



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE



Trabalho de Licenciatura

**AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE CEREAIS (ARROZ, MILHO E
MAPIRA) COMO SUPLEMENTOS ALIMENTARES**



Autor: Carlos Célio Agostinho Sevene

Maputo, Abril de 2015



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE



FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Trabalho de Licenciatura

**AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE CEREAIS (ARROZ, MILHO E
MAPIRA) COMO SUPLEMENTOS ALIMENTARES**



Autor: Carlos Célio Agostinho Sevene

Supervisora: dra Aida Vasco Massango

Co-Supervisor: dr Francisco M.F. Maleiane

Maputo, Abril de 2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho:

Aos meus pais, especialmente à minha mãe, Albertina Naene, pelo tanto esforço e sacrifício de dar o seu máximo nos meus estudos.

Aos meus irmãos: Cardoso Agostinho Sevene, Elísa Piedade Agostinho Sevene, Anabela Judite Agostinho Sevene, Melita Agostinho Sevene, Anacleto Guila Agostinho Sevene e Cremildo Flávio Agostinho Sevene, pelo apoio e vontade que deram, para continuar com os estudos.

Aos meus tios Miguel e Amélia Naene, por me fazer companhia durante os estudos.

Às minhas primas Diana, Belita pelo apoio que deram durante os meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Com simples palavras expresse a minha profunda gratidão:

Agradeço em primeiro lugar a Deus, pela força e vida que dá todos os dias.

À dr.^a. Aida Vasco Massango, pelo tanto apoio e esforço que dá na elaboração do trabalho e pela vontade de trabalhar meu especial agradecimento.

Ao dr. Francisco Maleiane, pelo seu apoio no acompanhamento e críticas durante a elaboração do trabalho, meus agradecimentos.

Aos colegas, Fijamo, Eanes, Cuna, Evaristo, pelo apoio, incentivo e esclarecimento de algumas dúvidas e por me acreditarem nos momentos difíceis.

Aos funcionários do laboratório do IIAM em especial para Sr. Carlos e dr. Siteo pelo apoio indispensável na execução deste trabalho.

À minha família pelo amor, pela paciência e apoio incondicional durante esta etapa da minha vida vai um especial agradecimento.

Aos docentes do departamento de Química da UEM, amigos e colegas em especial ao António Dias, vão meus agradecimentos.

À funcionária do laboratório a Mercia pela colaboração no laboratório.

À minha prima pela sua contribuição na disponibilização da internet para realização do trabalho.

À mãe da minha sobrinha Maró, pelo apoio e vontade que deu para minha formação.

A todos os que, directa ou indirectamente, contribuíram para a realização do trabalho.

DECLARAÇÃO SOB PALAVRA DE HONRA

Declaro por minha honra que o presente trabalho foi realizado por mim com base na bibliografia a que se faz referência ao longo do relatório. E que nunca foi feito.

Maputo, Abril de 2015

Autor

Carlos Célio Agostinho Sevene

RESUMO

O presente trabalho consistiu na determinação de nutrientes em cereais, arroz, milho e mapira pelas técnicas “FAAS” para determinação de Ca, Mg, Fe e Zn; “FC” para determinação de Na e K, “EAM” para determinação de P, Extração por Soxhlet e gravimetria para determinação de gorduras, Método de Kjeldahl para determinação de proteínas e volumetria, usando soluções de Fehling para determinação de açúcares. No total foram analisadas 12 amostras, das quais 3 amostras que constituem mistura de cereais e outras 9 amostras determinadas separadamente como forma de se ter uma base com relação aos teores de nutrientes nos cereais. As amostras de cereais analisadas foram obtidas no distrito de Sussundenga em Manica.

Os teores de minerais Ca, Mg, Fe e Zn determinados por “FAAS ” Na e K determinados por “FC” P determinado por “EAM”, mostraram bons resultados com maior destaque para amostra M₃ com $40,58 \pm 0,07$; $117,5 \pm 0,07$; $18,03 \pm 0,07$; $9,78 \pm 0,015$; $38,19 \pm 0,1$; $258,24 \pm 0,15$ e $157,78 \pm 0,27$ mg/100g em Ca, Mg, Fe, Zn, Na, K e P, respectivamente. Tendo se verificado valores altos de K e P nas amostras analisadas. Os teores de açúcares determinados por titulação, proteínas por método de Kjeldahl e gorduras por extração Soxhlet e gravimetria, são de certo modo bons com maior destaque para amostra M₃ com 92,22%; 9,34mg/100g e 4,08% em açúcares, proteínas e gorduras, respectivamente, tendo se verificado alguns valores altos em teores de açúcares. Para verificação da homogeneidade determinou-se valores de coeficiente de variação e constatou-se que as misturas com baixo valor de CV eram mais homogéneas.

Os minerais como potássio e fósforo apresentaram elevados teores, isto deveu-se ao facto de esses elementos serem usados como fertilizantes. O suplemento constituído por farelos apresentou elevados teores de nutrientes, isto deveu-se ao facto de esta camada constituída por casca reter maior quantidade de fertilizantes [6].

Conteúdos

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	2
2. OBJECTIVOS.....	2
2.1. Gerais	2
3. METODOLOGIA DO TRABALHO.....	3
3.1. Pesquisa bibliográfica	3
3.2. Parte experimental	3
3.3. Tratamento dos dados e discussão dos resultados.....	3
3.4. Elaboração do relatório	3
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
4.1. Suplementos Alimentares	4
4.2. Tipos de Suplementos Alimentares.....	4
4.3. Bromatologia.....	5
4.4. Nutrientes.....	5
4.4.1. Nutrientes do Milho	6
4.4.2. Nutrientes do Arroz.....	7
4.4.3. Nutrientes da Mapira.....	8
4.5. Açúcares.....	8
4.6. Proteínas.....	9
4.6.1. Importância da determinação de proteínas.....	9
4.7. Lípidos	9
4.8. Minerais	10
4.8.1. Cálcio.....	10
4.8.2. Magnésio.....	10
4.8.3. Potássio	10
4.8.4. Sódio	11
4.8.5. Ferro.....	11
4.8.6. Zinco	11
4.8.7. Fósforo	11
4.8.8. Nitrogénio	12

5.	FACTORES QUE CONTRIBUEM PARA AUMENTO DE NUTRIENTES	12
5.1.	Análise do solo.....	12
5.2.	Distritos que garantem segurança nutricional em Moçambique	13
5.3.	Agricultura	13
6.	MÉTODOS DE ANÁLISES.....	14
6.1.	Espectrofotometria de absorção atômica com atomização por chama (FAAS).....	15
6.1.1.	Princípios instrumentais	15
6.1.2.	Interferências.....	17
6.2.	Fotometria de Chama (FC)	17
6.2.1.	Instrumentação	18
6.2.2.	Interferências.....	18
6.3.	Espectrofotometria de absorção molecular (EAM).....	18
6.4.	Análise de Minerais	19
6.5.	Método de Calibração	19
6.6.	Volumetria	20
6.7.	Volumetria-Método de Fehling A e B	20
6.8.	Extracção Soxhlet	20
6.9.	Método de Kjeldahl: Determinação de Proteínas.....	21
6.9.1.	Princípio do método	21
6.9.2.	Etapas do Método.....	21
7.	PARTE EXPERIMENTAL.....	22
7.1.	Reagentes e Soluções	22
7.2.	Materiais e Equipamentos	22
7.3.	Modo de lavagem de material	23
7.4.	Amostragem	24
7.5.	Pré-tratamento das Amostras	24
7.5.1.	Solubilização da amostra para análise de Minerais.....	24
7.6.	Preparação de soluções padrão para análise por “FC” e “FAAS”	25
7.6.1.	Soluções-padrão de Sódio	25
7.6.2.	Soluções-padrão de Potássio	25
7.6.3.	Soluções-padrão de Cálcio.....	25
7.6.4.	Soluções- Padrão de Magnésio	26

7.6.5. Soluções-padrão de Ferro.....	26
7.6.6. Soluções-padrão de Zinco.....	26
7.7. Determinação de Carbohidratos.....	27
7.7.1. Procedimento para determinação de Açúcares	27
7.7.2. Titulação	27
7.8. Determinação de Gorduras.....	28
7.8.1. Procedimento: Extracção Soxhlet	28
7.9. Determinação de Proteínas.....	29
7.9.1. Procedimento	29
7.10. Determinação por Espectrofotometria de Absorção Molecular (EAM)	31
7.10.1. Determinação de Fósforo	31
7.10.2. Procedimento	31
8. PARÂMETROS INSTRUMENTAIS PARA DETERMINAÇÕES POR “FAAS” E “FC”	32
9. APRESENTAÇÃO E TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE RESULTADOS	33
10. DISCUSSÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	43
10.1. Determinação de Gorduras.....	43
10.2. Determinação de Açúcares.....	43
10.3. Determinação de Proteínas.....	43
10.4. Determinação de Minerais	44
11. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	45
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS	a

Índice de Figuras

Figura 1: Suplementos Alimentares	4
Figura 2: Sementes de Milho	6
Figura 3: Sementes de Arroz.....	7
Figura 4: Sementes de Mapira	8
Figura 5: Espectrofotômetro de Absorção Atômica	15
Figura 6: Emissão e Absorção de Energia	15
Figura 7: Rotavapor	29
Figura 8: Aparelho para determinação de P em EAM	31

Índice de Tabelas

Tabela 1: Quantidades de nutrientes nos alimentos em mg/100g	14
Tabela 2: Parâmetros instrumentais	32
Tabela 3: Resultados da determinação de Açúcares em (%p/p)	34
Tabela 4: Resultados da determinação de Gorduras em (%p/p)	34
Tabela 5: Resultados da determinação de Proteínas em mg/100g	34
Tabela 6: Resultados de teores de Ca nas amostras em mg/100g	35
Tabela 7: Resultados de teores de Mg nas amostras em mg/100g	36
Tabela 8: Resultados de teores de Fe nas amostras em mg/100g.....	37
Tabela 9: Resultados de teores de Zn nas amostras em mg/100g	38
Tabela 10: Resultados de teores de Na nas amostras em mg/100g	39
Tabela 11: Resultados de teores de K nas amostras em mg/100g.....	40
Tabela 12: Determinação de teores de P nas amostras em mg/100g.....	41
Tabela 13: Comparação de resultados nas diferentes misturas com base no teor médio e coeficiente de variação	42
Tabela a-14: Quadro resumo para determinação de Sódio	a
Tabela a-15: Quadro resumo para determinação de Cálcio	c
Tabela a-16: Quadro resumo para determinação de Magnésio	d
Tabela a-17: Quadro resumo para determinação de Ferro	e
Tabela a-18: Quadro resumo para determinação de Zinco	f
Tabela a-19: Quadro resumo para determinação de Fósforo	g

Lista de abreviaturas e acrónimos

IIAM-Instituto de Investigação Agrária de Moçambique

SETSAN-Secretariado Técnico Para Segurança Alimentar e Nutricional

FC- Fotometria de Chama

FAAS- Espectrofotometria de Absorção Atómica Com Chama

EAM-Espectrofotometria de Emissão Atómica

DQ- Departamento de Química

DNA-Direcção Nacional da Agricultura

ICM-Instituto de Cereais de Moçambique

MCI-Ministério da Ciência e Tecnologia

CIDE-Centro de Investigação e Desenvolvimento em Etnobotânica

M₁ – Mistura de Farinhas Integrais (milho + arroz + mapira)

M₂ - Mistura de Farinhas com Cascas (milho + arroz + mapira)

M₃ – Mistura de Farelos (milho + arroz + mapira)

A₁ – Farinha de Arroz Integral

A₂ – Farinha de Arroz com Casca

A₃ – Farelo de Arroz

MI₁- Farinha de Milho Integral

MI₂- Farinha de Milho com Casca

MI₃ – Farelo de Milho

MA₁ – Farinha de Mapira Integral

MA₂ – Farinha de Mapira com Casca

MA₃ – Farelo de Mapira

1. INTRODUÇÃO

Cereais são as sementes ou grãos comestíveis das gramíneas. Fazem parte do hábito alimentar de diversos povos, devido à sua facilidade de manutenção e conservação pelo baixo custo e alto valor nutritivo [6].

Nos grãos de cereais podemos encontrar nutrientes como: carboidratos, proteínas, gorduras, sais minerais, vitaminas, enzimas e outras substâncias. Os cereais integrais, além desses nutrientes, são ricos em fibras. Os carboidratos aparecem em altos índices no grão (78 a 83%), variando com o tipo de cereal e plantio. O amido representa quase toda a totalidade dos carboidratos dos cereais. É um polissacarídeo da glicose encontrado na natureza na forma de amilase e amilopectinas. As gorduras são principalmente trigliceróis. São mais encontradas no germe, aveia e milho. Entre os sais minerais presentes nos cereais estão: K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn e Se. As vitaminas encontradas nos cereais são as do complexo B, principalmente a B₁, no germe e a B₂, mais distribuída no grão. A vitamina E é encontrada principalmente no germe. Os principais cereais são: arroz, milho, trigo, aveia, centeio, sorgo, cevada [2].

Nutrientes são substâncias químicas presentes nos alimentos, indispensáveis à saúde e à actividade do organismo [8]. Existem nutrientes orgânicos e inorgânicos fazem parte de nutrientes orgânicos: carboidratos, gorduras, vitamina e proteínas e nutrientes inorgânicos: minerais e água [6].

