



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE



FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Trabalho de Licenciatura

Tema: Caracterização Nutricional de Feijões Cultivados na
Província de Niassa

Autor: Domingos José Cuna

Maputo, Agosto de 2014



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE



FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Trabalho de Licenciatura

Tema: Caracterização Nutricional de Feijões Cultivados na
Província de Niassa

Autor: Domingos José Cuna

Supervisora: dra. Aida Vasco Massango

Co-supervisor: dr. Francisco M. F. Maleiane

Maputo, Agosto de 2014

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais: José Chibaguane Cuna, Paulina Ernesto Mudanisse, a minha madrastra que me criou com muito carinho Maria Adão Tembe, a todos meus irmãos e a todos meus sobrinhos.

DECLARAÇÃO SOBRE COMPROMISSO DE HONRA

O presente trabalho de licenciatura foi elaborado por mim, com base na bibliografia referenciada ao longo do texto.

Maputo aos.....de.....de 2014.

O autor

(Domingos José Cuna)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter sido meu guia em todos os momentos da minha vida proporcionando-me saúde.

Agradeço aos meus supervisores dra. Aida Vasco Massango e dr. Francisco M. F. Maleiane, pela supervisão e pela paciência no acompanhamento, sugestões e disponibilidade que tiveram em levar este trabalho avante.

Agradeço aos técnicos: Saul, Senhor Carlos, dr. Siteo e dr. Mário do IIAM pelo acompanhamento e fornecimento do material para as análises, pelos ensinamentos e acompanhamento durante a realização deste trabalho.

Agradeço a Prof. Doutora Fung Dai Kin pela revisão e correcção do manuscrito.

Agradeço a todo o corpo docente e técnicos de laboratório do Departamento de Química-UEM, pelo apoio moral e científico dado durante todo o percurso estudantil até à realização do presente trabalho.

Aos meus pais, aos meus irmãos, a minha tia Leopoldina Mudanisse vai um agradecimento muito especial pelo acompanhamento e apoio moral e pela grande paciência que depositaram em mim.

Ao meu irmão Ribeiro Cuna pela paciência, encorajamento, que me têm proporcionado e a grande ajuda, críticas e sugestões dadas durante todo o meu percurso estudantil, pela confiança que depositou em mim e por ter sido o espelho e modelo da minha ascensão académica endereço o meu profundo agradecimento.

Aos colegas do curso em geral, e em especial a Persio, Bregueje, Boa, Sibinde, Macamo, Cuco, Assuate, Amosse, Laice, Langa, Vombe, Jane, Nhantumbo, Cesar, Dias endereço o meu agradecimento pela amizade e companheirismo.

Agradeço a todos meus amigos, especialmente para Ivone Macie, Madalena Mavale, Silvia José, Evelina Siteo, Eugénio Penicela, Deckson Chavango, Anselmo Machava, Nélio Tivane, Viegas Zunguene, Floyd Larson, Sérgio Afonso, Joel Mondlane que sempre me deram apoio moral e me proporcionaram momentos de descontração e alegria.

E a todos aqueles que não mencionados mas que directa ou indirectamente contribuíram para a minha formação, realização e culminação deste trabalho, o meu profundo agradecimento.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

IIAM – Instituto de Investigação Agrária de Moçambique

FAAS – Flame atomic absorption spectrophotometry (Espectrofotometria de absorção atómica com chama)

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

Conc – Concentração

Abs - Absorvância

FM – Feijão Manteiga

FN – Feijão Nhemba

FB – Feijão Boer

FJ – Feijão Jugo

FV – Feijão Verde

FP – Feijão Preto

FA – Feijão Amarelo

FS – Feijão Soroco

FF- Feijão Fava

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objectivo de determinar o teor de humidade, cinzas, proteínas, fósforo e minerais em 9 variedades de feijões cultivados na província de Niassa, usando método gravimétrico em secagem na estufa e mufla para humidade e cinzas respectivamente; usando o método de Kjeldahl para a determinação do nitrogénio posteriormente convertido para proteína para se obter a percentagem de proteínas em cada amostra; determinar o fósforo usando o método de espectrofotometria de UV – vis; determinar os minerais cálcio, magnésio, ferro, zinco pelo método de espectrofotometria de absorção atómica com atomização por chama.

Os teores médios variam de 11,77% a 13,07%, de 4,33% a 4,90%, de 18,18% a 24,97%, de 28,83mg/kg a 55,37mg/kg; 26,33 mg/100g a 62,89 mg/100g; 94,38 mg/100g a 159,01 mg/100g; 1,99 mg/100g a 3,24 mg/100g e 7,51 mg/100g a 10,49 mg/100g para humidade, cinzas, proteínas, fósforo, cálcio, magnésio, zinco e ferro respectivamente.

Os resultados obtidos foram estatisticamente comparados pelo teste de Duncan com vista a comparação dos teores médios das variedades dos feijões analisados, a um nível de confiança de 95%.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	I
DECLARAÇÃO SOBRE COMPROMISSO DE HONRA	II
AGRADECIMENTOS	III
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....	V
RESUMO.....	VI
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS.....	X
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJECTIVOS.....	2
2.1. Objectivo geral.....	2
2.2. Objectivos específicos	2
3. METODOLOGIA DO TRABALHO.....	2
3.1. Pesquisa bibliográfica	2
3.2. Parte experimental	2
3.3. Tratamento estatístico de dados e discussão dos resultados	3
3.4. Elaboração do relatório	3
4. JUSTIFICATIVA	3
5. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA PROVÍNCIA DE AMOSTRAGEM	4
6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
6.1. Origem e história do feijão.....	5
6.1.1. Classificação e botânica do feijão.....	5
6.1.2. Produção mundial do feijão	6
6.1.3. Composição química.....	7
6.1.4. Composição nutricional do feijão	7
6.1.5. Composição antinutricional do feijão	7
6.2. Segurança alimentar e nutricional dentro dos sistemas alimentares	8
6.3. Bromatologia.....	9
6.4. Descrição dos parâmetros em análise	10
6.4.2. Cinzas.....	10
6.4.3. Proteínas.....	11
6.4.4. Minerais	12

7. PARTE EXPERIMENTAL	13
7.1. Amostragem.....	13
7.2. Pré tratamento das amostras.....	14
7.3. Determinação de humidade.....	14
7.4. Determinação de cinzas	14
7.5. Determinação de proteínas.....	15
7.5.1. Digestão das amostras para análise de nitrogénio.....	15
7.5.2. Destilação e titulação	17
7.6. Determinação de P	18
7.7. Determinação da composição mineral	20
7.8. Preparação das soluções-padrão.....	21
7.8.1. Soluções-padrão de cálcio para FAAS.....	21
7.8.2. Soluções-padrão de magnésio para FAAS.....	21
7.8.3. Soluções-padrão de ferro para FAAS	21
7.8.4. Soluções-padrão de zinco para FAAS.....	22
7.9. Preparação das amostras para a leitura dos elementos.....	22
8. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE RESULTADOS.....	24
8.1. Exactidão e precisão	24
8.2. Intervalo de confiança.....	25
8.3. Métodos de calibração	25
8.3.1. Método de calibração normal.....	25
8.3.2. Método de adição-padrão.....	25
9. APRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	26
9.1. Análise de minerais nas amostras	29
9.2. Análise de variância e testes de múltiplas comparações	33
10.1. Conclusões	36
10.2. Recomendações.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da província de Niassa.....	4
Figura 2: Algumas variedades de feijão.....	6
Figura 3: Digestor usado no IIAM.....	16
Figura 4: Destilador de Kjeldahl usado no IIAM.	17
Figura 6: Espectrofotómetro UV- Vis usado no IIAM.	19
Figura 7: Espectrofotómetro de absorção atómica com atomização por chama usado no IIAM	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Feijão seco - produção mundial - 2006 a 2009 (em toneladas).....	6
Tabela 2: Composição química média de várias variedades de feijões	7
Tabela 3: Funções dos minerais	13
Tabela 4: Parâmetros instrumentais para determinação de Ca, Mg, Fe, Zn.....	23
Tabela 5: Teores de humidade, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas	26
Tabela 6: Teores de cinzas, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas	26
Tabela 7: Teores de proteína bruta, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas.....	27
Tabela 8: Teores de P, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas	28
Tabela 9: Teores de Ca, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas	30
Tabela 10: Teores de Mg, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas	30
Tabela 11: Teores de Zn, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas	31
Tabela 12: Teores de Fe, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas	32
Tabela 13 - Anova para os parâmetros determinados	34

ANEXOS

A1-1: Mistura de ácido sulfúrico com selénio, solução “stock” para determinação de proteínas	ii
A1-2: Solução extractora para determinação de proteínas	ii
A1-3: Preparação da solução do hidróxido do sódio 30% para determinação de proteínas	iii
A1-4: Molibdato de amónio + 1% de ácido sulfúrico para determinação de P.....	iii
A1-5: Mistura de coloração para determinação de P	iii
Tabela A2 - Teste de Duncan para os parâmetros determinados	iv
Tabela a3-1: Resumo de preparação das soluções-padrão de Fe e Zn	vii
Tabela a3-2: Resumo de preparação das soluções-padrão de Ca e Mg	vii
Tabela a4-1: Resultados das leituras de soluções-padrão de P	vii
Tabela a4-2: Resultados das leituras de concentrações de Ca	viii
Tabela a4-3: Resultados das absorvâncias de Ca e respectivas concentrações.....	viii
Tabela a4-4: Resultados das leituras de concentrações de Mg	ix
Tabela a4-5: Resultados das absorvâncias de Mg e respectivas concentrações.....	ix
Tabela a4-6: Resultados das leituras de concentrações de Fe.....	x
Tabela a4-7: Resultados das absorvâncias de Fe e respectivas concentrações	x
Tabela a4-8: Resultados das leituras de concentrações de Zn	xi
Tabela a4-9: Resultados das absorvâncias de Zn e respectivas concentrações.....	xi
Anexo 5: Peso das amostras pesadas em 3 replicato.....	xii
Figura a6-1: Curva de calibração de Ca.....	xii
Figura a6-2: Curva de calibração de Zn.....	xiii
Figura a6-3: Curva de calibração de Fe	xiii
Figura a6-4: curva de calibração de P.....	xiii

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho está inserido no âmbito do projecto do Centro de Investigação e Desenvolvimento em Etnobotânica, instituição do Ministério da Ciência e Tecnologia em parceria com o Departamento de Química da UEM, no âmbito da elaboração de uma tabela alimentar de Moçambique que possa servir como base de referência para o pessoal de saúde, nutricionistas e o público em geral.

