



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

Faculdade de Ciências

Departamento de Química

Curso de Química

Trabalho de Licenciatura

**Determinação de Minerais em Cereais e
Leguminosas Cultivadas em Algumas Províncias
de Moçambique**



Autora: Odete Linda Armando Zefanias

Maputo, Dezembro de 2012



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE



Faculdade de Ciências
Departamento de Química
Curso de Química
Trabalho de Licenciatura

Determinação de Minerais em Cereais e Leguminosas Cultivadas em Algumas Províncias de Moçambique



Autora: Odete Linda Armando Zefanias

Supervisora: dra. Aida Vasco Massango

Co-Supervisora: dra. Eulália Domingos Uaila

Maputo, Dezembro de 2012

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho à minha avó Tereza (em memória), ao meu pai Armando, meus irmãos Filipe, Ilídio, Edmundo, Celso, Eutálio, Arcénia, Sheila e Dionísio, ao meu namorado Mário, às minhas cunhadas, aos meus sobrinhos e em especial à minha mãe pela paciência e encorajamento durante todo o meu percurso estudantil.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, pelo dom da vida e a oportunidade de desfrutar deste momento especial e enriquecedor na minha vida estudantil.

O meu reconhecimento vai aos meus supervisores nomeadamente dra. Aida Vasco Massango e dra. Eulália Domingos Uaila pelo incansável apoio e paciência demonstrados na transmissão dos seus conhecimentos tornando possível a conclusão deste trabalho.

Agradeço ao dr. Moisés Mabui do Laboratório de Engenharia de Moçambique-Departamento de Química por ter cedido o laboratório, o equipamento e sobretudo por ter disponibilizado o pessoal técnico o meu agradecimento estende-se especialmente à Sra. Amina e ao dr. Euletério pela paciência, contribuições e apoio demonstrados durante os trabalhos laboratoriais para tornar possível a realização deste trabalho.

A todo o corpo docente do Departamento de Química-UEM, pelo apoio moral e científico dado durante todo o percurso estudantil até à efectivação do presente trabalho, muito obrigada.

Ao dr. Sérgio da Faculdade de Medicina-Departamento de Ciências Fisiológicas pela cedência do laboratório e equipamento para a realização de análises químicas, o meu muito obrigado.

De igual maneira, nunca deixaria de manifestar o meu grande reconhecimento à grande simpatia que me rodeou junto dos meus colegas de curso nomeadamente Maria Eliza, dra. Anastância, Dércia, Godo, Supaer, Emília, dr. Gil e principalmente ao dr. Fijamo que me apoiou na realização deste trabalho entre outros que não poderei mencioná-los a todos pois a lista é enorme, pelo acompanhamento e contribuições prestadas durante o tempo de “carteira”.

Uma profunda gratidão a toda a minha família pelo amor, carinho e apoio moral ao longo da minha vida e carreira estudantil; e ao meu namorado Mário Mahundla, pelo particular apoio incansável, paciência, carinho e confiança, o meu muito obrigado.

DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DE HONRA

O presente trabalho de licenciatura foi elaborado pela autora com base na bibliografia a que se faz referência ao longo do relatório.

Maputo, _____ de 2012

A Autora

.....

(Odete Linda Armando Zefanias)

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido com o objectivo de avaliar os teores de humidade, cinzas e de minerais (Ca, Mg, Fe, Zn, Na, e K), onde foram seleccionadas 16 amostras de alimentos dentre elas cereais e leguminosas cultivadas no nosso País e colhidas em diversos distritos das províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia.

Os teores de humidade e das cinzas determinados por gravimetria ou seja, secagem na estufa e incineração na mufla respectivamente, foram expressos em % (p/p) e mostraram bons resultados.

Os teores dos minerais Ca, Mg, Fe e Zn determinados por “FAAS” e Na e K determinados por “FC” mostraram que os resultados obtidos e expressos em ($\mu\text{g/g}$) variam, sendo dentre estes o K que sobressaiu com teores expressivos nas amostras e o Zn com teores baixos em relação à todos os minerais em todas as amostras analisadas.

A comparação entre os valores dos teores de Fe e Zn em dois laboratórios diferentes feita estatisticamente através do teste-t de comparação de duas médias experimentais e teste F de comparação das variâncias mostrou de um modo geral que ao nível de confiança de 95% eles são concordantes, e a comparação dos teores de Na e K feita estatisticamente através do teste F de comparação das variâncias mostrou que de um modo geral ao nível de confiança de 95% não há evidência de diferença significativa entre as mesmas.

Os resultados obtidos revelam dum modo geral que a precisão do método avaliada estatisticamente através do coeficiente de variação relativo (%RSD) foi boa para todos os minerais.

A comparação dos resultados entre províncias feita estatisticamente através do teste ANOVA mostrou de um modo geral que $F_{\text{cal}} > F_{\text{crit}}$ ou seja ao nível de confiança de 95% diferem significativamente.

Índice de Conteúdos

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO.....	2
1.2. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	2
1.3. OBJECTIVOS.....	3
1.4. METODOLOGIA DO TRABALHO.....	3
2. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS PROVÍNCIAS DE AMOSTRAGEM.....	5
2.1. PROVÍNCIA DE MAPUTO.....	5
2.2. PROVÍNCIA DE INHAMBANE.....	6
2.3. PROVÍNCIA DE ZAMBÉZIA.....	7
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
3.1. Cereais e Leguminosas.....	8
4. MÉTODOS DE ANÁLISES USADOS.....	14
4.1. Determinação do teor de Humidade (Método gravimétrico).....	14
4.2. Determinação do teor de Cinzas (Método gravimétrico).....	14
4.3. Método de Absorção Atómica com Atomização por Chama “FAAS”.....	14
4.4. Fotometria de Chama (FC).....	15
4.4.1. Interferências na determinação dos elementos em estudo pelos métodos de “FAAS” e “FC”.....	15
5. PARTE EXPERIMENTAL.....	16
5.1. Materiais, equipamentos e reagentes.....	16
5.2. Procedimentos Laboratoriais.....	17
5.2.1. Lavagem do material.....	17
5.3. Amostragem.....	17
5.4. Preparação das soluções-padrão.....	20
5.5. Parâmetros instrumentais usados para a determinação dos elementos em estudo.....	23
6. APRESENTAÇÃO E TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS RESULTADOS.....	25
6.1. Análise de Humidade e Cinzas nas amostras de alimentos.....	25

6.2.	Análise de minerais nas amostras de alimentos.....	26
6.3.	Exactidão e precisão	27
6.4.	Intervalos de confiança	27
6.5.	Métodos de Calibração	28
6.6.	Comparação dos resultados de Fe e Zn obtidos por “FAAS” e de Na e K obtidos por “FC” em dois laboratórios diferentes	34
6.6.1.	Teste t de Comparação de duas médias experimentais	34
6.6.2.	Teste-F de Comparação de desvios-padrão, variâncias ou precisão	35
6.7.	Teste de Análise de Variância (ANOVA).....	35
7.	INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	41
8.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	45
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
	ANEXOS	51

Índice de tabelas

Tabela 1: Quadro resumo das características dos cereais analisados	8
Tabela 2: Quadro resumo das leguminosas analisadas	9
Tabela 3: Composição de alimentos por 100g de parte comestível	9
Tabela 4: Quadro resumo das interferências na determinação dos elementos maiores e de alguns menores.	15
Tabela 5: Quadro resumo dos parâmetros instrumentais de Fe, Ca, Mg, Zn, K e Na.....	24
Tabela 6: Quadro resumo dos teores de humidade e cinzas, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras das províncias de Inhambane, Zambézia e Maputo.....	26
Tabela 7: Resultados dos teores Ca, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança nas amostras lidas no LEM	28
Tabela 8: Resultados dos teores Mg, desvio-padrão, %RSD e intervalos de confiança nas amostras lidas no LEM	29
Tabela 9: Resultados dos teores de Fe, desvio-padrão, %RSD e intervalos de confiança nas amostras lidas no LEM e na FM.....	30
Tabela 10: Resultados dos teores de Zn, desvio-padrão, %RSD e intervalos de confiança nas amostras lidas no LEM e na FM.....	31
Tabela 11: Resultados dos teores de K, desvio-padrão, %RSD e intervalos de confiança nas amostras lidas no LEM e no DQ.....	32
Tabela 12: Resultados dos teores de Na, desvio-padrão, %RSD e intervalos de confiança nas amostras lidas no LEM e no DQ.....	33
Tabela 13: Fórmulas para o cálculo em ANOVA unimodal	36
Tabela 14: Comparação dos resultados de Fe e Zn obtidos por “FAAS” em dois laboratórios diferentes	37
Tabela 15: Comparação dos resultados de K e Na obtidos por FC em dois laboratórios diferentes	38
Tabela 16: Comparação das amostras por províncias usando ANOVA	39

Índice de figuras

Figura 1: Mapa da localização geográfica da Província de Maputo	5
Figura 2: Mapa da localização geográfica da Província de Inhambane	6
Figura 3: Mapa da localização geográfica da Província de Zambézia	7
Figura 4: Amostras em plásticos de polietileno.....	18
Figura 5: Amostras conservadas em colmas	18

Índice de Anexos

Anexo 1–Tabela de resultados de humidade das amostras da Província de Inhambane	i
Anexo 2–Tabela de resultados de humidade das amostras da Província de Zambézia	ii
Anexo 3–Tabela de resultados de humidade das amostras da Província de Maputo	iii
Anexo 4–Tabela de resultados de cinzas das amostras da Província de Inhambane	iv
Anexo 5–Tabela de resultado de cinzas das amostras da Província de Zambézia	v
Anexo 6–Tabela de resultado de cinzas das amostras da Província de Maputo	vi
Anexo 7 – Tabela da solubilização das amostras	vii
Anexo 8 – Tabelas da preparação das soluções-padrão de Ca, Mg, Zn, Fe, Na e K e das soluções amostras para leitura	viii
Anexo 9 – Resultados de leituras de Ca nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração	x
Anexo 10– Resultados de leituras de Mg nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração lidas no LEM	xi
Anexo 11– Resultados de leituras de Zn nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração lidas no LEM	xii
Anexo 12 – Resultados de leituras de Zn nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração lidas na FM.....	xiii
Anexo 13 – Resultados de leituras de Fe nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração lidas no LEM	xiv
Anexo 14– Resultados de leituras de Fe nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração lidas na FM	xv
Anexo 15 – Resultados de leituras de Na nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração lidas no LEM	xvi
Anexo 16 – Resultados de leituras de K nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração lidas no LEM.....	xviii
Anexo 17 – Resultados de leituras de K nos padrões e amostras e a respectiva 1ª curva de calibração lidas no DQ	xx
Anexo 18 – Resultados de leituras de K nos padrões e amostras e a respectiva 2ª curva de calibração lidas no DQ	xxii
Anexo 19 – Resultados de leituras de Na nos padrões e amostras e a respectiva 1ª curva de calibração lidas no DQ	xxiv
Anexo 20– Resultados de leituras de Na nos padrões e amostras e a respectiva 2ª curva de calibração lidas no DQ	xxvi
Anexo 21- Cálculos de ANOVA para a comparação dos Resultados	xxviii

LISTA DE ABREVIATURAS

AOAC – Association of Official Analytical Chemists (Associação Oficial de Química Analítica)

AR- arroz

CENACARTA- Centro Nacional de Cartografia e Teledatação

DQ- Departamento de Química

FAAS - Flame atomic absorption spectrophotometry (Espectrofotometria de Absorção Atómica com Chama)

FC – Fotometria de Chama

FB- feijão bóer

FF- feijão fava

FJ- feijão jugo

FM- Faculdade de Medicina

FMIG- farinha de milho grosso

FN- feijão nhemba

LEM- Laboratório de Engenharia de Moçambique

MA- mapira

ME- mexoeira

MI- milho

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho está inserido no projecto do Centro de Investigação e Desenvolvimento em Etnobotânica– instituição do Ministério da Ciência e Tecnologia em coordenação com o Departamento de Química da UEM, no âmbito da elaboração de uma tabela alimentar nacional que possa ser uma base de referência para o pessoal de saúde, nutricionistas e o público em geral.

O presente trabalho pretende determinar os teores de humidade e cinzas pelo método gravimétrico com emprego de calor, onde se determina a perda de peso do material quando submetido ao aquecimento a 105°C até obtenção de peso constante para o caso de humidade e incineração na mufla durante o tempo suficiente para a obtenção de cinzas brancas ou acastanhadas para o caso de cinzas. Pretende-se também determinar os minerais (Ca, Mg, Fe e Zn) pelo método de espectrofotometria de absorção atómica com atomização por chama “FAAS”, por ser uma das técnicas mais bem estabelecidas no campo da análise instrumental devido à sua selectividade e relativa simplicidade e os minerais (Na e K) pelo método de fotometria de chama, “FC”, por ser uma técnica mais adequada para estes elementos e para os quais tem maior sensibilidade.

Os alimentos possuem a finalidade de fornecer ao corpo humano a energia e o material destinados à formação e à manutenção dos tecidos, ao mesmo tempo que regulam o funcionamento dos órgãos [16].

A água é considerada o adulterante universal dos alimentos [37], nesse contexto a determinação de humidade em alimentos é importante e é uma das principais determinações analíticas realizadas com o propósito de verificar padrões de identidade e qualidade em alimentos, além de auxiliar na tomada de decisão em várias etapas do processamento, como escolha da embalagem, modo de estocagem do produto e até no armazenamento.

Os processos de determinação do conteúdo de cinzas são de grande valor em alimentos, por várias razões. Por exemplo a presença de grande quantidade de cinzas em produtos como açúcar, amido, gelatina, etc. não é desejável. Um outro exemplo é que devem ser feitas determinações de cinzas durante o processamento de cana-de-açúcar para a produção de açúcar, devido a problemas causados por alta concentração de minerais no caldo que causam interferência durante a clarificação e cristalização. A presença de determinados minerais na água pode causar problemas de incrustações nas tubulações e caldeira ou diminuir a eficiência de produtos usados na limpeza e sanitização da indústria [37].

A análise de minerais em alimentos é de extrema importância uma vez que estes são necessários ao processo vital, devendo estar contidos nos alimentos em quantidades e proporções adequadas. Alguns minerais como o Ca, P, Fe e Mg participam da formação do esqueleto, outros como Fe, Ca, P, Cu e I fazem parte da estrutura de compostos importantes para o organismo, outros como Na, K e P são necessários para manter o equilíbrio osmótico das células e outros como o Na são necessários no transporte de substâncias através das células. Os minerais Ca, P, Cl, Na, K e Mg são classificados por macronutrientes ou elementos essenciais e possuem essa designação por serem necessários na dieta humana em teores superiores a 50 mg/dia e os minerais Fe, Mn, Co, I, Zn, F, Cu, Mo, Cr, Ni e Se são classificados por micronutrientes e são necessários em concentrações inferiores a 50 mg/dia [1][14].

1.1. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

É do conhecimento de todos que a maior parte das culturas cultivadas no nosso país ainda não beneficiaram de um estudo similar, nesse âmbito e sendo muito importante para o País conhecer o valor nutritivo dos alimentos que produz e consome, e dessa forma poder guiar-se nele para uma alimentação controlada e eficaz, este trabalho visa conhecer a composição centesimal assim como o conteúdo mineral de alguns alimentos cultivados em algumas províncias do nosso País e fornecidos pelo Centro de Investigação e Desenvolvimento em Etnobotânica.

1.2. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O presente trabalho é preliminar e não pretende esgotar exhaustivamente a generalidade dos conceitos e factores abordados na temática sobre a composição dos alimentos. A pretensão da autora é efectuar um estudo inicial para visualizar situações directa ou indirectamente ligadas às culturas em estudo e não fazer uma abordagem acabada sobre o assunto. O estudo em causa limitar-se-á na determinação da humidade, cinzas e alguns minerais das amostras em estudo cultivadas nas províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia fornecidas pelo Centro de Investigação e Desenvolvimento em Etnobotânica.

1.3. OBJECTIVOS

O presente trabalho tem como objectivos:

1.3.1. Geral

- Quantificar os teores dos nutrientes em alguns alimentos cultivados nas províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia.

1.3.2. Específicos

- Determinar os teores de humidade e cinzas em cereais e leguminosas usando o método gravimétrico;
- Determinar os teores de minerais (Ca, Mg, Fe e Zn) e (K e Na) em cereais e leguminosas pelos métodos de “FAAS” e “FC”, respectivamente.
- Comparar os resultados dos minerais (Ca, Mg, Fe e Zn) e (K e Na) obtidos em amostras pelos métodos “FAAS” e “FC” respectivamente, em dois laboratórios diferentes.
- Comparar os resultados dos teores das amostras por províncias em cada mineral.

1.4. METODOLOGIA DO TRABALHO

O presente trabalho foi realizado obedecendo-se à seguinte metodologia:

i) Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica consistiu na recolha de informações e estudos dos métodos de análise química para a determinação de humidade e das cinzas, métodos de digestão das amostras para a determinação de minerais em alimentos, princípios espectroscópios usados bem como as possíveis interferências na determinação dos elementos em estudo, consultando artigos científicos, trabalhos de licenciatura, livros, internet, revistas, consulta de manuais de instruções e operações dos instrumentos de “FC” e “FAAS”.

ii) Parte experimental

A parte experimental consistiu nas seguintes etapas:

- Selecção e lavagem do material necessário;
- Moagem das amostras, determinação do teor de humidade nas amostras por secagem na estufa e determinação do teor das cinzas nas amostras pelo processo de incineração na mufla.
- Solubilização das amostras, preparação de soluções-padrão e soluções-amostra e por fim a leitura das absorvâncias, intensidades e posterior determinação de concentrações.

iii) Tratamento estatístico de dados e discussão dos resultados

O tratamento estatístico de dados e discussão de resultados consistiu em:

- Cálculo dos teores obtidos da humidade, cinzas e minerais dos cereais e leguminosas;
- Tratamento estatístico dos dados;
- Compilação, interpretação e discussão dos resultados.

iv) Elaboração do relatório

O relatório foi elaborado conforme as informações colhidas na pesquisa bibliográfica, o trabalho experimental realizado, o tratamento de dados e respectiva interpretação, respeitando o regulamento do relatório do Trabalho de Licenciatura vigente na Faculdade de Ciências da UEM.

2. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS PROVÍNCIAS DE AMOSTRAGEM

2.1. PROVÍNCIA DE MAPUTO

A província de Maputo localiza-se a sul do País possuindo uma superfície de 26.058 km², uma população de 1 259 713 segundo o recenseamento geral da população e habitação de 2007, e uma densidade populacional de 48.34 habs/km², tem como capital da província a cidade de Maputo. Tem como limites a Norte a província de Gaza, a Leste o Oceano Índico e a cidade de Maputo, já a Sul encontramos fronteira com a província sul-africana do KwaZulu-Natal e a Oeste a Suazilândia e a província de Mpumalanga da África do Sul. O clima desta província caracteriza-se por ser tropical húmido no litoral e tropical seco no interior [8][12].