Macronutrientes são substâncias que os organismos necessitam em grandes quantidades ou que fornecem grandes quantidades de calor, tais como: gorduras, carboidratos, proteínas e fibras. Micronutrientes são aquelas substâncias que os organismos necessitam em pequenas quantidades como vitaminas e sais minerais [6].

Os sais minerais incluem cálcio, fósforo, magnésio, potássio, sódio, ferro e zinco, entre outros que possam ser importantes para a saúde dos dentes, ossos, músculos e no equilíbrio hídrico do corpo. O presente trabalho consiste na determinação dos nutrientes em misturas de cereais tais como: Milho, Arroz e Mapira (Sorgo).

Neste trabalho pretende-se determinar os teores de nutrientes e verificar seu poder nutritivo a partir da mistura de milho, arroz e da mapira, podendo causar alterações durante a dieta alimentar, bem como nas características do homem, por técnicas como: Espectrofotometria de absorção atômica com atomização por chama (FAAS), Espectrofotometria de absorção molecular (EAM), Fotometria de chama (FC) e Volumetria e Extração Soxhlet e gravimetria.

As amostras em análise foram obtidas na região centro, concretamente no distrito de Sussundenga na província de Manica.

1.1. JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

O presente trabalho é de extrema importância visto que os alimentos como: O arroz, o milho e a mapira constituem a base da alimentação de muitas famílias Moçambicanas. A escolha desses cereais é porque são muito nutritivos, o que possa fazer com que se produz suplementos alimentares com alto poder nutritivo. Devido a este facto surge a necessidade de abordar o estudo sobre as quantidades de nutrientes que podemos encontrar em misturas de cereais. A análise será feita em mistura de cereais de três alimentos, fazendo-se três misturas: Farinhas integrais; farinhas com cascas e farinhas de farelos. Portanto o projecto tem duas fases, a fase seguinte é de produzir cápsulas, papas ou paes na base desses alimentos. No entanto as crianças mal nutridas por sua vez serão submetidas a estes suplementos alimentares.

2. OBJECTIVOS

2.1. Gerais

- Avaliar a possibilidade de utilização dos cereais (arroz, milho e mapira) como suplementos alimentares.

2.2. Específicos

- Determinar os teores de minerais (Ca, Mg, Fe e Zn), (Na e K) e P em misturas de cereais por “FAAS”, “FC” e “EAM”, respectivamente;
- Determinar os teores de proteínas, açúcares e gorduras em misturas de cereais por “método de Kjeldahl”, “Titulação” e “gravimetria”, respectivamente;

- Propor as melhores proporções de misturas dos cereais para a produção de suplemento alimentar.

3. METODOLOGIA DO TRABALHO

O trabalho foi realizado obedecendo às seguintes etapas:

3.1. Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica consistiu em recolha de informação sobre a quantidade de nutrientes que existem no milho, arroz e mapira, informação relacionada com a segurança nutricional em Moçambique, métodos de análise das amostras de alimentos e princípio de funcionamento de espectrofotometria em várias fontes como: artigos científicos, livros e publicação da internet.

3.2. Parte experimental

Para a realização do trabalho laboratorial, seguiu-se a metodologia:

- Preparação das condições laboratoriais e lavagem do material;
- Moagem das amostras;
- Preparação das soluções operacionais; soluções padrão e soluções amostra;
- Análise.

3.3. Tratamento dos dados e discussão dos resultados

O Tratamento dos dados e discussão dos resultados consistiu em:

- Cálculo das quantidades nas amostras;
- Tratamento dos dados;
- Discussão e interpretação dos resultados.

3.4. Elaboração do relatório

O relatório foi elaborado em função da pesquisa bibliográfica, da parte experimental e de tratamento dos resultados obtidos.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Suplementos Alimentares

Os suplementos alimentares são produtos consumidos com pressuposto de complementar a dieta normal e fornecer nutrientes, como vitaminas, minerais, fibras, ácidos gordos ou aminoácidos. Com uma ou mais substâncias podem fornecer nutrientes em quantidades suficientes para a dieta de uma pessoa [26].

Os suplementos deveriam ser utilizados somente por aqueles com deficiência nutritiva que não são supridos pela alimentação. Porém, como se tornou uma prática comum, devem ser consumidos de forma moderada tais produtos. O uso em excesso por esses suplementos pode causar defeito no desenvolvimento. Para aqueles que buscam suprir as necessidades desses nutrientes, devem possuir uma alimentação equilibrada e devem evitar vícios como álcool e drogas porque desgastam bastante e retiram os nutrientes provenientes da alimentação [26].



Figura 1: Suplementos Alimentares

4.2. Tipos de Suplementos Alimentares [19]

- a) **Cereal desidratado para alimentação infantil:** é um alimento à base de cereais com ou sem leguminosa com baixo teor de humidade, fragmentado para permitir a diluição com água, leite e outros líquidos convenientes para a alimentação.
- b) **Biscoito para alimentação infantil:** é um alimento obtido pela mistura de farinhas de cereais e outros ingredientes permitidos por regulamento.
- c) **Massas alimentícias ou macarrão:** é um alimento preparado com farinhas de cereais podendo ser adicionados outros ingredientes permitidos por regulamento.

4.3. Bromatologia

Bromatologia é a ciência que estuda os alimentos. Portanto esta é uma das partes que estuda a química dos alimentos [15]. Alimentos é toda substância ou mistura de substâncias naturais ou processadas que, ingeridos pelo homem garantem ao organismo energia necessária para o seu desenvolvimento biológico [16].

O estudo dos alimentos envolve, desta forma, todos os aspectos referentes à obtenção de alimentos (colheita, armazenamento, transporte), as tecnologias para produção de alimentos industrializados, até sua comercialização (distribuição, embalagem, armazenamento).

No contexto da disciplina “Bromatologia”, a principal abordagem é a análise da composição química de alimentos, tendo em vista aspectos nutricionais (determinação da composição centesimal e valor calórico, propriedades físico-químicas. Para a análise química, e com enfoque primordial, para a determinação da composição centesimal dos alimentos, é fundamental o conhecimento e correcta aplicação de técnicas e métodos de determinações clássicas, como o teor de humidade, cinzas, fibras, proteínas, açúcares e lipídeos. Esses aspectos, associados à aplicação de métodos para o controle de qualidade bromatológica de alimentos, constituem o enfoque principal da disciplina. A análise da composição centesimal consiste em determinar experimentalmente a quantidade percentual de humidade e macronutrientes energéticos em um alimento (proteínas, lipídeos e carboidratos). Desta forma, pode-se avaliar o valor nutricional de um alimento, em termos de fornecimento calórico e sua contribuição na composição da dieta humana diária [15].

O termo “caloria”, quando se refere ao valor energético dos alimentos, significa a quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de 1 quilograma (ou 1 litro) de água de 14,5^o C para 15,5^oC. A terminologia correcta é kcal (quilocaloria), porém em nutrição é comum o uso de termo “caloria”, com o mesmo significado [15].

4.4. Nutrientes

Nutrientes são substâncias químicas presentes nos alimentos, indispensáveis à saúde e à actividade do organismo [8]. Existem nutrientes orgânicos e inorgânicos fazem parte de nutrientes orgânicos: carboidratos, gorduras, vitaminas e proteínas e nutrientes inorgânicos: sais minerais e água [6].

4.4.1. Nutrientes do Milho

O milho é uma planta da família da *Poaceae*, com nome científico *Zea mays*; tem como principal característica ser monocotiledónea, herbácea e monóica (órgãos femininos e masculinos em locais diferentes na mesma planta).

A estrutura feminina é a espiga e a masculina é o pendão que produz o polén localizado na extremidade da planta [5].

O milho é um dos cereais mais consumido em todo o mundo, além de ser um dos alimentos mais nutritivo que existe, seu consumo proporciona vários benefícios à saúde pública, principalmente pelo facto de ser muito nutritivo ao contrário do arroz e do trigo, o milho conserva, sua casca. A casca do milho é uma fonte rica em fibras, importantíssimas para a manutenção do ritmo intestinal. Além disso, é rico em carboidratos, proteínas, vitaminas (principalmente B1 e E) e minerais como K, P, Ca, Mg, Na, Fe e Se, encontra-se em menores quantidades [5]. A figura 2 ilustra sementes do milho.



Figura 2: Sementes de Milho

4.4.2. Nutrientes do Arroz

O arroz é um cereal de nome científico *Oryza sativa* é uma das culturas mais cultivadas a nível mundial. Arroz é, principal fonte de energia, devido à alta concentração do amido, fornecendo também proteínas, vitaminas e minerais e possui baixos teores de lípidos [21].

Nos países em desenvolvimento onde o arroz é um dos principais alimentos da dieta, ele é responsável por fornecimento em média de 715 kcalorias por dia, 27% de carboidratos, 20% de proteínas e 3% dos lípidos da alimentação. Portanto devido à grande importância do arroz na dieta de grande parte da população, a sua qualidade nutricional afecta directamente a saúde humana. Os carboidratos são os principais constituintes do arroz além do amido que corresponde aproximadamente a 90% da matéria seca do arroz. Também estão presentes açúcares livres e fibras [21]. A figura 3 mostra sementes do arroz.



Figura 3: Sementes de Arroz

4.4.3. Nutrientes da Mapira

A mapira (*Sorghum bicolor*), também chamado milho-zaburo, em Moçambique, onde constitui um dos alimentos básicos da população, é o 5º cereal mais importante no mundo, antecedido pelo trigo, o arroz, o milho e a cevada. É alimento humano em muitos países da África, do sul da Ásia e da América Central, é importante componente da alimentação animal nos Estados Unidos, na Austrália e na América do Sul.

Na mapira podemos encontrar os seguintes minerais: Se, Fe, P, K, Ca e Mg [23]. A figura 4 ilustra sementes da mapira.



Figura 4: Sementes de Mapira

4.5. Açúcares

Os cereais apresentam certa quantidade de açúcares que decresce na ordem de mapira, milho e arroz. No arroz encontram-se em pequenas quantidades de açúcares localizadas principalmente na parte externa do grão os principais açúcares do arroz são a sacarose (proximadamente 90%), glicose e frutose [21].

4.6. Proteínas

O conteúdo de proteínas no arroz é alto e observam-se grandes variações deste nutriente neste alimento, este facto é influenciado por adubação nitrogenada, radiação solar e temperatura, durante o desenvolvimento do grão.

O tipo de proteína depende do seu conteúdo em aminoácido o arroz apresenta a lisina como o aminoácido limitante [8]. As proteínas fornecem aminoácidos na dieta e energia e tem como característica: ser digeríveis, não tóxicas e palatáveis. Têm diferentes estruturas moleculares, atributos nutricionais e propriedades físico-químicas. Alguns aminoácidos essenciais (lisina, triptofano, metionina, leucina, isoleucina e valina¹) não podem ser sintetizados pelo organismo humano[28].

4.6.1. Importância da determinação de proteínas nos alimentos

- Conhecer o valor nutritivo;
- Determinar da composição centesimal de um alimento e análise para rotulagem;
- Estimar rendimento industrial;
- Avaliar a qualidade da farinha (ex.: farinhas com alto valor de glúten) [29].

4.7. Lípidos

Os cereais apresentam teores baixos de gorduras, o milho contém elevado teor de lípidos em relação ao arroz e mapira. No arroz, as gorduras podem ser encontradas em camada de aleurona no embrião e no endosperma ou associados a grânulos de amido. Entretanto a maior concentração ocorre no gérmen e na aleurona².

O teor de lípidos é afectado pelas características genóticas³. Os principais ácidos gordos no arroz são ácidos palmítico, oléico e linoléico correspondendo a 95% dos ácidos gordos presentes nos lípidos [4].

¹ Valina também é um aminoácido essencial.

² Aleurona é a camada externa do endosperma.

³ Genótipo provém do gene que é característica interna de uma semente ou mamífero.

4.8. Minerais

Os minerais são elementos inorgânicos, geralmente metais encontram-se também combinados com outro grupo de elementos como por exemplo óxidos, sulfatos, cloretos, nitratos, carbonatos entre outros. Nos organismos não estão combinados desta forma mais de um modo mais complexo, ou seja quelados, o que significa que são combinados com outros constituintes orgânicos, como as enzimas, hormônios, proteínas e principalmente os aminoácidos [6].

Nos cereais encontramos P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Se e Na. O conteúdo mineral é influenciado pelas condições de cultivo, fertilizantes e das condições do solo. Portanto esses minerais apresentam-se em maior concentração nas suas cascas [6].

4.8.1. Cálcio

O cálcio, assim como magnésio é um macro-elemento. É o mineral mais abundante no organismo (1.100g a 1.200g), dos quais 90% estão no esqueleto e os restantes encontram-se nos tecidos, sobretudo nos músculos e plasma sanguíneo. É um elemento principal da membrana celular na medida em que controla a sua permeabilidade e as propriedades electrónicas [6].

4.8.2. Magnésio

O magnésio é um catião intracelular mais importante depois do potássio o papel fisiológico de magnésio é importante pois intervém em mais de 300 reacções enzimáticas, intervém igualmente na duplicação dos ácidos nucleicos na excitabilidade neural e na transmissão do influxo nervoso, agindo sobre as trocas iónicas da membrana celular. Outra função importante é que o magnésio encontra-se fixado nos ossos sob a forma de fosfatos e bicarbonatos, a uma pequena parte entra na composição da massa molecular, outra função que encontra-se presente no sangue, está ligada as proteínas ionizadas e fisiologicamente activas. Também é importante na função cardíaca [6].