Neste trabalho pretende-se 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 na estufa a 105°C até obtenção de peso constante para a humidade e incineração na mufla a 550 °C durante o tempo suficiente para a obtenção de cinzas brancas ou acastanhadas; determinar o fósforo pelo método espectrofométrico na região UV-Vis; proteínas pelo método Kjeldahl e determinar minerais Ca, Mg, Fe, Zn pelo método de espectrofotometria de absorção atómica com atomização por chama em feijões cultivados na província de Niassa .

A água é considerada o adulterante universal dos alimentos, por isso a determinação de humidade em alimentos é importante e é uma das principais determinações analíticas realizadas com a finalidade de verificar padrões de identidade e qualidade em alimentos, ajudando também na tomada de decisão em várias etapas do processamento, como escolha da embalagem até ao armazenamento (Gava, 1984).

É de grande importância a determinação de proteínas e minerais em alimentos uma vez que estes são necessários ao processo vital, devendo estar contidos nos alimentos em quantidades e proporções adequadas (Figueiredo, 2009).

2. OBJECTIVOS

2.1. Objectivo geral

- ❖ Caracterizar nutricionalmente nove variedades de feijões cultivados na província de Niassa.

2.2. Objectivos específicos

- ❖ Determinar os teores de humidade e cinzas pelo método gravimétrico;
- ❖ Determinar o teor de fósforo pelo método espectrofométrico na região UV-Vis;
- ❖ Determinar o teor de proteína bruta pelo método de Kjeldahl;
- ❖ Determinar os teores de Ca, Mg, Fe, Zn pelo método de espectrofotometria de absorção atómica com atomização por chama;
- ❖ Comparar os resultados dos parâmetros determinados usando o teste de Duncan.

3. METODOLOGIA DO TRABALHO

A realização do presente trabalho foi de acordo com a seguinte metodologia:

3.1. Pesquisa bibliográfica

A revisão 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, e métodos de digestão das amostras para a quantificação de proteínas em alimentos consultando artigos científicos, trabalhos de licenciatura, livros, revistas e internet.

3.2. 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 determinação dos teores dos elementos de interesse.

3.3. 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, minerais, fósforo e proteínas dos feijões;
- ❖ Tratamento estatístico dos dados usando ANOVA e o teste de Duncan;
- ❖ Compilação, interpretação e discussão dos resultados.

3.4. Elaboração do relatório

O relatório foi elaborado de acordo com as informações colhidas da revisão bibliográfica, a parte experimental realizada, o tratamento de dados e respectiva interpretação, respeitando o regulamento do relatório do Trabalho de Licenciatura vigente na Faculdade de Ciências da UEM.

4. JUSTIFICATIVA

No âmbito da elaboração da tabela alimentar de Moçambique, o conhecimento das informações de uma tabela de composição de alimentos cultivados e consumidos no país são pilares básicos para a educação nutricional, o controlo da qualidade dos alimentos e a avaliação da ingestão de nutrientes de indivíduos. Por meio delas, para a redução do problema de má nutrição no país autoridades de saúde pública podem estabelecer metas nutricionais e guias alimentares que levem a uma dieta mais saudável.

6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

6.1. Origem e história do feijão

O feijão é uma leguminosa cultivada em quase todos os países de clima tropical e subtropical e assume enorme importância na alimentação humana por ser um alimento de significativo valor nutricional e, além disso, tem aceitação nos mais diferentes hábitos alimentares sob o ponto de vista nutricional é um alimento que proporciona elementos essenciais como proteína, ferro, cálcio, vitaminas, carboidratos e fibras nutrientes que são importantes para o metabolismo diário (Afonso, 2010).

O feijão é um dos alimentos mais antigos, sendo utilizado desde os primeiros registos da humanidade, no Egipto e na Grécia era lhe prestado culto como símbolo da vida. Os romanos usavam os feijões em festas gastronómicas e foram também utilizados como forma de pagamento de apostas. Muitos historiadores atribuem a expansão mundial do feijão como consequência das guerras, uma vez que fazia parte integrante da dieta dos guerreiros. As ruínas da antiga Tróia evidenciam que o feijão era um prato apreciado pelos guerreiros troianos (Afonso, 2010).

6.1.1. Classificação e botânica do feijão

O feijão pertence à classe *Dicotyledoneae*, família *Leguminosae*, subfamília *Papilionoidae* e género *Phaseolus*, a espécie *P. vulgaris*, vulgarmente designada por feijão comum, é a mais difundida e consumida em diversos países. É uma planta herbácea, trepadeira ou rasteira, levemente pubescente, cujo ciclo de vida varia de aproximadamente 65 a 120 dias, dependendo do tipo de feijão e das condições da época de cultivo, possui vagens rectas ou ligeiramente curvas, achatadas ou arredondadas, com bico recto ou curvado, em geral com 9 a 12 cm de comprimento, e com 3 a 7 sementes (Afonso, 2010).

A semente do feijão pode apresentar tamanhos variáveis e uma ampla variabilidade de cores (branca, creme, vermelha, preta, rosa, roxa, alaranjada entre outras), dependendo da variedade de feijão (Afonso, 2010).

Temos na figura abaixo algumas variedades de feijões:



Feijão nhemba



Feijão manteiga



Feijão preto

Figura 2: Algumas variedades de feijão

6.1.2. Produção mundial do feijão

Conforme os dados registrados pela FAO a tabela 1 em 2009, a produção mundial de feijão seco situou-se em torno de 20,6 milhões de toneladas. A produção mundial média no período de 2006 a 2009 foi 20,9 milhões de toneladas. Os seis principais países produtores de feijões secos, que juntos são responsáveis por cerca de 61% da produção mundial, são: Brasil, Índia, Mianmar, China, EUA e México (Salvador, 2011).

Tabela 1: Feijão seco - produção mundial - 2006 a 2009 (em toneladas)

Países	2006	2007	2008	2009
Brasil	3.457.740	3.169.360	3.461.190	3.486.760
Índia	3.270.000	3.930.000	3.010.000	2.440.000
China	1.558.532	1.531.913	1.707.885	1.489.135
Mianmar	2.502.000	2.814.000	3.218.000	3.000.000
EUA	1.095.650	1.160.560	1.159.290	1.150.310
México	1.385.780	993.943	1.122.720	1.041.350
Outros	7.494.358	7.593.605	7.465.081	8.091.429
Total	20.764.060	21.193.381	21.144.166	20.698.984

Fonte: Salvador, 2011.

6.1.3. Composição química

Nas sementes do feijão a composição química é bastante variável, podendo variar de acordo com a variedade, origem, localização, clima, condições ambientais, tipo de solo, armazenamento, processamento e modificações genéticas. Na tabela 2 apresentam-se os valores médios para a composição química do feijão apresenta como constituinte maioritário os carboidratos e como minoritário as gorduras (Afonso, 2010).

Tabela 2: Composição química média de várias variedades de feijões

Parâmetro	Humidade	Proteínas	Gorduras	Carboidratos	Cinzas	Fibras
Teor (%)	7,7 – 22	18 – 26	0,7 – 1,9	56 – 77	3,3 – 4,3	4,5 – 9,2

6.1.4. Composição nutricional do feijão

O feijão apresenta componentes e características que tornam o seu consumo importante, do ponto de vista nutricional, entre os quais o conteúdo protéico relativamente alto, o teor elevado da lisina que exerce efeito complementar as proteínas dos cereais. Sendo a proteína do feijão rico em aminoácido como a lisina, porém pobre em aminoácidos sulfurados metionina e cisteína essenciais ao homem, ao passo que os cereais são ricos em aminoácidos sulfurados, o que torna a tradicional dieta mundial arroz com feijão, complementar em termos de aminoácidos essenciais (Ferreira, 2002).

A fibra alimentar, com os seus reconhecidos efeitos hipocolesterol e hipoglicémico, o alto conteúdo de carboidratos complexos e vitaminas do complexo B (Ferreira, 2002).

6.1.5. Composição antinutricional do feijão

Tal como outras leguminosas o feijão apresenta um conjunto de componentes considerados prejudiciais em termos de nutrição, tanto por afectarem directamente a utilização de certos nutrientes, como pela sensação de mal estar gerada no organismo. Dentre os quais, destacam-se: inibidores de α -amilase que prejudicam a acção de amilase pancreática levando a prejuízos na digestibilidade do amido da dieta, oligossacarídeo relacionados com a produção da flatulência em homens e animais, este conjunto de factores é inativado pelo tratamento térmico de cozedura (Brigide, 2002).

A biodisponibilidade dos minerais especialmente cálcio, magnésio e ferro, é afectada pela presença de ácido fítico, cuja quantidade é determinada por vários factores ambientais tais como condições climáticas, localização, irrigação, fertilizantes, tipo de solo, entre outros. Os factores antinutricionais mais comum no feijão são principalmente taninos que são compostos fenólicos e ácido fítico, que é a principal forma de armazenamento de fósforo. A acção antinutricional de taninos e fitatos baseia-se na capacidade de formar complexos insolúveis com minerais, proteínas e amidos biologicamente indispensáveis para seres humanos em condições fisiológicas normais (Brigide, 2002).

6.2. Segurança alimentar e nutricional dentro dos sistemas alimentares

Nutriente é qualquer substância proveniente de um alimento, que proporciona energia e ou contribui para o crescimento, o desenvolvimento e a manutenção da saúde e da vida. A finalidade da alimentação é satisfazer as necessidades nutricionais do corpo, evitando que a carência de nutrientes possa gerar desequilíbrio no organismo e gerar sintomas e ou doenças (Figueiredo, 2009).

Alimentos podem ser, naturais ou preparados pelo homem, com uma ou mais substâncias, classificadas como nutrientes, capazes de actuar no metabolismo e na fisiologia humana, promovendo efeitos benéficos à saúde, podendo retardar o estabelecimento de doenças crónicas e ou degenerativas e melhorar a qualidade e a expectativa de vida das pessoas. São efeitos que vão além da função meramente nutricional há muito conhecida, qual seja, a de fornecer energia e nutrientes essenciais em quantidades equilibradas, para a promoção do crescimento normal e evitar desequilíbrios nutricionais (Sgarbieri e Pacheco, 1999).