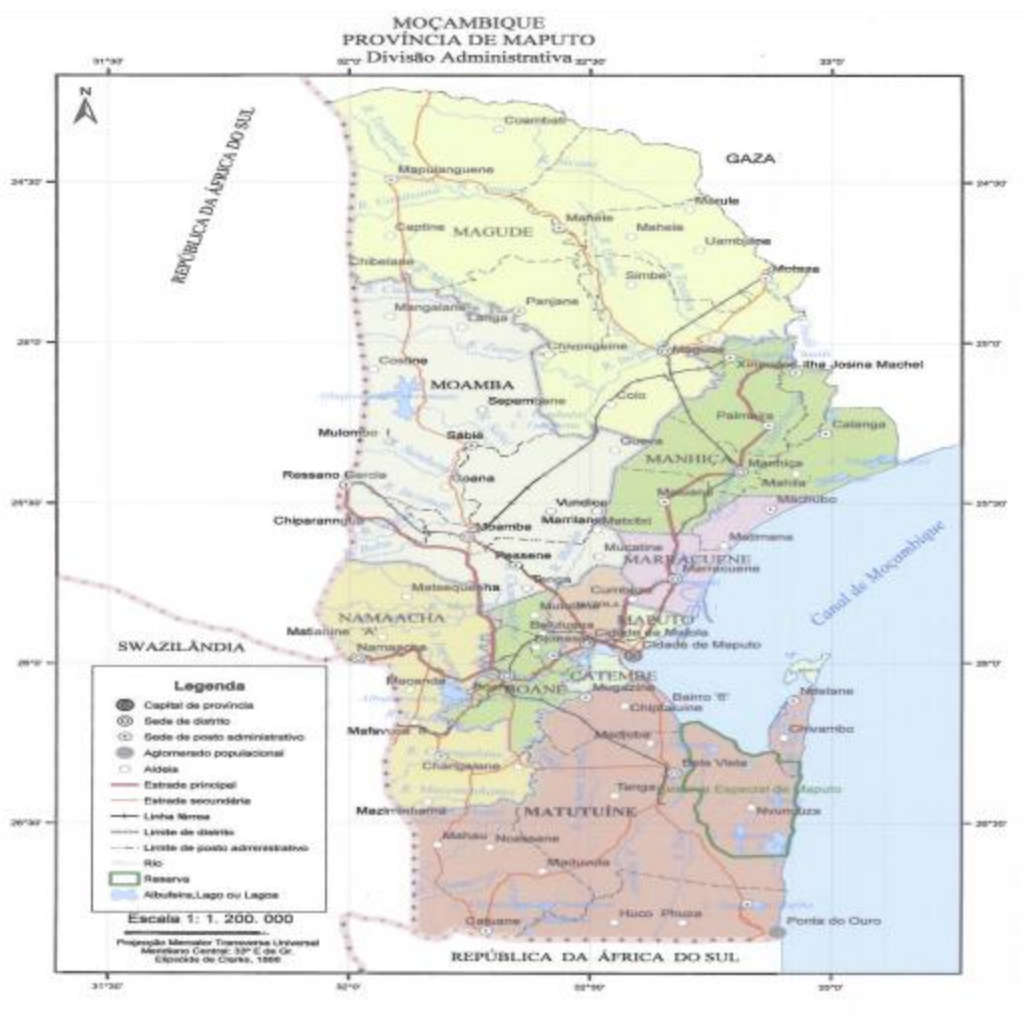


Figura 1: Mapa da localização geográfica da Província de Maputo [6].

2.2. PROVÍNCIA DE INHAMBANE

A Província de Inhambane localiza-se a sul do País possuindo uma superfície de 68.615 km², uma população 1 267 035 segundo o recenseamento geral da população e habitação de 2007, e uma densidade populacional 18.47 hab/km², a capital da província é a cidade de Inhambane. Tem como limites: a Norte as províncias de Manica e Sofala, a Sul o Oceano Índico, a Oeste a província de Gaza e a Leste o Oceano Índico. O clima desta província caracteriza-se por ser tropical húmido no litoral e tropical seco no interior [8][12].



Figura 2: Mapa da localização geográfica da Província de Inhambane [6].

2.3. PROVÍNCIA DE ZAMBÉZIA

A Zambézia é uma província do centro de Moçambique, tem uma área de 105 008 km². De acordo com os resultados do Censo de 2007, a província tem um população de 3 892 854 habitantes e uma densidade populacional de 37.07habs/ km², a capital da província é a cidade de Quelimane. A Zambézia está limitada a Norte pelas províncias de Nampula e Niassa, a Leste pelo Canal de Moçambique, a Sul pela província de Sofala e a Oeste pela província de Tete e pelo Malawi. O clima desta província caracteriza-se por ser tropical húmido e possui uma vegetação esverdeada desde o litoral ao interior [8][12].



Figura 3: Mapa da localização geográfica da Província de Zambézia [6].

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Cereais e Leguminosas

Cereais são sementes ou grãos comestíveis de gramíneas. Esse nome origina-se de ceres, a deusa Romana da colheita e da agricultura. Os mais utilizados na alimentação humana são o trigo, o centeio, o sorgo, a cevada, o arroz, a aveia, o milho, entre outros. Embora cada espécie individual tenha as suas peculiaridades o cultivo de todos os cereais é similar, todas são plantas anuais e em consequência um plantio rende uma colheita [2].

No presente trabalho foram analisados 4 tipos de cereais nomeadamente: o milho, o arroz, a mapira e a mexoeira apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Quadro resumo das características dos cereais analisados [5][21].

Cereais	Características botânicas			Clima e solos
	Família	Género	Nome botânico ou científico	
Milho	Gramineae	Zea	Zea mays	Planta das regiões quentes, tolera um pouco a seca mas não o excesso de água, adapta-se a vários solos, mas os solos profundos permeáveis e ricos em matéria orgânica são os melhores. Não se dá bem em solos arenosos, nem argilosos pesados.
Arroz	Gramineae	Oryza	Oryza sativa	Cultura aquática é própria de regiões quentes, os melhores solos são os argilo-sílicos-calcários, são também favoráveis os solos argilosos ou argilo-limosos, frescos, férteis com boa capacidade de retenção da água e boa drenagem.
Mapira	Gramineae	Sorghum	Sorghum bicolor (L.) Moench	Cultivada em climas tropicais (nas regiões secas), sub-tropicais e temperados. Os melhores solos são os médios, os argilo-arenosos, não muito pesados e nem muito leves, muito sensível à salinidade.
Mexoeira	Gramineae	Pennisetum	Pennisetum glaucum	Planta de regiões quentes e suporta climas mais secos. Dá-se bem em terrenos arenosos pobres

Leguminosas são vegetais que têm geralmente fruto do tipo legume, família das dicotiledóneas da ordem Rosales, que engloba desde pequenas ervas até árvores de grande porte [15]. Estas são muito importantes para a agricultura porque enriquecem os solos com nitrogénio, reduzindo assim, as necessidades em adubos [21]. Podem fixar 100 a 125 kg de nitrogénio por hectare, em média [26][30]. Além do nitrogénio as leguminosas alimentares consideradas como grupo apresentam um vasto leque de adaptação no que respeita a latitude, temperatura, duração do dia e humidade [29].

No presente trabalho foram analisados 4 tipos de leguminosas, nomeadamente: o feijão nhemba, o feijão jugo, o feijão fava e o feijão bóer apresentadas na tabela 2.

Tabela 2: Quadro resumo das leguminosas analisadas [7][10][13][19][21][24][31][39].

Leguminosas	Características botânicas			Clima e solos
	Família	Género	Nome botânico ou científico	
Feijão Nhemba	Leguminosae	Vigna	Vigna unguiculata (L.) Walp	Grande adaptabilidade a diferentes tipos de solos e climas.
Feijão Jugo	Fabaceae	Vigna	Vigna subterranea (L.) Verdc	Cresce em solos inférteis e arenosos de regiões de clima quente e seco.
Feijão Fava	Fabaceae	Phaseolus	Phaseolus lunatus L.,	Prefere climas secos e solos profundos (pH 6-7,2) com boa drenagem.
Feijão Bóer	Fabaceae	Cajanus	Cajanus cajan (L.) Millsp	Bem adaptada a condições marginais, é cultivada em uma ampla gama de tipos de solos e em todas as regiões tropicais e semi-tropicais..

A tabela 3 mostra alguns cereais e leguminosas cultivados e consumidos no Brasil. Nesta tabela o teor de humidade foi determinado pelo método de secagem em estufa com circulação de ar ou à vácuo dependendo do produto, de acordo com a Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005) e métodos analíticos do Instituto Adolfo Lutz (IAL 2006), o teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla de acordo com a (AOAC 2005) e (IAL 2006), e os minerais contemplados na tabela original foram determinados por espectrofotometria de emissão atômica com fonte de plasma indutivamente acoplado – ICP-OES, segundo (AOAC 2005) com mineralização por via seca ou húmida de acordo com a amostra [20].

Tabela 3: Composição de alimentos por 100g de parte comestível [20],[28].

Nome do alimento	Humidade (%)	Cinzas (g)	Potássio (mg)	Sódio (mg)	Magnésio (mg)	Cálcio (mg)	Ferro (mg)	Zinco (mg)
Arroz (Oryza sativa L.)	12.0-12.2	1.0-1.2	173-178	2	89-110	7-8	0.9-1.0	0.7-1.3
Milho (zea mays L.)	10.6 a 12	0.1 a 1.3	165-185	1	17-33	2-9	0.4-2.5	0.3-1.1
Feijão Fava (Phaseolus lunatus)	12.0	3.7	---	---	---	113	7.2	---
Feijão Bóer (Cajanus cajan)	12.2	3.8	---	---	---	137	5.0	---
Feijão Jugo (vigna subterrânea)	11.4	3.5	1215	2	166	129	1.9	2.0

---- não disponível.

3.2. Parâmetros em análise

Os parâmetros analisados neste trabalho são necessários e de grande importância na análise de alimentos para a elaboração de guias de alimentação, programas de saúde preventivos e curativa e identificação de patologias associadas à deficiência de dados desta natureza em alimentos cultivados e consumidos em Moçambique.

Os parâmetros em análise neste trabalho são nomeadamente: Humidade, Cinzas e Minerais.

3.2.1. Humidade

A humidade corresponde à perda em peso sofrida pelo produto, quando aquecido em condições nas quais a água é removida. O resíduo obtido é denominado de resíduo seco. O aquecimento directo da amostra em estufa a 105°C, durante o tempo suficiente para a remoção da água é o processo mais usual [14][25][37].

Contudo, é importante referir que esta determinação é influenciada pelos componentes voláteis, pelos produtos de decomposição ou pelas reacções com oxigénio do ar e este método só é aplicável em amostras sólidas que não se volatilizam ou se decompõem a esta temperatura [14][25][37].

3.2.2. Cinzas

As cinzas de uma amostra de alimento correspondem ao resíduo inorgânico remanescente depois da incineração da amostra em mufla à temperatura de 500 a 600°C. o teor de cinzas totais de um alimento é a estimativa do teor em minerais desse alimento.

A determinação de cinza total é utilizada como indicativo de propriedades tais como: indicativo das propriedades funcionais de alguns produtos alimentícios e a verificação do valor nutricional de alguns alimentos [14][25][36].

3.2.3. Os Minerais

A medicina passou muito tempo concentrada nas vitaminas e em outras substâncias necessárias à vida tendo voltado tardiamente a atenção para os minerais. Actualmente porém, está comprovado que os sintomas de carência de minerais são muito mais disseminados que as enfermidades condicionadas pela carência vitamínica. Os minerais assim como as vitaminas, não podem ser sintetizados pelo organismo e, por isso, devem ser obtidos através da alimentação [11].

Os minerais fazem parte de dois dos três grupos de alimentos que necessitamos de ingerir, o grupo dos alimentos construtores e o grupo dos alimentos energéticos. Cada mineral é necessário em quantidades específicas numa faixa que varia de microgramas a gramas por dia. Dessa maneira, é importante dizer que o excesso na ingestão de um pode acarretar prejuízos na absorção e utilização de outro. Por exemplo, a absorção de zinco pode ser afectada por suplementação de ferro, enquanto a ingestão excessiva de zinco pode reduzir a absorção de cobre.

Os minerais em análise neste trabalho são o cálcio, magnésio, ferro, zinco, sódio e potássio.

3.2.3.1. Cálcio

Embora tenhamos a tendência de pensar nos ossos como sendo um tecido sólido e morto, eles são na verdade extremamente vivos e activos. O tecido ósseo absorve e liberta constantemente diferentes minerais para manter a sua força e densidade. O cálcio é de extrema importância na coagulação do sangue e na formação dos ossos e dos dentes que a ele devem a sua firmeza, além de ajudar a produzir uma contracção muscular e nervosa adequada [11][32].

A sua deficiência leva o corpo a retirá-lo dos ossos, o que pode vir a provocar o processo de perda óssea conhecido como a osteoporose na terceira idade. Ademais, pode levar a convulsões. A carência de cálcio detectada em uma entre três crianças, em um entre quatro adolescentes e em uma entre cinco mulheres tem diferentes causas [11].

A Fundação Nacional de Osteoporose, recomenda 1.000 mg de cálcio por dia para adultos e mulheres em reposição hormonal e recomenda 1.500 mg por dia para mulheres na pós-menopausa que não estejam em reposição hormonal e para homens acima de 75 anos [33].

3.2.3.2. Magnésio

O magnésio é um mineral do grupo de elementos maiores. É importante catalisador da actividade enzimática especialmente a que envolve a produção de energia, desempenha um papel regulador na estabilidade das membranas celulares e minimiza os efeitos negativos do fluxo sanguíneo reduzindo e garantindo o bom suprimento de nutrientes para as células cerebrais. Também combate a calcificação (depósito de cálcio) dos neurónios; a calcificação destrói os neurónios e foi relacionada em alguns estudos de casos com o Mal de Alzheimer; melhora o sistema imunológico e previne a osteoporose, é importante para a transformação de glicose em energia e reduz o risco de diabetes aumentando a tolerância à glicose [32].

A falta deste mineral é muitas vezes a origem de vários problemas cardiovasculares. Prejudica a transmissão dos impulsos musculares e nervosos, tornando o processamento de memórias e outras mensagens mais lento [32].

A quota diária recomendada é de 400 mg, mas a maioria dos nutricionistas recomenda que a quantidade seja igual a metade da quantidade de cálcio ingerida. Este mineral mantém o equilíbrio ácido-alcalino do corpo [33].

3.2.3.3. Ferro

O ferro é um nutriente essencial para a vida e actua principalmente na síntese das células vermelhas do sangue e no transporte do oxigénio para todas as células do corpo. É importante na nutrição humana e está presente em uma série de enzimas. A ingestão de ferro é necessária ao organismo pois é a presença de Fe^{++} na hemoglobina que garante o transporte de oxigénio dos pulmões para os tecidos [18].

A deficiência de ferro é denominada anemia ferropriva ou anemia por deficiência de ferro. É uma deficiência nutricional grave que afecta grande parcela da população mundial de praticamente todos os estratos sociais [18].

3.2.3.4. Zinco

O zinco está presente em todos os órgãos do corpo e é essencial para muitos processos físicos. Acredita-se que regula a comunicação química entre as células do cérebro e é vital para a actividade de muitas enzimas do corpo. As enzimas que contêm zinco participam de muitos processos metabólicos particularmente da reprodução das células. É importante para o funcionamento adequado do sistema imunológico. Também auxilia o corpo a absorver melhor a vitamina A e é necessário para a manutenção dos níveis adequados de vitamina E [9][23].

Um sinal de carência de zinco é a falta de paladar e a consequente falta de apetite, bastante comum nas pessoas idosas que não ingerem alimentos ricos em zinco e já não absorvem o zinco tão bem como quando eram mais jovens [9].

3.2.3.5. Sódio

É essencial para diversas funções corporais, actuando no equilíbrio entre os fluidos intra e extracelulares, na transmissão de impulsos nervosos e controlando funções vitais, ou seja sem este mineral o nosso corpo não armazenaria água, não moveria os músculos e nem sentiria dor [34].

No entanto o sódio também está presente na maioria dos alimentos e por isso é muito fácil consumi-lo em excesso. Grandes quantidades de sódio estão relacionadas a hipertensão, cataratas, problemas renais e cancro de estômago. O recomendado é ingerir 2,4g de sal por dia [34].

3.2.3.6. Potássio

Ao contrário do sódio que é o principal ião do fluido extracelular, o potássio está presente no interior das células, regula o balanço osmótico da célula; no equilíbrio ácido-básico ele actua como uma base disponível para neutralizar ácidos; actua como um ião que afecta as funções capilares e celulares e a excitabilidade nervosa, sendo portanto um elemento de suma importância na regulação do batimento cardíaco, na prevenção da tetania muscular e nos estados de convulsão cerebral; mantém o balanço de água no organismo; activa diversos sistemas enzimáticos incluindo aqueles envolvidos na transferência e utilização da energia, síntese de proteína e metabolismo dos carboidratos [1].

A deficiência de potássio pode ser o resultado das mais diferentes causas como: inadequada quantidade na dieta com conseqüente diminuição de sua ingestão; perda através de secreções digestivas causadas por vômito e diarreia; excessiva ingestão de sódio quando a dieta estiver com altos níveis de sal comum, ocasionando um aumento no consumo de água e conseqüente perda através da urina [1].

Como conseqüência da deficiência de potássio, observamos uma diminuição na taxa de crescimento, fraqueza muscular, paralisia, redução no consumo de alimento, acidose intracelular, degeneração de órgãos vitais e desordens nervosas [1].

4. MÉTODOS DE ANÁLISES USADOS

Para a análise das amostras de alimentos foi usado o método clássico gravimétrico para a determinação de humidade e cinzas, e métodos instrumentais como a espectrofotometria de absorção atómica com atomização por chama “FAAS” para a análise de Ca, Mg, Fe e Zn e fotometria de chama “FC” para a análise de Na e K.

4.1. Determinação do teor de Humidade (Método gravimétrico)

A determinação de humidade foi feita através da secagem na estufa, que consistiu na desidratação da amostra em estufa a 105°C durante 8 horas até peso constante. Com esta técnica determinou-se a água total presente nos alimentos analisados [3][37].

4.2. Determinação do teor de Cinzas (Método gravimétrico)

O método utilizado baseou-se na incineração em mufla a 525°C durante 2 horas até à obtenção de cinzas brancas [3][14].

4.3. Método de Absorção Atómica com Atomização por Chama “FAAS”

A espectrofotometria de absorção atómica baseia-se na absorção da radiação por átomos neutros do anólito no estado gasoso e fundamental. Essa 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 e com ajuda de instrumentos mede-se o grau de absorção da radiação através da absorvância (A), que é depois relacionada com a concentração do anólito segundo a lei de Lambert Beer [17][38].

$$\lg(I_o / I) = \lg(1/T) = a * b * c \quad (1)$$

$$\text{Considerando: } \lg(1/T) = A \quad (2)$$

$$A = a * b * c \quad (3)$$

onde:

A – absorvância

T – transmitância

I- intensidade da radiação transmitida

I_o – intensidade da radiação incidente.

a - absorptividade

b - percurso óptico da radiação na chama

c - concentração dos átomos gasosos

4.4. 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 [17][38].

4.4.1. Interferências na determinação dos elementos em estudo pelos métodos de “FAAS” e “FC”

O termo *interferência* engloba todos os tipos de dificuldades que afectam a emissão na chama de um elemento em estudo. Incluem interferências espectroscópicas e interferências provenientes de variações das propriedades físicas e químicas da solução [17].

A tabela 3 descreve resumidamente as principais interferências que foram tomadas em consideração na determinação dos elementos em estudo.

Tabela 4: Quadro resumo das interferências na determinação dos elementos maiores e de alguns menores[17][38].

Tipo de interferências	Definição	Forma de eliminar
Ionização	Trata-se de um tipo de interferência em que se dá a ionização dum dada percentagem dos átomos na chama; surgem na análise de metais alcalinos.	Baixar a temperatura da chama que, em contrapartida poderá aumentar interferências químicas, neste caso, pode-se eliminar pela técnica do tampão de ionização, em que se adiciona a todos os padrões e à amostra uma espécie mais facilmente ionizável em grandes concentrações, mas igual em todas as soluções, para manter a pressão parcial dos electrões, o que conduz a uma relação linear.
Químicas	São causadas pela formação de qualquer composto molecular que evita, pelo menos parcialmente, a atomização dum dado elemento em estudo.	Uso de temperaturas de chamas mais altas. Como alternativa podem ser empregados também agentes de libertação, exemplo a adição de um excesso de ião estrôncio (Sr), ou lantânio (La).

5. PARTE EXPERIMENTAL

5.1. Materiais, equipamentos e reagentes

Materiais e Equipamentos

- Espectrofotómetro de absorção atómica Shimadzu, modelo SpectrAA 6800, atomização por chama;
- Espectrofotómetro de absorção atómica Perkin Elmer, modelo Aanalyst 200, atomização por chama;
- Fotómetro de chama Corning, modelo 410
- Fotómetro de chama Sherwood, Modelo 410
- Balança analítica com precisão de 0.0001g Denver Instrumental, modelo XE-100;
- Placa de aquecimento;
- Estufa da marca Scientific, modelo SERIES 9000
- Mufla da marca Carbolite, modelo RHF 1500
- Manta Eléctrica
- pH metro CRISON modelo GLP 21
- Excicador com sílica gel
- Cadinhos de porcelana
- Cadinhos de teflon
- Pinça metálica
- Espátula de metal
- Provetas de 10, 25, 50 e 100 ml
- Pipetas graduadas de 2, 5 e 10 ml
- Copos de precipitação
- Balões volumétricos de vidro de 50, 100 e 500ml
- Balões volumétricos de polietileno de 50, 100 e 500ml
- Papéis de filtro Whatman 185mm φ
- Esguicho

Reagentes e Soluções

- HNO₃ 69% puriss p.a.
- H₂SO₄ 98,8% Analytical reagent
- HCl 37% Analytical reagent
- HNO₃ a 20% v/v
- La₂O₃ E. Merck Darmstadt
- KCl p.a.
- NaCl 99.5% (AT) p.a.
- Soluções de 1000 ppm de Ca, Mg, Fe e Zn da SMM Chemicals para AAS

5.2. Procedimentos Laboratoriais

5.2.1. Lavagem do material

Todo o material foi lavado seguindo os passos:

- Com água da torneira e detergente;
- Passou-se com água destilada;
- Mergulhado em HNO₃ a 20% v/v durante um dia e depois lavado com água destilada;
- Colocou-se na estufa a secar à temperatura de 50°C e guardado no excicador.

