sulfúrico 0,05 M e número de hidróxido de sódio 0,1M gasto na titulação.

F = fator de conversão (utilizando 6,265)

P = peso de amostra.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização físico-química

O teor de humidade variou entre 2,8% a 6,6%, com diferença estatística apenas no T₂. Carmo *et al.*, (2018) relataram valores que variaram de 68,70 a 72,80% de humidade, quando estudaram a caracterização físico-química e determinação de ácido cianídrico em folhas de mandioca e Modesti (2006) encontrou valores que variaram 9,46 a 74,57%, quando estudou a obtenção e caracterização de concentrado proteico de folhas de mandioca submetidas a diferentes tratamentos, valores encontrados por ambos autores, são vistos como altos quando comparados aos desta pesquisa.

Referentes ao teor de cinza, os valores variaram de 6,00% a 6,66%. Valores similares aos desta pesquisa, foram reportados por Achidi *et al.* (2008) que encontraram teores de cinzas da mesma ordem de grandeza variando entre 5,68 e 6,13%, para as folhas de dois cultivares de mandioca e, Modesti, 2006 teve os seu valores variando entre 4,68 a 7,06% ao estudar a caracterização de concentrado proteico de folhas de mandioca.

O teor de proteína nas amostras analisadas variou entre 5,0273 mg/100g a 14,5902 mg/100g. Estes valores são vistos como baixos da faixa observados por Oni *et al.* (2011) que encontrou valores entre 19,7 a 24,0 mg/100g, para as folhas de quatro variedades de mandioca cultivadas na África. De um outro lado, Achidi *et al.* (2008) também encontraram teores de proteína superiores, entre 33,8 mg/100g e 37,4 mg/100g em folhas de dois cultivares de mandioca cultivadas na Nigéria.

Relativamente a fósforo, os valores variaram de 755,556 mg/100g a 827,778, mg/100g. Valores baixos comparativamente aos desta pesquisa, foram encontrados por Agostini (2006), estiveram entre 5,00 mg/100g a 5,7mg/100g, ao estudar a utilização de farinha de mandioca comum enriquecida com adição das próprias folhas desidratadas para consumo alimentar.

No que concerne o ferro foram encontrados 0,0824 mg/100g a 0,1138mg/100g na presente pesquisa. Agostini (2006) ao estudar a utilização de farinha de mandioca comum enriquecida com adição das próprias folhas desidratadas para consumo alimentar, encontrou valores de ferro acima aos deste trabalho, que oscilaram entre 33.00 a 219mg/100g.

4.1.1. Teor de humidade

Teores de humidade encontrados neste trabalho variaram de 2,8% para T₁, 3,3% para T₃ e maior valor para T₂ com 6,6%. Valores acima ao deste estudo, foram reportados por Mavie (2015) no seu estudo sobre a elaboração e caracterização físico-química de sopas instantânea a partir de ingredientes localmente disponíveis, encontrou valor de 7,49%. 12,50%, foi o valor encontrado por Agostini (2006) quando estudava a utilização de farinha de mandioca comum enriquecida com adição das próprias folhas desidratadas para consumo alimentar, Modesti (2006), teve valores elevados de 9,46 g100g⁻¹ quando estudava a caracterização de concentrado proteico de folhas de mandioca submetidos a diferentes tratamentos, e o Wabeto *et al.* (2006), encontrou os valores 6,46 g100g⁻¹, similares ao T₂ desta pesquisa, quando faziam estudo de nutrientes na farinha de folhas de mandioca.

Tabela 5. Peso versus humidade.

| Tratamentos | Repetições | PPV (g) | PPA (g) | PPAS (g) | Humidade % (m/m) |
|----------------|------------|---------|---------|----------|------------------|
| T ₁ | i | 71,17 | 76,17 | 76,07 | 2,0 |
| | ii | 46,00 | 51,01 | 50,85 | 3,2 |
| | iii | 46,36 | 51,37 | 51,21 | 3,2 |
| T ₂ | i | 47,30 | 52,30 | 51,99 | 6,2 |
| | ii | 43,47 | 52,44 | 52,14 | 6,0 |
| | iii | 48,08 | 53,07 | 52,69 | 7,6 |
| T ₃ | i | 46,36 | 51,37 | 51,19 | 3,6 |
| | ii | 47,43 | 52,43 | 52,30 | 2,6 |
| | iii | 48,03 | 53,03 | 52,84 | 3,8 |

Legenda: PPV: peso de placa vazia; PPA: peso de placa com amostra; PPAS: peso de placa com amostra seca.

Fonte: Autor.