Apesar do progresso ao longo das duas últimas décadas, Moçambique continua a ser um país que sofre com a insegurança alimentar e que consideráveis melhorias ainda são necessárias para aumentar a disponibilidade de alimentos, melhorar seu acesso e utilização, 43% das crianças com menos de 5 anos tiveram indicações de malnutrição crónica em 2011, e a ligação entre pobreza e malnutrição é clara (MISAU, 2011).

Dada a importância da agricultura em Moçambique como fonte de rendimento e fonte de alimentos, nos diálogos nacionais e internacionais, a agricultura está no centro das conversas sobre segurança alimentar e nutricional, a agricultura e todo o sistema alimentar pode ter um papel transformador para eliminar a malnutrição e as suas consequências (FAO 2013).

Um sistema alimentar que promove a nutrição assegura que os alimentos estão disponíveis, acessíveis, diversos e nutritivos. Cada aspecto do sistema alimentar influencia a possibilidade de atingir esta meta, desde produção até armazenagem, comercialização, processamento e manuseamento, e consumo, e pode ser orientado para alcançar melhor nutrição. Assim, o sistema alimentar pode ser visto como várias componentes já mencionadas e os que estão descritos abaixo (FAO, 2013).

Produtividade: o desafio da produtividade agrícola combina a necessidade de produzir mais produtos básicos para consumo de forma sustentável. Ao mesmo tempo, para nutrição, espera-se ver a diversidade da produção, priorizando o cultivo e a produtividade de produtos que são de alto valor nutritivo.

Eficiência nos mercados: todos aspectos relacionados com a comercialização e processamento têm aspectos nutricionais. Mercados eficientes oferecem oportunidades as famílias rurais de obter rendimentos nas suas vendas e também de adquirir alimentos com preços baixos, resultando num benefício para todos os consumidores. A redução das perdas pós-colheita e a utilização da fortificação no âmbito do processamento contribuem para maior disponibilidade de alimentos de qualidade nutricional.

Educação nutricional: educação formal e informal pode melhorar o consumo dentro das famílias com uma dieta diversificada, baseada nos recursos disponíveis tanto da produção da família como dos alimentos comprados nos mercados.

6.3. Bromatologia

A bromatologia estuda os alimentos, sua composição química, sua acção no organismo, seu valor alimentício e calórico, suas propriedades físicas, químicas, toxicológicas e também adulterantes, contaminantes, fraudes, etc. A bromatologia relaciona-se com tudo aquilo que, de alguma forma, é alimento para os seres humanos, tem a ver com o alimento desde a produção, colheita,

transporte da matéria-prima, até a venda como alimento natural ou industrializado, verifica se o alimento se enquadra nas especificações legais, detecta a presença de adulterantes, aditivos que são prejudiciais à saúde, se a esterilização é adequada, se existiu contaminação com o tipo e tamanho de embalagens, rótulos, desenhos, tipos de letras e tintas utilizadas (Gava, 1984).

6.4. Descrição dos parâmetros em análise

6.4.1. Humidade

Todos os alimentos, independentemente da origem contem água em maior ou menor proporção. A humidade corresponde à perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida. Na realidade, não é somente a água a ser removida, mas outras substâncias que se volatilizam nessas condições. O resíduo obtido no aquecimento directo é chamado de resíduo seco. O aquecimento directo da amostra a 105°C é o processo mais usual. Amostras de alimentos que se decompõem ou iniciam transformações a esta temperatura, devem ser aquecidas em estufas a vácuo, onde se reduz a pressão e se mantém a temperatura de 70°C.

Geralmente a humidade representa a água contida no alimento, que pode ser classificada em:

Humidade de superfície que se refere à água livre ou presente na superfície externa do alimento, facilmente evaporada;

Humidade adsorvida, referente à água ligada, encontrada no interior do alimento, sem combinar-se quimicamente com o mesmo (Adolfo lutz, 2004).

6.4.2. Cinzas

Cinzas de um alimento é o nome dado ao resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica, entre 550 – 570°C, a qual é transformada em CO₂, H₂O e NO₂ assim sendo, a cinza de um material é o ponto de partida para a análise de minerais específicos. Estes minerais são analisados tanto para fins nutricionais como também para segurança.

A cinza é constituída principalmente de:

- ❖ **Macronutrientes:** requeridos em uma dieta em valores diários acima de 100 mg e

normalmente presentes em grandes quantidades nos alimentos, como: K, Na, Ca, P, S, Cl e Mg;

- ❖ Micronutrientes: requeridos em uma dieta em valores diários abaixo de 100 mg e normalmente presentes em pequenas quantidades nos alimentos, como: Al, Fe, Cu, Mn e Zn;
- ❖ Elementos traços: além dos macro e micronutrientes, ainda existem os chamados elementos traços que se encontram em quantidades muito pequenas nos alimentos. Alguns são necessários ao organismo humano e muitos deles são prejudiciais à saúde, os contaminantes químicos, entre os quais se destacam: Ar, I, F, Cr, Co, Cd e outros elementos (Lidon e Silvestre, 2010).

6.4.3. Proteínas

Quimicamente são polímeros de alto peso molecular, cujas unidades básicas são os aminoácidos ligados entre si por ligações peptídicas formando longas cadeias de aminoácidos, em várias estruturas geométricas e combinações químicas para formar as proteínas específicas, cada qual com sua própria especificidade fisiológica. Com exceção das proteínas de origem animal, as demais apresentam deficiências em um ou mais aminoácidos essenciais, ou podem apresentar problemas nutricionais por estarem acompanhadas de substâncias tóxicas ou de inibidores de enzimas proteolíticas quanto ao valor biológico as proteínas podem ser classificadas de três maneiras diferentes (Andrigueto, 2002).

As proteínas podem ser de alto valor biológico quando possuem em sua composição aminoácidos essenciais (fenilalanina, leucina, isoleucina, arginina, triptofano, metionina, valina, serina, treonina, histidina, lisina) em proporções adequadas para manutenção da vida e crescimento de novos tecidos é uma proteína completa; exemplos proteínas da carne, peixe, aves e ovo. Podem ser de baixo valor biológico que não possuem em sua composição aminoácidos essenciais em proporções adequadas, é uma proteína incompleta exemplos cereais integrais e leguminosas. E proteínas de referência as que possuem todos os aminoácidos essenciais em maior quantidade. Exemplos ovo, leite humano e leite de vaca (Andrigueto, 2002).

As proteínas têm como principais funções ao organismo as seguintes:

- ❖ Componentes essenciais a todas as células vivas e estão relacionadas à quase todas as funções fisiológicas;
- ❖ Regeneração de tecidos;
- ❖ Catalisadores nas reacções químicas (enzimas e hormónios);
- ❖ Necessárias nas reacções imunológicas;
- ❖ Indispensáveis na reprodução e crescimento juntamente com os ácidos nucleicos;
- ❖ Constituem o elemento estrutural do organismo animal;
- ❖ Materiais reguladores são constituídos de proteínas. Por exemplo tirosina que regula metabolismo energético; insulina que regula o teor de açúcar no sangue; hemoglobina é a proteína que carrega O₂ dos pulmões aos tecidos;
- ❖ Produtores de energia;
- ❖ Durante a infância, adolescência e gravidez, as proteínas são necessárias para construção de outros tecidos (Borsi, 2000).

6.4.4. Minerais

Os minerais desempenham importantes papéis no funcionamento do organismo e podem encontrar-se nos órgãos, esqueleto ósseo, sangue e outros fluidos corporais; os minerais contribuem no transporte de diversas substâncias, mantêm a actividade muscular e nervosa, no metabolismo energético, na actividade enzimática, na manutenção celular (Buratto, 2012).

Tabela 3: Funções dos minerais

Mineral	Funções
Cálcio	Participa na constituição do tecido ósseo e dentes. Intervém em diversas funções orgânicas: contracção muscular, sistema nervoso e coagulação sanguínea.
Fósforo	Participa na constituição dos ossos e dentes e é componente de todas as células do organismo e de produtos do metabolismo.
Magnésio	Participa em quase todos os processos orgânicos. Intervém no relaxamento muscular.
Zinco	É essencial para a acção de numerosas enzimas. Participa no metabolismo proteico, nomeadamente na síntese de ADN, de colágeno e da insulina.
Ferro	Participa ainda no transporte de O ₂ e CO ₂ pelo sangue como constituinte da hemoglobina, constituinte de enzimas e fundamental para o desenvolvimento físico e intelectual, bem como para a capacidade de defesa do organismo perante o risco de infecções.

Fonte: (Biesek et al., 2005).

A tabela acima apresenta os minerais e suas funções no organismo humano

7. PARTE EXPERIMENTAL

Na parte experimental estão apresentados os procedimentos usados desde a amostragem, pré tratamento das amostras até aos ensaios laboratoriais, tendo em conta os objectivos do trabalho e as condições analíticas que os laboratórios do Departamento de Química-UEM e do IIAM disponibilizam.

7.1. Amostragem

As amostras dos feijões foram colhidas aleatoriamente nos diversos distritos da província de Niassa de 23 de Julho a 1 de Agosto de 2012. A amostragem foi conduzida por uma equipe composta por três técnicos formados em química e biologia sob a coordenação da dra. Aida Massango, dos quais dois do Centro de Investigação e Desenvolvimento em Etnobotânica

(CIDE) e outro da Delegação Provincial de Ciências e Tecnologia em Lichinga. Após a colheita, as amostras foram guardadas em sacos de polietileno devidamente identificados e conservadas em caixas térmicas.

7.2. Pré tratamento das amostras

As amostras foram trituradas usando um aparelho da marca Philips, até tornarem-se pó e guardadas em plásticos de polietileno identificados, as análises foram feitas no laboratório de solos do IIAM.

7.3. Determinação de humidade

A humidade foi determinada segundo a técnica do Instituto Adolfo Lutz por secagem directa em estufa a 105 °C.