5.3. Amostragem

As amostras de alimentos cereais e leguminosas foram colhidas aleatoriamente nos diversos distritos das províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia. A amostragem foi conduzida por uma equipe de 5 técnicos, sendo quatro provenientes da província de Maputo e um da província de Inhambane e Zambézia respectivamente, indicados pelo Centro de Investigação e Desenvolvimento em Etnobotânica (CIDE) e Delegação Provincial de Ciência e Tecnologia. A expedição decorreu de 28 de Junho a 7 de Julho, 1^a quinzena de Agosto e de 14 a 21 de Setembro de 2011 nas províncias de Zambézia, Inhambane e Maputo respectivamente.

Após a colheita, as amostras foram guardadas em plásticos de polietileno devidamente identificados e conservadas em colmas como mostram as figuras 4 e 5 abaixo ilustradas.



Figura 4: Amostras em plásticos de polietileno



Figura 5: Amostras conservadas em colmas

Ao chegarem no laboratório as amostras foram secas ao ar livre, onde após a secagem foram submetidas a moagem até à obtenção de pó e guardadas de novo em plásticos de polietileno até à sua análise.

a) **Determinação de Humidade**

Procedimento

Pesou-se na balança analítica com precisão de 0.0001g cerca de 2g da amostra em um cadinho de porcelana, previamente aquecido em estufa a 105°C. Secou-se o cadinho contendo a amostra em uma estufa a 105°C durante 8 horas até peso constante. Arrefeceu-se em excicador até à temperatura ambiente e pesou-se. Calculou-se a % de humidade presente na amostra utilizando a expressão (4) [3][36][38]:

$$Humidade = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100 \quad (4)$$

onde:

W_1 - peso do cadinho vazio

W_2 - peso do cadinho mais amostra antes da secagem

W_3 - peso do cadinho mais amostra depois da secagem

b) Determinação de Cinzas

Procedimento

A amostra seca na estufa foi submetida ao processo de incineração na mufla a uma temperatura de 525°C durante 2 horas até obtenção de cinzas brancas. Por fim arrefeceu-se em excicador até à temperatura ambiente e pesada. O resultado foi expresso em (% p/p) sobre a matéria seca tendo sido utilizado para o cálculo a expressão (5) [3][36][38]:

$$W_2 - W_1 = W_4 \quad (5)$$

onde:

W_2 - Peso do Cadinho com amostra

W_1 - Peso do Cadinho Incinerado

W_4 - Gramas de Cinzas

Posteriormente, para obter a quantidade em percentagem de cinzas segue-se a expressão (6):

$$Cinzas = \frac{W_4}{W_5} \times 100 \quad (6)$$

onde:

W_4 - Gramas em cinzas

W_5 - Peso da amostra inicial

c) Determinação de Minerais

➤ Solubilização das amostras

1. Pesou-se cerca de 0.5 g 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 uma mistura ácida 3:1 v/v de HNO_3 e H_2SO_4 ambos concentrados; com a adição do último ácido a mistura tomou uma coloração castanha, foi aquecida na placa de aquecimento a uma temperatura de 125-130°C, após 30 minutos a mistura libertou vapores acastanhados que vieram a cessar e a mistura permaneceu na placa por 2h até à secagem.
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 37% concentrado para a dissolução do resíduo remanescente no cadinho, a mistura borbulhou tomando uma coloração preta e libertando vapores brancos.
7. A mistura foi levada à placa para aquecimento e retirada após 30 minutos para arrefecimento.
8. Adicionou-se a cada amostra um pouco de água destilada agitando-se;
9. Colocou-se 0.1 ml do HNO_3 69% concentrado a cada balão volumétrico de vidro com capacidade de 100 ml anteriormente lavado e seco na estufa.
10. Adicionou-se a cada balão volumétrico contendo o HNO_3 a amostra correspondente, fez-se o volume com água destilada até o menisco e agitou-se a solução.
11. Usando o papel de filtro, a solução foi filtrada para os balões volumétricos de polietileno e guardada [3].

As amostras foram solubilizadas em duplicado.

5.4. Preparação das soluções-padrão

➤ Soluções-padrão de Potássio e Sódio para fotometria de chama

Para a leitura de Na e K no LEM, as soluções-padrão de K e Na foram preparadas a partir das soluções de 1000ppm de K e Na anteriormente preparadas, donde se tomou 1, 2, 4, 6, 7, 8 e 10 ml para balões volumétricos de 100ml, adicionou-se a cada um deles 1.25ml de HCl a 37% concentrado e fez-se o volume com água destilada, obtendo-se deste modo 10, 20, 40, 60, 70, 80 e 100ppm de Na assim como de K.

No branco foi adicionada a mesma quantidade de HCl a 37% concentrado, tanto para a leitura do Na assim como para o K [4][3][17][38].

Para a leitura de Na e K no DQ foram construídas 2 curvas de calibração. Da solução de 1000ppm de K anteriormente preparada tomou-se 1, 2, 3, 4, e 5ml para balões volumétricos de 100ml, adicionou-se a

cada um deles 1.25ml de HCl 37% concentrado e fez-se o volume com água destilada, obtendo-se deste modo 10, 20, 30, 40 e 50ppm de K para cobrir o intervalo de 8 amostras, e para cobrir o intervalo das restantes 8 amostras construiu-se uma outra curva, onde a partir da solução de 1000ppm de K preparou-se um intermediário, tendo-se tomado 2,5 ml desta solução para um balão volumétrico de 50ml e fez-se o volume com água destilada, tendo-se obtido 50ppm de K; desta tomou-se 2, 4, 6, 8 e 10ml para balões volumétricos de 50ml, adicionou-se a cada um deles 1,25ml de HCl 37% concentrado e fez-se o volume com água destilada, obtendo-se deste modo 2, 4, 6, 8 e 10ppm de K.

Da solução de 1000ppm de Na, tomou-se 2,5 ml para um balão volumétrico de 50ml e fez-se o volume com água destilada, tendo-se obtido 50ppm de Na; desta tomou-se 2, 4, 6, 8 e 10ml para balões volumétricos de 50ml, adicionou-se a cada um deles 1,25ml de HCl 37% concentrado e fez-se o volume com água destilada, obtendo-se deste modo 2, 4, 6, e 8ppm de Na para cobrir o intervalo de 5 amostras e para cobrir o intervalo das restantes 11 amostras construiu-se uma outra curva, onde a partir da solução intermediária de 50ppm de Na anteriormente preparada se tomou 1, 2, 3, 4 e 5 ml para balões volumétricos de 50ml, adicionou-se a cada um deles 1.25ml de HCl 37% concentrado e fez-se o volume com água destilada, tendo-se obtido 1, 2, 3, 4, e 5ppm de Na.

As tabelas com os resumos das preparações das soluções-padrão de Na e K encontram-se no anexo 8- tabelas a-11, a-12 e a-13; as tabelas com as intensidades e as respectivas curvas de calibração de Na e K lidas no LEM e DQ encontram-se nos anexos 15 a 20 - tabelas a-27, a-29, a-31, a-33, a-35 e a-37, figuras f-7, f-8, f-9, f-10, f-11 e f-12.

➤ Soluções-padrão de Cálcio para “FAAS”

Na preparação das soluções-padrão de Ca, preparou-se uma solução intermediária de 100ppm de Ca, partindo duma solução padrão “stock” de 1000ppm de Ca; desta, tomou-se 5ml para um balão volumétrico de 50ml e fez-se o volume com água destilada, obtendo-se deste modo 100ppm de Ca. Da solução intermediária de 100ppm, preparou-se um outro intermediário, tomando-se 2.5ml para balão de 50ml e fez-se o volume com água destilada obtendo-se 5ppm de Ca; por fim, tomou-se desta solução 3, 6 e 9ml para balões volumétricos de 50ml e a cada um dos balões adicionou-se 5ml da solução de lantânio a 10000ppm e 1,25 ml de HCl a 37% e fez-se o volume com água destilada obtendo-se as concentrações finais de 0.3, 0.6 e 0.9 ppm [3][17][38].

As tabelas com os resumos da preparação das soluções-padrão de Ca encontram-se no anexo 8-tabela a-10; as tabelas com as absorvâncias e a respectiva curva de calibração lida no LEM encontra-se no anexo 9-tabela a-15 e figura f-1.

➤ **Soluções-padrão de Magnésio e Ferro para FAAS**

Na preparação das soluções-padrão de Mg, preparou-se uma solução intermediária de 50ppm de Mg, partindo duma solução padrão “stock” de 1000ppm de Mg e Fe; desta tomou-se 2,5ml para um balão volumétrico de 50ml e perpez-se o volume com água destilada, obtendo-se deste modo 50ppm de Mg e Fe. Da solução intermediária de 50ppm, tomou-se 1, 1.5 e 2,5ml para balões de 50ml, a cada um dos balões foram adicionados 5ml de lantânio para leitura de Mg, e 1,25ml de HCl a 37% concentrado e perpez-se o volume com água destilada, obtendo-se as concentrações de 1, 1.5 e 2.5ppm de Mg e Fe [3][17][38].

Na FM para a leitura de Fe foi preparado um outro intermediário a partir do intermediário de 50ppm, deste tomou-se 5ml para um balão volumétrico de 50ml e perpez-se o volume com água destilada tendo-se obtido 5ppm; e desta solução tomou-se 2, 5 e 10 ml para balões volumétricos de 50ml, adicionou-se 1,25ml de HCl 37% concentrado e perpez-se o volume com água destilada, obtendo-se deste modo 0.2, 0.5 e 1.0ppm de Fe.

As tabelas com os resumos da preparação das soluções-padrão de Fe e Mg encontram-se no anexo 8-tabela a-8, a-9 e a-10 respectivamente; as tabelas com as absorvâncias e as respectivas curvas de calibração de Mg e Fe lidas no LEM e Fe lida na FM encontram-se nos anexos 10, 13 e 14-tabelas a-17, a-23 e a-25 respectivamente, figuras f-2, f-5 e f-6 deste trabalho.

➤ **Soluções-Padrão de Zinco para “FAAS”**

As soluções-padrão de Zn foram preparadas a partir de uma solução intermediária de 50ppm; esta foi preparada a partir do padrão “stock” de 1000ppm de Zn; da solução intermediária de 50ppm preparou-se um outro intermediário tomando-se 5ml para um balão volumétrico de 50 ml e perpez-se o volume com água destilada, obtendo-se 5ppm; desta solução, tomou-se 1, 3 e 5ml para balões volumétricos de 50ml, a cada balão adicionou-se 1,25ml de HCl 37% concentrado e completou-se o volume com água destilada, obtendo-se as concentrações de 0.1, 0.3 e 0.5ppm [3][17][38].

As tabelas com os resumos da preparação das soluções-padrão de Zn encontram-se no anexo 8-tabelas a-8 e a-9, as tabelas com as absorvâncias e as respectivas curvas de calibração de Zn lidas no LEM e no DQ encontram-se nos anexos 11 e 12-tabelas a-19 e a-21, figuras f-3 e f-4 deste trabalho.

Para a preparação das soluções-padrão de todos os elementos analisados foi usada a seguinte expressão:

$$C_A \times V_A = C_B \times V_B \quad (7)$$

onde:

C_A - Concentração da solução “stock” inicial em (ppm)

V_A - Volume da solução stock inicial a tomar para a diluição em (ml)

C_B - Concentração da solução final pretendida em (ppm)

V_B - Volume da solução final pretendido em (ml)

➤ **Preparação das amostras para a leitura dos elementos**

As amostras mães foram levadas para a leitura de Na e K na “FC” assim como Fe e Zn na “FAAS”, sem diluição uma vez que estas estavam dentro do intervalo do trabalho nas curvas de calibração correspondentes. Para Ca e Mg, tomou-se 15ml das soluções-amostra para balões volumétricos, adicionou-se 5ml da solução de Lantânio a 10000ppm para a eliminação de interferências, e perpez-se o volume com água destilada. Todas soluções-amostra e padrões foram preparadas em meio ácido nítrico para obter 0.1ml deste.

As tabelas com os resumos da preparação das soluções-amostra para a leitura nos aparelhos encontram-se no anexo 8 tabela a-14; as tabelas com as absorvâncias das amostras de Ca, Mg, Zn e Fe e intensidades das amostras de Na e K encontram-se nos anexos 9 a 20 tabelas a-16, a-18, a-20, a-22, a-24, a-26, a-28, a-30, a-32, a-34, a-36 e a-38 respectivamente.

5.5. Parâmetros instrumentais usados para a determinação dos elementos em estudo

A tabela 5 mostra as condições usadas para a determinação dos elementos em estudo nas diferentes condições analíticas e instrumentais por “FAAS” e “FC” [35].

Tabela 5: Quadro resumo dos parâmetros instrumentais de Fe, Ca, Mg, Zn, K e Na.

Parâmetros	Elementos					
	Fe	Ca	Mg	Zn	K	Na
λ (nm)	248,33	422.67	285.21	213.86	766.49	589.0
Altura do queimador (mm)	7	7	7	7	---	---
Fluxo de acetileno (L/min.)	2.2	2.0	1.8	2.0	---	---
Intervalo do trabalho (ppm)	0.5-2.0	0.1-2.0	0.1-0.4	0.1-0.4	0.2-100	0.3-100
Corrente da lâmpada (mA)	12	10	8	8	---	---
Largura da fenda (nm)	0.2	0.5	0.5	0.5	---	---
Chama oxidante	Ar/acetileno	Ar/acetileno	Ar/acetileno	Ar/acetileno	Ar/C ₃ H ₈ - C ₄ H ₁₀	Ar/C ₃ H ₈ - C ₄ H ₁₀

---não disponível.

6. APRESENTAÇÃO E TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS RESULTADOS

Para o tratamento estatístico dos resultados obtidos neste trabalho foram usados os parâmetros que se seguem:

Para o cálculo da média experimental e do desvio-padrão usou-se as seguintes expressões respectivamente [22][27][36][38]:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (8)$$

$$s = \left[\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \right]^{1/2} \quad (9)$$

onde:

\bar{x} : média do valor experimental

x_i : valor individual experimental

s : desvio padrão

n : número de determinações (número de réplicas)

Foram calculados os intervalos de confiança para as amostras usando a seguinte expressão:

$$\bar{x} \pm \frac{t * s}{\sqrt{n}} \quad (10)$$

Em todo o tratamento estatístico, considerou-se um nível de probabilidade de 0.05 e, em função de graus de liberdade ($n - 1$), acharam-se os t_{crit} a partir da tabela de distribuição ‘t de student’.

6.1. Análise de Humidade e Cinzas nas amostras de alimentos

Os teores de humidade e cinzas foram calculados usando as expressões 4 e 6 e a média, o desvio padrão e intervalos de confiança foram calculados a partir das fórmulas 8, 9 e 10 respectivamente.

De referir que os valores detalhados do peso dos cadinhos, peso das amostras antes e depois da secagem, encontram-se nos anexos 1-6 tabelas a1- a6.

A tabela 6 mostra os resultados dos teores de humidade e cinzas, média, desvio-padrão, %RSD e intervalo de confiança das amostras das províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia.

Tabela 6: Quadro resumo dos teores de humidade e cinzas, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras das províncias de Inhambane, Zambézia e Maputo

Províncias	Amostra	Teor Humidade (%w/w)		Desvio padrão (s)	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{t * s}{\sqrt{n}}$	Teor de Cinzas (%w/w)		Desvio padrão (s)	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{t * s}{\sqrt{n}}$
		Réplica I	Réplica II				Réplica I	Réplica II			
Maputo	MI	10.54	10.42	0.0849	0.81	10.48 ± 0.76	1.81	1.58	0.1626	9.59	1.70 ± 1.46
	AR	10.31	10.62	0.2192	2.09	10.47 ± 1.97	1.83	1.64	0.1344	7.74	1.74 ± 1.21
	FN	10.56	10.62	0.0424	0.40	10.59 ± 0.38	3.08	3.26	0.1273	4.02	3.17 ± 1.13
	FJ	8.47	8.40	0.0495	0.59	8.44 ± 0.44	2.89	3.34	0.3182	10.22	3.12 ± 2.86
Inhambane	MI	9.84	10.48	0.4525	4.45	10.16 ± 4.07	1.83	1.58	0.1768	10.37	1.71 ± 1.59
	MA	16.93	16.90	0.0212	11.64	16.92 ± 0.19	1.05	1.02	0.0212	2.05	1.04 ± 0.19
	ME	36.75	38.49	1.2303	3.27	37.62 ± 11.06	1.25	1.42	0.1202	9.00	1.34 ± 1.11
	FMIG	13.53	13.38	0.1061	0.79	13.46 ± 0.95	0.44	0.45	0.0071	1.59	0.45 ± 0.06
	FN	15.83	15.52	0.2192	1.40	15.68 ± 1.97	2.85	2.56	0.2051	7.58	2.71 ± 1.84
	FJ	7.88	7.63	0.1768	2.28	7.76 ± 1.59	2.35	2.02	0.2333	10.68	2.19 ± 2.09
Zambézia	MA	11.24	12.37	0.1414	6.77	12.27 ± 7.18	1.76	1.62	0.0989	5.86	1.69 ± 0.89
	AR	10.93	10.57	0.2546	2.37	10.75 ± 2.29	1.53	1.54	0.0071	0.46	1.54 ± 0.06
	FN	15.35	15.09	0.1838	1.21	15.22 ± 1.65	2.66	2.78	0.0849	3.12	2.72 ± 0.76
	FJ	12.89	12.73	0.0071	0.88	12.73 ± 1.02	2.60	2.56	0.0283	1.09	2.58 ± 0.25
	FF	12.17	12.37	0.1414	1.15	12.27 ± 1.27	3.53	3.47	0.0424	1.21	3.50 ± 0.38
	FB	6.85	6.44	0.2899	4.36	6.65 ± 2.61	2.74	2.98	0.1697	5.93	2.86 ± 1.53

6.2. Análise de minerais nas amostras de alimentos

Os teores dos elementos nas amostras foram obtidos usando a expressão que é apresentada a seguir [14]:

$$Teor(mg/g) = \frac{Ci(\mu g/ml) * V_{amostra}(ml)}{m(g)} \quad (11)$$

onde:

Ci - é a concentração do elemento na solução final, em ppm;

V - volume final da solução preparada, em mililitros;

f_{dil} - factor diluição;

m - massa da amostra pesada, em gramas.

Para o caso de Fe, Zn, Na e K que não sofreram diluições nas soluções-amostra foi omitido o factor diluição da fórmula (11) para o cálculo dos teores.

6.3. Exactidão e precisão

A exactidão do método indica a proximidade de um valor medido em relação ao valor verdadeiro, ou aceite, e é expressa pelo erro absoluto ou erro relativo [22][36].

A precisão descreve a reprodutibilidade das medidas; em outras palavras, a proximidade entre os resultados que foram obtidos exactamente da mesma forma. Geralmente, a precisão de uma medida é prontamente determinada simplesmente pela repetição da medida em réplicas da amostra [36].

Três parâmetros são amplamente empregados para descrever a precisão de um conjunto de dados de réplicas: desvio-padrão, variância e o coeficiente de variação que é o desvio padrão relativo em termos percentuais. O desvio padrão é obtido pela fórmula (9) e o coeficiente de variação relativo (%RSD) é obtido usando a expressão seguinte [36]:

$$RSD = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (12)$$

onde:

RSD - Coeficiente de variação

s - Desvio padrão

\bar{x} - Média experimental

6.4. Intervalos de confiança

O intervalo de confiança para a média é a faixa de valores entre os quais se espera que a média da população “ μ ” esteja contida com uma certa probabilidade. O termo confiança implica que se pode afirmar com um certo grau de certeza, que o intervalo inclui o valor verdadeiro; quanto maior for a certeza maior o intervalo requerido. É expresso pela fórmula (10) [22][27][36].