4.1.2. Teor de cinzas

As cinzas correspondem o conteúdo mineral total existente nas folhas de mandioca. No presente estudo foram encontrados 6,26 à 6,66 %, de teores de cinzas. O conteúdo de mineral obtido por

Trombine & Leonel (2014) no seu estudo sobre a composição físico-química e propriedades tecnológicas de folhas de mandioca, foi de 10,23g.100g⁻¹%, o Teo (2007), no seu trabalho quando estudava as propriedades físico-químicas, funcionais e nutricionais e aplicação tecnológica de concentrado proteico de folhas de mandioca, encontrou valor de 6,3 g/100g dados reportados por este último autor, mostra-se como sendo similar aos dados desta pesquisa. Ainda os dados que corroboram aos desta pesquisa, foram reportados por Modesti (2006) ao estudar a caracterização de concentrado proteico de folhas de mandioca submetido a diferentes tratamentos, teve valores que variaram de 2,17 a 6,52%.

Tabela 6. Cinzas.

| Tratamentos | Repetições | PCV (g) | PCCA (g) | PCCC (g) | Cinzas %(m/m) |
|----------------|------------|---------|----------|----------|---------------|
| T ₁ | i | 28,98 | 33,98 | 29,31 | 6,6 |
| | ii | 30,28 | 35,27 | 30,62 | 6,8 |
| | iii | 23,10 | 28,10 | 23,37 | 5,4 |
| T ₂ | i | 29,00 | 34,03 | 29,27 | 5,4 |
| | ii | 27,97 | 32,97 | 28,35 | 7,6 |
| | iii | 30,36 | 34,38 | 30,61 | 5,0 |
| T ₃ | i | 28,96 | 33,96 | 29,32 | 7,2 |
| | ii | 28,08 | 33,10 | 28,40 | 6,2 |
| | iii | 30,34 | 35,34 | 30,67 | 6,6 |

Legenda: PCV: peso de cadinho vazio; PCCA: Peso de cadinho com amostra; PCCC: peso de cadinho com cinzas.

Fonte: Autor.

4.1.3. Teor de ferro

Para a determinação do ferro foi empregue o método de complexação de ferro com alfa alfa-dipiridila após a lavagem das cinzas com HCl e com água destilada. As concentrações de teor ferro neste trabalho variaram de 0,0824 mg/100g para T₂ e 0,0953 mg/100g para o T₃ e para T₁ o resultado foi 0,1138 mg/100g. Modesti (2006) encontrou a concentração de ferro, muita acima aos encontrados nesta pesquisa, cujos valores variaram de 49,61 à 188,45 mg/kg, quando

estudava estudar a caracterização de concentrado proteico de folhas de mandioca submetido a diferentes tratamentos. Wobeto *et al.* (2007) e Melo *et al.* (2007), relataram que os teores de ferro nas folhas de mandioca variaram na faixa de 105,77 à 225,60 mg/Kg, quando faziam estudo de nutrientes na farinha de folhas de mandioca e, farinha de folhas de mandioca e efeito sobre a peroxidação e o perfil lipídico plasmático e hepático, respectivamente.

Tabela 7. Concentrações versus absorvência param determinação de curva de ferro.

| Concentração | Absorvências |
|--------------|--------------|
| 0 | 0 |
| 0,01 | 0,067 |
| 0,02 | 0,123 |
| 0,03 | 0,179 |
| 0,04 | 0,245 |
| 0,05 | 0,302 |

Fonte: Autor.