- ❖ Usando uma balança analítica (0.0001 g) pesou-se 10 g da amostra em cadinho de porcelana;
- ❖ Aqueceu-se na estufa durante 3 horas. Arrefeceu-se em excicador até á temperatura ambiente;
- ❖ Pesou-se. Repetiu-se a operação de aquecimento e arrefecimento até peso constante;

$$\% \text{ Humidade} = \frac{A-B}{A} * 100\% \quad (1)$$

onde:

A – peso da amostra húmida

B - peso da amostra seca

7.4. Determinação de cinzas

As cinzas foram determinadas usando a técnica do Instituto Adolfo Lutz, por incineração na mufla a 550 °C.

- ❖ Usando uma balança analítica (0.0001 g) pesou-se 10 g da amostra em cadinho de porcelana;
- ❖ Carbonizou-se em temperatura baixa e incinerou-se em mufla a 550°C, até eliminação completa do carvão, e as cinzas ficaram cizentas;
- ❖ Arrefeceu-se em excicador até à temperatura ambiente e pesou-se. Repetiu-se as operações de aquecimento e arrefecimento até peso constante.

$$\% \text{ Cinzas} = \frac{A - B}{C} * 100\% \quad (2)$$

onde:

A – peso do cadinho e cinzas

B - peso do cadinho vazio

C – peso da amostra humida

7.5. Determinação de proteínas

O teor de proteína foi determinado a partir da determinação do nitrogénio pelo método de Kjeldahl no laboratório de solos do IIAM.

7.5.1. Digestão das amostras para análise de nitrogénio

- ❖ Pesou-se cerca de 0,3 g da amostra e transferiu-se para tubo de digestão de 75 mL;
- ❖ Usando um pipetador automático adicionou-se 2,5 mL da mistura de digestão agitou-se usando um agitador eléctrico específico para tubos de ensaio de digestão de 75 mL;
- ❖ Colocou-se 3 perolas de vidro para evitar uma fervura brusca;
- ❖ Levou-se os tubos num porta tubos para o bloco digestor (figura 3), regulou-se o digestor para uma temperatura de 100 ° C, e aqueceu-se durante 2 horas;

- ❖ Retirou-se os tubos do digestor depois de 2 horas e deixou-se arrefecer durante algum tempo, adicionou-se com cuidado 1 mL de H_2O_2 30%, fez-se a adição da H_2O_2 30% três vezes, após a reação terminar agitou-se usando um agitador eléctrico específico para tubos de ensaio de digestão de 75 mL ;
- ❖ Levou-se os tubos para o bloco digestor novamente, e aqueceu-se a uma temperatura de $330^{\circ} C$, por duas horas.
- ❖ Retirou-se os tubos do digestor e deixou-se arrefecer, completou-se o volume com água destilada e filtrou-se usando papel de filtro;

A digestão foi feita em triplicado, e considera-se completa quando a solução toma uma coloração amarela muito clara.



Figura 3: Digestor usado no IIAM

7.5.2. Destilação e titulação

- ❖ Pipetou-se 15 mL da amostra do tubo de digestão e transferiu-se para o tubo de destilação de Kjeldahl, automaticamente do digestor adicionou-se 50 mL de hidróxido de sódio;
- ❖ Transferiu-se 10 mL da solução de ácido bórico 2% com mistura de indicador para um erlenmeyer, levou-se o erlenmeyer ao destilador de maneira que o tubo de saída do aparelho fique mergulhado na solução;
- ❖ Ligou-se o destilador (figura 4) e deixou-se cada amostra destilar por cerca de 10 minutos incluindo o branco até surgimento da coloração verde;
- ❖ Titulou-se a solução do erlenmeyer com solução de HCl 0.02 M contida numa bureta.



Figura 4: Destilador de Kjeldahl usado no IIAM.

Cálculos:

$$\%N = \frac{(a - b) * C * V1 * N}{V2 * m} \quad (3)$$

onde:

a – volume de HCl gasto na titulação;

b – volume de HCl gasto na titulação do branco;

C – concentração do HCl 0,02 M;

N – Massa molecular do nitrogénio;

V₁ – volume do tubo de digestão;

V₂ – volume tomado no tubo de digestão;

m – peso da amostra pesada em g.

O teor de proteína bruta foi calculado na base da seguinte fórmula:

$$\% PB = \%N * 6.25 \quad (4)$$

Onde: 6,25 é o factor empírico para transformar o número de gramas do N encontrado em número de grama de proteína.

7.6. Determinação de P

Procedimento:

- ❖ Pipetou-se 5 mL de soluções-padrão de fosfato (S₀ – S₅), para 6 erlenmeyer de 50 mL;
- ❖ Pipetou-se 1 mL da solução amostra com uma micro pipeta e o branco para um erlenmeyer de 50 mL;
- ❖ Adicionou-se em cada erlenmeyer 25 mL de água destilada;
- ❖ Adicionou-se em cada erlenmeyer 15 mL da solução corante e homogeneizar;
- ❖ Perfez-se o volume com água destilada e homogeneizar;
- ❖ Deixou-se a solução azul em repouso durante 30 minutos.

As leituras das absorvâncias foram feitas a um comprimento de onda de 882 nm usando o aparelho da figura 6.

Para o cálculo do teor de P usou-se a fórmula a seguir:

$$\text{Teor de P} = \frac{(A - B) * V * M_c * V_1}{m * V_2 * 10000} \quad (5)$$

onde:

A – concentração da amostra em mmol/Kg;

B – concentração do branco em mmol/Kg;

V – volume original do tubo digestor (75 mL);

M_C – factor de correcção da mistura;

V₁ – volume tomado da solução padrão de fósforo (5 mL);

V₂ – volume tomado da amostra (1 mL);

m – peso da amostra.

Temos abaixo a figura do aparelho usado para determinação do fósforo.



Figura 6: Espectrofotómetro UV- Vis usado no IIAM.

7.7. Determinação da composição mineral

Os minerais Ca, Mg, Fe e Zn foram determinados usando espectrofotometria de absorção atômica com atomização por chama, ao passo que o P foi determinado por espectrofotometria de UV-Vis no laboratório de solos do IIAM .

7.7.1. Digestão das amostras para análise de minerais

Para determinação dos minerais a digestão foi feita no departamento de química e as respectivas soluções-padrão, e foram levadas para o IIAM conservadas em caixas onde foram feitas as leituras nos aparelhos.

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 HNO₃ e H₂SO₄ 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 2 horas 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 HNO₃ 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, perfez-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.

As amostras foram solubilizadas em triplicado.

7.8. Preparação das soluções-padrão

7.8.1. Soluções-padrão de cálcio para FAAS

Na preparação das soluções-padrão de Ca, preparou-se uma solução intermediária de 50ppm de Ca, partindo duma solução padrão “stock” de 1000 ppm de Ca; desta, tomou-se 5ml para um balão volumétrico de 100 mL e perfez-se o volume com água destilada, obtendo-se deste modo 50ppm de Ca. Da solução intermediária de 50 ppm, preparou-se um outro intermediário, tomando-se 5 mL para balão de 50 ml e perfez-se o volume com água destilada obtendo-se 5ppm de Ca; tomou-se desta solução 5, 10 e 15 mL para balões volumétricos de 50mL e a cada um dos balões adicionou-se 5mL da solução de lantânio a 10000 ppm e 1,25 mL de HCl a 37% e perfez-se o volume com água destilada obtendo-se as concentrações finais de 0.5, 1.0 e 1.5 ppm.

7.8.2. Soluções-padrão de magnésio para FAAS

As soluções-padrão de Mg foram preparadas a partir de uma solução stock de 100 ppm; desta foi preparada uma intermédiana de 50 ppm de Mg; da solução intermediária de 50ppm tomou-se 1, 1.5 e 2.5 mL para balões volumétricos de 50 mL, a cada balão adicionou-se 5ml da solução de lantânio a 10000 ppm e 1,25 mL de HCl 37% concentrado e completou-se o volume com água destilada, obtendo-se as concentrações de 1.0, 1.5 e 2.5 ppm.

7.8.3. Soluções-padrão de ferro para FAAS

Na preparação das soluções-padrão de Fe, preparou-se uma solução intermediária de 50 ppm partindo duma solução padrão “stock” de 1000 ppm Fe; desta tomou-se 2,5 mL para um balão volumétrico de 50 mL e perfez-se o volume com água destilada, obtendo-se deste modo 50ppm de Fe. Da solução intermediária de 50 ppm, tomou-se 1, 1.5 e 2.0 mL para balões de 50 mL, a cada um dos balões foram adicionados 1,25 mL de HCl a 37% concentrado e perfez-se o volume com água destilada, obtendo-se as concentrações de 1, 1.5 e 2.0 ppm de Fe.

7.8.4. Soluções-padrão de zinco para FAAS

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

As tabelas com os resumos da preparação das soluções-padrão de Fe e Zn; Ca e Mg encontram-se no anexo 3 tabelas a3-1, a3-2 respectivamente. Para a preparação das soluções-padrão de todos os elementos analisados foi usada a seguinte expressão:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2 \quad (6)$$

onde

C₁- Concentração da solução “stock” inicial em ppm

V₁ – Volume da solução stock inicial a tomar para a diluição em mL

C₂ – Concentração da solução final pretendida em ppm

V₂- Volume da solução final pretendido em mL

7.9. Preparação das amostras para a leitura dos elementos

As amostras-mãe foram levadas para a leitura de Fe e Zn na FAAS sem diluição uma vez que estavam dentro do intervalo do trabalho nas curvas de calibração correspondentes. Para Ca e Mg houve uma diluição, tomou-se 15ml das soluções-amostra para balões volumétricos de 50 mL, adicionou-se 5 ml da solução de lantânio a 10000 ppm para a eliminação de interferências, e perpez-se o volume com água destilada. Todas as soluções-amostra e padrões foram preparadas em meio ácido nítrico.

A tabela 4 mostra resumidamente as condições usadas para a determinação dos elementos em estudo nas diferentes condições analíticas e instrumentais por FAAS.

Tabela 4: Parâmetros instrumentais para determinação de Ca, Mg, Fe, Zn.