6.5. Métodos de Calibração

Nos métodos espectrofotométricos são usadas duas técnicas de calibração: método de adição-padrão e método de calibração normal este último usado no presente trabalho.

i. Método de Calibração normal

É o método mais comum para determinar a concentração do anólito numa solução-amostra. Para obter a respectiva curva, são preparadas as soluções-padrão que cobrem uma zona de concentrações apropriadas e o branco, efectua-se as respectivas leituras e o valor de concentração da amostra é determinado por interpolação [17][38].

As tabelas 7, 8, 9, 10, 11 e 12 mostram os resultados dos teores, desvio-padrão, %RSD e intervalos de confiança dos minerais Ca, Mg, Fe, Zn, K e Na respectivamente.

Tabela 7: Resultados dos teores Ca, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança nas amostras lidas no LEM

Província	Amostra	Teor ($\mu\text{g/g}$)		Desvio padrão médio (s)	% RSD médio	$\bar{x} \pm \frac{t * s}{\sqrt{n}}$
		Réplica I	Réplica II			
Maputo	MI	303.34	303.36	0.0141	0.00 ₄	303.35 \pm 0.13
	AR	333.47	333.53	0.0424	0.01	333.50 \pm 0.38
	FN	647.71	647.70	0.0071	0.00 ₁	647.17 \pm 0.06
	FJ	81.34	81.23	0.0778	0.09	81.29 \pm 0.79
Inhambane	MA	177.72	178.38	0.4667	0.26	178.05 \pm 4.19
	ME	171.13	171.05	0.0495	0.03	171.07 \pm 0.44
	MI	243.64	243.83	0.1344	0.06	243.74 \pm 1.21
	FN	442.86	443.64	0.5515	0.12	443.25 \pm 1.21
	FMIG	287.81	287.53	0.1979	0.07	287.67 \pm 1.78
	FJ	177.19	177.07	0.0849	0.05	177.13 \pm 0.76
Zambézia	FN	337.31	337.84	0.3748	0.11	337.58 \pm 3.37
	FJ	342.67	341.87	0.5657	0.17	342.27 \pm 0.84
	AR	548.03	547.35	0.4808	0.09	547.69 \pm 4.32
	MA	502.93	502.97	0.0283	0.005	502.95 \pm 0.25
	FF	301.97	302.05	0.0566	0.02	302.01 \pm 0.51
	FB	528.17	528.48	0.2192	0.04	528.33 \pm 1.97

Tabela 8: Resultados dos teores Mg, desvio-padrão, %RSD e intervalos de confiança nas amostras lidas no LEM

Província	Amostra	Teor ($\mu\text{g/g}$)		Desvio padrão médio (s)	% RSD médio	$\bar{x} \pm \frac{t * s}{\sqrt{n}}$
		Réplica I	Réplica II			
Maputo	MI	931.8	931.5	0.2121	0.02	931.7 ± 1.9
	AR	1158.1	1158.2	0.0707	0.00 ₆	1158.2 ± 0.6
	FN	1266.4	1266.8	0.2828	0.02	1266.5 ± 2.5
	FJ	1274.4	1273.7	0.4949	0.04	1274.1 ± 4.4
Inhambane	MA	1190.8	1190.3	0.3748	0.03	1190.6 ± 3.4
	ME	1075.7	1076.0	0.2121	0.02	1075.9 ± 1.9
	MI	989.1	989.9	0.5657	0.06	989.5 ± 5.1
	FN	1513.3	1514.1	0.5657	0.04	1513.7 ± 5.1
	FMIG	447.4	447.2	0.1414	0.03	447.3 ± 1.3
	FJ	1486.9	1486.8	0.0707	0.00 ₄	1486.9 ± 0.6
Zambézia	FN	1321.8	1321.9	0.0707	0.00 ₅	1321.9 ± 0.6
	FJ	1355.7	1355.6	0.0707	0.00 ₅	1355.7 ± 0.6
	AR	702.9	702.4	0.3536	0.05	702.4 ± 3.2
	MA	1953.5	1953.9	0.2828	0.01	1953.7 ± 2.5
	FF	1101.8	1101.5	0.2121	0.02	1101.7 ± 1.9
	FB	1219.2	1219.3	0.0707	0.00 ₅	1219.3 ± 0.6

Tabela 9: Resultados dos teores de Fe, desvio-padrão, %RSD e intervalos de confiança nas amostras lidas no LEM e na FM

LEM							FM				
Província	Amostra	Teor (µg/g)		Desvio padrão médio (s)	% RSD médio	$\bar{x} \pm \frac{t * s}{\sqrt{n}}$	Teor (µg/g)		Desvio padrão médio (s)	% RSD médio	$\bar{x} \pm \frac{t * s}{\sqrt{n}}$
		Réplica I	Réplica II				Réplica I	Réplica II			
Maputo	MI	Nd	Nd				Nd	Nd			Nd
	AR	Nd	Nd				Nd	Nd			Nd
	FN	Nd	Nd				Nd	Nd			Nd
	FJ	122.5	123.1	0.4243	0.35	122.8 ± 3.8	121.4	121.5	0.0707	0.06	121.5 ± 0.6
Inhambane	MA	147.3	144.6	1.9020	1.31	145.6 ± 17.2	146.1	146.0	0.0707	0.05	146.1 ± 0.6
	ME	200.8	201.6	0.5667	0.28	201.2 ± 5.1	200.4	200.2	0.1414	0.07	200.3 ± 1.3
	MI	117.5	117.6	0.0707	0.66	117.6 ± 0.6	117.1	117.3	0.1414	0.12	117.2 ± 0.6
	FN	318.2	317.4	0.5667	0.18	317.8 ± 5.1	316.2	315.9	0.2123	0.07	316.1 ± 1.9
	FMIG	230.4	230.0	0.2828	0.12	230.2 ± 2.5	230.0	230.3	0.2123	0.09	230.2 ± 1.9
	FJ	72.0	72.1	0.0707	0.10	72.1 ± 0.6	70.9	71.5	0.4243	0.60	71.2 ± 3.8
Zambézia	FN	125.7	125.3	0.4243	0.38	125.6 ± 3.8	124.6	125.2	0.4243	0.34	122.4 ± 5.1
	FJ	114.7	114.6	0.0710	0.06	114.7 ± 0.6	114.2	114.4	0.1414	0.12	114.3 ± 1.3
	AR	144.9	145.1	0.1414	0.10	145.0 ± 1.3	144.7	144.9	0.1414	0.10	144.8 ± 1.3
	MA	552.1	552.7	0.4243	0.08	552.4 ± 3.8	552.1	552.5	0.2828	0.05	552.3 ± 2.5
	FF	Nd	Nd			Nd	Nd	Nd			Nd
	FB	28.7	28.3	0.2828	0.99	28.5 ± 2.5	27.8	27.6	0.1414	0.51	27.7 ± 1.3

Nd: não detectado.

Tabela 10: Resultados dos teores de Zn, desvio-padrão, %RSD e intervalos de confiança nas amostras lidas no LEM e na FM

LEM							FM				
Província	Amostra	Teor ($\mu\text{g/g}$)		Desvio padrão médio (s)	% RSD médio	$\bar{x} \pm \frac{t * s}{\sqrt{n}}$	Teor ($\mu\text{g/g}$)		Desvio padrão médio (s)	% RSD médio	$\bar{x} \pm \frac{t * s}{\sqrt{n}}$
		Réplica I	Réplica II				Réplica I	Réplica II			
Maputo	MI	36.2	36.2	0	0	36.2 ± 0	36.0	35.8	0.1414	0.39	35.9 ± 1.3
	AR	40.9	40.9	0	0	40.9 ± 0	40.7	40.5	0.1414	0.35	40.6 ± 1.3
	FN	50.7	50.6	0.0707	0.14	50.7 ± 0.6	50.5	50.3	0.1414	0.28	50.4 ± 1.3
	FJ	29.2	29.8	0.4243	1.44	29.5 ± 3.8	28.9	29.2	0.2123	0.73	29.1 ± 1.9
Inhambane	MA	37.4	37.8	0.2828	0.75	37.6 ± 2.5	37.1	37.3	0.1414	0.38	37.2 ± 1.3
	ME	68.8	68.5	0.2123	0.31	68.7 ± 1.9	68.6	68.2	0.2828	0.41	68.4 ± 2.5
	MI	45.7	45.9	0.1414	0.31	45.8 ± 1.3	45.5	45.7	0.1414	0.31	45.6 ± 1.3
	FN	63.0	62.3	0.4949	0.79	62.7 ± 4.4	62.8	62.5	0.2123	0.34	62.7 ± 1.9
	FMIG	55.3	54.8	0.3535	0.64	55.1 ± 3.2	54.7	54.5	0.1414	0.26	54.6 ± 1.3
	FJ	49.7	49.8	0.0707	0.14	49.7 ± 0.6	49.2	49.4	0.1414	0.29	49.3 ± 1.3
Zambézia	FN	81.2	81.1	0.0707	0.09	81.1 ± 0.6	79.7	80.3	0.4243	0.53	80.0 ± 3.8
	FJ	201.4	201.3	0.0707	0.04	201.4 ± 0.6	201.0	201.2	0.1414	0.07	201.1 ± 1.3
	AR	60.9	60.8	0.0707	0.12	60.8 ± 0.6	60.5	60.2	0.2123	0.35	60.4 ± 1.9
	MA	41.8	41.7	0.0707	0.16	41.8 ± 0.6	41.4	41.6	0.1414	0.34	41.5 ± 1.3
	FF	43.2	43.1	0.0707	0.16	43.1 ± 0.6	42.8	42.6	0.1414	0.33	42.7 ± 1.3
	FB	44.6	44.8	0.1414	0.32	44.7 ± 1.3	44.4	44.6	0.1414	0.32	44.5 ± 1.3

Tabela 11: Resultados dos teores de K, desvio-padrão, %RSD e intervalos de confiança nas amostras lidas no LEM e no DQ

LEM							DQ				
Província	Amostra	Teor (µg/g)		Desvio padrão médio (s)	% RSD médio	$\bar{x} \pm \frac{t * s}{\sqrt{n}}$	Teor (µg/g)		Desvio padrão médio (s)	% RSD médio	$\bar{x} \pm \frac{t * s}{\sqrt{n}}$
		Réplica I	Réplica II				Réplica I	Réplica II			
Maputo	MI	4431	4430	0.7071	0.02	4341 ± 6	2451	2450	0.7071	0.03	2451 ± 6
	AR	3347	3347	0	0	3347 ± 0	1331	1331	0	0	1331 ± 0
	FN	13304	13300	2.8284	0.02	13302 ± 25	8189	8193	2.8284	0.03	8191 ± 25
	FJ	13187	13174	0.9192	0.07	13181 ± 83	9408	9403	3.5353	0.04	9405 ± 32
Inhambane	MA	5951	5961	7.0711	0.12	5956 ± 6	1720	1723	2.1213	0.12	1722 ± 19
	ME	5171	5172	0.7071	0.01	5172 ± 6	2090	2090	0	0	2090 ± 0
	MI	4068	4071	2.1213	0.05	4069 ± 19	1708	1707	0.7071	0.04	1708 ± 6
	FN	1309	1308	0.7071	0.05	1309 ± 6	7979	7978	0.7071	0.00 ₈	7979 ± 6
	FMIG	2463	2464	0.7071	0.03	2464 ± 6	1149	1149	0	0	1149 ± 0
	FJ	14272	14272	0	0	14272 ± 0	9475	9475	0	0	9475 ± 0
Zambézia	FN	12452	12455	2.1213	0.02	12454 ± 19	8509	8510	0.7071	0.00 ₈	8505 ± 6
	FJ	12534	12532	1.4142	0.01	12533 ± 13	7971	7970	0.7071	0.00 ₈	7971 ± 6
	AR	1583	1581	1.4142	0.09	1582 ± 13	597	596	0.7071	0.1	597 ± 6
	MA	5350	5351	0.7071	0.01	5351 ± 6	2276	2277	0.7071	0.03	2277 ± 6
	FF	10745	10743	1.4142	0.01	10744 ± 13	5897	5896	0.7071	0.01	5897 ± 6
	FB	14689	14692	2.1213	0.01	14691 ± 19	9455	9457	1.4141	0.01	9456 ± 13

Tabela 12: Resultados dos teores de Na, desvio-padrão, %RSD e intervalos de confiança nas amostras lidas no LEM e no DQ

LEM							DQ				
Província	Amostra	Teor (µg/g)		Desvio padrão médio (s)	% RSD médio	$\bar{x} \pm \frac{t * s}{\sqrt{n}}$	Teor (µg/g)		Desvio padrão médio (s)	% RSD médio	$\bar{x} \pm \frac{t * s}{\sqrt{n}}$
		Réplica I	Réplica II				Réplica I	Réplica II			
Maputo	MI	4255	4254	0.7071	0.02	4255 ± 6	126	126	0	0	126 ± 0
	AR	2571	2573	1.4142	0.05	2572 ± 13	195	195	0	0	195 ± 0
	FN	10526	10530	2.8284	0.03	10528 ± 25	264	264	0	0	264 ± 0
	FJ	10388	10382	4.2426	0.04	10385 ± 38	126	126	0	0	126 ± 0
Inhambane	MA	4098	4105	4.9497	0.12	4102 ± 44	548	549	0.7071	0.13	549 ± 6
	ME	4089	4092	2.1213	0.05	4091 ± 19	197	197	0	0	197 ± 0
	MI	3331	3325	4.2426	0.13	3328 ± 38	126	126	0	0	126 ± 0
	FN	11199	11196	2.1213	0.02	11198 ± 19	466	466	0	0	466 ± 0
	FMIG	2023	2026	2.1213	0.10	2025 ± 19	126	126	0	0	126 ± 0
	FJ	12866	12866	0	0	12866 ± 0	664	664	0	0	664 ± 0
Zambézia	FN	10557	10559	1.4142	0.01	1058 ± 13	752	752	0	0	752 ± 0
	FJ	10440	10438	1.4142	0.01	10439 ± 13	407	407	0	0	407 ± 0
	AR	2226	2222	2.8284	0.13	2224 ± 25	548	547	0.7071	0.13	548 ± 6
	MA	5210	5211	0.7071	0.01	5211 ± 6	617	617	0	0	617 ± 0
	FF	9138	9136	1.4142	0.02	9137 ± 13	466	466	0	0	466 ± 0
	FB	12121	12124	2.1213	0.02	12123 ± 19	474	466	5.6569	1.20	470 ± 51

6.6. Comparação dos resultados de Fe e Zn obtidos por “FAAS” e de Na e K obtidos por “FC” em dois laboratórios diferentes

6.6.1. Teste t de Comparação de duas médias experimentais

Para saber se os resultados experimentais obtidos por “FAAS” em dois laboratórios diferentes são significativamente diferentes, comparou-se o t_{calc} e o t_{crit} que é um valor tabelado, a um nível de confiança de 95% ($t_{crit} = 4.30$) [22][27][36].

Assim temos as hipóteses:

$H_0: \mu_A = \mu_B$ é a hipótese nula e declara que as duas médias são idênticas;

$H_0: \mu_A \neq \mu_B$ é a hipótese alternativa e declara que as duas médias são diferentes.

Se $t_{obs} < t_{crit}$ aceita-se a hipótese nula, a qual foi formulada no sentido de não haver diferença significativa entre as médias experimentais obtidas.

Se $t_{obs} > t_{crit}$, rejeita-se a hipótese nula, o que significa haver diferença significativa.

O valor de t é calculado usando a expressão (13).

$$t_{obs} = \frac{|x_A - x_B|}{s_p} \sqrt{\frac{n_A \cdot n_B}{n_A + n_B}} \quad (13)$$

onde “s” calcula-se a partir da expressão:

$$s_{p^2} = \frac{(n_A - 1)s_A^2 + (n_B - 1)s_B^2}{(n_A + n_B - 2)} \quad (14)$$

onde:

t_{obs} - t calculado

x_A - Média amostral 1

x_B - Média amostral 2

s - Desvio padrão amostral

n_A - Número de determinações do método 1

n_B - Número de determinações do método 2

$$v = (n_1 + n_2 - 2) = 2 + 2 - 2 = 2$$

$$t_{obs} (v = 2; P = 0,05; 2T) = 4.30$$

2T- Teste bilateral

6.6.2. Teste-F de Comparação de desvios-padrão, variâncias ou precisão

Além de testar diferenças entre médias para detectar erros sistemáticos, é também importante comparar métodos no que diz respeito a erros acidentais. Comparou-se o F_{obs} com o F_{crit} que é um valor tabelado, a um nível de confiança de 95% ($F_{crit} = 647.8$).

F é a razão entre as variâncias de 2 amostras e é expressa pela seguinte expressão [22][27][36]:

$$F_{obs} = \frac{s_A^2}{s_B^2} \quad (15)$$

Hipótese nula: $H_0: s_A^2 = s_B^2$, não há diferença significativa entre as variâncias amostrais a um nível de confiança de 95%.

Hipótese alternativa: $H_A: s_A^2 \neq s_B^2$, há diferença significativa entre as variâncias amostrais a um nível de confiança de 95%.

$F_{obs} > F_{crit}$: rejeita-se a H_0

$F_{obs} < F_{crit}$: aceita-se a H_0

$$F_{crit} (v = 1,1; P = 0,05; 2T) = 647.8$$

6.7. Teste de Análise de Variância (ANOVA)

ANOVA é uma técnica de variância que permite efectuar comparações múltiplas, ou seja, de mais de dois conjuntos de dados permite também a análise de medições que dependem de vários factores que actuam simultaneamente, de modo a decidir que efeitos são importantes e como estimá-los [22]. Neste trabalho foi usada a ANOVA unimodal para comparar a variância entre réplicas das amostras entre províncias, no entanto temos um factor controlado (amostras).

O teste estatístico básico usado pela ANOVA é o F onde um valor maior de F comparado com o valor crítico pode-nos fornecer a razão para rejeitar H_0 em favor da hipótese alternativa [36].

A tabela a seguir mostra as fórmulas para o cálculo em ANOVA unimodal.

Tabela 13: Fórmulas para o cálculo em ANOVA unimodal [22][36].

Fonte de variação	Soma de quadrados (SQ)	Graus de liberdade (v)	Quadrado Médio (QM)	F
Entre-amostras	$\frac{\sum_i T_i^2}{n - T^2 / N}$	m-1	$MS_E = \frac{SS_E}{m - 1}$	$F = \frac{MS_E}{MS_D}$
Dentro-amostras	Por subtracção	Por subtracção	$MS_D = \frac{SS_D}{N - m}$	
Total	$\sum_i \sum_j \bar{x}_{ij}^2 - T^2 / N$	N-1	$MS_T = \frac{SS_T}{N - 1}$	

onde:

N= nxm- (n observações ou medições e m grupos): n° total de medições

Ti: Soma das medições no grupo i

T- Soma de todas as medições, grande total

$F_{crit}(1,2; P = 0.05; 1T) = 18.51.$ $F_{crit}(2,3; P = 0.05; 1T) = 9.55$

Um exemplo da aplicação destas fórmulas encontra-se no anexo 21 deste trabalho.

As tabelas 14 e 15 mostram a comparação dos resultados obtidos por “FAAS” e “FC” em dois laboratórios diferentes de Fe e Zn e de K e Na respectivamente. Nesta comparação considerou-se como valores de referência os obtidos no LEM por ter sido onde foram realizadas as primeiras leituras dos minerais.