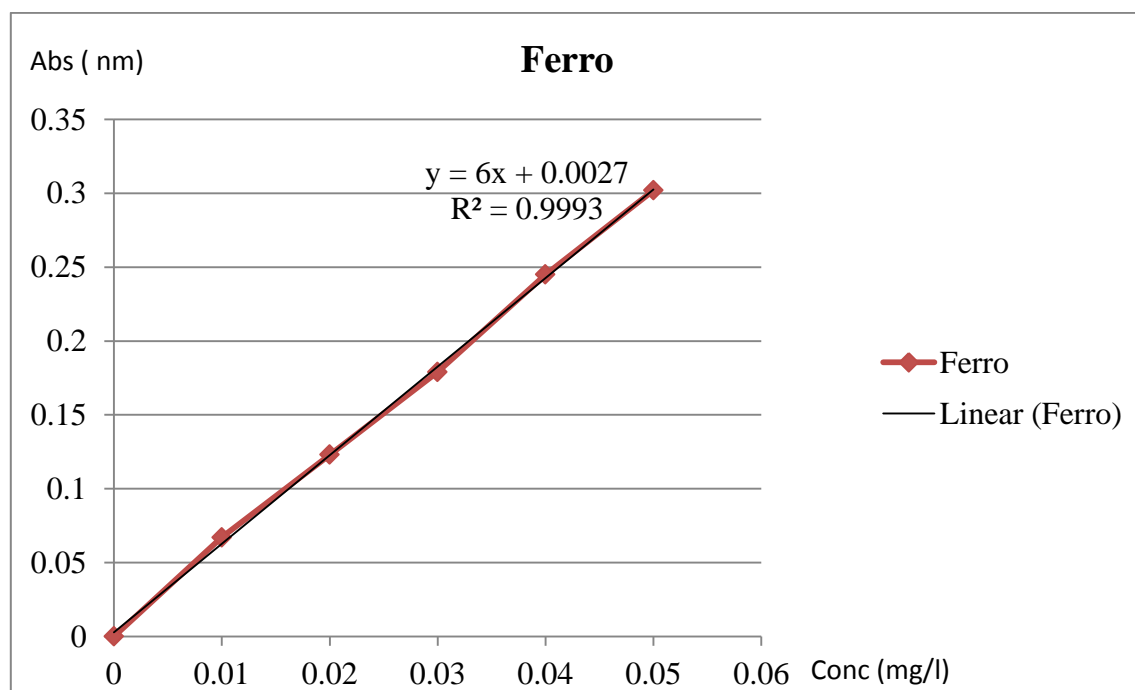


Gráfico 1. Curva calibração de ferro.

Fonte: Autor.

Tabela 8. Resultados referentes a amostra de ferro.

| Tratamentos | Repetições | Abs (y) | C | Diferença | Divisor (ax) | Resultado (mg/100g) |
|----------------|------------|---------|-------|-----------|--------------|---------------------|
| T ₁ | i | 0,04 | 0,002 | 0,039667 | 6 | 0,110185 |
| | ii | 0,043 | 0,002 | 0,042667 | 6 | 0,118518 |
| | iii | 0,041 | 0,002 | 0,040667 | 6 | 0,112963 |
| T ₂ | i | 0,027 | 0,002 | 0,026667 | 6 | 0,074073 |
| | ii | 0,033 | 0,002 | 0,032667 | 6 | 0,09074 |
| | iii | 0,03 | 0,002 | 0,029667 | 6 | 0,082407 |
| T ₃ | i | 0,042 | 0,002 | 0,041667 | 6 | 0,11574 |
| | ii | 0,03 | 0,002 | 0,029667 | 6 | 0,082407 |
| | iii | 0,032 | 0,002 | 0,031667 | 6 | 0,087963 |

Fonte: Autor

4.1.4. Teor de fósforo

O fósforo foi o mineral que apresentou concentrações superiores em relação a outros parâmetros avaliados neste estudo, tendo variado de 755,556mg/100g à 827,778mg/100g, e não apresentou uma diferença significativa em todos tratamentos em que as folhas foram submetidas. Modesti (2006) no seu estudo com as folhas de mandioca encontrou os teores de fósforo variando de 0,13 a 0,32g/100g e Eliza (2012) no seu trabalho sobre determinação de proteínas e fósforo em alimentos foliares e obteve os teores que variaram entre 16,97 à 28,6 mg/g, valores reportados por ambos autores, fixam-se como sendo baixos quando comparados aos desta pesquisa.

Tabela 9. Concentração versus absorvância para fósforo.

| Concentração | Absorvância |
|--------------|-------------|
| 0 | 0 |
| 50 | 0,114 |
| 100 | 0,224 |
| 150 | 0,332 |
| 200 | 0,436 |
| 250 | 0,535 |

Fonte: Autor

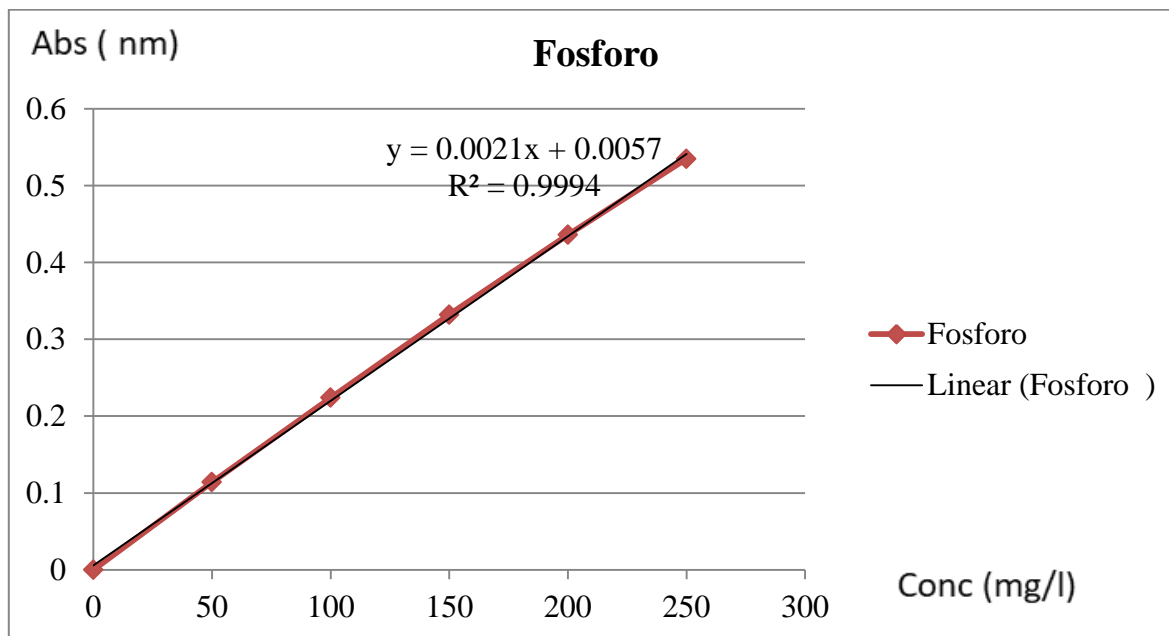


Gráfico 2. Curva calibração de fósforo.