4.8.3. Potássio

O potássio é o principal catião intracelular que contribui para o metabolismo e para a síntese de proteínas e do glicogénio. Desempenha papel importante na excitabilidade neuromuscular e na regulação do teor de água do organismo. O líquido intracelular contém mais de 90% de potássio no corpo. No plasma sanguíneo o potássio representa uma parte ínfima do potássio total [6].

4.8.4. Sódio

O sódio juntamente com cloretos forma sal da cozinha. A dupla destaca-se por estar entre os principais iões fluídos extracelulares importantes para a manutenção do potencial de membrana. O sódio desempenha ainda outras funções como absorção de aminoácidos, glicose e água. Pelo facto de ser um micronutriente determinante no volume extracelular, é possível regular a pressão arterial, ajustando o conteúdo do sódio no organismo, ou seja, quem sofre de pressão alta deve reduzir a ingestão do sal, pois é rico no mineral. Para os que apresentam pressão baixa devem ter um consumo adequado de sal no alimento [5].

4.8.5. Ferro

O ferro é indispensável para o desenvolvimento correcto de numerosas funções fisiológicas. É um constituinte da hemoglobina (pigmento dos glóbulos vermelhos do sangue transportador de oxigénio) e ocupa o centro do núcleo pirrolidínico chamado heme. Com outros constituintes protéicos o ferro faz parte da mioglobina, que troca o oxigénio no músculo e dos citocromas, que asseguram na respiração celular. Além disso activa numerosas enzimas como a catalase, que assegura a degradação dos radicais livres (peróxidos) prejudiciais [6].

4.8.6. Zinco

Desempenha um papel importante no metabolismo celular. Cerca de 100 enzimas dependem de zinco para a realização das reacções químicas vitais. O mineral tem um papel importante por exemplo, no crescimento na resposta imune do organismo, na função neurológica e na reprodução. Além dessas funções o zinco actua na estrutura das proteínas e nas membranas celulares e também está envolvido na expressão dos genes nas sínteses de hormónios e na transmissão de impulso nervoso [6].

4.8.7. Fósforo

A maioria do fósforo no organismo encontra-se no esqueleto, combinado com o cálcio e 10% nos tecidos moles, fígado, músculos. Assim como o cálcio, o fósforo está sob a influência da

vitamina D e do hormónio paratireoideano⁴. Exerce papel estrutural na célula, notadamente nos fosfolipídeos, constituintes da membrana celular [6].

Participa de numerosas actividades enzimáticas, e sobretudo desempenha um papel importante para a célula como fonte de energia sob forma de ATP (adenosina trifosfato). É graças ao fósforo que a célula pode dispor de reservas de energia [6].

4.8.8. Nitrogénio

As principais formas de nitrogénio disponíveis para as plantas são ião amónia (NH_4^+), nitratos (NO_3^-), que são empregues no solo sob forma de adubos, as quais representam menos de 2% do solo total. Considerando-se que quase todo o nitrogénio do solo se faz presente na forma orgânica, é importante considerar também o nitrogénio que seria mineralizado durante todo ciclo da cultura [5].

5. FACTORES QUE CONTRIBUEM PARA AUMENTO DE NUTRIENTES

Segundo o IIAM, para o aumento da produtividade e da quantidade de nutrientes nos cereais é necessário que se faça, o uso de adubação e de calagem pois constitui um factor importante para o aumento da produtividade. A crescente globalização da economia exige cada vez mais, a introdução de métodos e técnicas de cultivo e rotação de culturas, para manter a competitividade e a sustentabilidade do sistema agrícola. Neste contexto, a manutenção da fertilidade do solo, em nível adequado, é fundamental. Em Brazil usa-se a modernização como a racionalização da agricultura [29].

5.1. Análise do solo

Entretanto outro factor para aumentar a quantidade de nutriente é a análise dos solos, que consiste em conhecer os parâmetros da fertilidade e das exigências nutricionais das culturas. A análise do solo é importante para os agricultores que desejam aplicar fertilizantes e que não

⁴ O hormônio da paratireoide (PTH) é um hormônio secretado pelas glândulas paratireoides, actua aumentando a concentração de cálcio e fosfatos no sangue,

dispõem de informações sobre sintomas de deficiência ou de resultados de análise de planta. Mesmo assim, a análise do solo apresenta uma série de limitações que podem ser compensadas pela análise da planta e vice-versa.

Por outro lado, a análise da planta apresenta certas limitações. Normalmente, é feita quando a cultura já está bastante desenvolvida, impedindo, muitas vezes, que o problema seja resolvido em tempo. Na verdade, as duas servem a uma só finalidade, e assim sendo, a análise do solo completa-se com a análise foliar e vice-versa. A utilidade da análise da planta é muito grande como instrumento de controlo da nutrição, ao passo que a análise do solo é insubstituível para avaliar a fertilidade do solo e estimar a concentração de um dado nutriente “disponível” para as plantas, como por exemplo acidez do solo, salinidade, N, P, K, Ca e Mg [5].

5.2. Distritos que garantem segurança nutricional em Moçambique

Os cereais que garantem a situação nutricional em Moçambique são o milho e o arroz, tendo em conta que estes alimentos são produzidos em grandes quantidades e são de consumo do dia-a-dia das populações Moçambicanas [25]. Segundo SETSAN (Secretariado Técnico de Segurança Alimentar e Nutricional), a província de Niassa é a única do país que garante a segurança alimentar e nutricional. Assegura também Manica no distrito de Sussundega e Gaza nos distritos de Chokwé e Chibuto.

5.3. Agricultura

A agricultura em Moçambique tende a melhorar visto que já se pensa em usar novas tecnologias de produção com a intervenção do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM).

De um modo geral o sistema de agricultura praticada no distrito de Sussundenga nos anos 2002-2005, era manualmente em pequenas explorações familiares em regime de consociação de culturas com base em variedades locais [24].

Este distrito é dominado por solos residuais, de textura variável e profundos a muito profundos, localmente pouco profundos, castanhos-avermelhados, sendo ainda ligeiramente lixiviados, excessivamente drenados ou moderadamente bem drenados e, por vezes, mal drenados. Os solos

com estas características, contudo apresentam boas capacidades de retenção de água, tornando férteis e sendo bons para agricultura [24].

O sistema de produção predominante nos solos de textura pesados e mal drenados é, monocultura de batata-doce em regime de camalhões ou matutos (época fresca), enquanto que nos solos moderadamente bem drenados predominam as consociações de milho, mapira, arroz, feijão, mandioca e nhemba. Algodão, tabaco e girassol são culturas de rendimento, produzidas em regime de monoculturas. Este sistema de produção é ainda complementado por criações de espécies como gado bovino, caprino e aves [25].

Tabela 1: Quantidades de nutrientes nos alimentos em mg/100g [13] [18]

Alimento	Na	K	Ca	Mg	Fe	Zn	P	Proteína	Gorduras	Açúcares
Arroz	6	94	13	32	0,6	1,4	<80	7,1	0,3-1,9	77-80
Milho	45	58	2	31	2,3	0,5	<84	6,6-7,2	0,6-1.5	28-79
Mapira	12	675	53,8	–	8,5	–	551	11	–	143

6. MÉTODOS DE ANÁLISES

Para avaliação dos nutrientes em misturas de cereais foram usadas as seguintes técnicas analíticas Espectrofotometria de absorção atômica com atomização por chama “FAAS” para a determinação de Ca, Mg, Fe, Zn; Fotometria de chama “FC” para determinação de Na e K a Espectrofotometria de absorção molecular “EAM” para determinação de P, titulação método de Fehling para determinação de açúcares; gravimetria para determinação de gorduras e método de Kjeldahl para determinação de proteínas [1] [9].

6.1. Espectrofotometria de absorção atômica com atomização por chama (FAAS)



Figura 5: Espectrofotômetro de Absorção Atômica

6.1.1. Princípios instrumentais

Para a compreensão do método envolvido no mecanismo da absorção atômica considera-se a seguinte figura:

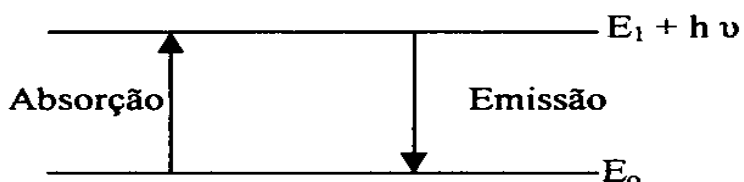


Figura 6: Emissão e Absorção de Energia

Em geral, a um dado comprimento de onda da radiação um átomo é emitido para o estado excitado a partir do estado fundamental. As transições entre E_0 e E_1 correspondem à absorção de energia radiante. A quantidade de energia absorvida, ΔE , é determinada pela equação de Bohr [9]:

$$\Delta E = E_1 - E_0 = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad (1)$$

onde:

ΔE – Quantidade de energia absorvida

E_1 – Nível de energia do estado excitado (representa nível de energia mais elevado)

E_0 – Nível de energia do estado fundamental (representa nível de energia baixo)

h – Constante de Planck

ν – Frequência

c – Velocidade da luz

λ – Comprimento de onda da radiação absorvida.

Na absorção, um feixe de luz de intensidade definida e de comprimento de onda específico é emitido pela fonte e passa através do meio absorvente. Se não houver absorção toda a luz atingiria o detector do espectrofotômetro. Mas se houver alguns átomos neutros no estado fundamental que possam absorver uma parte da energia radiante, esta energia é usada para excitar os átomos pelo que a intensidade da luz transmitida é menor [14].

O método de absorção atômica tem como princípio absorção da radiação por átomos neutros do analito, estando a maioria dos átomos do vapor atômico na chama no estado fundamental.

A radiação é produzida por uma lâmpada, usualmente de cátodo-oco, que emite uma radiação específica do elemento que é depois absorvida pelos átomos do anólito. Com ajuda de instrumentos mede-se o grau de absorção através da absorvância (A), que é depois relacionada com a concentração do anólito segundo a lei de Lambert-Beer, expressão 2 [17]:

$$A = a \cdot b \cdot C \quad (2)$$

onde : A = Absorvância do meio;

a = Absortividade (um valor característico para cada elemento e cada conjunto de parâmetros instrumentais);

C = Concentração do elemento no meio;

b = Percurso óptico.

6.1.2. Interferências

As interferências em FAAS podem ser caracterizadas por:

- a) **Interferências espectrais:** Provêm principalmente da sobreposição das frequências de um determinado raio de ressonância e a de outros elementos [10].
- b) **Interferências químicas:** Estas interferências na chama são principalmente provocadas pela formação de óxidos e hidróxidos, ou ocasionalmente por carbonetos e nitritos, a partir de átomos livres que reagem com átomos ou radicais na chama.

Estas interferências podem ser eliminadas pela mudança da chama para chamas com temperaturas mais elevadas (óxido nitroso-acetileno), pela adição de um agente de libertação [10].

- c) **Interferências físicas:** Que se caracterizam por qualquer diferença entre amostras e padrões de calibração que alterem o processo de nebulização [10].

6.2. Fotometria de Chama (FC)

A fotometria de chama é uma técnica da espectroscopia de emissão em que a excitação dos átomos se faz por meio de uma chama, medindo-se a energia emitida.

A espectroscopia de emissão atômica baseia-se na emissão de radiação electromagnética das regiões visível e ultravioleta do espectro electromagnético por átomos neutros ou íões excitados; nesse processo, excita-se uma fracção dessas espécies a altos estados electrónicos [10].

Cada elemento liberta a radiação em um comprimento de onda característico, pois a quantidade de energia necessária para excitar um electrão é única para cada elemento.

A radiação libertada por alguns elementos possui comprimento de onda na faixa do espectro visível, ou seja, o olho humano é capaz de enxergá-la através de cores. Assim, é possível identificar a presença de certos elementos devido à cor característica que eles emitem quando aquecidos numa chama [14]. Este método é aplicado normalmente na determinação de metais alcalinos (sódio, potássio, lítio) [10].

6.2.1. Instrumentação

- a) Sistema de nebulizador – combustor (sistema responsável pela obtenção dos gases e excitá-los).
- b) Monocromador – isola a raia de ressonância de todas as raias que não são absorvidas pelo elemento sob análise que são emitidas pela fonte de radiação.
- c) Sistema de detecção e registo – Sistema electrónico que permite detectar a luz transmitida através do sistema e transformá-la em sinal electrónico capaz de ser medida.

6.2.2. Interferências

A principal interferência em FC é a ionização e pode ser eliminada adicionando às soluções padrões e amostras uma espécie facilmente ionizável em elevadas concentrações.

6.3. Espectrofotometria de absorção molecular (EAM)

A espectrofotometria de absorção molecular correlaciona a quantidade de energia absorvida em função do comprimento de onda da radiação incidente. Trata-se do estudo da absorção da radiação nas zonas do visível e ultravioleta por moléculas.

As absorções das radiações ultravioletas, visíveis e infravermelhas dependem das estruturas das moléculas, é característica para cada substância química. Quando a luz atravessa uma substância, parte da energia é absorvida: a energia radiante não pode produzir nenhum efeito sem ser absorvida [3].