Tabela 14: Comparação dos resultados de Fe e Zn obtidos por “FAAS” em dois laboratórios diferentes

Comparação de Fe							Comparação de Zn						
Província	Amostra	Teor médio (LEM)	Teor médio (FM)	Desvio padrão combinado (S_p)	t_{obs}	F_{obs}	Teor médio (LEM)	Teor médio (FM)	Desvio padrão combinado (S_p)	t_{obs}	F_{obs}	t_{crit}	F_{crit}
Inhambane	MA	145.6 ± 17.2	146.1 ± 0.6	1.3458	2.01	723.7	37.6 ± 2.5	37.2 ± 1.3	0.2236	1.79	4.0	4.30	647,8
	ME	201.2 ± 5.1	200.3 ± 1.3	0.1706	5.28	16.1	68.7 ± 1.9	68.4 ± 2.5	0.2500	1.20	1.8		
	MI	117.6 ± 0.6	117.2 ± 0.6	0.1118	3.57	4.0	45.8 ± 1.3	45.6 ± 1.3	0.1414	1.41	1.0		
	FN	317.8 ± 5.1	316.1 ± 1.9	0.4279	3.97	7.1	62.7 ± 4.4	62.7 ± 1.9	0.3809	0	5.4		
	FMIG	230.2 ± 2.5	230.2 ± 1.9	0.2500	0	1.8	55.1 ± 3.2	54.6 ± 1.3	0.2692	1.86	6.3		
	FJ	72.1 ± 0.6	71.2 ± 3.8	0.3042	2.96	36.0	49.7 ± 0.6	49.3 ± 1.3	0.1118	3.58	4.0		
Zambézia	FN	125.6 ± 3.8	122.4 ± 5.1	0.4243	1.65	1.0	81.1 ± 0.6	80.0 ± 3.8	0.3042	3.62	36.0		
	FJ	114.7 ± 0.6	114.3 ± 1.3	0.1119	3.57	4.0	201.4 ± 0.6	201.1 ± 1.3	0.1118	2.68	4.0		
	AR	145.0 ± 1.3	144.8 ± 1.3	0.1414	1.41	1.0	60.8 ± 0.6	60.4 ± 1.9	0.1582	2.53	9.0		
	MA	552.4 ± 3.8	552.3 ± 2.5	0.3606	0.28	2.3	41.8 ± 0.6	41.5 ± 1.3	0.1118	2.68	4.0		
	FF	Nd	Nd		-		43.1 ± 0.6	42.7 ± 1.3	0.1118	3.58	4.0		
	FB	28.5 ± 2.5	27.7 ± 1.3	0.2236	3.58	4.0	44.7 ± 1.3	44.5 ± 1.3	0.1414	1.41	1.0		
Maputo	MI		Nd		-		36.2 ± 0	35.9 ± 1.3	0.0999	3	0		
	AR		Nd		-		40.9 ± 0	40.6 ± 1.3	0.0999	3	0		
	FN		Nd		-		50.7 ± 0.6	50.4 ± 1.3	0.1118	2.68	4.0		
	FJ	122.8 ± 3.8	121.5 ± 0.6	0.3042	4.27	36.0	29.5 ± 3.8	29.1 ± 1.9	0.3355	1.19	4.0		

NB: os valores de t_{crit} e F_{crit} são os mesmos para Zn e Fe.

Tabela 15: Comparação dos resultados de K e Na obtidos por FC em dois laboratórios diferentes

Comparação de K					Comparação de Na				
Província	Amostra	Teor médio (LEM)	Teor médio (DQ)	F_{obs}	F_{crit}	Teor médio (LEM)	Teor médio (DQ)	F_{obs}	F_{crit}
Maputo	MI	4341 ± 6	2451 ± 6	1.0		4255 ± 6	126 ± 0	0	
	AR	3347 ± 0	1331 ± 0	0		2572 ± 13	195 ± 0	0	
	FN	13302 ± 25	8191 ± 25	2.3		10528 ± 25	264 ± 0	0	
	FJ	13181 ± 83	9405 ± 32	2.3		10385 ± 38	126 ± 0	0	
Inhambane	MA	5956 ± 6	1722 ± 19	11.1		4102 ± 44	549 ± 6	49.0	
	ME	5172 ± 6	2090 ± 0	0		4091 ± 19	197 ± 0	0	
	MI	4069 ± 19	1708 ± 6	9.0		3328 ± 38	126 ± 0	0	
	FN	1309 ± 6	7979 ± 6	9.0		11198 ± 19	466 ± 0	0	
	FMIG	2464 ± 6	1149 ± 0	0		2025 ± 19	126 ± 0	0	
	FJ	14272 ± 0	9475 ± 0	0		12866 ± 0	664 ± 0	0	
Zambézia	FN	12454 ± 19	8505 ± 6	9.0		1058 ± 13	752 ± 0	0	
	FJ	12533 ± 13	7971 ± 6	4.0		10439 ± 13	407 ± 0	0	
	AR	1582 ± 13	597 ± 6	4.0		2224 ± 25	548 ± 6	16	
	MA	5351 ± 6	2277 ± 6	1.0		5211 ± 6	617 ± 0	0	
	FF	10744 ± 13	5897 ± 6	4.0		9137 ± 13	466 ± 0	0	
	FB	14691 ± 19	9456 ± 13	2.3		12123 ± 19	470 ± 51	7.1	

Nota: Não foi aplicado o teste t da comparação das médias experimentais para o Na e K uma vez que a partir das tabelas 10 e 11 pode-se constatar que os teores médios obtidos nos dois laboratórios são muito diferentes, isto é os teores obtidos no LEM são muito superiores comparativamente aos obtidos no DQ.

A tabela a seguir mostra os resultados da comparação das amostras por províncias usando ANOVA, onde para os cálculos foram usados os valores obtidos no LEM.

Tabela 166: Comparação das amostras por províncias usando ANOVA

Províncias em Comparação	Mineral	Amostra	F _{crit}	F _{cal}	Obs.
Inhambane e Zambézia	Ca	Mapira	18.51	965782,34	F _{cal} > F _{crit}
Inhambane e Maputo		Milho	18.51	389473,78	F _{cal} > F _{crit}
Maputo, Inhambane e Zambézia		Feijao nhemba	9.55	1353305,72	F _{cal} > F _{crit}
Maputo, Inhambane e Zambézia		Feijão Jugo	9.55	313790,41	F _{cal} > F _{crit}
Maputo e Zambézia		Arroz	18.51	393797,05	F _{cal} > F _{crit}
Inhambane e Zambézia	Mg	Mapira	18.51	5681930,95	F _{cal} > F _{crit}
Inhambane e Maputo		Milho	18.51	18337,66	F _{cal} > F _{crit}
Maputo, Inhambane e Zambézia		Feijao nhemba	9.55	249178,75	F _{cal} > F _{crit}
Maputo, Inhambane e Zambézia		Feijão Jugo	9.55	271199,37	F _{cal} > F _{crit}
Maputo e Zambézia		Arroz	18.51	3192003,85	F _{cal} > F _{crit}
Inhambane e Zambézia	Fe	Mapira	18.51	86379,92	F _{cal} > F _{crit}
Inhambane e Zambézia		Feijão nhemba	18.51	184896,45	F _{cal} > F _{crit}
Maputo, Inhambane e Zambézia		Feijão Jugo	9.55	23456,55	F _{cal} > F _{crit}
Inhambane e Zambézia	Zn	Mapira	18.51	405,24	F _{cal} > F _{crit}
Inhambane e Maputo		Milho	18.51	7449,80	F _{cal} > F _{crit}
Maputo, Inhambane e Zambézia		Feijão nhemba	9.55	2738,00	F _{cal} > F _{crit}
Maputo, Inhambane e Zambézia		Feijão Jugo	9.55	278552,87	F _{cal} > F _{crit}
Maputo e Zambézia		Arroz	18.51	80000,00	F _{cal} > F _{crit}

Continuação da tabela de comparação das amostras por províncias usando ANOVA

Províncias em Comparação	Mineral	Amostra	F _{crit}	F _{cal}	Obs.
Inhambane e Zambézia	Na	Mapira	18.51	98390,48	F _{cal} > F _{crit}
Inhambane e Maputo		Milho	18.51	92800,24	F _{cal} > F _{crit}
Maputo, Inhambane e Zambézia		Feijão nhemba	9.55	59178,66	F _{cal} > F _{crit}
Maputo, Inhambane e Zambézia		Feijão Jugo	9.55	587497,49	F _{cal} > F _{crit}
Maputo e Zambézia		Arroz	18.51	24220,80	F _{cal} > F _{crit}
Inhambane e Zambézia		K	Mapira	18.51	14520,01
Inhambane e Maputo	Milho		18.51	52128,40	F _{cal} > F _{crit}
Maputo, Inhambane e Zambézia	Feijão nhemba		9.55	20675001,50	F _{cal} > F _{crit}
Maputo, Inhambane e Zambézia	Feijão Jugo		9.55	53240,45	F _{cal} > F _{crit}
Maputo e Zambézia	Arroz		18.51	2490768,20	F _{cal} > F _{crit}

7. INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A determinação de humidade e cinzas foi feita apenas num laboratório, nesse contexto não existe condições para a comparação dos resultados. Entretanto, para o tratamento estatístico dos resultados obtidos foi aplicado o desvio padrão relativo para descrever a precisão do método, e verificou-se que a precisão variou de muito boa a má com valores de %RSD variando de 0.40 a 2.09%, de 0.79 a 11.64% e de 0.88 a 6.77 para os teores de humidade, de 4.02 a 10.22%, de 1.59 a 10.69% e de 0.46 a 5.93% para os teores de cinzas das províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente.

Os teores de humidade obtidos experimentalmente são altos em relação aos teores das cinzas mostrando desse modo haver uma concordância com os teores obtidos em estudos realizados por outros autores, segundo as tabelas 3 e 6 do presente trabalho.

Na determinação de minerais, por não haver material de referência para a comparação do valor recomendado com o valor obtido experimentalmente, não há nenhum comentário acerca da exactidão dos métodos analíticos usados. Entretanto foram consideradas duas réplicas e como forma de controlar os resultados, recorreu-se a dois laboratórios para a análise de minerais. Foram aplicados três tipos de testes para o tratamento estatístico dos resultados, o teste-t de comparação de duas médias experimentais em (Fe e Zn), teste F comparação das variâncias em (Fe, Zn, Na e K) e ANOVA unimodal em (Ca, Mg, Fe, Z, Na e K) para comparação dos teores entre províncias.

A determinação de minerais Fe, Zn, Na e K foi efectuada em dois laboratórios e em um laboratório para Ca e Mg estes devido à ausência de lâmpadas para a sua análise.

Ca por "FAAS"

A precisão do método foi muito boa com valores de %RSD variando de 0.001 a 0.09%, de 0.03 a 0.26% e de 0.005 a 0.17% como mostra a tabela 7 para as amostras de Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente. Das tabelas a-15 e a-16 do anexo-9, pode constatar-se que a precisão dos valores de absorvância varia de muito boa a má com % de RSD variando de 0.26 a 0.97 para as soluções-padrão e 13.69% para o branco e de 0.01 a 0.12% para as amostras essa precisão é comprovada também pela menor dispersão de valores experimentais apresentados na tabela a-16.

Mg por “FAAS”

De acordo com a tabela 8 foi possível verificar que a precisão do método foi muito boa com valores de %RSD variando de 0.006 a 0.04%, de 0.004 a 0.06% e de 0.005 a 0.02% para as amostras de Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente. As tabelas a-17 e a-18 do anexo-10, mostram que a precisão dos valores de absorvância varia de muito boa a boa com % de RSD variando de 0.19 a 0.31 para as soluções-padrão e 3.45% para o branco e de 0 a 1.36% para as amostras essa precisão é comprovada também pela menor dispersão de valores experimentais apresentados na tabela a-18.

Fe por “FAAS”

Da tabela 9 constatou-se que a precisão do método foi muito boa para LEM e FM com valores de %RSD variando de 0.35%, de 0.10 a 1.31% e de 0.06 a 0.99% para os obtidos no LEM e de 0.06%, de 0.05 a 0.60% e de 0.05 a 0.51% para os obtidos na FM das amostras de Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente. Da comparação das variâncias amostrais constatou-se da tabela 14 que $F_{obs} < F_{crit}$ aceitando-se a hipótese nula, isto é ao nível de confiança de 95% não há evidência de qualquer diferença significativa entre as variâncias das amostras, com excepção da MA de Inhambane que $F_{obs} > F_{crit}$ rejeitando-se a hipótese nula, ou seja ao nível de confiança de 95% há evidência de qualquer diferença significativa entre as variâncias da amostra, e da comparação das médias dos teores constatou-se que $t_{cal} < t_{crit}$ aceitando-se a hipótese nula, ou seja, podemos dizer que a um nível de confiança de 95% não podemos detectar qualquer desvio significativo entre as duas médias experimentais, com a excepção da ME. A diferença significativa entre os valores das médias das amostras MA e ME pode ser atribuída à um possível erro ocorrido na preparação destas soluções-amostra. Os resultados obtidos e apresentados na tabela 9 mostram que o MI, AR e FN de Maputo e FF de Zambézia não foram detectados nas amostras, provavelmente por apresentarem baixas concentrações de Fe nas mesmas amostras.

Zn por “FAAS”

A tabela 10 mostrou que a precisão do método foi muito boa para LEM e FM com valores de %RSD variando de 0 a 1.44%, de 0.14 a 0.79% e de 0.04 a 0.32% para os resultados obtidos no LEM e de 0.28 a 0.73%, de 0.26 a 0.41% e de 0.07 a 0.35% para os obtidos na FM das amostras de Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente. Da tabela 14 na comparação das variâncias amostrais

verificou-se que $F_{\text{calc}} < F_{\text{crit}}$ aceitando-se a hipótese nula, isto é ao nível de confiança de 95% não há evidência de qualquer diferença significativa entre as variâncias das amostras. Na mesma tabela 14 da comparação das médias experimentais observou-se que $t_{\text{cal}} < t_{\text{crit}}$ aceitando-se a hipótese nula ou seja, não há diferença significativa entre as duas médias experimentais a um nível de confiança de 95%.

K por “FC”

Da tabela 11 constatou-se que a precisão do método foi muito boa para LEM assim como para DQ, com valores de %RSD variando de 0 a 0.07%, de 0 a 0.12% e de 0.01 a 0.09% para LEM; de 0 a 0.04%, de 0 a 0.12% e de 0.008 a 0.3% para DQ das amostras de Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente. Da comparação das variâncias amostrais ilustradas na tabela 15 observou-se em quase todas as amostras que $F_{\text{calc}} < F_{\text{crit}}$ aceitando-se a hipótese nula, ou seja, ao nível de confiança de 95% não existe diferença significativa entre as variâncias das amostras.

Na por “FC”

Da tabela 12 observou-se que a precisão do método foi muito boa para LEM assim como para DQ com valores de %RSD variando de 0.02 a 0.05%, de 0 a 0.13% e de 0.01 a 0.13% para LEM; de 0%, de 0 a 0.13% e de 0 a 1.20% para DQ nas amostras de Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente. Da comparação das variâncias apresentada na tabela 15 observou-se em todas amostras que $F_{\text{calc}} < F_{\text{crit}}$ aceitando-se a hipótese nula, ou seja, ao nível de confiança de 95% não existe diferença significativa entre as variâncias das amostras. Os teores altos e baixos de Na e K obtidos no LEM e no DQ respectivamente, devem provavelmente ao facto das amostras terem levado muito tempo guardadas antes da sua leitura no segundo laboratório, o que possivelmente causou a diminuição da concentração por sedimentação.

Da comparação dos teores por províncias usando ANOVA verificou-se através da tabela 16 que em todas as amostras que $F_{\text{cal}} > F_{\text{crit}}$ e a H_0 é rejeitada, isto é, as médias das amostras diferem significativamente a um nível de 95%. Esta diferença significativa deve-se provavelmente a vários factores tais como:

- ❖ As condições climáticas de cada província forem diferentes;
- ❖ Os tipos de solo onde as amostras são cultivadas serem diferentes;
- ❖ A colheita das amostras não ter sido feita na mesma época entre outros factores.

Estes factores mencionados podem ser considerados suficientes para influenciar na composição das amostras.

Não foi feita a comparação dos teores das amostras ME, FMIG, FF, FB uma vez que cada uma delas foi colhida em apenas uma província.

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Como resposta aos objectivos traçados e tendo em conta os resultados obtidos experimentalmente conclui-se que:

Na determinação dos teores de humidade em cereais os que se destacaram com teores altos foram o MI com $10.48 \pm 0.76\%$, a ME com $37.62 \pm 11.06\%$ e a MA com $12.27 \pm 7.18\%$ para as províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente. Das leguminosas o FN destacou-se com teores altos em todas as províncias com 10.59 ± 0.38 , 15.68 ± 1.97 e $15.22 \pm 1.65\%$ para Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente. Em relação à determinação dos teores das cinzas os cereais que se destacaram com teores altos foram o AR com $1.74 \pm 1.21\%$, o MI com $1.71 \pm 1.59\%$ e a MA com $1.69 \pm 0.89\%$ para as províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente. As leguminosas que se destacaram com teores altos foram o FN com $3.17 \pm 1.13\%$, $2.71 \pm 1.84\%$ e o FF com $3.50 \pm 0.38\%$, para Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente.

A precisão do método variou de muito boa a má para a determinação de humidade e cinzas com valores de desvio padrão relativo que variam de 0.40 a 11.64% para os teores de humidade e de 0.46 a 10.69% para os teores das cinzas.

Na determinação de minerais o K destacou-se com teores altos em todas as amostras analisadas, sendo que dos cereais mereceram maior destaque o MI com (4341 ± 6 e $2451 \pm 6 \mu\text{g/g}$), MA e ME com (5956 ± 6 e $2090 \pm 0 \mu\text{g/g}$) e MA com (5351 ± 6 e $2277 \pm 6 \mu\text{g/g}$) determinados no LEM e DQ respectivamente, enquanto nas leguminosas as que mereceram maior destaque foram o FN com (13302 ± 25 e $8191 \pm 25 \mu\text{g/g}$), FJ com (14272 ± 0 e $9475 \pm 0 \mu\text{g/g}$) e FB com (14691 ± 19 e $9456 \pm 13 \mu\text{g/g}$) determinados no LEM e DQ respectivamente, das províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente. O Na foi o segundo mineral com teores altos onde nos cereais o maior destaque foi para os alimentos MI e AR com (4255 ± 6 e $195 \pm 0 \mu\text{g/g}$), MA com (4102 ± 44 e $549 \pm 6 \mu\text{g/g}$) e (5211 ± 6 e $617 \pm 0 \mu\text{g/g}$) determinados no LEM e DQ respectivamente, por outro lado nas leguminosas as que mereceram maior destaque foram o FN com (10528 ± 25 e $264 \pm 0 \mu\text{g/g}$), FJ com (12866 ± 0 e $664 \pm 0 \mu\text{g/g}$), e FB e o FN com (12123 ± 19 e $752 \pm 0 \mu\text{g/g}$) determinados no LEM e DQ respectivamente, das províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente. O Mg destacou-se na 3ª posição em termos de conteúdo mineral tendo tido para os cereais o AR com $1158.2 \pm 0.6 \mu\text{g/g}$ e MA com (1190.6 ± 3.4 e $1953.7 \pm 2.5 \mu\text{g/g}$) como teores altos, enquanto nas leguminosas as que se destacaram com teores altos foram o FJ com $1274 \pm 4.4 \mu\text{g/g}$, FN com $1513.7 \pm 5.1 \mu\text{g/g}$ e FJ com $1355.7 \pm 0.6 \mu\text{g/g}$ das províncias de

Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente. Em seguida, o Ca teve teores altos nos cereais AR com $333.50 \pm 0.38 \mu\text{g/g}$, FMIG com $287.67 \pm 1.78 \mu\text{g/g}$ e AR com $547.69 \pm 4.32 \mu\text{g/g}$, e nas leguminosas tiveram teores altos os seguintes FN com (647.17 ± 0.06 e $443.25 \pm 1.21 \mu\text{g/g}$) e FB com $528.33 \pm 1.97 \mu\text{g/g}$ das províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente. No Fe os cereais que tiveram maior destaque foram FMIG com $230.2 \pm 2.5 \mu\text{g/g}$ e MA com (552.4 ± 3.8 e $552.3 \pm 2.5 \mu\text{g/g}$) determinados no LEM e DQ respectivamente, enquanto as leguminosas que se destacaram com teores altos foram FN com (317.8 ± 5.1 e $316.1 \pm 1.9 \mu\text{g/g}$), (125.6 ± 3.8 e $122.4 \pm 5.1 \mu\text{g/g}$) e FJ com (122.8 ± 3.8 e $121.5 \pm 0.6 \mu\text{g/g}$) determinados no LEM e DQ respectivamente, das províncias de Inhambane, Zambézia e Maputo respectivamente. Por fim o Zn com teores mais baixos, onde os cereais destacados com teores altos foram o AR com (40.9 ± 0 e $40.6 \pm 1.3 \mu\text{g/g}$), ME com (68.7 ± 1.9 e $68.4 \pm 2.5 \mu\text{g/g}$) e AR com (60.8 ± 0.6 e $60.4 \pm 1.9 \mu\text{g/g}$) determinados no LEM e DQ respectivamente, e as leguminosas que mereceram maior destaque foram FN com (50.7 ± 0.6 e $50.4 \pm 1.3 \mu\text{g/g}$), $62.7 \pm 4.4 \mu\text{g/g}$ e FJ com (201.4 ± 0.6 e $201.1 \pm 1.3 \mu\text{g/g}$) determinados no LEM e DQ das províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia respectivamente.