Fonte: Autor.

Tabela 10. Resultados de amostras de fósforo

| Tratamentos | Repetições | Abs (y) | C | Diferença | Divisor (ax) | Resultado (mg /100g) |
|----------------|------------|---------|-------|-----------|--------------|----------------------|
| T ₁ | i | 0,049 | 0,005 | 0,044 | 0,002 | 733,333 |
| | ii | 0,055 | 0,005 | 0,050 | 0,002 | 833,333 |
| | iii | 0,047 | 0,005 | 0,042 | 0,002 | 700,000 |
| T ₂ | i | 0,051 | 0,005 | 0,046 | 0,002 | 766,667 |
| | ii | 0,051 | 0,005 | 0,046 | 0,002 | 766,667 |
| | iii | 0,056 | 0,005 | 0,051 | 0,002 | 850,000 |
| T ₃ | i | 0,055 | 0,005 | 0,050 | 0,002 | 833,333 |
| | ii | 0,051 | 0,005 | 0,046 | 0,002 | 766,667 |
| | iii | 0,058 | 0,005 | 0,053 | 0,002 | 883,333 |

Fonte: Autor.

4.1.5. Proteínas

O teor de proteínas encontrado no presente trabalho variou de 5,0273mg/100g à 14,5092mg/100g, sendo que maiores resultados registados por T₂ e T₃ com 14,4809 mg/100g e 14,5902 e o menor resultado para T₁ com 5,0273 mg/100g. Trombine e Leonel (2014), obtiveram valores entre

23,00g/100g, ao analisarem propriedades físico-químicas e tecnológicas das folhas de mandioca. Valores acima aos desta pesquisa, foram reportados por Carmo *et al.* (2018) ao estudarem a caracterização físico-química e determinação de ácido cianídrico em folhas de mandioca e, o Modesti (2006), obteve os resultados que variam de 19,07 à 54,38 g/100g, ao estudar a obtenção e caracterização de concentrado proteico de folhas de mandioca submetidos a diferentes tratamentos.

Tabela 11. Concentração versus absorbância para proteínas.

| Concentração | Absorbância |
|--------------|-------------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0,069 |
| 2 | 0,127 |
| 3 | 0,181 |
| 4 | 0,251 |
| 5 | 0,307 |

Fonte: Autor.

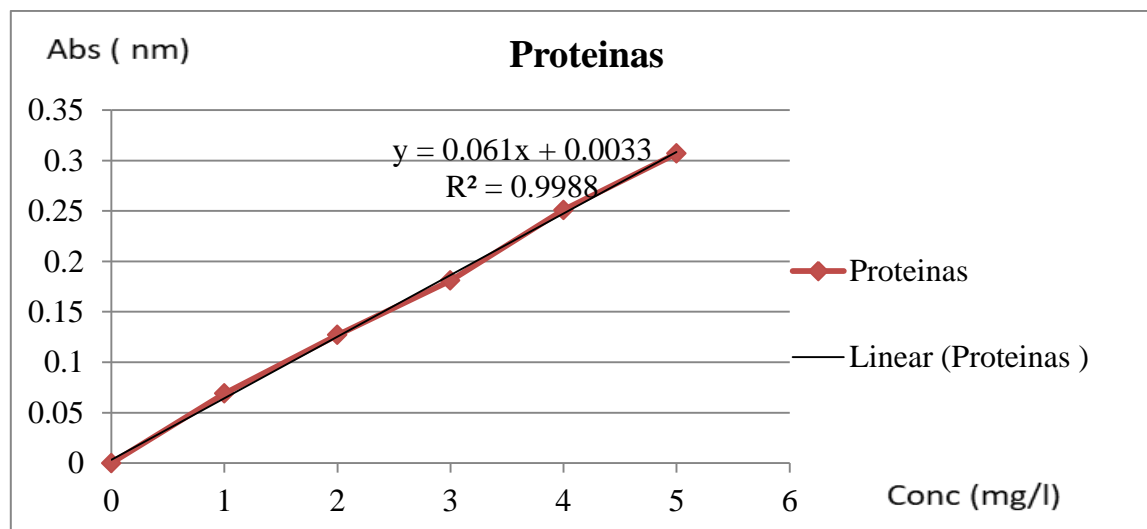


Gráfico 3. Curva calibração de proteínas.