A cor das substâncias devem-se à absorção de certos comprimentos de ondas da luz branca que incide sobre elas, deixando transmitir aos nossos olhos apenas aqueles comprimentos de onda não absorvidos. O instrumento usado na espectroscopia UV/VIS é chamado de espectrofotómetro. Para se obter informação sobre a absorção de uma amostra, ela é inserida no caminho óptico do aparelho. Então, luz UV/visível em certo comprimento de onda (ou uma faixa de comprimentos de ondas) é passada pela amostra [7].

Existem dois tipos de espectrofotómetros: de feixe simples e de feixe duplo.

Os espectrofotómetros são instrumentos de análise que permitem:

- Selecionar o comprimento de onda da radiação adequado à análise de um determinado componente;

- Medir a intensidade I do feixe emergente que corresponde a um determinado feixe incidente I_0 , convertendo o sinal recebido no detector em medida de absorvância para o comprimento de onda da análise.
- Determinar a concentração de uma espécie em solução a partir do gráfico da variação de absorvância (ou transmitância) em função da concentração de várias soluções-padrão [9].

6.4. Análise de Minerais

Para a determinação de minerais nas amostras de cereais foi necessário uso da seguinte fórmula:

$$C_f = \frac{C_i \times F_d \times V}{m_a} \quad (3)$$

onde:

C_f - Concentração final do elemento na amostra;

C_i - Concentração inicial da amostra;

F_d - Factor de diluição;

V - Volume em (mL);

m_a - Massa da amostra (g).

6.5. Método de Calibração

Calibração-é o conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição ou sistemas de medição ou valores representados por uma medida materializada ou material de referência, e os valores correspondentes das grandezas estabelecidas por padrões.

Na espectrofotometria de absorção atômica, os métodos mais usados para a determinação da concentração do anólito são: curva de calibração e adição padrão.

Curva de calibração-Prepara-se uma série de soluções-padrão de concentrações conhecidas e o branco, depois prepara-se as soluções-amostra que se presume existir o elemento a ser determinado, em seguida leva-se à leitura das absorvâncias das soluções.

Adição padrão-Pipeta-se uma série de volumes iguais da solução-amostra e adiciona-se quantidades diferentes e conhecidas de solução padrão (solução de referência) a cada um deles

menos o branco e depois perfaz-se o volume. Depois leva-se à leitura das absorvâncias das soluções-padrão e amostras.

No presente trabalho foi usado o método da curva de calibração para a determinação dos elementos, que são apresentados em forma de tabelas abaixo [27].

6.6. Volumetria

Refere-se à análise química quantitativa efectuada pela determinação do volume de uma solução cuja concentração é exactamente conhecida, que reage quantitativamente com um volume conhecido da solução que contém a substância a ser determinada.

6.7. Volumetria-Método de Fehling A e B

Os açúcares podem ser determinados através do método de Fehling, envolvendo uso de solução alcalina de sulfato de cobre, a qual é reduzida pelos açúcares a um óxido vermelho de cobre a técnica envolve a determinação da solução de açúcares necessários para reduzir o volume conhecido de uma mistura de soluções de Fehling usando o azul-de-metileno como um padrão interno [12].

6.8. Extracção Soxhlet

Esta técnica foi proposto por Van Franz Soxhlet, e consiste na extracção sólido-líquido para obtenção de óleos e gorduras. Neste método a amostra é seca e moída em pequenas partículas e colocada num cartucho de algodão. O cartucho é colocado numa câmara de extracção que se encontra suspensa em cima do balão contendo solvente e abaixo de um condensador. O balão é aquecido e evapora o solvente que se move em fase gasosa em direcção ao condensador que é convertido em líquido que goteja no cartucho contendo a amostra. A câmara de extracção é projectada de modo que quando o solvente em torno da amostra for superior à altura máxima do sifão o líquido transborda para o balão, onde é aquecido e novamente evapora, completando um ciclo. No fim da extracção o solvente é retirado antes de atingir a altura máxima do sifão e o óleo é concentrado no balão. A massa do óleo é determinada e a percentagem de óleo na amostra pode ser calculada [20].

6.9. Método de Kjeldahl: Determinação de Proteínas

6.9.1. Princípio do método

A amostra da planta é atacada com a solução extractora (solução do ácido sulfúrico com selénio e ácido salicílico), o ácido salicílico forma um composto com nitratos presentes na amostra, para evitar a perda dos nitratos. A digestão começa quando se adiciona água oxigenada, e grande parte da matéria orgânica é oxidada. Após a decomposição com o excesso de água oxigenada, a digestão é completa com o ácido sulfúrico concentrado a temperaturas elevadas com selénio como catalisador. O nitrogénio é convertido em amónio (como sulfatos) e o fósforo em fosfato nesta digestão também pode-se determinar K, Ca, Mg, Mn. A determinação de proteínas baseia-se na determinação de nitrogénio [25].

Para converter o nitrogénio medido para proteína, devemos multiplicar o conteúdo de nitrogénio por um factor arbitrário, que representa um factor médio para o material em estudo, que é 6,25 para alimentos em geral [25].

O procedimento do método baseia-se no aquecimento da amostra com ácido sulfúrico para digestão até que o carbono e hidrogénio sejam oxidados. O nitrogénio da proteína é reduzido e transformado em sulfato de amónio. Adiciona-se NaOH concentrado e aquece-se para a libertação do amoníaco dentro de um volume conhecido de uma solução de ácido bórico, formando borato de amónio.

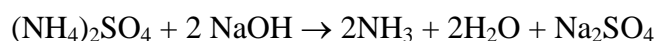
Na titulação o borato de amónio formado é dosado com ácido clorídrico (HCl) padronizado [22].

6.9.2. Etapas do Método

Digestão: A matéria orgânica existente na amostra é decomposta com ácido sulfúrico na presença de catalisadores (cobre, selênio, titânio ou mercúrio).

A digestão converte o N do alimento (ou outro na forma de nitratos ou nitritos) em amónio, e a matéria orgânica em CO₂ e H₂O. O gás amoníaco não é libertado numa solução ácida porque o amoníaco está na forma de ião (NH₄⁺) que se liga ao ião sulfato (SO₄²⁻) e assim permanece na solução: CHON_(alimento) → (NH₄)₂SO₄ + CO_{2(g)} + H₂O_(g)

Destilação: Depois da digestão o frasco de digestão é conectado no destilador de nitrogénio. Adiciona-se hidróxido de sódio, que converte o sulfato de amónio em gás amoníaco:



O amoníaco formado é libertado da solução. Por destilação por arraste a vapor o NH_3 é transferido do frasco de digestão para um erlenmeyer contendo ácido bórico em excesso:



Titulação: O conteúdo de N é estimado por titulação do borato de amónio com ácido sulfúrico ou clorídrico.



A concentração dos íões H^+ gastos na titulação equivalem à concentração do nitrogénio.

O conteúdo de N é então convertido em proteínas usando um factor apropriado [22]:

7. PARTE EXPERIMENTAL

7.1. Reagentes e Soluções

- HNO_3 55%, “*chemically pure reagent*” da Rochelle Chemicals
- H_2SO_4 98,8%, “*chemically pure reagent*” Rochelle Chemicals
- HCl 37%, “*chemically pure reagent*” da SMM chemicals
- NaOH, AAR da SMM chemicals
- HNO_3 a 20%, “*chemically pure reagent*” da Rochelle Chemicals
- La_2O_3 , E. Merck Darmstadt
- KCl (99,8) ANALAR BDH
- Éter de petróleo
- Soluções de 1000 ppm de Ca, Mg, Fe, K e Zn da SMM Chemicals para FAAS.

7.2. Materiais e Equipamentos

- Almofariz e pilão
- Algodão
- Balões volumétricos de vidro de 50, 100 e 500mL
- Balões volumétricos de polietileno de 50, 100 e 500mL
- Balão de erlenmeyer
- Bureta de 25mL
- Balança analítica com precisão de 0.0001g Denver Instrumental, modelo XE-100

- Cartucho
- Cadinhos de porcelana
- Condensador
- Copos de precipitação
- Destilador
- Digestor
- Esguicho
- Extractor Soxhlet
- Espátula
- Espectrofotómetro de absorção atómica Perkin Elmer, modelo Analyst 200, atomização por chama
- Estufa da marca Scientific, modelo serie 9000
- Fotómetro de chama Corning, modelo 410
- Fotómetro de chama Sherwood, Modelo 410
- Moinho
- Manta eléctrica
- Mangueira para água
- Mufla da marca Carbolite, modelo RHF 1500
- pH metro CRISON modelo GLP 2
- Provetas de 10, 25, 50 e 100 ml
- Papéis de filtro Whatman 185mm
- Pinça metálica
- Placa de aquecimento
- Suporte universal
- Vidro de relógio.

7.3. Modo de lavagem de material

A lavagem do material para esta análise obedeceu à seguinte ordem:

- Lavagem com detergente e água da torneira;
- Lavagem com água destilada;

- Mergulhou-se em HCl a 20% durante 48 horas;
- Lavagem com água destilada;
- Mergulhou-se em ácido nítrico a 20% durante 48 horas;
- Lavagem com água destilada;
- Secagem numa estufa.

7.4. Amostragem

As amostras em análise têm como proveniência a província de Manica distrito de Sussundenga a responsável pela recolha das amostras é a dr^a. Aida Vasco Massango, no âmbito da pesquisa na área dos alimentos em coordenação com o Ministério das Ciências e Tecnologia (MCT) e Centro de Investigação e Desenvolvimento em Etnobotânica (CIDE). As amostras em análise são cereais como Milho, Arroz e Mapira.

7.5. Pré-tratamento das Amostras

- Tomou-se uma certa quantidade de amostra para se moer no moinho e outra parte para pilar de modo a separar parte integral do farelo;
- Depois moeu-se usando o liquidificador até ficar em pó;
- Para misturar as farinhas, mediu-se quantidades iguais de cada cereal e levou-se para o almofariz e homogenizou-se;
- Guardou-se as amostras no plástico de polietileno.

7.5.1. Solubilização da amostra para análise de Minerais

1. Pesou-se cerca de 0.5g das amostras em papel de alumínio numa balança analítica e transferiu-se para um cadinho de teflon;
2. Humedeceu-se as amostras com algumas gotas de água destilada;
3. Adicionou-se a cada amostra 10mL da mistura H₂O e HNO₃ a 55% na proporção 3:1; após aquecimento a mistura libertou vapores acastanhados do ácido nítrico;
4. Retirou-se a mistura da placa para arrefecimento;
5. Repetiu-se os procedimentos dos pontos 3 e 4;

6. Adicionou-se a cada amostra 2,5 mL do HCl a 37% concentrado para a dissolução do resíduo remanescente no cadinho, a mistura borbulhou tomando uma coloração preta e libertando vapores brancos;
7. Em seguida dissolveu-se com 2 mL de HNO₃ 55% e transferiu-se quantitativamente para um balão de polietileno de 100mL no qual se fez o volume com água destilada;
8. Usando o papel de filtro de 185mm, a solução foi filtrada para os balões volumétricos de polietileno de 100mL e guardada;
9. As amostras foram solubilizadas em triplicado.

7.6. Preparação de soluções padrão para análise por “FC” e “FAAS”

7.6.1. Soluções-padrão de Sódio

Inicialmente, tomou-se 2.5 mL de uma solução de 1000mg/L de Na (stock) para um balão volumétrico de 50mL e fez-se o volume com água destilada preparando-se assim um intermediário de 50mg/L. Desta solução tomou-se 0, 1, 2, 3 e 4 mL para balões volumétricos de 50 mL, a cada balão adicionou-se 1mL de HNO₃ a 55% (p/p); depois fez-se o volume com água destilada obtendo-se 0, 1, 2, 3, 4mg/L de Na.

Na preparação de soluções padrões usou-se a seguinte equação:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 \quad (3)$$

7.6.2. Soluções-padrão de Potássio

Inicialmente, tomou-se 5 mL de uma solução de 1000mg/L de Na (stock) para um balão volumétrico de 50mL e fez-se o volume com água destilada preparando-se assim um intermediário de 100mg/L. Desta solução tomou-se 0, 5, 10, 15, 20mL para balões volumétricos de 50 mL, a cada balão adicionou-se 1mL de HNO₃ a 55% (p/p); depois fez-se o volume com água destilada obtendo-se 0, 10, 20, 30 e 40mg/L de K.

7.6.3. Soluções-padrão de Cálcio

Na preparação das soluções-padrão de Ca, preparou-se uma solução intermediária de 100ppm de Ca, partindo de uma solução padrão (stock) de 1000ppm de Ca; a partir desta solução de 1000ppm tomou-se 5mL para um balão volumétrico de 50mL e fez-se o volume com água destilada, obtendo-se uma solução de 100ppm de Ca. Da solução intermediária de 100ppm, preparou-se outro intermediário, tomando-se 5mL para balão de 50mL e fez-se o volume com água

destilada obtendo-se 10ppm de Ca; por fim, tomou-se desta solução 0, 5, 10, 15 e 20mL para balões volumétricos de 50mL e a cada um dos balões adicionou-se 10mL da solução de lantânio e 1mL de HCl a 37% e perpez-se o volume com água destilada obtendo-se 0, 1, 2, 3 e 4ppm.