Os teores de minerais obtidos experimentalmente em termos de conteúdo nutricional obedecem a seguinte ordem $\text{K} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{Fe} > \text{Zn}$, e segundo estudos de outros autores o K apresenta teores altos em relação a outros minerais, seguindo o Mg, Ca, Fe, Na e Zn conscidindo nos casos de K e Zn obtidos experimentalmente.

A precisão na determinação de Ca, Mg, Fe e Zn por FAAS duma forma geral foi muito boa com valores de %RSD variando de 0.001 a 0.26% para Ca, de 0.004 a 0.06% para Mg, de 0.06 a 1.31% e de 0.05 a 0.60% para Fe dos resultados obtidos no LEM e FM respectivamente, de 0 a 1.44% e de 0.07 a 0.73% para Zn dos resultados obtidos no LEM e FM respectivamente e na análise de Na e K a precisão do método também foi muito boa com valores de %RSD variando de 0 a 0.12% para K dos resultados obtidos no LEM e FM, de 0 a 0.13% e de 0 a 1.20% para Na dos resultados obtidos no LEM e DQ respectivamente.

Recomenda-se que:

Nas análises futuras as leituras das amostras em laboratórios diferentes sejam feitas num curto intervalo de tempo possível para evitar a maior perda da concentração por sedimentação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Anónimo. (2012). Agricultura e Pecuária. Disponível em <http://www.agriculturaepecuaria> acessado aos 22/08/12.
- [2]. Araújo, W. M. C., Montebelo N. de P., Botelho R. B. A., Borgo L. A. (2009). *Alquimia dos Alimentos-Série Alimentos e Bebidas*. Volume 2. Editora Senac pp 323- 391
- [3]. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. (2000). *Official methods of analysis*. 17th edition. Washington, DC, pp 4, 10, 18, 21.
- [4]. ASTM American Society for Testing and Materials (1977). Part 31-Water. Editorial Staff- American National Standards. USA. pp 468-471.
- [5]. Belay G. (2006). *Cereals and pulses- Plant Resources of Tropical Africa*. 112-113, 230pp.
- [6]. CENACARTA (2007). *Divisão Administrativa das Províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia*. Maputo.
- [7]. Cossa, R. A. (1996). *Levantamento sobre o Feijão Nhemba, vigna unguiculata (L.) Walp. no distrito de Homoine*. Trabalho de Licenciatura, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal- Departamento de Produção e Protecção Vegetal. UEM, Maputo. 7pp.
- [8]. Cotrim, T. e Curto, P. R. (2011). *Moçambique-O primeiro Guia em Português*. 1ª edição. 28pp.
- [9]. Crook III, T. H. e Adderly, B. D. (2001). *Memória: Como Deter e Reverter sua Perda Ocasionalada pela Idade*. Livraria Nobel S.A. São Paulo-Brasil. pp 157-159.
- [10]. Debouck D. G. (1989). *International Board for Plant Genetic Resources [IBPGR]*. Roma.

- [11]. Eder, A. (2010). *Talassoterapia em Casa*. 10ª edição. Editora Pensamento Cultrix LTDA. São Paulo. pp 32-36, 38-39.
- [12]. Editora Nacional de Moçambique (2009). *Atlas de Moçambique*. Maputo. pp 20-25.
- [13]. FAO (2003). *Melhorar a Nutrição através das Hortas Familiares*. Roma. pp 193, 278.
- [14]. Figueiredo, P. (2009). *Introdução à Química Alimentar*. São Paulo. pp 72, 84, 87-88.
- [15]. Fulgêncio, P. C. (2007). *Glossário Vade Mecum*. Rio de Janeiro. 370pp.
- [16]. Gava, A. J. (1998). *Princípios de Tecnologia de Alimentos*. Brasil. 21pp.
- [17]. Gonçalves, M. L. (1996). *Métodos Instrumentais de Análise de soluções*. 2ª edição. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. pp 58 -171.
- [18]. Grisi, I. (2009). *Importância de Ferro na nossa Alimentação*. Disponível em <http://omedicoeopaciente>. Acessado aos 22/08/12.
- [19]. Heller J., Begemann, F., Mushonga, J. N. (1995). *Bambara groundnut Vigna subterranea (L.) Proceedings of the workshop on Conservation and Improvement of Bambara Groundnut*. Harare, Zimbabwe. 4pp.
- [20]. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (1999). *Estudo Nacional da Despesa Familiar-Tabelas de composição de Alimentos*. 5ª edição. Rio de Janeiro-Brasil. pp 24, 25, 27, 34 e 35.
- [21]. Jonasse, J. J., Maxaieie, S. J., Vilanculos, B. L., Massican, J. S. (2008). *Manual de Agropecuária*. @INDE/MEC. 1ª edição. Maputo-Moçambique. pp 52, 54, 57-59, 68, 71-72.
- <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/1492/beans.html>. acessado aos 14/12/2011.

- [22]. Kin, F. D. (1996). *Manual de Estatística Aplicada a Química Analítica*. Departamento de Química, Faculdade de Ciências, UEM, pp 10-50, 54-62.
- [23]. Lima, M., Motta, M. E., Alves, G. (2007). *Saúde da Criança para Entender o Normal*. Editora Universidade UFPE. Brasil. pp 208, 210.
- [24]. Machava, W. J. (2000). *O Processo de Infecção das Raízes do Feijão Jugo (vigna subterrânea L.) Por Fungos Micorrízicos da Estufa*. Trabalho de Licenciatura, Departamento de Ciências Biológicas. UEM, Maputo. 3pp.
- [25]. Mahave, M. J. J. (2008). *Características Físico-Químicas do Chá Preto (Camellia Sinensis (L.) O. Kuntze) Nacional*. Trabalho de Licenciatura, Departamento de Química. UEM, Maputo. pp. 24-25.
- [26]. Malavolta, E., Gomes, F. P., Alcarde, J. C. (2002). *Adubos & Adubações- Adubos Minerais e Orgânicos- Interpretação da Análise do Solo- Prática de Adubação*. São Paulo. pp 50-53.
- [27]. Miller, J.C. e Miller, J. N. (2000). *Statistics for analytical chemistry*, 4th edition, Ellis Horwood limited, England, pp. 21, 43-48, 53-54, 109-123, 130-134.
- [28]. Núcleos de Estudos e Pesquisa em alimentação. (2011). *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos*. 4ª edição. BookEditora. Campinas-SP. pp 13,14, 26-28.
- [29]. Nieuwenhuis, R. e Nieuwelink, J. (2003). *A Cultura da Soja e de Outras Leguminosas*. 1ª edição. Holanda. pp 6, 8,12,15,16.
- [30]. Primavesi, A. (2002). *A Agricultura em Regiões Tropicais- Manejo Ecológico do solo*. São Paulo. 132pp.
- [31]. Ramdane, D. J. e Mohan, S. (2004). *Práticas de produção e avaliação da qualidade do volume de culturas alimentares 2 - Nutrição de Plantas Mineral e Gestão de pesticidas* Publicado por Kluwer Academic Publishers. Londres.

- [32]. Rothfeld, G. S. e Levert, S. (2003). *Medicina Natural para Dor nas Costas*. 9ª edição. Editora Pensamento Cultrix LTDA. São Paulo. 106pp.
- [33]. Sachs, J. (1995). *Osteoporose Como Tratar e Evitar*. Sindicato nacional dos editores. RJ-Brasil. pp 78-79.
- [34]. Salgado, J. M. (2009). *Guia dos Funcionais- Dieta Alimentar para Manter a Saúde e Evitar Doenças*. editora Cristina Fernandes. São Paulo.
- [35]. Shimadzu Modelo SpectrAA 6800, Plus, Atomic Absorption Spectrophotometry, *Measuring Conditions by Element of Flame Atomic*.
- [36]. Thomson. S. e Crouch, W. H. (2006). *Fundamentos de Química Analítica*. 8ª edição. SP-Brasil. pp 85- 86, 108-117, 133-149, 151-154.
- [37]. Vicenzi, R. *Apostila de Bromatologia*. Brasil. pp 11-12, 18-21.
- [38]. VOGEL. (2002). *Análise química quantitativa*. 6ª edição. LTC Editora. Rio de Janeiro. pp 344-350.
- [39]. Zavale, M. J. M. (2005). *Efeito do Cloreto de Sódio (NaCl) no Crescimento do Feijão Nhemba (vigna unguiculata) e Feijão Jugo (vigna subterrânea)*. Trabalho de Licenciatura, Departamento de Ciências Biológicas. UEM, Maputo. pp 1-3.

ANEXOS

Anexo 1–Tabela de resultados de humidade das amostras da Província de Inhambane

A tabela abaixo mostra os resultados dos teores de humidade das amostras correspondentes à província de Inhambane e as suas réplicas.

Tabela a-1: Quadro resumo do teor de humidade das amostras da província de Inhambane

CEREAIS						
Amostra	Réplicas	W₁(g)	W₂(g)	W₃(g)	Teor Hu(% w/w)	Média
MA	I	14.6871	16.688	16.3492	16.93	16.92
	II	14.3458	16.3469	16.0088	16.90	
MI	I	26.7645	28.7693	28.5721	9.84	10.16
	II	14.3425	16.3465	16.1364	10.48	
F.MIG	I	32.2776	34.2834	34.0121	13.53	13.45
	II	13.9169	15.9217	15.6535	13.39	
ME	I	30.1143	32.1147	31.3795	36.75	36.62
	II	76.3135	78.3133	77.5433	38.49	
LEGUMINOSAS						
Amostra	Réplicas	W₁(g)	W₂(g)	W₃(g)	Teor Hu(% w/w)	Média
FJ	I	27.2273	29.2293	29.0715	7.88	7.76
	II	26.7724	28.774	28.6212	7.63	
FN	I	76.3340	78.3352	78.0176	15.83	15.67
	II	14.8533	16.8533	16.5430	15.52	

Anexo 2–Tabela de resultados de humidade das amostras da Província de Zambézia

A tabela abaixo mostra os resultados dos teores de humidade das amostras correspondentes à província de Zambézia e as suas réplicas.

Tabela a-2: quadro resumo de humidade das amostras da província de Zambézia

CEREAIS						
Amostra	Réplicas	W₁(g)	W₂(g)	W₃(g)	Teor Hu(% w/w)	Média
AR	I	21.3288	23.3338	23.1146	10.93	10.75
	II	18.3432	20.3489	20.1369	10.57	
MA	I	22.9620	24.9623	24.7374	11.24	11.16
	II	24.5459	26.5467	26.3253	11.07	
LEGUMINOSAS						
Amostra	Réplicas	W₁(g)	W₂(g)	W₃(g)	Teor Hu(% w/w)	Média
FF	I	13.3470	15.348	15.1044	12.17	12.27
	II	15.3323	17.3332	17.0856	12.37	
FN	I	13.0482	15.0502	14.7429	15.35	15.22
	II	22.9157	24.9174	24.6152	15.09	
FJ	I	18.2398	20.2442	19.9858	12.89	12.72
	II	15.3476	17.3523	17.0636	12.73	
FB	I	77.2452	79.2485	79.1113	6.85	6.64
	II	53.4586	55.4621	55.3327	6.44	

Anexo 3–Tabela de resultados de humidade das amostras da Província de Maputo

A tabela abaixo mostra os resultados dos teores de humidade das amostras correspondentes à província de Maputo e as suas réplicas.

Tabela a-3: quadro resumo do teor de humidade das amostras da província de Maputo.

CEREAIS						
Amostra	Réplicas	W₁(g)	W₂(g)	W₃(g)	Teor Hu(% w/w)	Média
MI	I	26.7629	28.7673	28.5560	10.54	10.48
	II	26.6303	28.6352	28.4262	10.42	
AR	I	26.5830	28.5832	28.3770	10.31	10.48
	II	22.1940	24.1949	23.9819	10.65	
LEGUMINOSAS						
Amostra	Réplicas	W₁(g)	W₂(g)	W₃(g)	Teor Hu(% w/w)	Média
FN	I	26.4547	28.4559	28.2446	10.56	10.59
	II	25.8773	27.8773	27.6649	10.62	
FJ	I	78.0323	80.0343	79.8647	8.47	8.44
	II	14.8493	16.8509	16.6827	8.40	

Anexo 4–Tabela de resultados de cinzas das amostras da Província de Inhambane

A tabela abaixo mostra os resultados dos teores de cinzas das amostras correspondentes à província de Inhambane e as suas réplicas.

Tabela a-4: Quadro resumo dos teores de cinzas das amostras de Inhambane

CEREAIS							
Amostra	Réplicas	W₁(g)	W₂(g)	W₄(g)	W₅(g)	Teor de Ci(% w/w)	Média
MA	I	14.6871	14.7080	0.0209	2.0009	1.05	1.04
	II	14.3458	14.3662	0.0204	2.0011	1.02	
MI	I	26.7645	26.8112	0.0367	2.0048	1.83	1.71
	II	14.3425	14.3875	0.0317	2.0040	1.58	
F.MIG	I	32.2776	32.2865	8,9.10 ⁻³	2.0058	0.44	0.45
	II	13.9169	13.9260	9,1.10 ⁻³	2.0048	0.45	
ME	I	30.1143	30.1393	0.0250	2.0004	1.25	1.34
	II	76.3125	76.3410	0.0285	2.0008	1.42	
LEGUMINOSAS							
Amostra	Réplicas	W₁(g)	W₂(g)	W₄(g)	W₅(g)	Teor de Ci(% w/w)	Média
FJ	I	27.2273	27.2744	0.0471	2.0039	2.35	2.19
	II	26.7724	26.8129	0.0405	2.0029	2.02	
FN	I	76.3340	76.3911	0.0571	2.0022	2.85	2.71
	II	14.8533	14.9046	0.0513	2.0023	2.56	

Anexo 5–Tabela de resultados de cinzas das amostras da Província de Zambézia

A tabela abaixo mostra os resultados dos teores de cinzas das amostras correspondentes à província de Zambézia e as suas réplicas.

Tabela a-5: Quadro resumo dos teores de cinzas das amostras de Zambézia

CEREAIS							
Amostra	Réplicas	W₁(g)	W₂(g)	W₄(g)	W₅(g)	Teor de Ci(% w/w)	Média
AR	I	21.3288	21.3594	0.0306	2.0050	1.53	1.53
	II	18.3432	18.3740	0.0308	2.0057	1.54	
MA	I	22.9620	22.9971	0.0351	2.0003	1.76	1.69
	II	24.5459	24.5783	0.0324	2.0008	1.62	
LEGUMINOSAS							
Amostra	Réplicas	W₁(g)	W₂(g)	W₄(g)	W₅(g)	Teor de Ci(% w/w)	Média
FF	I	13.3470	13.4176	0.0706	2.0010	3.53	3.50
	II	15.3323	15.4117	0.0794	2.0009	3.47	
FN	I	14.0482	14.1014	0.0532	2.0020	2.66	2.72
	II	22.9157	22.9714	0.0557	2.0017	2.78	
FJ	I	18.2398	18.2919	0.0521	2.0039	2.60	2.58
	II	15.3476	15.3972	0.0512	2.0029	2.56	
FB	I	77.2452	77.3000	0.0548	2.0033	2.74	2.86
	II	53.5586	53.5182	0.0596	2.0035	2.98	

Anexo 6–Tabela de resultados de cinzas das amostras da província de Maputo

A tabela abaixo mostra os resultados dos teores de cinzas das amostras correspondentes à Província de Maputo e as suas réplicas.

Tabela a-6: Quadro resumo dos teores de cinzas, das amostras de Maputo

CEREAIS							
Amostra	Réplicas	W₁(g)	W₂(g)	W₄(g)	W₅(g)	Teor de Ci(% w/w)	Média
MI	I	26.7629	26.7992	0.0363	2.0044	1.81	1.70
	II	26.6303	26.6620	0.0317	2.0049	1.58	
AR	I	26.5830	26.6196	0.0366	2.0002	1.83	1.74
	II	22.1940	22.2468	0.0328	2.0009	1.64	
LEGUMINOSAS							
Amostra	Réplicas	W₁(g)	W₂(g)	W₄(g)	W₅(g)	Teor de Ci(% w/w)	Média
FN	I	26.4547	26.5163	0.0616	2.0012	3.08	3.17
	II	25.8773	25.9424	0.0651	2.0000	3.26	
FJ	I	78.0323	78.0902	0.0579	2.0020	2.89	3.12
	II	14.8493	14.9162	0.0669	2.0016	3.34	

Anexo 7 – Tabela da solubilização das amostras

A tabela abaixo mostra as massas tomadas, o volume do HCl usado para a dissolução de resíduo remanescente na solubilização das amostras e o volume total da solução.

Tabela a-7: Quadro da solubilização das amostras das três províncias com as respectivas réplicas.

Província	Amostra	Peso 1(g)	Peso 2 (g)	Volume de HCL (ml)	Volume total da solução (ml)
Inhambane	MA	0.4989	0.4980	2.5	100
	ME	0.5000	0.4999	2.5	100
	MI	0.5032	0.5028	2.5	100
	FN	0.4994	0.4995	2.5	100
	FMIG	0.5030	0.5029	2.5	100
	FJ	0.5145	0.5145	2.5	100
Zambézia	FN	0.5032	0.5031	2.5	100
	FJ	0.4999	0.5000	2.5	100
	AR	0.4990	0.4998	2.5	100
	MA	0.5000	0.4999	2.5	100
	FF	0.4996	0.4997	2.5	100
	FB	0.4999	0.4998	2.5	100
Maputo	MI	0.5025	0.5026	2.5	100
	AR	0.5043	0.5043	2.5	100
	FN	0.5047	0.5045	2.5	100
	FJ	0.5024	0.5027	2.5	100

Anexo 8 – Tabelas da preparação das soluções-padrão de Ca, Mg, Zn, Fe, Na e K e das soluções amostras para leitura

As tabelas a seguir mostram os volumes tomados para a preparação das soluções-padrão.