Fonte: Autor.

Tabela 12. Resultados de proteínas.

| Tratamentos | Repetições | Absorbância (y) | C | Diferença | Divisor (ax) | Resultado (mg/100g) |
|----------------|------------|--------------------|-------|-----------|--------------|------------------------|
| T ₁ | i | 0,029 | 0,003 | 0,026 | 0,061 | 4,2623 |
| | ii | 0,031 | 0,003 | 0,028 | 0,061 | 4,5901 |
| | iii | 0,041 | 0,003 | 0,038 | 0,061 | 6,2295 |
| T ₂ | i | 0,099 | 0,003 | 0,096 | 0,061 | 15,7377 |
| | ii | 0,077 | 0,003 | 0,074 | 0,061 | 12,1312 |
| | iii | 0,098 | 0,003 | 0,095 | 0,061 | 15,5738 |
| T ₃ | i | 0,083 | 0,003 | 0,08 | 0,061 | 13,1148 |
| | ii | 0,096 | 0,003 | 0,093 | 0,061 | 15,2459 |
| | iii | 0,097 | 0,003 | 0,094 | 0,061 | 15,4098 |

Fonte: Autor

Os resultados médios das análises físico-químicas das folhas de mandioca submetidos a três tratamentos nomeadamente: desidratação na sombra, desidratação na estufa e desidratação ao sol encontram-se na tabela 13. De salientar que os resultados obtidos dos parâmetros analisados ou avaliados encontram se dentro dos limites aceitáveis quando confrontados com outros autores que fizeram o estudo quase semelhante.

Tabela 13. Resultados médios e desvio padrão de folhas de mandioca.

| Parâmetros | Tratamentos | | |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | Médias e Desvio Padrão | | |
| | T ₁ | T ₂ | T ₃ |
| Humidade | 2,8 ± 0,692 ^b | 6,6 ± 0,871 ^a | 3,3 ± 0,624 ^b |
| Cinzas | 6,26 ± 0,757 ^a | 6,00 ± 1,400 ^a | 6,66 ± 0,503 ^a |
| Proteínas | 5,0273 ± 1,0539 ^a | 14,4809 ± 1,7732 ^b | 14,5902 ± 1,28037 ^b |
| Ferro | 0,1138 ± 0,0042 ^a | 0,0824 ± 0,0083 ^b | 0,0953 ± 0,0178 ^{ab} |
| Fósforo | 755,556 ± 69,3889 ^a | 794,444 ± 48,1125 ^a | 827,778 ± 58,5314 ^a |

± Médias que não compartilham as mesmas letras nas linhas são significativamente diferentes ao nível de significância 5% do Teste do Tukey.

Legenda: T₁- Desidratação ao sol, T₂- Desidratação na sombra; T₃- Desidratação na estufa; Humidade e cinzas expresso em %; proteínas; ferro e fósforo expresso em mg/100g.

Fonte: Autor.

5. CONCLUSÃO

Do modo geral pode se afirmar que as folhas de mandioca submetidas ao processo de secagem apresentaram as características nutricionais desejáveis para o consumo e, de salientar que o teor de humidade apresentou o decréscimo em relação as folhas frescas de acordo com os dados consultados da literatura.

A escassez das folhas de mandioca no determinado período do ano pode ser minimizada ou até mesmo resolvida usando a secagem das folhas, já que este processo aumenta a vida de prateleira dos alimentos, tornando disponível quase todo ano e preservando as características físico-químicas destas.

As folhas de mandioca sujeitas ao processo de secagem são ricas em ferro, fósforo, proteínas, parâmetros que foram avaliados neste trabalho, que constituem nutrientes indispensáveis para os processos metabólicos dos seres vivos em especial ao homem.

Ao nível doméstico ou semi-industrial pode-se usar a secagem na sombra ou ao sol e ao nível industrial pode-se usar a secagem na estufa, conjugado rentabilidade versus prejuízos ou gastos.

6. RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISA

Com este estudo várias pesquisas podem ainda ser desenvolvidas dentre os quais destacam os seguintes:

- ✓ O estudo da cinética de secagem das folhas de mandioca;
- ✓ O estudo do composto tóxico naturalmente presente nas folhas de mandioca;
- ✓ Avaliação das propriedades funcionais para a verificação, qual dos métodos seria mais apropriado a ser aplicado para indústria;
- ✓ Análise sensorial das folhas de mandioca desidratadas;
- ✓ Estudo de estabilidade das folhas de mandioca submetidas a desidratação;
- ✓ Estudo de viabilidade para implantação de indústria de processamento de folhas de mandioca usando processos rentáveis;
- ✓ Determinar o rendimento do produto final (folhas de mandiocas desidratadas);
- ✓ Determinar vida útil das folhas secas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHIDI, A.U, AJAYI, O.A, MAZIYA-DIXON, B e BOKANGA, M, 2008, "*The effect of processing on the nutrient content of cassava (Manihot esculenta Crantz) leaves*". Journal of Food Processing and Preservation.