7.6.4. Soluções-Padrão de Magnésio

Na preparação das soluções-padrão de Mg, inicialmente preparou-se uma solução intermediária de 50ppm de Mg, partindo duma solução padrão (stock) de 1000ppm de Mg; a partir desta solução de 1000ppm tomou-se 2,5mL para um balão volumétrico de 50mL e perpez-se o volume com água destilada, obtendo-se uma solução de 50ppm de Mg. Da solução intermediária de 50ppm, preparou-se outro intermediário, tomando-se 5mL para balão de 50mL e perpez-se o volume com água destilada obtendo-se 5ppm de Mg, por fim, tomou-se desta solução 0, 5, 10, 15 e 20mL para balões volumétricos de 50ml e a cada um dos balões adicionou-se 10mL da solução de lantânio e 1mL de HCl a 37% e perpez-se o volume com água destilada obtendo-se 0, 0.5, 1, 1.5 e 2ppm.

7.6.5. Soluções-padrão de Ferro

Na preparação das soluções-padrão de Fe, inicialmente preparou-se uma solução intermediária de 50ppm de Fe, partindo duma solução padrão (stock) de 1000ppm de Fe; a partir desta solução de 1000ppm tomou-se 2.5mL para um balão volumétrico de 50mL e perpez-se o volume com água destilada, obtendo-se uma solução de 50ppm de Fe. Da solução intermediária de 50ppm, preparou-se outro intermediário, tomando-se 10mL para balão de 50mL e perpez-se o volume com água destilada obtendo-se 10ppm de Fe; por fim, tomou-se desta solução 0, 5, 10, 15 e 20mL para balões volumétricos de 50mL e perpez-se o volume com água destilada obtendo-se 0, 1, 2, 3 e 4ppm.

7.6.6. Soluções-padrão de Zinco

Na preparação das soluções-padrão de Zn, inicialmente preparou-se uma solução intermediária de 100ppm de Zn, partindo duma solução padrão (stock) de 1000ppm de Zn; a partir desta solução de 1000ppm tomou-se 5mL para um balão volumétrico de 50mL e perpez-se o volume com água destilada, obtendo-se uma solução de 100ppm de Zn. Da solução intermediária de 100ppm, preparou-se outro intermediário, tomando-se 2.5mL para balão de 50mL e perpez-se o volume com água destilada obtendo-se 5ppm de Zn; por fim, tomou-se desta solução 0, 5, 10, 15

e 20mL para balões volumétricos de 50ml e perpez-se o volume com água destilada obtendo-se 0, 0.5, 1, 1.5 e 2ppm.

As tabelas com resumos de preparação de minerais: Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn e P e dos respectivos gráficos encontram-se nos anexos.

7.7. Determinação de Carbohidratos

7.7.1. Procedimento para determinação de Açúcares

Dissolveu-se cerca de 2 g da mistura de cereais num bequer de 100 mL, homogeneizou-se e adicionou-se 10mL de ácido clorídrico, em seguida levou-se ao aquecimento até à ebulição. Agitou-se até à dissolução de toda a matéria orgânica. Esta solução foi filtrada para um balão volumétrico de 250mL. Depois lavou-se o copo quantitativamente e transferiu-se para o balão e completou-se o volume com água destilada.

7.7.2. Titulação

Encheu-se a bureta com a solução amostra preparada acima, entretanto pipetou-se 10mL da solução de Fehling para um erlenmeyer e adicionou-se 4 gotas do indicador azul de metileno; levou-se esta solução ao aquecimento até à fervura e depois procedeu-se à titulação a quente até ao desaparecimento da coloração azul da solução de Fehling portanto este passo dá volume aproximado da titulação. Repetiu-se este procedimento por mais duas vezes, mas desta vez, adicionou-se no segundo e no terceiro erlenmeyer (ambos com solução de Fehling e azul-de-metileno) 5 e 7mL da solução do açúcar respectivamente. Para o cálculo de teores de açúcares totais na amostra pelo método de Fehling usou-se a fórmula 4:

$$\% \text{ Açúcares totais} = \frac{A \times 250 \times 2,5}{T \times W \times 10} \quad (4)$$

onde:

T- Título da solução do açúcar não hidrolisável em (g);

W- Massa da amostra em (g);

A- Massa de açúcar correspondente a 10mL da solução de Fehling.

Para o cálculo de título deve-se lavar em conta a quantidade em gramas de açúcares necessárias para reduzir todo cobre de 1mL de reagente de Fehling.

7.8. Determinação de Gorduras

7.8.1. Procedimento: Extracção Soxhlet

Inicialmente tomou-se uma certa quantidade da amostra em análise e retirou-se a água secando a amostra numa estufa a 105 °C.

1. Pesou-se 20g da amostra em análise num papel de filtro;
2. Transferiu-se a amostra para cartucho de Soxhlet e tapou-se com algodão;
3. Encheu-se o extractor Soxhlet com 100mL de solvente para extracção mais 50mL de água destilada;
4. Adicionou-se o cartucho no extractor Soxhlet, de tal forma que o mesmo fique totalmente imerso no éter de petróleo;
5. No balão conectou-se o extractor;
6. Ligou-se a circulação de água para condensar o éter de petróleo e evitar perdas significativas do mesmo;
7. Deixar o sistema sob aquecimento de 110 °C, circulação de solvente por um periodo de 5H;
8. Após este período interrompeu-se a extracção após o esvazamento na câmara de extracção;
9. Após a extracção tira-se o cartucho do extractor juntamente com amostra;
10. Para a recolha da gordura, levou-se o balão para o rotavapor onde se evaporou o solvente e ficando-se com a gordura no balão.
11. Finalmente pesa-se o balão contendo a gordura. E a massa da gordura foi obtida fazendo-se a diferença com o peso do balão vazio [20]. Para o cálculo da massa de gordura usou-se a fórmula 7 [12]:



Figura 7: Rotavapor

$$P = P_2 - P_1 \quad (5)$$

$$\%M = \frac{P \times 100}{N} \quad (6)$$

onde:

P_1 – Massa do balão vazio

P_2 - Massa do balão com amostra após a extração;

P - Massa da gordura em grama;

N- Massa da amostra em análise;

%M- Massa em percentagem de gordura.

7.9. Determinação de Proteínas

7.9.1. Procedimento

A determinação do nitrogénio compreende 3 fases a saber:

1^a Fase Digestão

2^a Fase Destilação

3^a Fase Titulação

1ª Fase Digestão

Inicialmente preparou-se uma mistura composta de: ácido sulfúrico, ácido salicílico e solução de selênio pesando-se 0.3g da amostra. Levou-se a mistura ao processo de mineralização durante 24hora neste processo adiciona-se 1mL de H₂O₂ em fases, isto para destruir a matéria orgânica. Após este passo leva-se a mistura a um digestor onde permaneceu durante 3hora à temperatura de 300-330⁰C. Quando a digestão não estiver completa, adiciona-se mais 2mL de H₂O₂ durante 1hora.

2ª Fase Destilação

Antes de se prosseguir com a destilação deixa-se arrefecer a mistura e filtra-se até se obter um volume de 75mL. Para a destilação tira-se 10mL do filtrado e mistura-se com 50 mL de NaOH a 30%. Após a destilação o destilado é transferido para um Erlenmeyer de 200mL contendo 15mL de H₃BO₃ a 2%.

3ª Fase Titulação

Nesta fase do processo, titula-se a quantidade de nitrogénio presente na amostra com o excesso de HCl 0.02M. A equação 9 representa a expressão para o cálculo de proteína:

$$\%N = \frac{(A-B) \times C \times N \times L}{M \times V} \times 100 \quad (7)$$

$$\%Proteínas = F \times \%N \quad (8)$$

onde:

A-Volume gasto na titulação da amostra (mL);

B-Volume gasto na titulação de ensaio em branco (mL);

C- Concentração de ácido clorídrico (molar);

N- Peso atómico de nitrogénio (g/mol);

L- Volume de tubo de digestão (mL);

M- Massa da amostra (g);

V- Volume tomado no tubo de digestão (mL);

%N- Percentagem do Nitrogénio;

F- Factor arbitrário de conversão de nitrogénio a proteínas é (F=6.25).

7.10. Determinação por Espectrofotometria de Absorção Molecular (EAM)

7.10.1. Determinação de Fósforo

Na determinação do fósforo total recorreu-se à mesma digestão usada para o nitrogénio total, sendo usado o método colorimétrico-UV-Vis.

As soluções amostras, padrões e o branco foram determinados tendo em conta comprimento de onda de 882nm.

A adição dos iões molibdato à solução da surgimento da cor azul, cuja intensidade é proporcional à quantidade de fosfato incorporado [11].

7.10.2. Procedimento

1. Preparou-se 6 balões Erlnemeyer de 50mL;
2. Pipetou-se 5mL de solução padrão de fósforo para os 6 balões;
3. Pipetou-se 1mL de solução amostra e do branco para 5 Erlnemeyer de 50mL;
4. Adicionou-se 25mL de água destilada;
5. Adicionou-se 15 mL da solução de coloração a cada Erlenmeyer e homogeneizar;
6. Perfez-se o volume com água destilada e homogeneizou-se;
7. Deixou-se a mistura repousar durante 1 hora, de tal modo que a cor azul se estabilize.



Figura 8: Aparelho para determinação de P em EAM

A equação descrita abaixo é para o cálculo da percentagem do fósforo

$$\%P = \frac{(A-B) \times V \times F_c \times V_p}{P \times V_A \times 10000} \quad (9)$$

onde:

A – Concentração da amostra;

B – Concentração do branco;

V - Volume do tubo digestor (75mL);

F_c - Factor de correcção da mistura;

V_p – Volume tomado da solução padrão (15mL);

V_A - Volume tomado da solução amostra (1mL);

P - Massa da amostra.

8. PARÂMETROS INSTRUMENTAIS PARA DETERMINAÇÕES POR “FAAS” E “FC”

Tabela 2: Parâmetros instrumentais

Parâmetros	Elementos					
	Ca	Mg	Fe	Zn	Na	K
λ(nm)	422.7	285.2	248.3	213,9	589.6	766.5
I(mA)	10.0	8.0	12.0	8.0	-	-
d(mm)	0.50	0.50	0.20	0.5	0.5	0.5
Chama	Ar-acetileno	Ar-acetileno	Ar-acetileno	Ar-acetileno	Ar-acetileno-butano	
h(mm)	7.0	7.0	7.0	7.0	-	-
Z.W(ppm)	0.3-8.0	0.062-1.0	0.06-15.0	0.4-1.6	0.3-100	0.2-100
α	0	0	0	0	-	-
Fluxode gás	2.0	1.80	2.2	2.0	-	-

λ - Comprimento de onda, h – altura do queimador; d-largura da fenda;
z.w – zona do trabalho; α – ângulo do queimador.

9. APRESENTAÇÃO E TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE RESULTADOS

Os resultados são apresentados com os respectivos limites de confiança através dos quais calculou-se primeiro o desvio padrão a partir da expressão:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (10)$$

Onde: s- Desvio padrão amostral;

X- Série de determinações numa amostra;

\bar{X} - Média das determinações obtidas experimentalmente numa amostra;

n- Número de determinações numa amostra;

Nesta equação, quando o número de determinações é pequeno, o denominador é (n-1).

a) Intervalo de Confiança

Como o valor verdadeiro não pode ser exactamente determinado, há necessidade de usar-se em seu lugar um valor que possa ser aceite, com indicação do intervalo de confiança que irá incluir o valor verdadeiro [25].

Os limites de confiança para os valores experimentais foram calculados pela fórmula:

$$\bar{X} + t \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (11)$$

onde: t- t de student

Das tabelas de t, tem-se que o valor de t para nível de confiança de 95% e faz-se cruzamento entre: t (n-1; P= 0,05) = 4,3

Os significados das letras \bar{X} , s e n, encontram-se acima.

b) Coeficiente de Variação (CV):

Outra forma de expressar a precisão é através de coeficiente de variação, dado por:

$$CV = \frac{s \times 100}{\bar{X}} \quad (12)$$

Precisão: indica o quanto as medidas repetidas estão próximas umas das outras.

Visto que se repetem várias vezes os mesmos experimentos, os cientistas fazem uma média ponderada das medidas e, por isso, é muito importante que os valores sejam bem próximos.

Tabela 3: Resultados da determinação de Açúcares em (%p/p)

Amostras	Réplicas ⁵			\bar{X}	s	CV	I.C
M ₁	70,32	72,97	77,35	73,55	3,55	4,83	73,55±8,82
M ₂	80,57	85,94	94,33	86,95	6,94	7,98	86,95±17,25
M ₃	92,08	96,69	87,89	92,22	4,40	4,77	92,22±10,94

\bar{X} -Média; s-Desvio Padrão; CV- Coeficiente de Variação; I.C-Intervalo de Confiança

Tabela 4: Resultados da determinação de Gorduras em (%p/p)

Amostras	(%p/p)			Média (\bar{X})	Desvio Padrão (s)	Coef. de variação (CV)	Inter. de confiança (I.C)
	1 ^a Réplicas	2 ^a Réplicas	3 ^a Réplicas				
M ₁	2,00	1,90	2,80	2,23	0,49	21,97	2,23±1,22
M ₂	2,50	2,40	2,65	2,52	0,13	5,16	2,52± 0,32
M ₃	3,50	4,00	4,08	3,86	0,31	8,03	3,86±0,77

\bar{X} -Média; s-Desvio Padrão; CV- Coeficiente de Variação; I.C-Intervalo de Confiança

Tabela 5: Resultados da determinação de Proteínas em mg/100g

Amostras	Réplicas			\bar{X}	s	CV	I.C
M ₁	8,75	9,19	8,75	8,89	0,25	2,81	8,89±0,62
M ₂	8,31	9,63	9,19	9,04	0,67	7,41	9,04±1,67
M ₃	8,75	9,63	9,63	9,34	0,51	5,46	9,34±1,27

\bar{X} -Média; s-Desvio Padrão; CV- Coeficiente de Variação; I.C-Intervalo de Confiança

⁵ As 3 Réplicas foram 3 amostras preparadas desde que foram pesadas até serem analisadas.