Parâmetros	Elementos			
	Ca	Mg	Fe	Zn
Comprimento de onda (nm)	422.7	285.2	248.3	213.9
Largura da fenda (nm)	0.5	0.5	0.2	0.5
Altura do queimador (mm)	7	7	7	7
Corrente da lâmpada (mA)	10	8	12	8
Fluxo de acetileno (L/min.)	2.0	1.8	2.2	2.0
Zona do trabalho (ppm)	0.01-3	0.1-0.4	0.5-2.0	0.05-0.4
Chama oxidante	Ar/acetileno	Ar/acetileno	Ar/acetileno	Ar/acetileno

Temos abaixo na figuras 7 o espectrofotômetro de absorção atômica usado para as análises de Ca, Mg, Fe e Zn.



Figura 7: Espectrofotômetro de absorção atômica com atomização por chama usado no IIAM

8. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE RESULTADOS

O tratamento estatístico dos resultados obtidos consistiu nos parâmetros que se seguem:

A média experimental e do desvio-padrão foram calculados usando-se as expressões abaixo 7 e 8 respectivamente.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=0}^n x_i}{n} \quad (7)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (8)$$

8.1. Exactidão e precisão

A exactidão do método indica a proximidade de um valor medido em relação ao valor verdadeiro, ou aceite. A precisão descreve a reprodutibilidade das medidas, ou seja, a proximidade entre os resultados que foram obtidos exactamente da mesma maneira. Geralmente, a precisão de uma medida é determinada simplesmente pela repetição da medida em réplicas da amostra, 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 coeficiente de variação relativo (%RSD) é determinado pela a expressão abaixo (Kin, 1996; Thomson e Crouch 2006).

$$RSD = \frac{s}{\bar{x}} \times 100 \quad (9)$$

onde:

RSD - Coeficiente de variação

s - Desvio padrão

\bar{x} - é a média das concentrações obtidas experimentalmente numa amostra

8.2. Intervalo de confiança

Uma vez que o valor verdadeiro não pode ser exactamente determinado, é necessário usar-se em seu lugar um valor que possa ser aceite, com indicação do intervalo de confiança que irá incluir o valor verdadeiro (Kin, 1996).

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

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

onde:

\bar{X} - é a média das concentrações obtidas experimentalmente numa amostra:

t - t de student;

s- desvio padrão da concentração;

n- número de replicas feitas.

8.3. Métodos de calibração

Nos métodos espectrofotométricos são usadas duas técnicas de calibração: método de calibração normal e método de adição-padrão.

8.3.1. Método de calibração normal

Este método consiste em fazer medições instrumentais de materiais onde a concentração do elemento a determinar é conhecida, sob as mesmas condições usadas para a posterior análise da amostra. A concentração do elemento na amostra é então determinada interpolando o sinal da leitura da amostra na curva de calibração (Kin, 1996; Skoog et al, 2010).

8.3.2. Método de adição-padrão

Este método é aplicado quando a composição da amostra não é bem conhecida ou para matrizes complexas. Neste método são tomados volumes iguais da amostra e a todos, adiciona-se quantidades conhecidas de anólito e todas são diluídas para o mesmo volume, excepto um. Faz-se então o gráfico do sinal medido pelo aparelho em função da quantidade de anólito adicionado

e a concentração do elemento a determinar é dada pelo valor absoluto da intersecção da recta com o eixo das abcissas (Kin, 1996; Skoog et al, 2010).

9. APRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

As tabelas 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 mostram os resultados dos teores, desvio-padrão, %RSD e intervalos de confiança de humidade, cinzas, proteínas, P, Ca, Mg, Zn e Fe respectivamente de nove variedades de feijões analisados que foram produzidos por alguns camponeses da província de Niassa colhidos aleatoriamente.

Tabela 5: Teores de humidade, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas

Amostra	% Humidade			Média	S	%RSD	$\bar{X} \pm t.s/n^{1/2}$
	1ª réplica	2ª réplica	3ª réplica				
FM	12,70	13,00	12,90	12,87	0,15	1,17	12,87±0,38
FN	11,80	11,80	12,00	11,87	0,12	0,01	11,87±0,00
FB	12,10	12,50	11,90	12,17	0,30	2,47	12,17±0,76
FJ	12,70	12,50	12,20	12,47	0,25	2,00	12,47±0,63
FV	12,50	12,20	12,70	12,47	0,25	2,00	12,47±0,63
FP	12,90	12,60	13,00	12,83	0,21	1,64	12,83±0,52
FA	13,10	12,90	13,20	13,07	0,16	1,22	13,07±0,39
FS	12,50	12,50	12,70	12,57	0,12	0,01	12,57±0,00
FF	11,70	12,10	11,50	11,77	0,31	2,64	11,77±0,76

Tabela 6: Teores de cinzas, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas

Amostra	% Cinzas			Média	s	%RSD	$\bar{X} \pm t.s/n^{1/2}$
	1ª réplica	2ª réplica	3ª réplica				
FM	4,40	4,70	4,60	4,57	0,15	3,34	4,57±0,38
FN	4,80	4,40	4,20	4,47	0,31	6,84	4,47±0,76
FB	4,40	4,50	4,70	4,53	0,15	3,36	4,53±0,38
FJ	4,90	4,70	4,70	4,77	0,12	0,01	4,77±0,29

FV	5,20	4,70	4,60	4,83	0,32	6,65	4,83±0,80
FP	4,50	4,70	4,50	4,57	0,12	2,52	4,57±0,29
FA	5,00	4,80	4,50	4,77	0,25	4,08	4,77±0,62
FS	4,90	4,70	5,10	4,90	0,20	4,08	4,90±0,50
FF	4,30	4,20	4,50	4,33	0,15	3,53	4,33±0,38

Tabela 7: Teores de proteína bruta, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas

Amostra	% Proteína Bruta			Média	s	%RSD	$\bar{X} \pm t.s/n^{1/2}$
	1 ^a réplica	2 ^a réplica	3 ^a réplica				
FM	21,88	21,83	21,00	21,57	0,50	2,32	21,57±1,23
FN	25,38	24,79	24,75	24,97	0,35	1,40	24,97±0,88
FB	19,83	20,42	20,71	20,32	0,45	2,33	20,32±1,11
FJ	19,25	19,54	19,25	19,35	0,17	0,03	19,25±0,42
FV	17,50	18,38	18,67	18,18	0,61	3,36	18,18±1,51
FP	20,42	20,13	21,00	20,52	0,44	2,14	20,52±1,10
FA	22,75	23,33	23,65	23,24	0,46	1,98	23,24±1,13
FS	18,67	19,25	19,83	19,25	0,58	3,01	19,25±1,44
FF	20,13	20,71	21,29	20,71	0,58	2,80	20,71±1,44

Tabela 8: Teores de P, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas

Amostra	Teor de Fósforo mg/Kg			Média	s	%RSD	$\bar{X} \pm t.s/n^{1/2}$
	1ª réplica	2ª réplica	3ª réplica				
FM	56,13	54,86	55,13	55,37	0,67	1,21	55,37±1,66
FN	42,00	43,63	44,00	43,21	1,06	2,45	43,21±2,64
FB	54,38	54,88	53,88	54,38	0,5	0,92	54,38±1,24
FJ	35,25	34,63	35,88	35,25	0,63	1,79	35,25±1,55
FV	28,25	29,75	29,38	29,13	0,78	2,68	29,13±1,94
FP	30,50	31,75	32,13	31,46	0,85	2,70	31,46±2,12
FA	30,50	32,38	31,88	31,59	0,97	3,07	31,59±2,42
FS	39,63	40,63	39,25	39,71	0,80	2,01	39,71±1,98
FF	27,75	29,00	29,75	28,83	1,01	3,50	28,83±2,51

- ❖ O teor de humidade é uma das principais determinações analíticas que se recomenda com o propósito de verificar os padrões de identidade e qualidade dos alimentos, os feijões analisados apresentam teores de humidade compreendidos entre 11,77% a 13,07%;
- ❖ A percentagem de cinzas constitui um dos parâmetros importantes para a determinação de minerais, as percentagens das cinzas variam entre 4,33% a 4,83%;
- ❖ As proteínas são necessárias para construção de novos tecidos, os valores para os teores de proteínas estão compreendidos entre 18,18% a 24,97%;
- ❖ Os teores de fósforo nos feijões analisados estão no intervalo de 29,13 mg/Kg a 55,37 mg/Kg;
- ❖ A precisão dos resultados mostrou-se boa com os seguintes valores de %RSD: 0,01 a 2,64%; 0,01 a 6,84%; 0,00 a 3,36%; 0,03 a 2,80% e 0,92 a 3,50% para humidade, cinzas, proteínas, fósforo 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 tabelas 2, 5 e 6. Os teores de cinzas obtidos no presente trabalho são superiores aos da tabela 2, os teores de humidade e proteínas estão dentro do intervalo dos teores da tabela 2.
- ❖ Estas diferenças devem-se provavelmente a vários factores tais como: as condições climáticas das regiões de cultivo forem diferentes; os tipos de solo onde as amostras são cultivadas serem diferentes; os tipos de fertilizantes usados, entre outros.