AGOSTINI, M.R, 2006, *Produção e utilização de farinha de mandioca comum enriquecida com adição das próprias desidratadas para o consumo humano*. UEP- Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita a Filho".

AGUIRRE, J.M e FILHO, J.G, 2002, *Desidratação de frutas e hortaliças*, Manuel Técnico, Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, São Paulo.

ALMEIDA, J.D e FILHO, J.R, 2005, *Mandioca uma boa alternativa para alimentação animal*, Bahia.

ALMEIDA, V.V, CANESIN, E.A, SUZUKE, R.M e PALIOTO, G.F, 2012, *Análise Qualitativa de Proteínas em Alimentos Por Meio de Reacção de Complexação do Íon Cúprico*, vol. 132, nº 2.

BEZERRA, V.S, 2002, *Valor Nutricional da Mandioca (Manihot esculenta Crantz) e Transformação pós-colheita*.

CARMO, J.R.D, PENA, R.S e CHISTE, R.C. 2018, "*Caracterização físico-química e determinação de ácido cianídrico de folhas de mandioca (Manihot esculenta Crantz)*". Research Gate.

CASTRO, A.G, 2003, *A Química e a reologia no processamento de alimentos*, Ciências e Técnica, Lisboa.

CELESTINO, S.M, 2010, *Principio de Secagem de Alimentos*, 1ª edição, Embrapa.

CORRÊA, A.D, SANTOS, S.R, ABREU, C.M, JOKL e SANTOS, C.D, 2004, *Remoção de polifenóis da farinha de mandioca*, Ciência Tecnológica de Alimentos, Campinas.

ELIZA, M, 2012, *Determinação de proteínas e fósforo em alimentos foliares cultivados nas províncias de Maputo, Gaza e Zambeze*, Departamento de Química, Universidade Eduardo Mondlane.

FARIAS, A.R, ALVES, A.C, CARDOSO, C.E, FECUDA, C, GOMES, J.D, C, SOUZA, L.S, CARVALHO, P.C.L, MATTOS, P.L, 2006, *Mandioca o produtor pergunta, a Embrapa*, Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.

GAVA, A.J, 2000, *Princípios de Tecnologia de Alimentos*, São Paula.

GRUPTA, S, LAKSMI, A.J, MANJUNATH, M.N, PRAKASH, J, 2005, *Analysis of nutrients and anti-nutrientes content of underutilized green leafy vegetable*, Food science and Technology.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL), 2008, *Métodos físicos-químicos de Analise de Alimentos*, 4 edição.

LOBO, I.D, SANTOS, C.F, NUNES, A, 2018, *Importância socioeconómica da mandioca (Manihot esculenta Crantz) para a comunidade de Jaçapetuba, município de Cametá, PA*.

MADRUGA, M.S, e CÂMERA, F.S, 2000, *The chemical composition of multimisture as food supplement*, Food Chemistry, Oxford, vol 68, nº1.

MAVIE, C.D, 2015, "*Elaboração e Caracterização físico-química de Sopas Instantânea a partir de Ingredientes Localmente Disponíveis em Moçambique*" Tese de Mestrado em Química de Alimentos.

MELO, D.S, 2005, "*Farinha de folhas de mandioca e efeito sobre a peroxidação e o perfil lipídico plasmático e hepático*", Tese de pós graduação em Química de Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MISAU, 2017, *Manual de tratamento e reabilitação nutricional*, vol 2, nº 2.

MODESTI, C.F, 2006, "*Obtenção e Caracterização de concentrado proteico de folhas de mandioca submetidos a diferentes tratamentos*", Dissertação de mestrado em Agronomia, Lavras, Universidade Federal de Lavra.

NAGAOKA, A.K, BAUER, F.E, GRUDTNER, G.H, e FILHO, A.C, 2019, *Avaliação do desempenho de uma plantadora de mandioca sob sistema de plantio directo tracionada por tractor de rubiças*.

NATIONAL RESEACH COUNCIL, 2005, *Dietary reference intakes for water, potassium sodium, chloride sulfate*, The National Academic Press, Washington.

ONI, A.O, ONWUKA, C.F.I, ARIGBEDE, O.M., ANELE, U.Y, ODUGUWA, O.O, ONIFADE, O.S, e TAN, Z.L. 2011. *Chemical composition and nutritive value of four varieties of cassava leaves grown in South-Western Nigeria*. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.

ORNELLAS, H. L, 2007, *Seleção e preparo de alimentos*, 8ª edição, Atheneu, São Paulo.