Onde:

M₁ – Mistura de Farinhas Integrais (milho + arroz + mapira)

M₂- Mistura de Farinhas com Casca (milho + arroz + mapira)

M₃ – Mistura de Farelos (milho + arroz + mapira)

A₁ – Farinha de Arroz Integral

A₂ – Farinha de Arroz com Casca

A₃ – Farelo de Arroz

MI₁- Farinha de Milho Integral

MI₂- Farinha de Milho com Casca

MI₃ – Farelo de Milho

MA₁ – Farinha de Mapira Integral

MA₂ – Farinha de Mapira com Casca

MA₃ – Farelo de Mapira

Tabela 6: Resultados de teores de Ca nas amostras em mg/100g

Amostras							
	1ª Réplica	2ª Réplica	3ª Réplica	\bar{X}	s	CV	I.C
M ₁	23,28	23,27	23,28	23,28	0,006	0,03	23,28± 0,01
M ₂	35,64	35,59	35,57	35,60	0,04	0,11	35,60±0,09
M ₃	40,58	40,56	40,62	40,58	0,03	0,07	40,58± 0,07
MI ₁	27,68	27,44	27,76	27,63	0,17	0,62	27,63 ±0,42
MI ₂	39,61	39,58	39,56	39,58	0,02	0,05	39,58 ±0,05
MI ₃	42,04	41,28	41,42	41,58	0,40	0,96	41,58±0,99
A ₁	20,18	20,16	20,14	20,16	0,02	0,09	20,16±0,05
A ₂	30,46	30,45	30,42	30,44	0,02	0,06	30,44± 0,05
A ₃	39,36	39,28	38,96	39,20	0,21	0,54	39,2±0,52
MA ₁	29,63	29,66	29,58	29,62	0,04	0,135	29,62±0,10
MA ₂	37,44	37,28	37,52	37,41	0,12	0,32	37,41± 0,30
MA ₃	39,56	39,72	39,62	39,63	0,08	0,20	39,63±0,50

\bar{X} -Média; s-Desvio Padrão; CV- Coeficiente de Variação; I.C-Intervalo de Confiança

Tabela 7: Resultados de teores de Mg nas amostras em mg/100g

Amostras							
	1ª Réplica	2ª Réplica	3ª Réplica	\bar{X}	S	CV	I.C
M ₁	56,65	56,48	56,76	56,63	0,14	0,25	56,63±0,35
M ₂	98,12	98,07	98,18	98,09	0,03	0,03	98,09±0,07
M ₃	117,52	117,51	117,46	117,50	0,03	0,025	117,5±0,07
MI ₁	40,63	40,64	40,56	40,61	0,04	0,09	40,61±0,10
MI ₂	53,36	53,09	53,14	53,20	0,14	0,26	53,20±0,35
MI ₃	55,27	55,36	55,35	55,33	0,05	0,09	55,33±0,12
A ₁	57,58	57,58	57,36	57,51	0,13	0,23	57,51±0,32
A ₂	61,78	62,16	61,92	61,95	0,19	0,31	61,95± 0,47
A ₃	65,22	65,16	65,33	65,24	0,08	0,12	65,24±0,20
MA ₁	47,28	47,27	47,38	47,31	0,06	0,13	47,31±0,15
MA ₂	67,37	67,46	67,34	67,39	0,06	0,09	67,39± 0,15
MA ₃	87,72	87,56	87,80	87,69	0,12	0,14	87,69±0,30

\bar{X} -Média; s-Desvio Padrão; CV- Coeficiente de Variação; I.C-Intervalo de Confiança

Tabela 8: Resultados de teores de Fe nas amostras em mg/100g

Amostras							
	1ª Réplica	2ª Réplica	3ª Réplica	\bar{X}	s	CV	I.C
M ₁	7,82	7,78	7,98	7,86	0,10	1,27	7,86 ±0,25
M ₂	10,88	10,69	10,84	10,80	1,00	0,93	10,80±2,48
M ₃	18,06	17,99	18,04	18,03	0,03	0,17	18,03±0,07
MI ₁	7,64	7,58	7,16	7,46	0,26	3,48	7,46±0,65
MI ₂	10,96	10,95	10,93	10,95	0,01	0,09	10,95±0,02
MI ₃	15,26	15,36	15,64	15,42	0,19	1,23	15,42±0,47
A ₁	4,24	4,42	4,36	4,34	0,09	2,07	4,34±0,22
A ₂	5,96	5,87	5,92	5,92	0,04	0,67	5,92±0,10
A ₃	8,60	8,72	8,86	8,72	0,13	1,49	8,72±0,32
MA ₁	9,44	9,43	9,46	9,44	0,02	0,21	9,44±0,05
MA ₂	11,64	11,76	11,86	11,75	0,11	0,94	11,75±0,27
MA ₃	15,66	15,66	15,59	15,64	0,04	0,26	15,64±0,10

\bar{X} -Média; s-Desvio Padrão; CV- Coeficiente de Variação; I.C-Intervalo de Confiança

Tabela 9: Resultados de teores de Zn nas amostras em mg/100g

Amostras							
	1 ^a Réplica	2 ^a Réplica	3 ^a Réplica	\bar{X}	s	CV	I.C
M ₁	5,54	5,56	5,68	5,59	0,07	1,25	5,59±0,174
M ₂	6,82	6,78	6,81	6,80	0,02	0,29	6,80±0,05
M ₃	9,77	9,78	9,78	9,78	0,006	0,06	9,78±0,015
MI ₁	2,26	2,25	2,34	2,28	0,05	2,19	2,28 ± 0,12
MI ₂	4,26	4,09	4,12	4,15	0,09	2,16	4,15±0,22
MI ₃	6,31	6,66	6,78	6,58	0,24	3,64	6,58±0,60
A ₁	3,41	3,42	3,42	3,42	0,006	0,17	3,42±0,015
A ₂	4,83	4,81	4,39	4,68	0,25	5,34	4,68±0,62
A ₃	6,03	5,97	6,06	6,02	0,04	0,66	6,02±0,10
MA ₁	5,68	5,57	5,61	5,62	0,05	0,89	5,62±0,12
MA ₂	9,40	9,16	9,24	9,27	0,122	1,32	9,27 ± 0,30
MA ₃	13,69	13,82	13,88	13,79	0,09	0,65	13,79±0,22

\bar{X} -Média; s-Desvio Padrão; CV- Coeficiente de Variação; I.C-Intervalo de Confiança

Tabela 10: Resultados de teores de Na nas amostras em mg/100g

Amostra							
	1ª Réplica	2ª Réplica	3ª Réplica	\bar{X}	s	CV	I.C
M ₁	22,72	22,80	22,50	22,67	0,155	1,68	22,67±0,38
M ₂	26,06	26,08	26,00	26,06	0,04	0,15	26,06±0,10
M ₃	38,24	38,17	38,16	38,19	0,04	0,10	38,190±0,10
MI ₁	25,76	25,78	25,75	25,76	0,015	0,06	25,760±0,04
MI ₂	27,92	27,91	27,92	27,92	0,006	0,02	27,92±0,015
MI ₃	40,61	40,61	40,60	40,60	0,006	0,015	40,60±0,015
A ₁	11,17	11,16	11,13	11,15	0,02	0,18	11,15±0,05
A ₂	13,68	13,67	13,81	13,72	0,08	0,58	13,72±0,20
A ₃	19,92	19,91	19,88	19,90	0,02	0,10	19,90±0,57
MA ₁	15,76	16,06	15,69	15,84	0,20	1,26	15,84±0,50
MA ₂	16,62	16,92	16,71	16,75	0,15	0,89	16,75±0,37
MA ₃	17,84	18,14	18,00	17,99	0,15	0,834	17,99±0,37

\bar{X} -Média; s-Desvio Padrão; CV- Coeficiente de Variação; I.C-Intervalo de Confiança

Tabela 11: Resultados de teores de K nas amostras em mg/100g

Amostra							
	1ª Réplica	2ª Réplica	3ª Réplica	\bar{X}	s	CV	I.C
M ₁	175,78	176,06	175,85	175,88	0,14	0,08	175,88±0,35
M ₂	198,18	197,92	198,1	198,06	0,13	0,06	198,06±0,32
M ₃	258,29	258,18	258,32	258,24	0,06	0,02	258,24±0,15
MI ₁	139,18	139,17	139,28	139,21	0,06	0,043	139,21±0,15
MI ₂	148,42	148,32	147,96	148,23	0,24	0,16	148,23±0,60
MI ₃	179,94	179,66	180,08	179,88	0,20	0,11	179,88±0,50
A ₁	173,66	173,76	174,04	173,82	0,20	0,12	173,82±0,50
A ₂	186,24	186,18	186,15	186,19	0,04	0,02	186,19±0,10
A ₃	196,40	196,74	196,54	196,57	0,24	0,12	196,57±0,60
MA ₁	162,58	162,37	162,47	162,47	0,10	0,06	162,47±0,25
MA ₂	182,06	181,72	181,71	181,83	0,20	0,11	181,83±0,50
MA ₃	238,98	239,04	239,02	239,01	0,03	0,01	239,010±0,07

\bar{X} -Média; s-Desvio Padrão; CV- Coeficiente de Variação; I.C-Intervalo de Confiança

Tabela 12: Determinação de teores de P nas amostras em mg/100g

Amostras							
	1ª Réplica	2ª Réplica	3ª Réplica	\bar{X}	s	CV	I.C
M ₁	92,70	92,84	92,56	92,70	0,14	0,15	92,70±0,35
M ₂	98,53	98,52	98,54	98,53	0,01	0,01	98,530±0,02
M ₃	157,90	157,68	157,76	157,78	0,11	0,07	157,78±0,27
MI ₁	91,58	91,44	91,72	91,58	0,14	0,15	91,58±0,35
MI ₂	102,58	103,06	102,53	102,72	0,29	0,28	102,7±0,72
MI ₃	110,81	110,80	110,79	110,80	0,01	0,009	110,80±0,02
A ₁	98,30	98,32	98,27	98,29	0,02	0,02	98,29±0,05
A ₂	108,88	108,94	108,96	108,92	0,04	0,04	108,92±0,10
A ₃	112,23	112,28	112,26	112,26	0,02	0,02	112,26±0,05
MA ₁	127,69	127,81	127,76	127,75	0,06	0,05	127,75±0,15
MA ₂	147,10	147,20	147,30	147,20	0,10	0,07	147,20±0,25
MA ₃	158,48	158,52	158,54	158,51	0,03	0,02	158,51±0,07

\bar{X} -Média; s-Desvio Padrão; CV- Coeficiente de Variação; I.C-Intervalo de Confiança

Tabela 13: Comparação de resultados nas diferentes misturas com base no teor médio e coeficiente de variação

Amostras	Mineral	Teor médio	s	CV	I.C
M ₁	Ca	23,28	0,006	0,03	23,28±0,01
M ₂		35,60	0,04	0,11	35,60±0,09
M ₃		40,58	0,03	0,07	40,580±0,07
M ₁	Mg	56,63	0,14	0,25	56,63±0,35
M ₂		98,09	0,03	0,03	98,09±0,07
M ₃		117,50	0,03	0,025	117,50±0,07
M ₁	Fe	7,86	0,10	1,27	7,86 ±0,25
M ₂		10,80	1,00	0,93	10,80±2,48
M ₃		18,03	0,03	0,17	18,03±0,07
M ₁	Zn	5,59	0,07	1,25	5,59±0,174
M ₂		6,80	0,02	0,29	6,80±0,05
M ₃		9,78	0,006	0,06	9,78±0,015
M ₁	Na	22,67	0,155	1,68	22,67±0,38
M ₂		26,06	0,04	0,15	26,06±0,10
M ₃		38,19	0,04	0,10	38,190±0,10
M ₁	K	175,88	0,14	0,08	175,88± 0,35
M ₂		198,06	0,13	0,06	198,06 ±0,32
M ₃		258,24	0,06	0,02	258,24±0,15
M ₁	P	92,70	0,14	0,15	92,70± 0,35
M ₂		98,53	0,01	0,01	98,53± 0,02
M ₃		157,78	0,11	0,07	157,78±0,27

\bar{X} -Média; s-Desvio Padrão; CV- Coeficiente de Variação; I.C-Intervalo de Confiança

10. DISCUSSÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

10.1. Determinação de Gorduras

Os valores de gorduras e açúcares foram determinados no departamento de química da UEM. Para a verificação da precisão do método foi aplicado o cálculo de coeficiente de variação e verificou-se que ha precisão para os teores de gorduras nas misturas M_2 e M_3 com CV variando de 5,16% e 8,03% para M_2 e M_3 respectivamente e a mistura M_1 apresentando desvio maior em relação a média com CV de 21,97% (tabela 4, pag 34). Sendo mas homogéneas as misturas M_2 e M_3 .