9.1. Análise de minerais nas amostras

Os teores dos elementos nas amostras foram obtidos usando a expressão 11.

$$Teor \left(\frac{mg}{100g} \right) = \frac{Ci \left(\frac{mg}{L} \right) \times f_{dil} \times V_{amostra}}{m(g) \times 1000} \times 100 \quad (11)$$

onde:

Ci - concentração inicial do elemento em mg/L

f_{dil} - factor de diluição

V_{amostra} - volume da solução preparada

m - massa da amostra pesada

Tabela 9: Teores de Ca, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas

Amostra	Teor de Ca (mg/100g)			Média	s	%RSD	$\bar{X} \pm t.s/n^{1/2}$
	1ª réplica	2ª réplica	3ª réplica				
FM	44,69	44,65	45,10	44,81	0,25	0,06	44,81 ±0,62
FN	62,84	62,83	62,99	62,89	0,09	0,008	62,99±0,22
FB	51,40	51,76	51,28	51,50	0,24	0,06	51,50±0,60
FJ	26,03	26,46	26,20	26,23	0,22	0,05	26,23±0,54
FV	33,72	33,52	33,78	33,67	0,14	0,02	33,77±0,34
F.P	34,46	34,63	34,72	34,60	0,13	0,02	34,60±0,33
FA	39,75	39,54	39,90	39,73	0,18	0,03	39,73±0,45
FS	51,03	51,20	51,07	51,10	0,007	0,09	51,10±0,22
FF	30,55	30,76	30,53	30,61	0,13	0,02	30,62±0,32

Tabela 10: Teores de Mg, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas

Amostra	Teor de Mg (mg/100g)			Média	S	%RSD	$\bar{X} \pm t.s/n^{1/2}$
	1ª réplica	2ª réplica	3ª réplica				
FM	124,93	125,06	125,39	125,13	0,24	0,06	125,13±0,59
FN	159,67	158,88	158,49	159,01	0,60	0,36	159,01±1,49
FB	128,20	128,83	127,97	128,33	0,45	0,20	128,33±1,11
FJ	145,35	146,94	144,86	145,72	1,09	1,18	145,72±2,70

FV	94,24	94,21	94,68	94,38	0,26	0,07	94,38±0,65
FP	104,29	105,28	105,67	105,08	0,71	0,51	105,08±1,77
FA	95,01	94,75	94,27	94,68	0,38	0,14	94,68±0,93
FS	122,00	121,82	121,92	121,91	0,09	0,01	121,91±0,22
FF	98,67	97,98	98,17	98,27	0,36	0,13	98,27±0,89

Tabela 11: Teores de Zn, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas

Amostra	Teor de Zn (mg/100g)			Média	S	%RSD	$\bar{X} \pm t.s/n^{1/2}$
	1 ^a réplica	2 ^a réplica	3 ^a réplica				
FM	2,08	2,22	2,07	2,12	0,08	0,01	2,12±0,21
FN	3,28	3,13	3,32	3,24	0,10	0,01	3,24±0,24
FB	1,97	2,07	1,93	1,99	0,07	0,05	1,99±0,18
FJ	2,46	2,48	2,49	2,48	0,02	0,0002	2,48±0,04
FV	2,28	2,30	2,31	2,30	0,02	0,0002	2,30±0,04
FP	2,23	2,20	2,24	2,22	0,02	0,0004	2,22±0,05
FA	2,10	2,13	2,15	2,13	0,03	0,0006	2,13±0,06
FS	3,09	3,05	3,23	3,12	0,09	0,0089	3,12±0,23
FF	2,07	2,08	2,07	2,08	0,005	0,00	2,08±0,014

Tabela 12: Teores de Fe, média, desvio padrão, %RSD e intervalos de confiança das amostras analisadas

Amostra	Teor de Fe (mg/100g)			Média	S	%RSD	$\bar{X} \pm t.s/n^{1/2}$
	1ª réplica	2ª réplica	3ª réplica				
FM	8,23	8,62	8,37	8,41	0,20	0,04	8,41±0,49
FN	8,93	8,91	9,18	9,00	0,15	0,022	9,00±0,37
FB	9,60	9,88	9,46	9,65	0,21	0,05	9,65±0,53
FJ	10,67	10,53	10,27	10,49	0,20	0,04	10,49±0,50
FV	9,20	9,07	8,80	9,02	0,20	0,04	9,02±0,51
FP	9,74	10,11	9,87	9,91	0,19	0,03	9,91±0,47
FA	7,34	7,60	7,60	7,51	0,15	0,02	7,51±0,37
FS	8,28	8,15	8,54	8,32	0,20	0,04	8,32±0,49
FF	9,14	9,02	8,77	9,98	0,19	0,035	9,98±0,47

- ❖ Os teores dos minerais determinados nos feijões em estudo obedecem a seguinte ordem Mg>Ca>Fe>Zn;
- ❖ O Ca é elemento essencial na constituição do tecido ósseo, o seu teor varia entre 26,23 mg/100g a 62,89 mg/100g;
- ❖ O Mg é importante no relaxamento muscular é o mineral mais acentuado nos feijões analisados com o teor compreendido no intervalo entre 94,38 mg/100g a 159,01 mg/100g;

- ❖ O teor de Zn é o menos abundante com uma variação entre 1,99 mg/100g a 3,24 mg/100g;
- ❖ O Fe um mineral também essencial à dieta humana, fundamental no desenvolvimento físico, com teor que varia entre 7,51 mg/100g a 10,49 mg/100g;
- ❖ Na determinação de minerais (Ca, Mg, Fe e Zn), por não haver material de referência para a comparação do valor recomendado com o valor obtido experimentalmente, não há nenhum comentário acerca da exactidão do método analítico usado.

9.2. Análise de variância e testes de múltiplas comparações

Assumindo que nas sementes do feijão a composição química é bastante variável de acordo com a variedade, recomenda-se a aplicação do teste de análise de variância (ANOVA) unimodal para saber se existem ou não diferenças significativas entre as variedades. A tabela 13 mostra a tabela ANOVA para as variedades em estudo.

Quando o $F_{cal} > F_{crit}$ existe diferença significativa entre a composição das variedades e se $F_{cal} < F_{crit}$ não existe diferença significativa entre a composição das variedades.

Feita a análise de variância e havendo diferenças significativas entre as variedades é necessário explicar com maior detalhe como estas diferenças se processam. O melhor mecanismo para explicar estas diferenças é aplicar testes de múltiplas comparações e no presente trabalho foi aplicado o teste de Duncan. O teste de Duncan procura as diferenças mínimas significativas impostas pelas comparações de médias mais afastadas.

Os resultados obtidos foram obtidos pelo usando o programa estatístico SGWin_5.1 e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 13 - Anova para os parâmetros determinados

Parâmetro	Fonte de variação	S.Q	gl	M.Q	F	Valor de P
Humidade	Entre grupos	4,81	8	0,60	12,58	0,00
	Dentro de grupos	0,86	18	0,05		
	Total	5,67	26			
Cinzas	Entre grupos	0,85	8	0,11	2,24	0,058
	Dentro de grupos	0,79	18	0,04		
	Total corrigido	1,64	26			
Proteína bruta	Entre grupos	106,79	8	13,35	58,36	0,00
	Dentro de grupos	4,12	18	0,23		
	Total corrigido	110,88	26			
Fósforo	Entre grupos	2547,98	8	318,50	474,93	0,00
	Dentro de grupos	12,07	18	0,67		
	Total corrigido	2560,05	26			
Ca	Entre grupos	3370,44	8	421,31	13931,69	0,00
	Dentro de grupos	0,54	18	0,03		
	Total corrigido	3370,99	26			
Mg	Entre grupos	12807,10	8	1600,88	5437,44	0,00
	Dentro de grupos	5,30	18	0,30		
	Total corrigido	12812,40	26			
Zn	Entre grupos	5,12	8	0,64	175,88	0,00

	Dentro de grupos	0,07	18	0,004		
	Total corrigido	5,19	26			
Fe	Entre grupos	19,42	8	2,43	67,61	0,00
	Dentro de grupos	0,65	18	0,04		
	Total corrigido	20,07	26			

Fcrit ($v_1 = 8$; $v_2 = 18$; 1T) = 4,23

Onde: S.Q – Soma dos Quadrados; gl – graus de liberdade; M.Q – Média dos Quadrados

F – F calculado; P – probabilidade.

A tabela 13 mostra a análise de variância dos elementos em estudo nas quais se pode observar que existem diferenças significativas, fazendo o teste de Duncan para comparação das diferenças encontram-se os resultados mostrados no Anexo 2 (Tabela A2).

A análise de variância mostra que existem diferenças significativas entre as médias nos parâmetros determinados pelo facto de $F_{cal} > F_{crit}$, excepto para as cinzas mostra que as diferenças são insignificativas entre as médias $F_{cal} < F_{crit}$.

No que concerne a humidade o teste de Duncan mostrou que não existem diferenças significativas entre as médias das variedades FM, FP e FS; FB, FJ, FN e FV; FJ, FP e FS; FP, FS e FV; FA, FM e FP; FF e FJ;

Quanto ao teor de proteína bruta o teste de Duncan mostrou que não existem diferenças significativas entre as variedades FB e FF; FP e FB; FS e FJ;

O teste de Duncan mostrou que para o fósforo não existem diferenças significativas entre as variedades FB e FM; FA e FP; FF e FV;

O teste de Duncan mostrou que para o teor de Ca existem diferenças significativas em todas as variedades, e quanto aos outros minerais mostrou que não existem diferenças significativas entre as variedades:

- ❖ FA e FV (Mg);
- ❖ FM e FP; FB e FF; FP e FV; FA, FM, e FP, FF e FM (Zn)
- ❖ FF, FN, e FV; FM e FS; FN e FV; FB e FP (Fe)

10. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

10.1. Conclusões

Determinou-se os teores de humidade, cinzas, proteínas, fósforo e minerais (Ca, Mg, Fe e Zn) em nove amostras de feijões cujos os resultados experimentais do presente trabalho revelam a ocorrência destes parâmetros nas amostras analisadas, tendo-se concluído que:

- ❖ No que concerne a percentagem de proteínas destacou-se o FN ($24,97 \pm 0,88\%$) com maior percentagem seguido de FA ($23,24 \pm 1,13\%$) e com menor percentagem o FV ($18,18 \pm 1,51\%$);
- ❖ Para o P, destacou-se com maior teor o FM ($55,37 \pm 1,66$ mg/Kg), seguido por FB ($54,38 \pm 1,24$ mg/Kg) e tendo-se verificado menor teor no FF ($28,83 \pm 2,51$ mg/Kg);
- ❖ O teor de Ca nos feijões analisados é mais acentuado no FN ($62,99 \pm 0,22$ mg/100g) e menos acentuado no FJ ($26,23 \pm 0,54$ mg/100g);
- ❖ O teor de Mg é superior em FN ($159,01 \pm 1,49$ mg/100g) comparativamente aos restantes feijões analisados e inferior em FV ($94,38 \pm 0,65$ mg/100g);
- ❖ O teor de Zn é mais alto no FN ($3,24 \pm 0,24$ mg/100g) e a seguir deste verificou-se alto teor no FS ($3,12 \pm 0,23$ mg/100g) e baixo teor no FB ($1,99 \pm 0,18$ mg/100g);
- ❖ Quanto ao teor de Fe, notou-se com teores mais elevados o FJ ($10,49 \pm 0,50$ mg/100g) e o FP ($9,91 \pm 0,47$ mg/100g) e com menos o FA ($7,51 \pm 0,37$ mg/100g).