ORTEGA- FLORES, C.L, COSTA, M.A, CEREDA, M.P, PENTEADO, M.V, 2003, *Avaliação da qualidade proteica da folha desidratação de mandioca (Manihot esculenta crantz)*, Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, São Paulo.

RIBEIRO, E.P e SERAVALLI, E, A.G, 2004. *Química de Alimentos*. Sao Paulo.

SAGRILO, E, VIDICAL, F, PEQUENO, M.G, SCAPIM, C.A, VIDIGAL, MC, DINIZ, S.P, MODESTO, E.C e KVITSCHAL, M.V, 2003, *Effect of harvest period the quality storage roots and protein content on the leaves in five cassava (Manihot esculena crantz)*, Brazilian.

SANTOS, D.R e MARQUES, C, 2016, *Composição química de variedades de mandioca (Manihot esculenta crantz) cultivada em comunidades tradicionais do estado de Maranhão*, Departamento de Química, Instituto Federal de Educação e Tecnologia de Maranhão, São Luís.

TANGKA, J.K, 2003, *Analysis of the thermal energy requeriment for the extraction of leaves protein concentrate from some green plants*, Biosystems Engineering, vol 86, nº4.

TEO, C.R, 2007, *"Propriedades Físico-Químicas, Funcionais e Nutricionais e Aplicação Tecnológica de Concentrado Proteico de Folhas de Mandioca"* Tese de pós-graduação em Ciências de Alimentos, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Estadual de Londrina.

TROMBINE, F.R e LEONEL, M, 2014," *Composição Físico-química e Propriedades Tecnológicas de folhas de mandioca*," vol. 29, nº1.

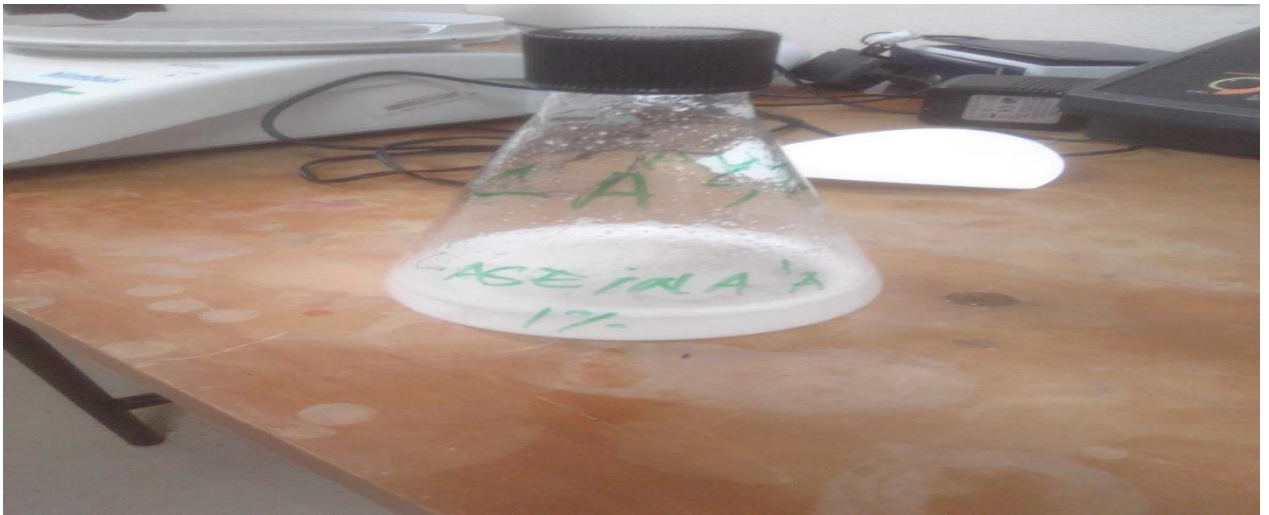
WOBETO, C, CORRÊA, A.D, ABREU, C.M, SANTOS, C.D, e Abreu, J.R, 2006, *"Nutrientsin the cassava (Manihot esculenta crantz) leaf meal at three ages of the plant"*.

8. APÊNDICES

Imagem que reflecte alguns procedimentos executados para determinação das análises.











HUMIDADE

Intervalo de 95% de Confiança Bonferroni para os Desvios Padrão

| Tratamentos | N | DesvPad | IC |
|-------------|---|----------|----------------------|
| A | 3 | 0,692820 | (0,0091054; 260,961) |
| B | 3 | 0,871780 | (0,0114574; 328,369) |
| C | 3 | 0,624500 | (0,0082075; 235,227) |

Nível de confiança individual = 98,3333%

Informações de Agrupamento Usando Método de Tukey e Confiança de 95%

| Tratamentos | N | Média | Agrupamento |
|-------------|---|-------|-------------|
| B | 3 | 6,6 | A |
| C | 3 | 3,3 | B |
| A | 3 | 2,8 | B |

Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes.