10.2. Determinação de Açúcares

Na determinação de açúcares pelo método volumétrico, vendo a (tabela 3, pag 34), nota-se que a mistura M_2 apresentou desvio maior em relação a média com CV de 7,98% e nas misturas M_1 e M_3 , verificou-se que ha mais homogeneidade em M_3 com 4,77% seguido de M_1 com 4,83% de coeficiente de variação.

10.3. Determinação de Proteínas

Os valores de teores de proteínas nas misturas de cereais foram determinados no IIAM e para verificação da precisão do método foi aplicado o cálculo de coeficiente de variação e verificou-se que ha precisão para os teores de proteínas na mistura M_1 por ser a mais homogénea seguido de M_3 e a mistura M_2 apresentou um desvio maior da média com valores de CV variando de 2,81%, 5,46% e 7,41% para M_1 , M_3 e M_2 respectivamente (tabela 5, pag 34).

Das tabelas 3 a 5, nota-se bons valores de açúcares, gorduras e proteínas. Os valores médios de gorduras é pelo facto de se tratar de gorduras vegetais, em relação aos cereais é de referenciar que o milho é o alimento com altos valores de gorduras, com este facto podemos dizer que a sua contribuição teria influenciado signitivamente para o aparecimento desses teores.

Com relação aos toeres determinados de proteínas, dizer que revelam-se bons resultados da análise para as misturas M_2 e M_3 , com 9,19 e 9,63% respectivamente, pelo facto de esses teores de proteínas em arroz, milho, mapira e no trigo variar de 9 a 12%.

10.4. Determinação de Minerais

Na determinação de minerais em misturas de cereais, usando métodos como “FAAS”, “FC” e “EAM”. E como forma de analisar a precisão, tomou-se em consideração coeficiente de variação (CV) e verificou-se bons valores determinados por este método.

Na análise dos minerais dividiu-se as amostras em 4 grupos: mistura de cereais, arroz, milho e mapira em seguida foram feitas várias subdivisões sucessivas como ilustram as tabelas 3 a 12. As análises feitas no arroz, milho e mapira era exactamente para se ter uma ideia sobre os teores desses em misturas de cereais. E verificou-se a partir dos resultados apresentados nas tabelas 6 a 12 que misturando farinhas de milho e farinhas de mapira teria maior contribuição em termos de nutrientes para preparação de suplementos. Outra sugestão em termos de mistura, tendo em conta os resultados encontrados seria misturar farinhas de arroz com farinhas de mapira.

Em todas as amostras analisadas os teores de Ca, Mg, Fe, Zn, Na, K e P, verificou-se que existem em excesso nos farelos (mistura M₃), isto é pelo facto de esta camada reter maior quantidade de nutrientes.

Na determinação de minerais e observando a tabela 13, é possível notar elevados teores de minerais na seguinte ordem K, P, Mg e Ca; Na, Fe e Zn, macronutrientes e micronutrientes respectivamente.

A partir da tabela 13 verifica-se que à mais homogeneidade nas misturas M₁ para Ca, M₂ e M₃ para Mg, M₃ para Fe, M₃ para Zn, M₃ para Na, M₃ para K e M₂ para P.

Entretanto essas variações encontradas nos alimentos evidenciam a importância de pesquisas para a constante actualização desses valores para utilização desses alimentos na formulação da dieta que atendam com precisão às exigências nutricionais e realçar que o alimento que possui mais nutriente é a que se encontra constituída de mistura de farelos ou M₃.

11. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De modo geral a partir dos objectivos preconizados e dos resultados obtidos no laboratório pode-se concluir que:

- ❖ No geral, os objectivos preconizados foram alcançados.
- ❖ Da análise dos resultados obtidos experimentalmente conclui-se que:
 1. Na determinação de teor de Ca por FAAS, mostou valores altos com maior destaque para M₃ depois M₂ com $40,58 \pm 0,07$ e $35,6 \pm 0,09$ mg/100g, respectivamente; na determinação de teor de Mg por FAAS, mostrou valores altos apenas para M₃ com $117,5 \pm 0,07$ mg/100g; na determinação de teores de Fe e Zn por FAAS, verificou-se a existência de teores médios para todas as amostras. Na determinação de teores de Na por FC mostrou teores médios para todas as amostras e na determinação de K por FC mostrou teores altos com maior destaque para M₃ com $258,24 \pm 0,15$ mg/100g. E na determinação de P por EAM mostrou teores altos com maior destaque para M₃ com $157,78 \pm 0,27$ mg/100g.
 2. Na determinação de açúcares, verificou-se altos teores na mistura M₃ com 92,22%; na determinação de teores de Proteínas nas amostras verificou-se teores altos com maior destaque para M₃ com $9,63 \pm 1,27$ mg/100g e na determinação de gorduras verificou-se teores médios em todas as amostras.
 3. Nos alimentos analisados nota-se que a mistura de farelos (M₃) tem teores altos de nutrientes seguidos de M₂ e por último M₁. Para a preparação do suplemento alimentar, o mais conveniente é preparar a partir da mistura de farinhas integrais e a misturas de farinhas com casca também é aceitável por apresentar teores que se possa considerar intermédios.
 4. A mistura M₃ é que apresenta elevados teores de nutrientes sendo conveniente para a preparação de suplementos alimentar em forma de capsulas e para fabrico de ração para animais.

5. Da análise feita também pode-se concluir que a preparação de suplemento com farinhas de miho e mapira seria ótimo e outra sugestão seria preparar com farinhas de arroz e mapira.

Recomenda-se que

Levando em conta um dos objetivos do ministério da saúde sobre a desnutrição nas crianças, recomendo às crianças mal nutridas do distrito de Sussundenga, para que possam consumir alimentos preparados na base de: arroz, mapira e o milho, mas sem negligenciar o consumo de outros cereais.

Recomenda-se que sejam determinados teores de nutrientes usando outras técnicas analíticas.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. BARROSO, MARIA FATIMA SA. (2002) *Métodos Instrumentais de Análise I*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- [2]. CAMARGO, O. A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J. A.; VALADARES, M. S. (2009). Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de solos de Instituto Agrônomo de Campinas; Edição Revista. Campinas: Instituto Agrônomo, Pág. 24-36. Disponível em <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>. sais minerais nos alimentos. Acessado no dia 04 de Junho de 2013 às 10:30 Minutos.
- [3]. CHIRONDA, M. S. (2007). *Determinação da concentração de fluoretos por Espectrofotometria de absorção molecular em águas minerais*. Trabalho de licenciatura-Departamento de Química, UEM, Maputo, pp. 19 e 22.
- [4]. CRISTINA, M. D. *Manipulação da Composição Química do Milho: Impacto na Indústria e Na Saúde Humana*; Disponível em ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/.../Manipulacao-composicao.pdf. Acessado no dia 16 de Agosto 2013.
- [5]. COELHO, A. M e LAGOAS, M.G. *Adubação e Nutrição*; Disponível em www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ_78.pdf, Acessado no dia 17 de Agosto de 2013, às 11:15 minutos.
- [6]. DOSSIÊ. *Os Minerais Na Alimentação*. Disponível em <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>. Acessado no 4 de Junho de 2013, às 10:25 minutos.
- [7]. FRANCISCO, J. (2003). *Determinação de Nióbio e Tântalo Por Espectrofotometria de Absorção Molecular Em Tantalites e Niobites*, Trabalho de licenciatura-Departamento de Química, UEM, Maputo, pp. 12.
- [8]. GIANESELLA, S. M. F. *Nutrientes (IOB-127 Fitoplâncton e Produção Primária)*. Disponível em <http://www.danilorvieira.com/disciplinas/iob127/aula8.pdf>. Acessado no dia 4 de Junho de 2013 as 10:38 minutos.

- [9]. GONÇALVES, M. L. (1996). *Métodos Instrumentais de Análise de soluções*. 2ª edição. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. Pp 32, 58 , 130 e 171.
- [10].GONÇALVES, M. L. S. S. (2001). *Instrumentais Para Análise de Soluções, Análise Quantitativa*. 4ª edição. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, pp 96-157.
- [11]. GOMES, R. M. L. (2010). *Consumo de Suplementos Alimentares em frequentadores de Ginásio da Cidade de Coimbra*. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina da Coimbra.
- [12]. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. (2004). *Métodos Químicos Físicos para determinação de Alimentos*. 4ª edição, São Paulo. Pág 90 e 313.
- [13]. JORGE, R. (2006). *Tabela de Composição de Alimentos*. Centro de Segurança Alimentar e Nutrição. Lisboa.
- [14]. KRUG, F. J; NÓBREGA, J. A; OLIVEIRA, P. V. (2004). *Espectrofotometria de Absorção Atômica*. 2ª edição, Brazil.
- [15]. MARTINS, L. R. R. (2012). *Apostila de Bromatologia*. Departamento Acadêmico de Química e Biologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- [16].MORITZ, D. *Nutrição: bromatologia dos alimentos*.
- [17].MUTETO, P. V. (2003). *Determinação de Magnésio e Cálcio em granitos por Espectrofotometria de absorção atômica com atomização por chama (FAAS)*.Trabalho de licenciatura- Departamento de Química.UEM-Maputo.
- [18]. Núcleos de Estudos e Pesquisa em alimentação. (2011). *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos*. 4ª edição. BookEditora. Campinas-SP. pp 13,14, 26-28.
- [19]. OCTÁVIO, A. V. (2001). *Nutrientes*. Araras-SP. Disponível em <http://www.cca.ufscar.br/~vico/NUTRIENTES.pdf>; Acesso no dia 16 de Agosto de 2013.
- [20]. OLIVEIRA, P. R. (1999). Extracção solido-liquido.Universidade Tecnologica Federal do Paraná-Campus de Curitiba. Disponível em

http://projetos.unioeste.br/pos/media/File/energia_agricultura/pdf/Dissertacao.pdf. Acessado no dia 18 de Agosto de 2013.

[21]. PINHEIRO, B. S. (2005). *Arroz e Feijão: Propriedades Nutricionais e Benefícios à saúde*. Brazil, Embrapa Estudos e Capacitação.

[22]. PURGATTO, E. (2005). Análise de proteínas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, FCF-USP.

[23]. ROSOLEM, C.A e MALAVOLTA, E. (1981). *Exigências Nutricionais do Sorgo Sacarino*. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/aesalq/v38n1/20.pdf>, Acesso no dia 17 de Agosto de 2013 às 11:05minutos.

[24]. SETSAN. (2007). *Estratégia e plano de acção de segurança alimentar e nutricional: Segurança Alimentar e Nutricional, um Direito para um Moçambique Sem Fome e Saudável*.

[25]. SITOIE, N. D. (2012). Determinação do teor de proteínas, Fosforo e Humidade em Alimentos: “Verduras e Leguminosas” da Provincia de Nampula; Trabalho de licenciatura- Departamento de Quimica, UEM-Maputo, pp 46.

[26]. Suplementos Alimentar. Disponível em Suplementos-alimentares.info/. Acesso no dia 7/11/2013 as 19: 35minutos.

[27]. SKOOG, D. A; WEST, D. M; HOLLER, F. J; WROUCH, S. R. (2004). *Fundamentos de Química Analítica*. 8ª Edição norte americana, pp 7 a 13 e 154.

[28]. VANESSA, C; NUNES, E; MORAIS, C ; CABRAL, M. *Principios Para Uma Alimentação Saudável*. Disponível em <http://www.dgs.pt/upload/membro.id/ficheiros/i008723.pdf>, Acessado no dia 18 de Agosto de 2013 às 14:30minutos.

[29]. VANESSA, V. A; CANESIN, E. A; SUZUKI, R. M; PALIOTO , G. F. (2001). *Análise Qualitativa de Proteínas em Alimentos Por Meio de Reação de Complexação do Ião Cúprico*.