Tabela a-8: Quadro-resumo da preparação das soluções-padrão de Fe e Zn para leitura no LEM

padrões de Fe	branco	padrão 1	padrão 2	padrão 3	padrões de Zn	branco	padrão 1	padrão 2	padrão 3
C_{Final}(ppm)	0	1	1.5	2.5	C_{Final}(ppm)	0	0.1	0.3	0.5
V_{Padrão de 50ppm(mL)}	0	1	1.5	2.5	V_{Padrão de 50ppm(mL)}	0	1	3	5
V HCl con. (mL)	1.25	1.25	1.25	1.25	V HCl con. (mL)	1.25	1.25	1.25	1.25
Volume final(mL)	50	50	50	50	Volume final(mL)	50	50	50	50

Tabela a-9: Quadro-resumo da preparação das soluções-padrão de Fe e Zn para leitura na FM

Padrões de Fe	branco	padrão 1	padrão 2	padrão 3	padrões de Zn	branco	padrão 1	padrão 2	padrão 3
C_{Final}(ppm)	0	0.2	0.5	1.0	C_{Final}(ppm)	0	0.1	0.3	0.5
V_{Padrão de 5ppm(mL)}	0	2	5	10	V_{Padrão de 5ppm(mL)}	0	1	3	5
V HCl con. (mL)	1.25	1.25	1.25	1.25	V HCl con. (mL)	1.25	1.25	1.25	1.25
Volume final(mL)	50	50	50	50	Volume final(mL)	50	50	50	50

Tabela a-10: Quadro resumo da preparação das soluções-padrão de Ca e Mg para leitura no LEM

padrões de Ca	branco	padrão 1	padrão 2	padrão 3	padrões de Mg	branco	padrão 1	padrão 2	padrão 3
C_{Final}(ppm)	0	0.3	0.6	0.9	C_{Final}(ppm)	0	1	1.5	2.5
V_{Padrão de 5ppm(mL)}	0	3	6	9	V_{Padrão de 50ppm(mL)}	0	1	1.5	2.5
V_{Lantânio 10000ppm(mL)}	5	5	5	5	V_{Lantânio 10000ppm(mL)}	5	5	5	5
V HCl con. (mL)	1.25	1.25	1.25	1.25	V HCl con. (mL)	1.25	1.25	1.25	1.25
Volume final(mL)	50	50	50	50	Volume final(mL)	50	50	50	50

Tabela a-11: Quadro resumo da preparação das soluções-padrão de Na e K para leitura no LEM

padrões de Na	branco	padrão 1	padrão 2	padrão 3	padrão 4	padrão 5	padrão 6	padrão 7
C_{Final}(ppm)	0	10	20	40	60	70	80	100
V_{Padrão de 1000 ppm(mL)}	0	1	2	4	6	7	8	10
V HCl con. (mL)	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Volume final(mL)	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela a-12: Quadro resumo da preparação das soluções-padrão de Na para leitura no DQ

padrões de Na 1ª curva	branco	padrão 1	padrão 2	padrão 3	padrão 4	
C_{Final}(ppm)	0	2	4	6	8	
V_{Padrão de 50ppm}(mL)	0	2	4	6	8	
V HCl con. (mL)	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	
Volume final(mL)	50	50	50	50	50	
padrões de Na 2ª curva	branco	padrão 1	padrão 2	padrão 3	padrão 4	padrão 5
V_{Padrão de 50ppm}(mL)	0	1	2	3	4	5
V HCl con. (mL)	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Volume final(mL)	50	50	50	50	50	50

Tabela a-13: Quadro resumo da preparação das soluções-padrão de K para leitura no DQ

padrões de K 1ª curva	branco	padrão 1	padrão 2	padrão 3	padrão 4	padrão 5
C_{Final}(ppm)	0	10	20	30	40	50
V_{Padrão de 1000ppm}(mL)	0	1	2	3	4	5
V HCl con. (mL)	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Volume final(mL)	100	100	100	100	100	100
padrões de K 2ª curva	branco	padrão 1	padrão 2	padrão 3	padrão 4	padrão 5
V_{Padrão de 50ppm}(mL)	0	2	4	6	8	10
V HCl con. (mL)	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Volume final(mL)	50	50	50	50	50	50

Tabela a-14: Quadro resumo da preparação das soluções-amostra para leitura no LEM, na FM para Fe e Zn e no DQ para Na e K

Elemento	V_a(ml)	V_t (ml)	V_{La}(ml)	V_f (ml)	f_{dil}
Ca	100	15	5.0	50	50/15
Mg	100	15	5.0	50	50/15
Fe	100	0	---	100	100/100
Zn	100	0	----	100	100/100
Na	100	0	---	100	100/100
K	100	0	-----	100	100/100

onde:

V_a – volume da amostra em ml

V_{La} – volume da solução de lantânio em ml

V_t – volume tomado da solução amostra em ml

V_f – volume final da solução em ml

f_{dil} – factor diluição

Anexo 9–Resultados de leituras de Ca nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração lidas no LEM

As tabelas abaixo mostram as absorvâncias lidas com os respectivos %RSD nas soluções-padrão bem como nas amostras correspondentemente ao Ca.

Tabela a-15: Absorvâncias dos padrões lidas com os respectivos %RSD média de 2 leituras

Padrões de Ca			
Soluções	Con (mg/L)	%RSD	Absorvâncias médias
Branco	0	13.69	0.0062
Padrão 1	0.3	0.97	0.0582
Padrão 2	0.6	0.28	0.1286
Padrão 3	0.9	0.26	0.1918

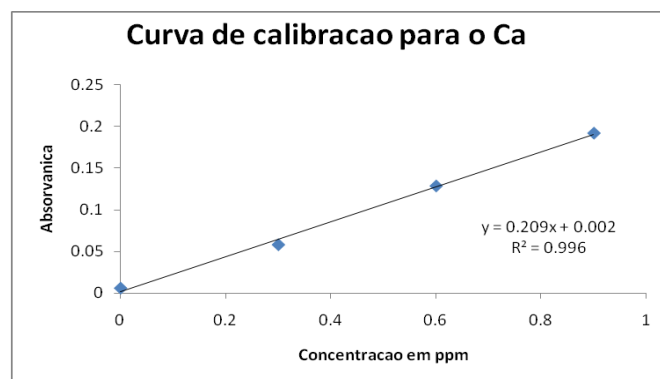


Figura f-1: Curva de calibração de Ca

Tabela a-16: Resultados das absorvâncias, Concentrações e %RSD das soluções-amostra para Ca

Provincia	Amostra	Elemento	Concentração mg/L		% RSD		Absorvâncias médias	
			Replica I	Réplica II	Replica I	Réplica II	Replica I	Réplica II
Inhambane	MA	Ca	0.2660	0.2675	0.05	0.07	0.0576	0.0682
	ME	Ca	0.2657	0.2540	0.05	0.05	0.0575	0.0572
	MI	Ca	0.3678	0.3678	0.04	0.04	0.0789	0.0789
	FN	Ca	0.6635	0.6648	0.02	0.02	0.1407	0.1409
	FMIG	Ca	0.4343	0.4338	0.03	0.03	0.0928	0.0927
	FJ	Ca	0.2735	0.2753	0.05	0.05	0.0592	0.0595
Zambézia	FN	Ca	0.5092	0.5099	0.03	0.03	0.1084	0.1086
	FJ	Ca	0.5139	0.5128	0.03	0.03	0.1094	0.1092
	AR	Ca	0.8204	0.8207	0.0	0.02	0.1735	0.1735
	MA	Ca	0.7544	0.7449	0.02	0.02	0.1597	0.1577
	FF	Ca	0.4526	0.4578	0.03	0.03	0.0966	0.0977
	FB	Ca	0.7921	0.7904	0.02	0.02	0.1675	0.1672
Maputo	MI	Ca	0.4573	0.4574	0.03	0.03	0.0976	0.097
	AR	Ca	0.5045	0.5054	0.03	0.03	0.1074	0.1076
	FN	Ca	0.9807	0.9803	0.01	0.01	0.2069	0.2068
	FJ	Ca	0.1226	0.1169	0.12	0.12	0.0276	0.0264

NB: cada valor foi obtido em resultado da média de duas leituras.

Anexo 10– Resultados de leituras de Mg nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração lidas no LEM

As tabelas abaixo mostram as absorvâncias lidas com os respectivos %RSD nas soluções-padrão bem como nas amostras e a figura representa a curva de calibração correspondente ao Mg. Cada valor obtido é resultado da média de duas leituras.

Tabela a-17: Quadro-resumo das absorvâncias para Mg das soluções-padrão lidas no LEM

Padrões de Mg			
Soluções	Con. (mg/L)	%RSD	Absorvâncias médias
Branco	0	3.45	0.0041
Padrão 1	1	0.19	0.2648
Padrão 2	1.5	0.28	0.3568
Padrão 3	2.5	0.31	0.5857

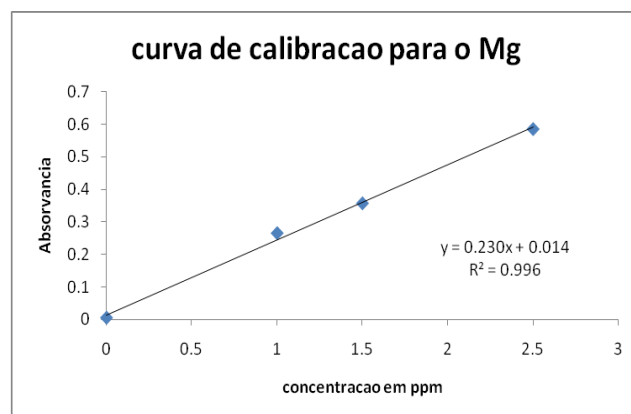


Figura f-2: Curva de calibração de Mg

Tabela a-18: Resultados das absorvâncias das soluções-amostra para Mg lidas no LEM

Provincia	Amostra	Elemento	Concentração mg/L		% RSD		Absorvâncias médias	
			Replica I	Réplica II	Replica I	Réplica II	Replica I	Réplica II
Inhambane	MA	Mg	1.7823	1.7813	0.22	0.04	0.4248	0.4886
	ME	Mg	1.6136	1.6177	0.03	0.34	0.3846	0.3522
	MI	Mg	1.4932	1.4931	0.76	0.00	0.3559	0.3573
	FN	Mg	2.2673	2.2689	0.30	0.24	0.5404	0.5098
	FMIG	Mg	0.6751	0.6746	0.00	0.38	0.1609	0.1870
	FJ	Mg	2.2950	2.2928	0.45	0.47	0.5470	0.4702
Zambézia	FN	Mg	1.9955	1.9952	0.16	0.80	0.4756	0.4314
	FJ	Mg	2.0332	2.0334	0.20	1.36	0.4846	0.4098
	AR	Mg	1.0523	1.0532	0.14	0.04	0.2508	0.1740
	MA	Mg	2.9302	2.9304	0.51	0.49	0.6984	0.6112
	FF	Mg	1.6514	1.6513	0.52	0.42	0.3936	0.3868
	FB	Mg	1.8285	1.8282	0.49	0.22	0.4358	0.4448
Maputo	MI	Mg	1.4047	1.4045	0.19	0.31	0.3348	0.4146
	AR	Mg	1.7521	1.7523	0.49	0.64	0.4176	0.4074
	FN	Mg	1.9174	1.9173	0.36	0.31	0.4570	0.4832
	FJ	Mg	1.9208	1.9209	0.71	0.31	0.4578	0.4583

Anexo 11– Resultados de leituras de Zn nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração lidas no LEM

As tabelas abaixo mostram as absorvâncias lidas com os respectivos %RSD nas soluções-padrão bem como nas amostras e a figura representa a curva de calibração correspondente ao Zn. Cada valor obtido é resultado da média de duas leituras.

Tabela a-19: Quadro-resumo das absorvâncias

para Zn das soluções-padrão lidas no LEM

Padrões de Zn			
Soluções	Con. (mg/L)	%RSD	Absorvâncias médias
Branco	0	3.82	0.0046
Padrão 1	0.1	1.42	0.0846
Padrão 2	0.3	0.25	0.2590
Padrão 3	0.5	0.07	0.4242

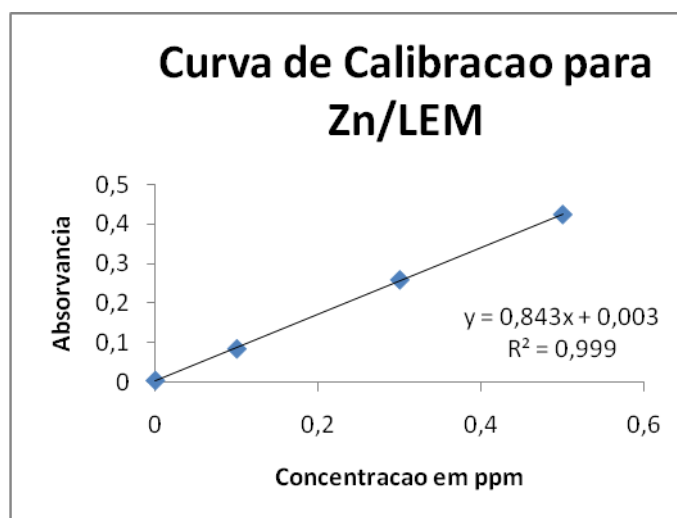


Figura f-3: Curva de calibração de Zn lida no LEM

Tabela a-20: Resultados das absorvâncias das soluções-amostra para Zn lidas no LEM

Provincia	Amostra	Elemento	Concentração mg/L		% RSD		Absorvâncias médias	
			Replica I	Réplica II	Replica I	Réplica II	Replica I	Réplica II
Inhambane	MA	Zn	0.1866	0.1880	0.76	0.75	0.0159	0.0198
	ME	Zn	0.3438	0.3425	0.41	0.41	0.0293	0.0343
	MI	Zn	0.2300	0.2308	1.61	0.61	0.0196	0.0268
	FN	Zn	0.3145	0.3113	0.45	0.45	0.0268	0.0342
	FMIG	Zn	0.2781	0.2758	0.51	0.51	0.0237	0.0218
	FJ	Zn	0.2558	0.2562	0.55	0.55	0.0218	0.0278
Zambézia	FN	Zn	0.4084	0.4080	0.35	0.35	0.0348	0.0300
	FJ	Zn	1.0068	1.0065	0.14	0.14	0.0858	0.0372
	AR	Zn	0.3039	0.3038	0.47	0.47	0.0259	0.0114
	MA	Zn	0.2089	0.2086	0.68	0.68	0.0178	0.0188
	FF	Zn	0.2159	0.2151	0.66	0.66	0.0184	0.0156
	FB	Zn	0.2230	0.2239	0.63	0.63	0.0190	0.0178
Maputo	MI	Zn	0.1819	0.1819	0.78	0.78	0.0155	0.0155
	AR	Zn	0.2065	0.2055	0.68	0.68	0.0176	0.0124
	FN	Zn	0.2558	0.2553	0.55	0.55	0.0218	0.0198
	FJ	Zn	0.1467	0.1497	0.96	0.96	0.0125	0.0102

Anexo 12 – Resultados de leituras de Zn nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração lidas na FM

As tabelas abaixo mostram as absorvâncias lidas com os respectivos %RSD nas soluções-padrão bem como nas amostras e a figura representa a curva de calibração correspondente ao Zn. Cada valor obtido é resultado da média de duas leituras.

Tabela a-21: Quadro-resumo das absorvâncias para Zn das soluções-padrão lidas na FM

Padrões de Zn			
Soluções	Con. (mg/L)	%RSD	Absorvâncias médias
Branco	0	5,20	0.001
Padrão 1	0.1	1.10	0.195
Padrão 2	0.3	2.70	0.703
Padrão 3	0.5	2.10	1.097

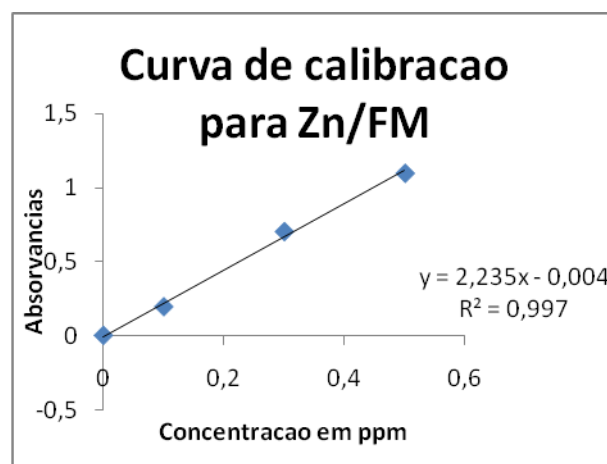


Figura f-4: Curva de calibração de Zn lida na FM

Tabela a-22: Resultados das absorvâncias das soluções-amostra para Zn lidas na FM

Provincia	Amostra	Elemento	Concentração mg/L		% RSD		Absorvâncias médias	
			Replica I	Réplica II	Replica I	Réplica II	Replica I	Réplica II
Inhambane	MA	Zn	0.185	0.186	0.76	0.76	0.409	0.412
	ME	Zn	0.343	0.341	0.41	0.41	0.763	0.758
	MI	Zn	0.229	0.230	0.62	0.61	0.508	0.510
	FN	Zn	0.313	0.312	0.45	0.45	0.696	0.693
	FMIG	Zn	0.275	0.274	0.51	0.52	0.611	0.608
	FJ	Zn	0.253	0.254	0.56	0.56	0.561	0.564
Zambézia	FN	Zn	0.401	0.404	0.35	0.35	0.892	0.899
	FJ	Zn	1.005	1.006	0.14	0.14	2.242	2.244
	AR	Zn	0.302	0.301	0.47	0.47	0.671	0.669
	MA	Zn	0.207	0.208	0.68	0.68	0.459	0.461
	FF	Zn	0.214	0.213	0.66	0.66	0.474	0.472
	FB	Zn	0.222	0.225	0.64	0.63	0.492	0.494
Maputo	MI	Zn	0.181	0.180	0.78	0.79	0.401	0.398
	AR	Zn	0.205	0.204	0.69	0.69	0.454	0.452
	FN	Zn	0.255	0.254	0.55	0.56	0.566	0.564
	FJ	Zn	0.146	0.147	0.97	0.96	0.322	0.325

Anexo 13 – Resultados de leituras de Fe nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração lidas no LEM

As tabelas abaixo mostram as absorvâncias lidas com os respectivos %RSD nas soluções-padrão bem como nas amostras e a figura representa a curva de calibração correspondente ao Fe. Cada valor obtido é resultado da média de duas leituras.

Tabela a-23: Quadro-resumo das absorvâncias para o Fe das soluções-padrão lidas no LEM

Padrões de Fe			
Soluções	Con. (mg/L)	%RSD	Absorvâncias médias
Branco	0	7.98	0.0008
Padrão 1	1	5.30	0.0160
Padrão 2	1.5	0.00	0.0240
Padrão 3	2.5	0.66	0.0428

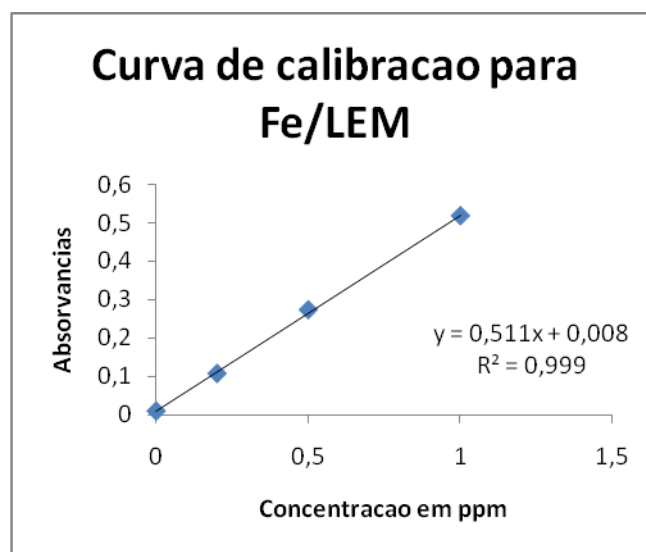


Figura f-5: Curva de calibração de Fe lida no LEM

Tabela a-24: Resultados das absorvâncias das soluções-amostra para Fe lidas no LEM

Provincia	Amostra	Elemento	Concentração mg/L		% RSD		Absorvâncias médias	
			Replica I	Réplica II	Replica I	Réplica II	Replica I	Réplica II
Inhambane	MA	Fe	0.7349	0.7201	2.30	6.87	0.0123	0.0154
	ME	Fe	1.0038	1.0079	0.01	0.01	0.0168	0.0162
	MI	Fe	0.5912	0.5915	0.02	0.02	0.1304	0.0099
	FN	Fe	1.5893	1.5853	0.03	0.02	0.0254	0.0253
	FMIG	Fe	1.1591	1.1567	0.01	0.01	0.0194	0.0212
	FJ	Fe	0.3704	0.3708	1.42	0.04	0.0062	0.0088
Zambézia	FN	Fe	0.6333	0.6303	0.02	0.02	0.0106	0.0067
	FJ	Fe	0.5736	0.5728	0.02	0.02	0.0134	0.0096
	AR	Fe	0.7230	0.7250	0.02	0.02	0.0126	0.0121
	MA	Fe	2.7604	2.7630	0.01	0.01	0.0200	0.0462
	FF	Fe	n.d	n.d				
	FB	Fe	0.1434	0.1416	0.10	0.10	0.0024	0.0094
Maputo	MI	Fe	n.d	n.d				
	AR	Fe	n.d	n.d				
	FN	Fe	n.d	n.d				
	FJ	Fe	0.6154	0.6187	0.01	0.02	0.0103	0.0132

Anexo 14– Resultados de leituras de Fe nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração lidas na FM

As tabelas abaixo mostram as absorvâncias lidas com os respectivos %RSD nas soluções-padrão bem como nas amostras e a figura representa a curva de calibração correspondente ao Fe. Cada valor obtido é resultado da média de duas leituras.