Análise de Variância

| Fonte | GL | SQ (Aj.) | QM (Aj.) | Valor F | Valor-P |
|-------------|----|----------|----------|---------|---------|
| Tratamentos | 2 | 25,580 | 12,7900 | 23,54 | 0,001 |
| Erro | 6 | 3,260 | 0,5433 | | |
| Total | 8 | 28,840 | | | |

CINZAS

Intervalo de 95% de Confiança Bonferroni para os Desvios Padrão

| Tratamentos | N | DesvPad | IC |
|-------------|---|---------|----------------------|
| A | 3 | 0,75719 | (0,0099514; 285,206) |
| B | 3 | 1,40000 | (0,0183995; 527,331) |
| C | 3 | 0,50332 | (0,0066149; 189,584) |

Nível de confiança individual = 98,3333%

Informações de Agrupamento Usando Método de Tukey e Confiança de 95%

| Tratamentos | N | Média | Agrupamento |
|-------------|---|---------|-------------|
| C | 3 | 6,66667 | A |
| A | 3 | 6,26667 | A |
| B | 3 | 6,00000 | A |

Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes

Análise de Variância

| Fonte | GL | SQ (Aj.) | QM (Aj.) | Valor F | Valor-P |
|-------------|----|----------|----------|---------|---------|
| Tratamentos | 2 | 0,6756 | 0,3378 | 0,36 | 0,709 |
| Erro | 6 | 5,5733 | 0,9289 | | |
| Total | 8 | 6,2489 | | | |

FERRO

Intervalo de 95% de Confiança Bonferroni para os Desvios Padrão

| Tratamentos | N | DesvPad | IC |
|-------------|---|-----------|-----------------------|
| A | 3 | 0,0002517 | (0,0000033; 0,094792) |
| B | 3 | 0,0005000 | (0,0000066; 0,188333) |
| C | 3 | 0,0009815 | (0,0000129; 0,369695) |

Nível de confiança individual = 98,3333%

Informações de Agrupamento Usando Método de Tukey e Confiança de 95%

| Tratamentos | N | Média | Agrupamento |
|-------------|---|-----------|-------------|
| A | 3 | 0,0068333 | A |
| C | 3 | 0,0063333 | A B |
| B | 3 | 0,0049000 | B |

Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes.

Análise de Variância

| Fonte | GL | SQ (Aj.) | QM (Aj.) | Valor F | Valor-P |
|-------------|----|----------|----------|---------|---------|
| Tratamentos | 2 | 0,000006 | 0,000003 | 7,10 | 0,026 |
| Erro | 6 | 0,000003 | 0,000000 | | |
| Total | 8 | 0,000009 | | | |

FÓSFORO

Intervalo de 95% de Confiança Bonferroni para os Desvios Padrão

| Tratamentos | N | DesvPad | IC |
|-------------|---|---------|----------------------|
| A | 3 | 2,08167 | (0,0273583; 784,091) |
| B | 3 | 1,44338 | (0,0189696; 543,669) |
| C | 3 | 1,75594 | (0,0230775; 661,402) |

Nível de confiança individual = 98,3333%

Informações de Agrupamento Usando Método de Tukey e Confiança de 95%

| Tratamentos | N | Média | Agrupamento |
|-------------|---|---------|-------------|
| C | 3 | 24,8333 | A |
| B | 3 | 23,8333 | A |
| A | 3 | 22,6667 | A |

Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes.

Análise de Variância

| Fonte | GL | SQ (Aj.) | QM (Aj.) | Valor F | Valor-P |
|-------------|----|----------|----------|---------|---------|
| Tratamentos | 2 | 7,056 | 3,528 | 1,11 | 0,388 |
| Erro | 6 | 19,000 | 3,167 | | |
| Total | 8 | 26,056 | | | |

PROTEÍNAS

Intervalo de 95% de Confiança Bonferroni para os Desvios Padrão

| Tratamentos | N | DesvPad | IC |
|-------------|---|----------|----------------------|
| A | 3 | 0,102144 | (0,0013424; 38,4740) |
| B | 3 | 0,205020 | (0,0026945; 77,2240) |
| C | 3 | 0,127410 | (0,0016745; 47,9909) |

Nível de confiança individual = 98,3333%

Informações de Agrupamento Usando Método de Tukey e Confiança de 95%

| Tratamentos | N | Média | Agrupamento |
|-------------|---|---------|-------------|
| C | 3 | 1,45667 | A |
| B | 3 | 1,44667 | A |
| A | 3 | 0,50333 | B |

Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes.

Análise de Variância

| Fonte | GL | SQ (Aj.) | QM (Aj.) | Valor F | Valor-P |
|-------------|----|----------|----------|---------|---------|
| Tratamentos | 2 | 1,7988 | 0,89941 | 39,28 | 0,000 |
| Erro | 6 | 0,1374 | 0,02290 | | |
| Total | 8 | 1,9362 | | | |