10.2. Recomendações

Com vista a promoção de boa saúde, recomenda-se que a população deve incluir na sua dieta alimentar os feijões da província de Niassa destacados com alto teor proteico e mineral (FN, FM, FB, FJ, FA), mas sem negligenciar o consumo dos outros feijões uma vez que apresentam bons teores, servindo como alternativa da fonte nutricional de origem animal devido ao seu alto custo;

Recomenda-se que sejam determinados os parâmetros em análise neste trabalho usando outros métodos para comparação dos resultados com os obtidos neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Afonso, S.M.E. (2010). *Caracterização Físico-Química e Actividade Antioxidante de Novas Variedades de Feijão (Phaseolus vulgaris L.)*, Dissertação de mestrado, Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança. disponível em <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/4083/1/tese%20feijao.pdf> acessado dia 27 de Setembro de 2012
2. Andrigueto, J.M. (2002). *As Bases e Fundamentos da Nutrição Animal*, editora Nobel, São Paulo, pp 110-117
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (2000). *Official methods of analysis*. 17th edition. Washington, DC, pp 4, 10, 18, 21.
4. Biesek, S., Alves, L. A. e Guerra, I. (2005). *Estratégias de Nutrição e Suplementação no Desporto. Barueri*. 2ª edição. Revisada e Ampliada. Manole Editora. São Paulo. 516 p.
5. Borsi, M.A. (2000). *Nutrição e Dietética Noções Básicas*, 11a edição, Senac editora, São Paulo, pp 11-12
6. Brigide, P. (2002). *Disponibilidade de Ferro em Grãos de Feijão Comun (Phaseolus L.) Irradiados*, Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura da Universidade de São Paulo. Brazil disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-13082002-140756/pt-br.php> acessado dia 28 de Setembro de 2012
7. Buratto, J.S. (2012). *Teores de Minerais e Proteínas em Grãos de Feijão e Estimativas de Paramétros Genéticos*, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.
8. FAO (2013). *State of Food and Agriculture in 2013: Food Systems for Better Nutrition*. Rome: Food and Agriculture Organization.
9. Ferreira, A.C.P. (2002). *Feijão Pré-Cozido Irrradiado com raios gama de Cobalto-60: Uma Alternativa Para o Consumo*, Trabalho de Doutorado, Universidade de São Paulo Centro de Energia Nuclear e Agricultura. Piracicaba, disponível em

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64134/tde-02092010-145110/pt-br.php>
acessado 24 de Julho de 2012

10. Figueiredo, P. (2009). *Introdução à Química Alimentar*. São Paulo.
11. Gava, A. J. (1984). *Princípio de Tecnologia de Alimentos*, editora Nobel, São Paulo. pp. 25, 30, 31; 40-46.
12. Instituto Adolfo Lutz (2004). *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos*, V.1, 4ª edição, São Paulo, pp. 70 - 71
13. Kin, F. D. (1996). *Manual de Estatística Aplicada à Química Analítica*, Departamento de Química, Faculdade de Ciências, UEM, pp. 14 -51.
14. Ministério de Ciência e Tecnologia (2005). Governo de Niassa, Moçambique.
15. MISAU (2011). Inquérito Demográfico de Saúde.
16. Lidon, F.; Silvestre, M.M., (2010) *Princípios de Alimentação e Nutrição Humana*, Escolar editora, Lisboa. pp 619
17. Salvador, C. A. (2011). *Análise da Conjuntura Agropecuária Safra 2011/12 Feijão, Estado do Paraná Secretaria da Agricultura e do Abastecimento: Departamento de Economia Rural, Brazil disponível em: www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/.../feijao_2011_12.pdf acessado 16 de julho de 2013*
18. Sgarbieri, V.C.; Pacheco, M.T.B. (1999). *Alimentos funcionais fisiológicos*. Brazilian journal. Food Technol. Preprint Serie, n.2
19. Skoog, D. e West, D. et al, (2010). *Fundamentos de química analítica*, 8ª edição norte Americana.
20. Thomson. S. e Crouch, W. H. (2006). *Fundamentos de Química Analítica*. 8ª edição. SP-Brasil.

ANEXOS

Anexo A1: Preparação das soluções

A1-1: Mistura de ácido sulfúrico com selénio, solução “stock” para determinação de proteínas

- ❖ Pesou-se 3.5 g de selénio no vidro de relógio;
- ❖ Cuidadosamente introduziu-se 1 L de ácido sulfúrico (97%) concentrado, num becker de 2 L;
- ❖ Transferiu-se o selénio para o becker com ácido sulfúrico concentrado e tapou-se com o vidro de relógio;
- ❖ Dissolveu-se o selénio a quente por volta de 300°C durante 5 horas, a cor preta original do selénio em solução passa pelo azul a amarelo claro;
- ❖ Deixou-se a solução arrefecer.

A1-2: Solução extractora para determinação de proteínas

- ❖ Pesou-se 4,032 g do ácido salicílico em pó no vidro de relógio;
- ❖ Transferiu-se o ácido salicílico para um erlenmeyer e adicionou-se aos poucos 60 mL da mistura do ácido sulfúrico com selénio a solução ficou azul;
- ❖ Dissolveu-se no agitador magnético e a solução tomou novamente a cor amarela.

Nota: Esta solução é estável por um período de 48 horas, normalmente na dissolução do ácido salicílico adiciona-se 150 mL da mistura do ácido sulfúrico com selénio para 50 amostras, e neste caso fez-se uma estimativa e efectuou-se um cálculo para as amostras analisadas tendo em conta que para cada tubo ensaio deve-se adicionar 2,5 mL para extracção

Cálculos:

10.80 g ----- 150 mL

X----- 60 mL

X = 4, 032 g

A1-3: Preparação da solução do hidróxido do sódio 30% para determinação de proteínas

- ❖ Pesou-se 300 g de hidróxido do sódio num becker;
- ❖ Dissolveu-se com água destilada, no becker e foi transferido para um balão de 1000 mL.
- ❖ Esta dissociação foi feita no nicho uma vez que o hidróxido do sódio é tóxico, a reacção é exotérmica.

A1-4: Molibdato de amónio + 1% de ácido sulfúrico para determinação de P

- ❖ Pesou-se de 22 g de molibdato de amónio $[(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, no erlenmeyer previamente tarado de 2 L;
- ❖ Adicionou-se cerca de 500 mL de água destilada;
- ❖ Aqueceu-se a solução até clarear e deixou-se arrefecer;
- ❖ Adicionou-se novamente água destilada;
- ❖ Adicionou-se 250 mL de ácido sulfúrico concentrado;
- ❖ Perfez-se o volume com água destilada.
- ❖ A solução deve ser conservada num recipiente de polietileno e castanho, caso permaneça um precipitado deve - se filtrar a solução.

A1-5: Mistura de coloração para determinação de P

- ❖ Pesou-se 0,074 g do tartarato duplo de amónio e potássio $(\text{KNH}_4\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6\cdot 0,5\text{H}_2\text{O})$;
- ❖ Pesou-se 2,87 g de ácido ascórbico no vidro de relógio;
- ❖ Os compostos pesados nos itens acima foram transferidos para um balão de 1000 mL;
- ❖ Adicionou-se 500 mL de água destilada;
- ❖ Agitou-se a mistura com um agitador magnético até dissolver completamente;
- ❖ Adicionou-se 300mL de solução de molibdato de amónio + 1% de ácido sulfúrico (reagente);

- ❖ Misturou-se bem (algumas vezes a cor ficava ligeiramente amarela);
- ❖ Perfez-se o volume com água destilada;
- ❖ Transferiu-se a solução para uma garrafa castanha.

Esta solução deve ser usada dentro de 24 horas, mas pode-se guardar por uma noite no refrigerador.

ANEXO 2 - Análise das diferenças entre as médias com um intervalo de confiança de 95%

Tabela A2 – Comparação das variedades resultante do teste de Duncan para os parâmetros determinados

Humidade			Proteína bruta	
Amostras	Difere	Não difere	Difere	Não difere
FM	FN, FV, FA	FP, FS	FJ, FP, FS	-----
FN	FP, FS, FV	-----	FB, FF, FM, FJ	-----
FB	FF, FM, FP, FS	FJ, FN, FV	FM, FJ	FF
FJ	FN, FM, FV	FP, FS	FN, FV, FN, FB	-----
FV	FS, FN, FF	-----	FN, FB, FF, FM, FJ	-----
FP	FB, FF, FN	FS, FV	FS, FV, FN, FN, FM, FJ	FB
FA	FB, FF, FJ, FN, FS	FM, FP	FP, FS, FV, FN, FB, FF	-----
FS	FA, FB, FV	-----	FV, FN, FB, FF, FM	FJ
FF	FJ, FM, FP, FS, FV	FJ	FM, FJ	-----
P			Ca	
Amostras	Difere	Não difere	Difere	Não difere

FM	FN, FP, FS, FV	-----	FN, FP, FS, FV	-----
FN	FP, FS, FV	-----	FP, FS, FV	-----
FB	FP, FJ, FN, FP, FS	FM	FV, FF, FJ, FM, FN, FP, FS	-----
FJ	FM, FN, FP, FS, FV	-----	FM, FN, FP, FP, FS, FV	-----
FV	FA, FN, FS	-----	FM, FN, FB	-----
FP	FS, FV	-----	FS, FV	-----
FA	FB, FF, FJ, FM, FN	FP	FB, FF, FJ, FV, FM, FN, FP	-----
FS	FV, FN	-----	FV, FA	-----
FF	FJ, FN, FM, FP, FS	FV	FJ, FM, FN, FP, FS, FV	-----
Mg			Zn	
Amostras	Difere	Não difere	Difere	Não difere
FM	FN, FP, FS, FV	-----	FN, FS, FV	FP
FN	FP, FS, FV	-----	FP, FS, FV	-----
FB	FV, FF, FJ, FM, FP, FS	-----	FJ, FM, FN, FP, FS, FV	FF
FJ	FM, FN, FP, FS, FV	-----	FM, FN, FP, FV, FS	-----
FV	FJ, FN, FM, FS	-----	FS, FM, FF	-----
FP	FS, FV	-----	FS, FB, FN	FV
FA	FB, FF, FJ, FM, FN, FP, FS	FV	FB, FF, FJ, FN, FV	FM, FP
FS	FV, FF, FJ	-----	FV, FP, FB, FM	-----