ANEXOS

Tabela a-14: Quadro resumo para determinação de Sódio

Padrões	Conc.(ppm)	Absorvâncias
Padrão1	0,0	0,0
Padrão2	1,0	75
Padrão3	2,0	138
Padrão4	3,0	208
Padrão5	4,0	265

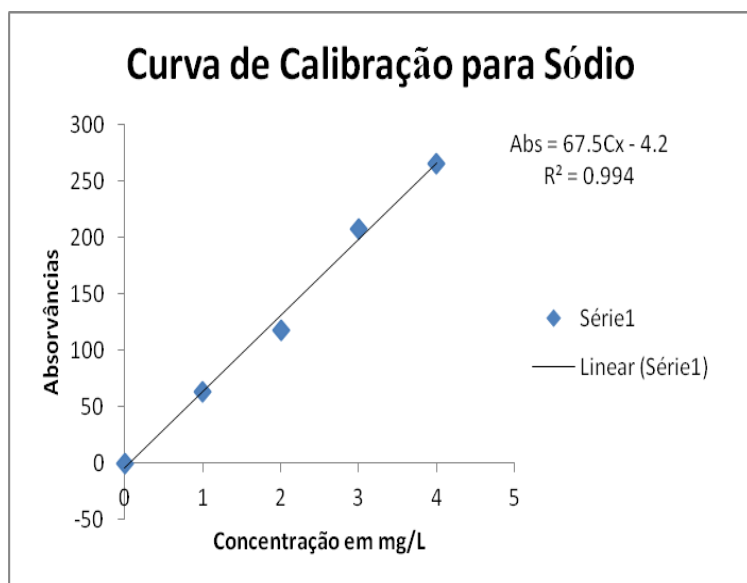


Figura f-1: Curva de calibração para determinação de Sódio

Tabela a-4: Quadro resumo para determinação de potássio

Padrões	Conc.(ppm)	Absorvâncias
Padrão1	0,0	0,0
Padrão2	10	65
Padrão3	20	148
Padrão4	30	210
Padrão5	40	275

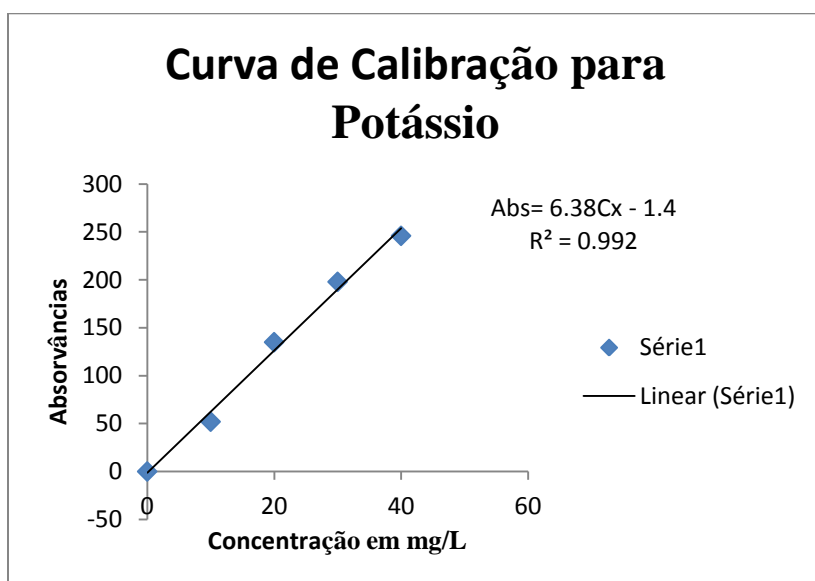


Figura f-2: Curva de calibração para determinação de potássio

Tabela a-15: Quadro resumo para determinação de Cálcio

Padrões	Conc.(ppm)	Absorvâncias
Padrão1	0,0	0,0
Padrão2	1,0	0,145
Padrão3	2,0	0,198
Padrão4	3,0	0,318
Padrão5	4,0	0,412

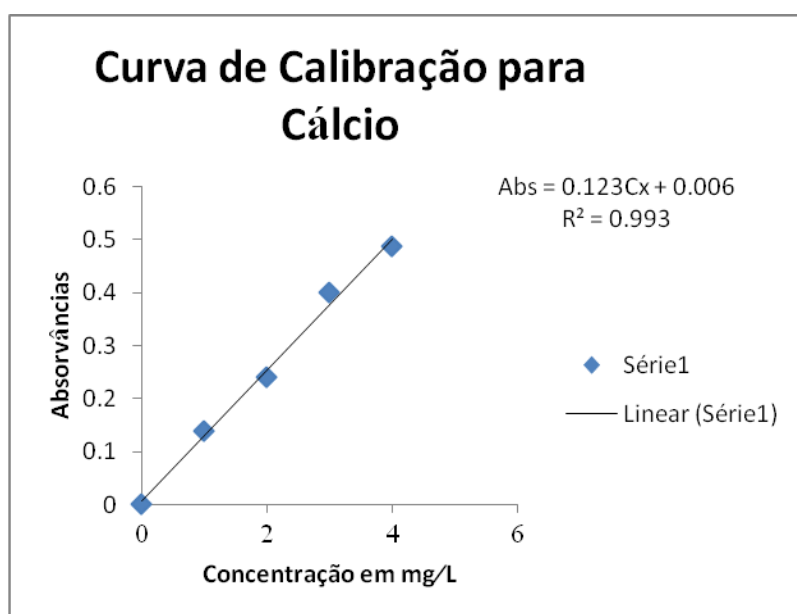


Figura f-3: Curva de calibração para determinação de Cálcio

Tabela a-16: Quadro resumo para determinação de Magnésio

Padrões	Conc.(ppm)	Absorvâncias
Padrão1	0,0	0,00
Padrão2	0,5	0,448
Padrão3	1,0	0,855
Padrão4	1,5	1,200
Padrão5	2,0	1,450

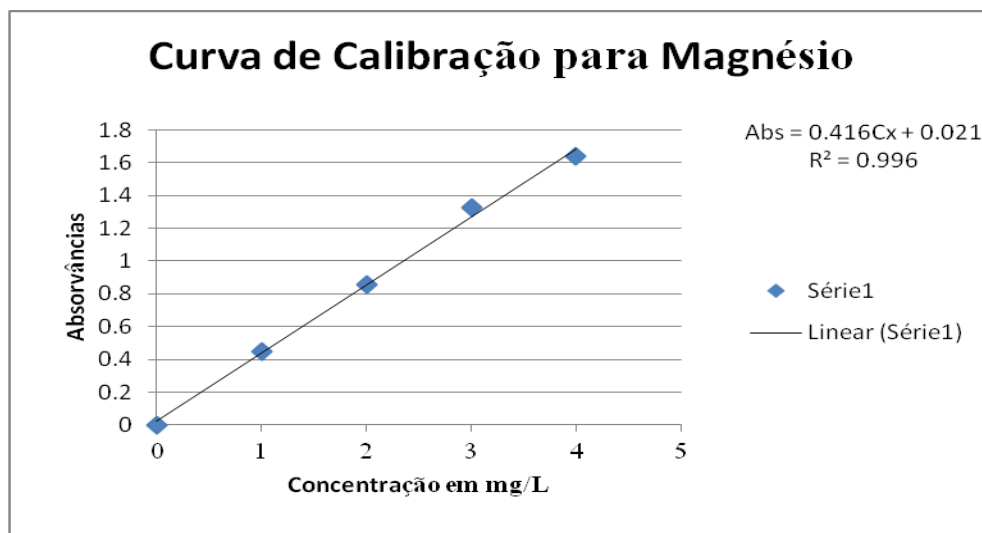


Figura f-4: Curva de calibração para determinação de Magnésio

Tabela a-17: Quadro resumo para determinação de Ferro

Padrões	Conc.(ppm)	Absorvâncias
Padrão1	0,0	0,0
Padrão2	1,0	0,01
Padrão3	2,0	0,03
Padrão4	3,0	0,04
Padrão5	4,0	0,05

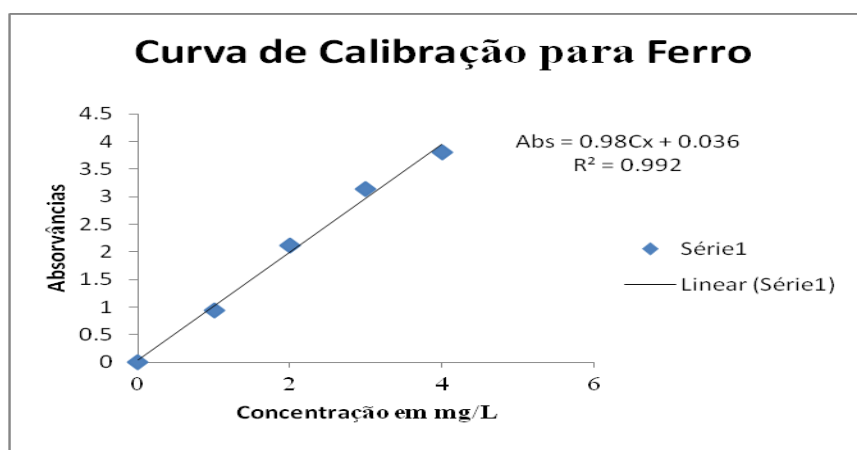


Figura f-5: Curva de calibração para determinação de Ferro

Tabela a-18: Quadro resumo para determinação de Zinco

Padrões	Conc.(ppm)	Absorvância
Padrão1	0,0	0,0
Padrão2	0,5	0,5
Padrão3	1,0	0,99
Padrão4	1,5	1,50
Padrão5	2,0	1,99

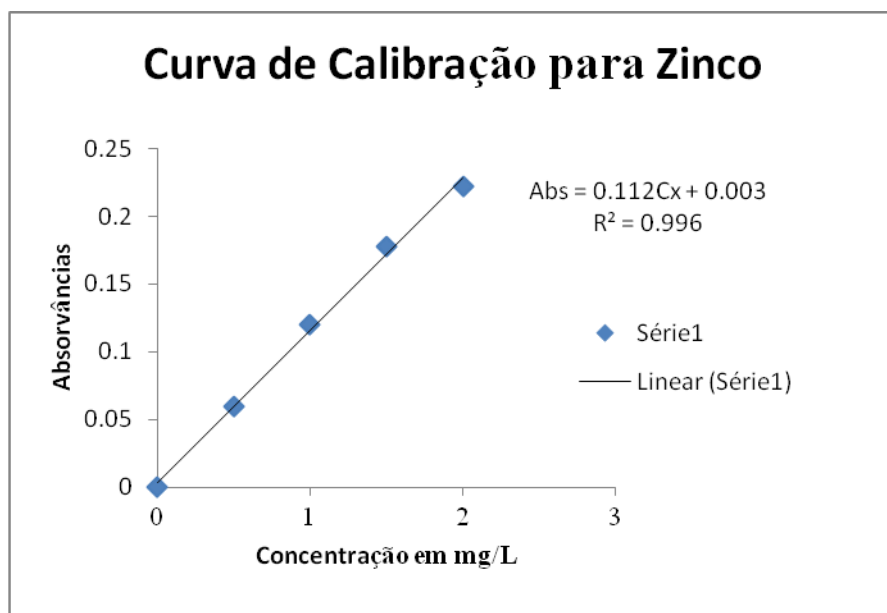
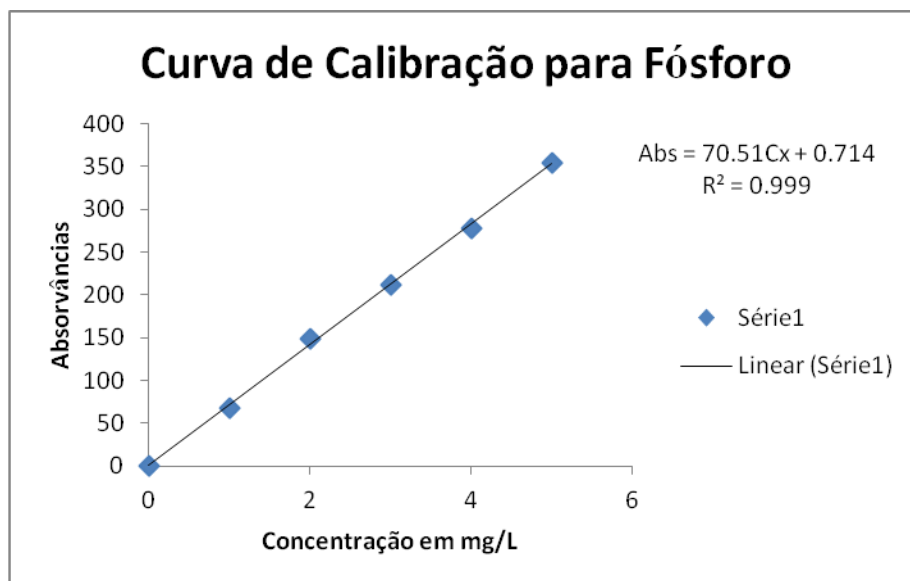


Figura f-6: Curva de calibração para determinação de Zinco

Tabela a-19: Quadro resumo para determinação de Fósforo

Padrões	Volume da solução de fósforo (mL)	Concentração dos padrões (mL)	Volume final(mL)	Absorvâncias X
Branco	0,0	0,0	50	0,0
Padrão1	5,0	1,0	50	68
Padrão2	5,0	2,0	50	149
Padrão3	5,0	3,0	50	212
Padrão4	5,0	4,0	50	278
Padrão5	5,0	5,0	50	355



Anexo f-7: Curva de calibração para determinação de Fosforo

Preparação das soluções operacionais

Solução de La₂O₃ a 2,5% (p/v)

Dissolveu-se 7.329g de La₂O₃ e dissolveu-se em 100ml de água destilada mas 50mL de HCl à 37%, depois transferiu-se para um balão de 250mL e perpez o volume com água destilada.

Solução de Molibdato de Amônio à 0,04M

Dissolveu-se 50g de $(\text{NH}_4)_6\text{M}_07\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, em água morna e transferiu-se para um balão volumétrico de 1L e depois perpez-se o volume com água destilada.

Solução A de Fehling

Dissolveu-se 69,28 g de sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) e 1M de ácido sulfúrico 1M em água destilada em um balão volumétrico de 1 L.

Solução B de Fehling

Dissolveu-se 346 g de tartarato duplo de sódio e potássio- $\text{KNaC}_2\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ e 100 g de hidróxido de sódio com água em um balão volumétricode 1L. Completou-se o volume e filtrou-se em papel de filtro qualitativo.

Mistura de soluções de Fehling

Padronização: Pipetou-se 50 mL da solução A e 50 mL da solução B para um balão de seco de 250 mL. Mistura e fechou-se para evitar a absorção de CO_2 e guardou-se num lugar escuro, esta mistura deve-se padronizar semanalmente.

Preparação de soluções-amostras para determinação de Cálcio e Magnésio

Partindo duma solução de 100mL, tirou-se 5mL para outro balão de 50mL e completou-se o volume com água destilada.