Tabela a-25: Quadro-resumo das absorvâncias para Fe das soluções-padrão lidas na FM

Padrões de Fe			
Soluções	Con. (mg/L)	%RSD	Absorvâncias médias
Branco	0	5,20	0.008
Padrão 1	0.2	5.10	0.106
Padrão 2	0.5	0.40	0.272
Padrão 3	1.0	0.70	0.517

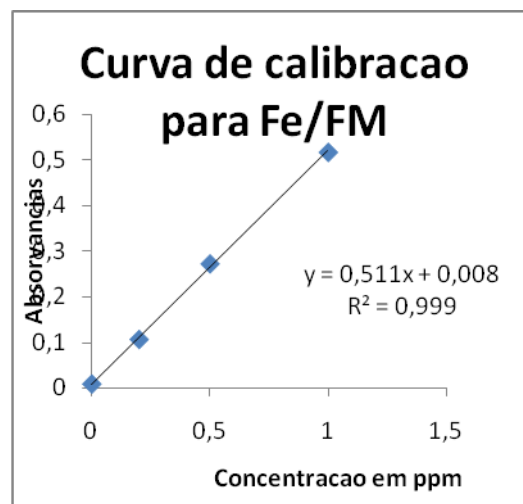


Figura f-6: Curva de calibração de Fe lida na FM

Tabela a-26: Resultados das absorvâncias das soluções-amostra para Fe lidas na FM

Provincia	Amostra	Elemento	Concentração mg/L		% RSD		Absorvâncias médias	
			Replica I	Réplica II	Replica I	Réplica II	Replica I	Réplica II
Inhambane	MA	Fe	0.729	0.727	0.19	0.19	0.381	0.379
	ME	Fe	1.002	1.001	0.14	0.14	0.520	0.520
	MI	Fe	0.589	0.588	0.24	0.23	0.309	0.309
	FN	Fe	1.579	1.578	0.09	0.09	0.815	0.814
	FMIG	Fe	1.157	1.158	0.12	0.12	0.589	0.542
	FJ	Fe	0.365	0.368	0.39	0.38	0.812	0.818
Zambézia	FN	Fe	0.627	0.630	0.23	0.22	1.397	1.404
	FJ	Fe	0.571	0.572	0.25	0.25	0.299	0.300
	AR	Fe	0.722	0.724	0.20	0.20	1.610	1.614
	MA	Fe	2.760	2.762	0.05	0.05	6.165	6.169
	FF	Fe	Nd	Nd	--	-	-	-
	FB	Fe	0.139	0.138	1.02	1.02	0.307	0.304
Maputo	MI	Fe	Nd	Nd	-	-	-	-
	AR	Fe	Nd	Nd	-	-	-	-
	FN	Fe	Nd	Nd	-	-	-	-
	FJ	Fe	0.610	0.611	0.23	0.23	0.320	0.320

Anexo 15 – Resultados de leituras de Na nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração lidas no LEM

As tabelas abaixo mostram as intensidades lidas nas soluções-padrão bem como nas amostras e a figura representa a curva de calibração correspondente ao Na. Cada valor obtido é resultado da média de duas leituras.

Tabela a-27: Quadro-resumo das Intensidades para Na das soluções-padrão lidas no LEM

Padrões de Na		
Soluções	Conc(mg/L)	Intensidades
Branco	0	0
Padrão 1	10	10
Padrão 2	20	22
Padrão 3	40	43
Padrão 4	60	66
Padrão 5	70	75
Padrão 6	80	85
Padrão 7	100	107

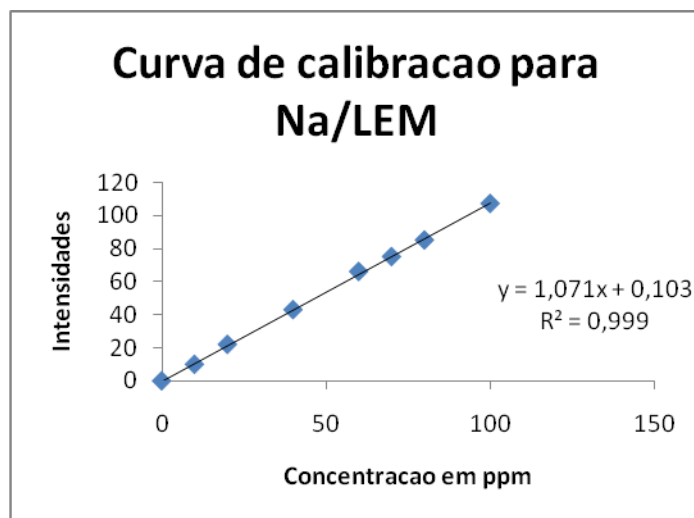


Figura f- 7: Curva de calibração de Na lida no LEM

Tabela a-28: Resultados das intensidades das soluções-amostra para Na lidas no LEM

Província	Amostra	Elemento	Intensidade		Concentração(mg/L)	
Inhambane	MA	Na	22	22	20.445	20.445
	ME	Na	22	22	20.445	20.445
	MI	Na	18	18	16.711	16.711
	FN	Na	60	60	55.926	55.926
	FMIG	Na	11	11	10.175	10.175
	FJ	Na	71	71	66.197	66.197
Zambézia	FN	Na	57	57	53.125	53.125
	FJ	Na	56	56	52.191	52.191
	AR	Na	12	12	11.108	11.108
	MA	Na	28	28	26.048	26.048
	FF	Na	49	49	45.655	45.655
	FB	Na	65	65	60.595	60.595
Maputo	MI	Na	23	23	21.379	21.379
	AR	Na	14	14	12.976	12.976
	FN	Na	57	57	53.125	53.125
	FJ	Na	56	56	52.191	52.191

Anexo 16 – Resultados de leituras de K nos padrões e amostras e a respectiva curva de calibração lidas no LEM.

As tabelas abaixo mostram as intensidades lidas nas soluções-padrão bem como nas amostras e a figura representa a curva de calibração correspondente ao K. Cada valor obtido é resultado da média de duas leituras.

Tabela a-29: Quadro-resumo das Intensidades para K das soluções-padrão lidas no LEM

Padrões de K		
Soluções	Conc(mg/L)	Intensidades
Branco	0	0
Padrão 1	10	12
Padrão 2	20	21
Padrão 3	40	45
Padrão 4	60	66
Padrão 5	70	80
Padrão 6	80	92
Padrão 7	100	109

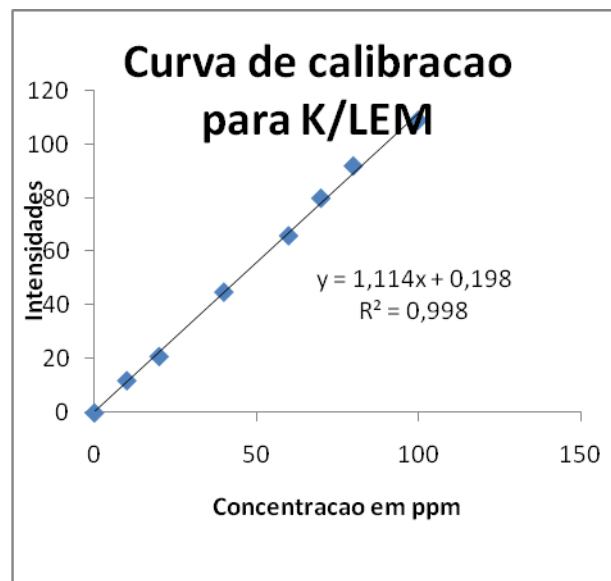


Figura f-8: Curva de calibração de K lida no LEM

Tabela a-30: Resultados das Intensidades das soluções-amostra para K lidas no LEM

Província	Amostra	Elemento	Intensidade		Concentração(mg/L)	
Inhambane	MA	K	31	31	29.688	29.688
	ME	K	29	29	25.855	25.855
	MI	K	23	23	20.469	20.469
	FN	K	73	73	65.352	63.557
	FMIG	K	14	14	12.389	12.389
	FJ	K	82	82	73.431	73.431
Zambézia	FN	K	70	70	62.659	62.659
	FJ	K	69	69	62.659	62.659
	AR	K	9	9	7.901	7.901
	MA	K	30	30	26.752	26.752
	FF	K	60	60	53.682	53.682
	FB	K	82	82	73.431	73.431
Maputo	MI	K	25	25	22.264	22.264
	AR	K	19	19	16.878	16.878
	FN	K	75	75	67.147	67.147
	FJ	K	74	74	66.249	66.249

Anexo 17 – Resultados de leituras de K nos padrões e amostras e a respectiva 1ª curva de calibração lidas no DQ

As tabelas abaixo mostram as intensidades lidas nas soluções-padrão bem como nas amostras e a figura representa a 1ª curva de calibração correspondente ao K. Cada valor obtido é resultado da média de duas leituras.

Tabela a-31: Quadro-resumo das Intensidades para K das soluções-padrão lidas no DQ-1ª curva

Padrões de K		
Soluções	Conc(mg/L)	Intensidades
Branco	0	0
Padrão 1	10	10
Padrão 2	20	14
Padrão 3	30	21
Padrão 4	40	28
Padrão 5	50	35

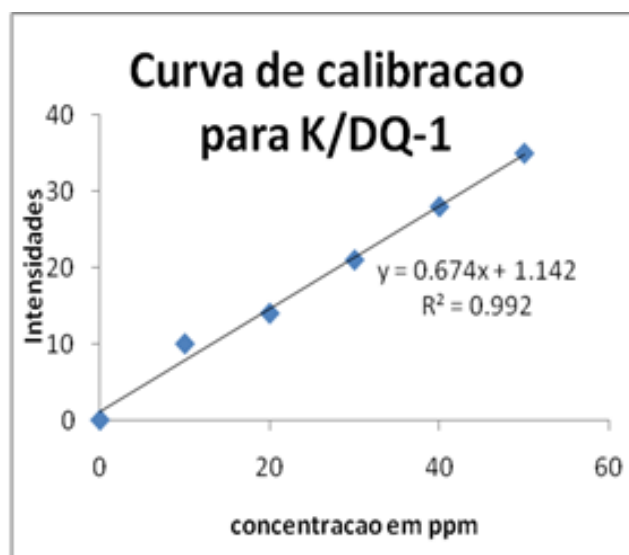


Figura f-9: Curva de calibração de K lida no DQ-

Tabela a-32: Resultados das Intensidades das soluções-amostra para K lidas no DQ na 1ª curva.

Província	Amostra	Elemento	Intensidades		Concentração (mg/L)	
Inhambane	FN	K	28	28	39.849	39.849
	FJ	K	34	34	48.751	48.751
Zambézia	FN	K	30	30	42.816	42.816
	FJ	K	28	28	39.849	39.849
	MA	K	12	12	11.382	11.382
	FF	K	21	21	29.463	29.463
	FB	K	33	33	47.267	47.267
Maputo	FN	K	29	29	41.332	41.332
	FJ	K	33	33	47.267	47.267
	MI	K	13	13	12.316	12.316

Anexo 18 – Resultados de leituras de K nos padrões e amostras e a respectiva 2ª curva de calibração lidas no DQ

As tabelas abaixo mostram as intensidades lidas nas soluções-padrão bem como nas amostras e a figura representa a 2ª curva de calibração correspondente ao K. Cada valor obtido é resultado da média de duas leituras.

Tabela a-33: : Quadro-resumo das Intensidades para K das soluções-padrão lidas no DQ_2ª curva

Padrões de K		
Soluções	Conc(mg/L)	Intensidades
Branco	0	0
Padrão 1	2	2
Padrão 2	4	4
Padrão 3	6	6
Padrão 4	8	8
Padrão 5	10	11

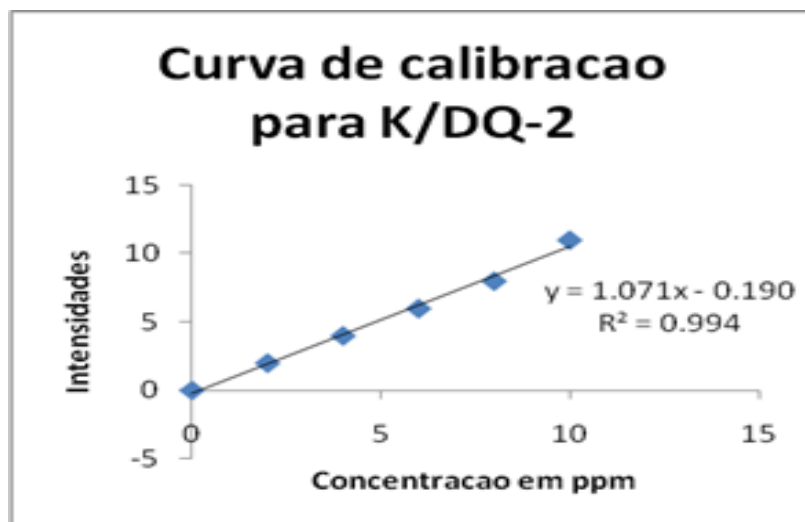


Figura f-10: Curva de calibração de K lida no DQ

Tabela a-34: Resultados das Intensidades das soluções-amostra para K lidas no DQ na 2ª curva.

Província	Amostra	Elemento	Intensidades		Concentração (mg/L)	
Inhambane	MA	K	9	9	8.581	8.581
	ME	K	11	11	10.448	10.448
	MI	K	9	9	8.581	8.581
	FMIG	K	6	6	5.779	5.779
Zambézia	AR	K	3	3	2.979	2.979
Maputo	AR	K	7	7	6.713	6.713

Anexo 19 – Resultados de leituras de Na nos padrões e amostras e a respectiva 1ª curva de calibração lidas no DQ

As tabelas abaixo mostram as intensidades lidas com os respectivos %RSD nas soluções-padrão bem como nas amostras e a figura representa a 1ª curva de calibração correspondente ao Na. Cada valor obtido é resultado da média de duas leituras.

Tabela a-35: Quadro-resumo das Intensidades para Na das soluções-padrão lidas no DQ-1ª curva

Padrões de Na 1ª curva		
Soluções	Con.(mg/L)	Intensidades
Branco	0	0
Padrão 1	2	5
Padrão 2	4	10
Padrão 3	6	16
Padrão 4	8	22

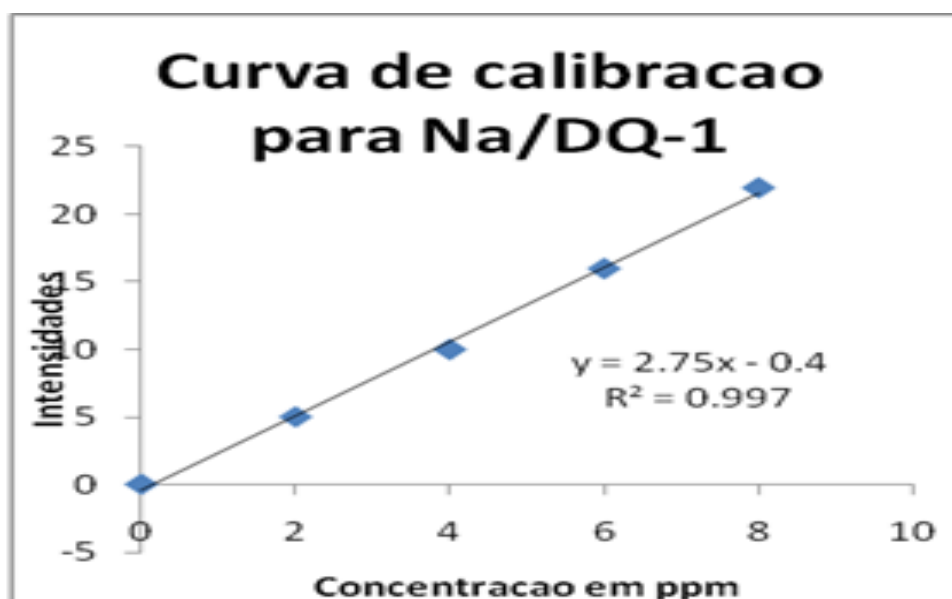


Figura f-11: Curva de calibração de Na lida no DQ

Tabela a-36: Resultados das Intensidades das soluções-amostra para Na lidas no DQ na 1ª curva

Província	Amostra	Elemento	Intensidades		Concentração (mg/L)	
Inhambane	FN	Na	6	6	2.327	2.327
	FJ	Na	9	9	3.418	3.418
Zambézia	FN	Na	11	11	4.145	4.145
	FF	Na	6	6	2.327	2.327
	FB	Na	6	6	2.327	2.327

Anexo 20– Resultados de leituras de Na nos padrões e amostras e a respectiva 2ª curva de calibração lidas no DQ

As tabelas abaixo mostram as intensidades lidas nas soluções-padrão bem como nas amostras e a figura representa a 2ª curva de calibração correspondente ao Na. Cada valor obtido é resultado da média de duas leituras.

Tabela a-37: Quadro-resumo das Intensidades para Na das soluções-padrão lidas no DQ-2ª curva

Padrões de Na 2ª curva		
Soluções	Con.(mg/L)	Intensidades
Branco	0	0
Padrão 1	1	3
Padrão 2	2	6
Padrão 3	3	9
Padrão 4	4	12
Padrão 5	5	14

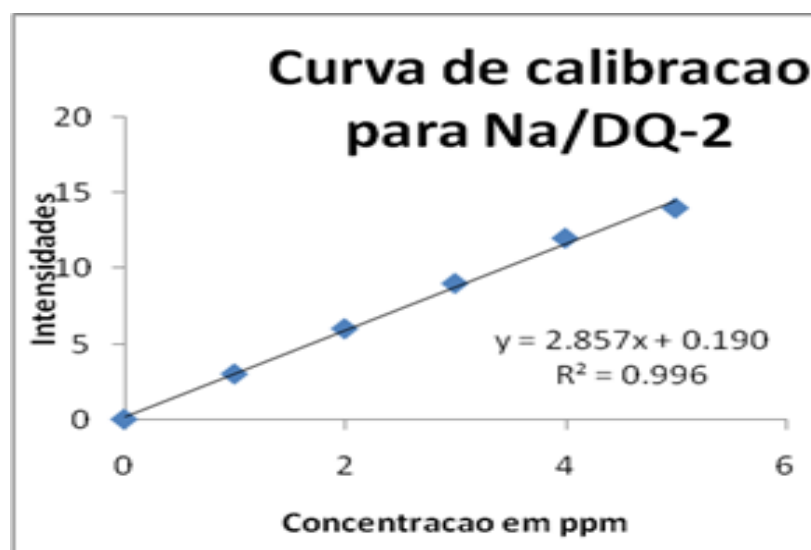


Figura f-12: Curva de calibração de Na lida no DQ

Tabela a-38: Resultados das Intensidades das soluções-amostra para Na lidas no DQ na 2ª curva.

Província	Amostra	Elemento	Intensidades		Concentração (mg/L)	
Inhambane	MA	Na	8	8	2.734	2.734
	ME	Na	3	3	0.984	0.984
	MI	Na	2	2	0.6335	0.6335
	FMIG	Na	2	2	0.634	0.634
Zambézia	FJ	Na	6	6	2.034	2.034
	AR	Na	8	8	2.734	2.734
	MA	Na	9	9	3.084	3.084
Maputo	MI	Na	2	2	0.6335	0.6335
	AR	Na	3	3	0.984	0.984
	FN	Na	4	4	1.334	1.334
	FJ	Na	3	3	0.6335	0.6335

Anexo 21 – Exemplo dos cálculos usando Teste de Análise de Variância (ANOVA)

A tabela a-39 mostra um exemplo do cálculo do teste ANOVA para a comparação dos resultados de Ca na análise de feijão Nhemba nas províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia, onde para cada amostra foram usadas duas réplicas.

Para simplificar os cálculos, foi usado o número arbitrário (400) na subtração de cada medição neste exemplo.

Tabela a-39: Comparação dos Resultados de Feijão Nhemba em Cálcio

Províncias	Réplicas		\bar{x}	- 400	- 400	Ti	Ti ²
Maputo	647.71	647.70	647.71	247.71	247.70	495.41	245431.07
Inhambane	442.86	443.64	443.25	43.64	43.25	86.89	7549.87
Zambézia	337.31	337.84	337.58	-62.16	-62.42	-124.58	-15520.18
		\bar{X}	476.18			$\sum T_i = 457.72$	$\sum T_i^2 = 268501.12$

n=2; m=3; N = 6

$$\sum_i \sum_j x_{ij}^2 = (247.71)^2 + (247.70)^2 + (43.64)^2 + (43.25)^2 + (-62.16)^2 + (-62.42)^2 = \mathbf{134250.67}$$

Tabela a-40: Resultados do cálculo da ANOVA para Feijão Nhemba em Ca

Fonte de Variação	SS	N	MS	F _{calc}	F _{crit}	Obs.
Entre – amostras	$(268501.12/2) - (457.72)^2/6 = 99332.63$	3-1=2	$99332.63 / 2 = 49666.32$	1353305.72	9.55	F _{calc} > F _{crit} Há diferença significativa
Dentro- amostra	$99332.74 - 99332.63 = 0.11$	3	$0.11/3 = 0.0367$			
Total	$134250.67 - (457.72)^2/6 = 99332.74$	6-1=5				

$$F_{\text{crit}}(1,2; P = 0.05; 1T) = 18.51.$$

$$F_{\text{crit}}(2,3; P = 0.05; 1T) = 9.55$$

Para a comparação de outras amostras em todos os minerais foram feitos cálculos semelhantes.