FF	FJ, FM, FN, FP, FS, FV	-----	FJ, FN, FP, FS, FV	FM
Fe				
Amostras	Difere		Não difere	
FM	FN, FP, FV		FS	
FN	FP, FS		FV	
FB	FF, FJ, FM, FN, FS, FV		FP	
FJ	FM, FN, FP, FS, FV		-----	
FV	FS, FN, FA		-----	
FP	FS, FV		-----	
FA	FB, FF, FJ, FM, FN, FP, FS, FV		-----	
FS	FV, FA, FJ		-----	
FF	FJ, FM, FP, FS		FN, FV	

Anexo A3: Resumo de preparação de soluções-padrão

Tabela a3-1: Resumo de preparação das soluções-padrão de Fe e Zn

Fe					Zn				
Padrão	V _{tom da sol. int} 50 PPm (mL)	C _{padrão} (ppm)	V _{HCl} (mL)	V _{final} (mL)	Padrão	V _{tom. da sol.} int. 5PPm (mL)	C _{padrão} (ppm)	V _{HCl} (mL)	V _{final} (mL)
S ₀	0	0	1,25	50	S ₀	0	0	1,25	50
S ₁	1,0	1,0	1,25	50	S ₁	1,0	0,1	1,25	50
S ₂	1,5	1,5	1,25	50	S ₂	3,0	0,3	1,25	50
S ₃	2,0	2,0	1,25	50	S ₃	5,0	0,5	1,25	50

Tabela a3-2: Resumo de preparação das soluções-padrão de Ca e Mg

Ca						Mg					
Padrão	V _{tom da sol. int} 50 PPm (mL)	C _{padrão} (ppm)	V _{La} (mL)	V _{HCl} (mL)	V _{final} (mL)	Padrão	V _{tom. da sol.} int. 50PPm (mL)	C _{padrão} (ppm)	V _{La} (mL)	V _{HCl} (mL)	V _{final} (mL)
S ₀	0	0	5	1,25	50	S ₀	0	0	5	1,25	50
S ₁	5	0,5	5	1,25	50	S ₁	1,0	1,0	5	1,25	50
S ₂	10	1,0	5	1,25	50	S ₂	1,5	1,5	5	1,25	50
S ₃	15	1,5	5	1,25	50	S ₃	2,0	2,5	5	1,25	50

Anexo 4: Resultados das leituras das absorvâncias das soluções-padrão e concentrações das amostras

Tabela a4-1: Resultados das leituras de soluções-padrão de P

Padrão	Concentração (ppm)	Absorvância X
S ₀	0,0	0
S ₁	1,0	66

S ₂	2,0	150
S ₃	3,0	236
S ₄	4,0	315
S ₅	5,0	405

Tabela a4-2: Resultados das leituras de concentrações de Ca

Cálcio		
Soluções	Conc (ppm)	Abs
S ₀	0	0
S ₁	0,5	0,0386
S ₂	1,0	0,0698
S ₃	1,5	0,1109

Tabela a4-3: Resultados das absorvâncias de Ca e respectivas concentrações

Amostra	Abs			Conc (ppm)		
	1 ^a réplica	2 ^a réplica	3 ^a réplica	1 ^a réplica	2 ^a réplica	3 ^a réplica
FM	0,0485	0,0487	0,0489	0,6736	0,6734	0,6791
FN	0,0679	0,0680	0,0682	0,9431	0,9444	0,9472
FB	0,0556	0,0559	0,0554	0,7722	0,7763	0,7694
FJ	0,0281	0,0286	0,0283	0,3903	0,3972	0,3930
FV	0,0364	0,0362	0,0365	0,5056	0,5028	0,5069
FP	0,0372	0,0375	0,0375	0,5167	0,5208	0,5208

FA	0,0429	0,0427	0,0431	0,5958	0,5931	0,5986
FS	0,0550	0,0552	0,0551	0,7639	0,7667	0,7653
FF	0,0332	0,0334	0,0331	0,4611	0,4638	0,4597

Tabela a4-4: Resultados das leituras de concentrações de Mg

Magnésio		
Soluções	Conc (ppm)	Abs
S ₀	0	0,0026
S ₁	1,0	0,2461
S ₂	1,5	0,5982
S ₃	2,5	0,9816

Tabela a4-5: Resultados das absorvâncias de Mg e respectivas concentrações

Amostra	Abs			Conc (ppm)		
	1 ^a réplica	2 ^a réplica	3 ^a réplica	1 ^a réplica	2 ^a réplica	3 ^a réplica
FM	0,7479	0,7491	0,7499	1,883	1,886	1,888
FN	0,9412	0,9401	0,9365	2,396	2,388	2,383
FB	0,7630	0,7666	0,7618	1,923	1,932	1,920
FJ	0,8595	0,8694	0,8571	2,179	2,205	2,173
FV	0,5724	0,5708	0,5736	1,417	1,413	1,420
FP	0,6300	0,6348	0,6355	1,570	1,583	1,585

FA	0,5748	0,5736	0,5712	1,424	1,421	1,414
FS	0,7265	0,7257	0,7269	1,826	1,824	1,827
FF	0,5994	0,5947	0,5935	1,489	1,477	1,473

Tabela a4-6: Resultados das leituras de concentrações de Fe

Ferro		
Soluções	Conc (ppm)	Abs
S ₀	0	0,0012
S ₁	1,0	0,0164
S ₂	1,5	0,0244
S ₃	2,0	0,0324

Tabela a4-7: Resultados das absorvâncias de Fe e respectivas concentrações

Amostra	Abs			Conc (ppm)		
	1 ^a réplica	2 ^a réplica	3 ^a réplica	1 ^a réplica	2 ^a réplica	3 ^a réplica
FM	0,0072	0,0075	0,0073	0,4133	0,4333	0,4200
FN	0,0077	0,0077	0,0079	0,4466	0,4466	0,4600
FB	0,0082	0,0084	0,0081	0,4800	0,4933	0,4733
FJ	0,0090	0,0089	0,0087	0,5333	0,5266	0,5133
FV	0,0079	0,0078	0,0076	0,4600	0,4533	0,4400
FP	0,0083	0,0086	0,0084	0,4866	0,5066	0,4933

FA	0,0065	0,0067	0,0067	0,3667	0,3800	0,3800
FS	0,0072	0,0071	0,0074	0,4133	0,4066	0,4266
FF	0,0079	0,0078	0,0076	0,4600	0,4533	0,4400

Tabela a4-8: Resultados das leituras de concentrações de Zn

Zinco		
Soluções	Conc (ppm)	Abs
S ₀	0	0,0050
S ₁	0,1	0,0850
S ₂	0,3	0,2594
S ₃	0,5	0,4246

Tabela a4-9: Resultados das absorvâncias de Zn e respectivas concentrações

Amostra	Abs			Conc (ppm)		
	1 ^a réplica	2 ^a réplica	3 ^a réplica	1 ^a réplica	2 ^a réplica	3 ^a réplica
FM	0,0912	0,0973	0,0964	0,1046	0,1118	0,1108
FN	0,1415	0,1347	0,1433	0,1643	0,1562	0,1664
FB	0,0861	0,0904	0,0845	0,0986	0,1036	0,0966
FJ	0,1069	0,1077	0,1083	0,1233	0,1242	0,1249
FV	0,0989	0,1002	0,1005	0,1138	0,1153	0,1156
FP	0,0972	0,0959	0,0976	0,1117	0,1102	0,1122

FA	0,0933	0,0929	0,0936	0,1071	0,1066	0,1074
FS	0,1331	0,1314	0,1390	0,1543	0,1523	0,1613
FF	0,0908	0,0909	0,0904	0,1042	0,1043	0,1038

Anexo 5: Peso das amostras pesadas em 3 replicato

Amostra	Peso (g)		
FM	0,5024	0,5027	0,5019
FN	0,5002	0,5010	0,5012
FB	0,5000	0,4999	0,5001
FJ	0,4997	0,5002	0,5000
FV	0,4998	0,4999	0,5001
FP	0,4997	0,5012	0,5000
FA	0,4996	0,4999	0,5000
FS	0,4989	0,4991	0,4995
FF	0,5030	0,5025	0,5018

Anexos 6: Curvas de calibração

Figura a6-1: Curva de calibração de Ca

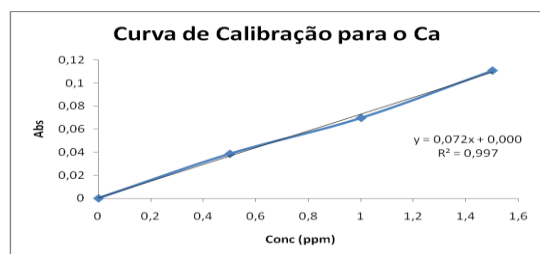


Figura a6-2: Curva de calibração de Zn

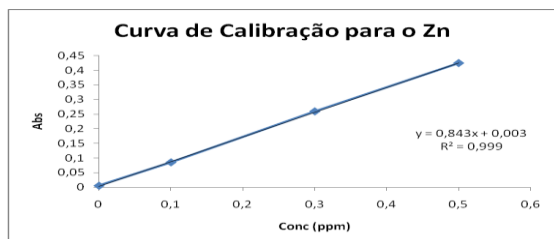


Figura a6-3: Curva de calibração de Fe

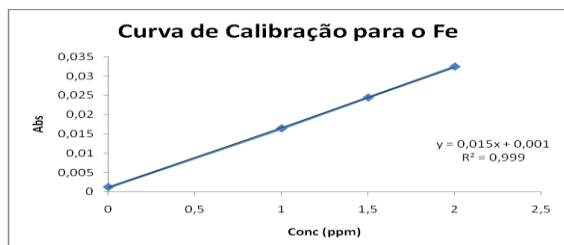


Figura a6-4: curva de calibração de P

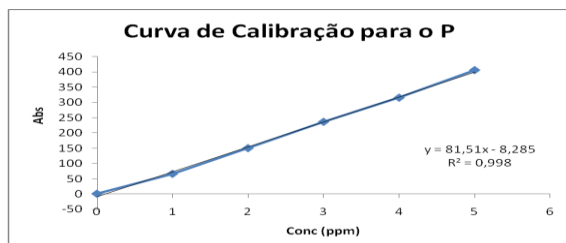


Figura a6-5: Curva de calibração de Mg

