



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**TRABALHO DE LICENCIATURA**

**ANÁLISE DE PROTEÍNAS E FÓSFORO EM CEREAIS E  
LEGUMINOSAS DAS PROVÍNCIAS DE MAPUTO,  
INHAMBANE E ZAMBÉZIA**



**Autor:** Flávio Artur Safo Chicumule

Maputo, Dezembro de 2012



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
TRABALHO DE LICENCIATURA

**ANÁLISE DE PROTEÍNAS E FÓSFORO EM CEREAIS E  
LEGUMINOSAS DAS PROVÍNCIAS DE MAPUTO,  
INHAMBANE E ZAMBÉZIA**



**Autor:** Flávio Artur Safo Chicumule  
**Supervisora:** dra. Aida Massango  
**Co-Supervisor:** dr. Francisco Maleiane

Maputo, Dezembro de 2012

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais Eduardo Chicumule e Marra Gange que sempre me incentivaram e me ensinaram que a educação é a ferramenta capaz de transformar.

Aos meus irmãos, Vuna, Otília, Joaquina e Assucena, pelo companheirismo, ajuda e amor incondicional.

Aos meus avós Artur Ganje e Carlota Vilanculos pelo afecto e carinho.

Aos meus queridos tios, especialmente os tios Pedro, Venâncio, Nelson, Esperança, Sara e Joaquina, que sempre acreditam em mim.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a DEUS por me ter amparado e iluminado o meu caminho.

Á Prof.<sup>a</sup> Aida Massango (U.E.M), pela supervisão e por ter facultado dados e fontes de informação na realização deste trabalho, e pela generosidade e paciência que palavras me faltam para dizer o meu muito obrigado.

Ao dr. Francisco Maleiane pela paciência durante a co-supervisão do trabalho.

Á mana Poly, pelo apoio moral, durante o meu percurso estudantil.

Aos meus primos Fernando, Saraiva, Rita, Arlindo, Luis, Daniel, Elson, e ao meu sobrinho Sérgio, pelo apoio moral, durante o meu percurso estudantil.

Aos meus colegas e amigos Dias, Betinho, Sevene, Satar, Amosse, Muanido, Meliza, Mucanze, Fijamo, Fânia, Condoeira e Nhamue, pelo companheirismo.

Aos funcionários da UEM (departamento de química), pela paciência durante a minha formação

Aos funcionários da IIAM (laboratório de solos), pela paciência e atenção.

E a todos aqueles não mencionados que estão no meu coração.

### **Declaração sob palavra de honra**

O presente Trabalho de Licenciatura foi elaborado por mim, com base nos recursos a que se faz referência ao longo do texto.

Maputo, Dezembro 2012

O Autor

---

(Flávio Artur Safo Chicumule)

*“Tudo aquilo que você desejar vividamente imaginar, ardentemente desejar, sinceramente acreditar e, sobre o qual, entusiasticamente agir, inevitavelmente acontecerá”*

***William Shakespeare***

## Glossário de Abreviaturas e Acrónimos

Abs.	Absorvância
C	Concentração do anólito
CIDE	Centro de Investigação e Desenvolvimento Etno-Botânico
Conc.	Concentração
<i>e</i>	Precisão da balança analítica
F. diluição	Factor de diluição
NT	Nitrogénio Total
H <sub>a</sub>	Hipótese alternativa
H <sub>o</sub>	Hipótese nula
IC	Intervalo de confiança a 95% e Probabilidade de 0.05
M	Massa
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
% RSD	Percentagem do desvio padrão relativo
<i>s</i>	Desvio padrão
<i>t</i>	<i>t</i> de “student”
$\bar{x}$	Média dos teores experimentais de uma amostra
$\lambda$	Comprimento de onda (nm)
UV	Ultravioleta
PM	Província de Maputo
PI	Província de Inhambane
PZ	Província de Zambézia
RSA	República da África de Sul

## Resumo

No presente trabalho determinou-se os teores de fósforo e proteínas em amostras de leguminosas e cereais cultivados nas províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia. No entanto, a determinação de fósforo foi por espectrofotometria na região de Ultravioleta e Visível e as proteínas foram determinadas pelo método de Kjeldahl. A precisão dos métodos foi boa com %RSD variando de 0,00 a 16.82%.

Na determinação de teores de proteínas, os teores obtidos foram: no milho (8.75%-PM, 9,70%-PI), feijão nhemba (20.3%-PM, 24,2%-PZ, 20.7%-PI), mapira (9.43%-PZ, 9.40%-PI), mexoeira (11.3%-PI), feijão bóer (20.1%-PZ), arroz (8,34%-PM, 11,7%-PZ), feijão jugo (17.6%-PM, 17,5%-PZ, 16.9%-PI), amendoim (27.8%-PM, 27,8%-PZ, 25,9%-PI).

Na determinação de teores de fósforo, os teores obtidos foram : no milho (0,18%-PM, 0.40%-PI), feijão nhemba (0,23%-PM, 0,28%-PZ, 0.28%-PI), mapira (0,23%-PZ, 0,26%-PI), mexoeira (0,28%-PI), feijão bóer (0,26%-PZ), arroz (0,22%-PM, 0,12%-PZ), feijão jugo (0,18%-PM, 0,21%-PZ, 0,26%-PI), amendoim (0,25%-PM, 0,22%-PZ, 0.30%-PI).



## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJECTIVOS DO TRABALHO.....	3
2.1.Objectivo Geral.....	3
2.2.Objectivos Específicos .....	3
3. METODOLOGIA DO TRABALHO .....	4
3.1.Pesquisa Bibliográfica .....	4
3.2.Parte Experimental .....	4
A parte experimental obedeceu às seguintes etapas: .....	4
3.3.Tratamento dos Resultados.....	4
3.4.Elaboração do Relatório Final .....	4
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
4.1. Enquadramento Geográfico, Clima, Hidrografia, Relevo e Solos das Zonas em Estudo	
4.1.1. Província de Inhambane .....	5
4.1.2. Província da Zambézia .....	5
4.1.3. Província de Maputo.....	6
4.2. Agricultura.....	8
4.3. Cereais e Leguminosas .....	8
4.3.1.Cereais .....	8
4.3.2. Leguminosas .....	11
4.3.3.Diferenças Entre Cereais e Leguminosas .....	13
5. MÉTODOS DE ANÁLISE .....	14
5.1. Método Químico Usado na Determinação de Proteínas.....	14
5.1.1.Princípio do Método .....	14
O método de Kjeldahl têm seguintes etapas:.....	14
5.1.2.Vantagens e Desvantagens do Método de Kjeldahl .....	16
5.2. Método usado na Determinação de Fósforo .....	17
5.2.1. Espectrofotometria de UV-Visível .....	17

5.2.2. Princípios do Método Espectrofotometria de UV-Visível .....	17
5.2.3. A Lei Básica do Método.....	17
5.2.4. Desvio da lei de Lambert e Beer .....	18
6. PARTE EXPERIMENTAL.....	19
6.1. Materiais, Reagentes e Equipamentos .....	19
6.2. Lavagem do Material.....	20
6.3. Colheita das Amostras .....	20
6.4. Pré-Tratamento das Amostras .....	21
6.5. Determinação de Proteínas e Fósforo .....	21
6.5.1. Preparação de Soluções Usadas na Digestão.....	21
6.5.3. Determinação de Proteínas .....	21
6.5.4. Determinação de fósforo Total por UV-VIS .....	23
7. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	25
7.1. Determinação de Proteínas pelo Método de Kjeldahl .....	25
7.2. Determinação de Fósforo por UV-Visível.....	26
8. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS RESULTADOS .....	30
8.1. Determinação de Proteínas .....	30
8.2. Determinação de Fósforo.....	31
9. DISCUSSÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	33
9.1. Determinação de Proteínas .....	33
9.2. Determinação de Fósforo.....	33
10. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	34
10.1. CONCLUSÕES .....	34
10.2. RECOMENDAÇÕES.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35

## Índice de anexos

TABELA 1: MASSAS DE AMOSTRAS DE PM.....	II
TABELA 2: MASSAS DE AMOSTRA DA PZ.....	II
TABELA 3: MASSA DE AMOSTRA DA PI.....	III
TABELA 4: TESTE Q DE DIXON DE TEORES DE PROTEÍNAS DE AMOSTRAS DE PM..	VIII
TABELA 5: TESTE Q DE DIXON DE TEORES DE PROTEÍNAS DE AMOSTRAS DE PZ .....	VIII
TABELA 6: TESTE Q DE DIXON DE TEORES DE PROTEÍNAS DE AMOSTRAS DA PI .....	IX
TABELA 7: TESTE Q DE DIXON DE TEORES DE FÓSFOROS DE AMOSTRAS DE PM .....	IX
TABELA 8: TESTE Q DE DIXON DE TEORES DE FÓSFORO DE AMOSTRAS DA PZ .....	IX
TABELA 9: TESTE Q DE DIXON DE TEORES DE FÓSFORO DE AMOSTRAS DA PI .....	X

## Índice de Tabelas

TABELA 1: VOLUMES DE HCL, NT E TEOR DE PROTEÍNA BRUTA DOS CEREAIS E LEGUMINOSAS DA PM.....	25
TABELA 2: VOLUMES DE HCL, NT E TEOR DE PROTEÍNA BRUTA DOS CEREAIS E LEGUMINOSAS DA PZ.....	26
TABELA 3: VOLUMES DE HCL, NT E TEOR DE PROTEÍNA BRUTA DOS CEREAIS E LEGUMINOSAS DA PI.....	26
TABELA 4: ABSORVÂNCIAS DE PADRÃO DE CURVA DE CALIBRAÇÃO DE FÓSFORO	27
FIGURA 7: CURVA DE CALIBRAÇÃO NORMAL.....	27
TABELA 5: RESULTADOS DAS ABSORVÂNCIAS, CONCENTRAÇÕES E TEOR DE FÓSFORO EM CEREAIS E LEGUMINOSAS DA PM.....	28
TABELA 6: RESULTADOS DAS ABSORVÂNCIAS, CONCENTRAÇÕES E TEOR DE FÓSFORO EM CEREAIS E LEGUMINOSAS DA PZ.....	28
TABELA 8: TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE TEORES DE PROTEÍNAS DA PM	30
TABELA 9: TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE TEORES DE PROTEÍNA DA PZ ..	30
TABELA 10:TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE TEORES DE PROTEÍNA DA PI...	31
TABELA 11:TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE TEORES FÓSFORO DA PM .....	31
TABELA 12: TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE TEORES DE FÓSFORO DA PZ ..	32
TABELA 13: TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE TEORES DE FÓSFORO DA PI ...	32

## Índice de Figuras

FIGURA 1: MAPA DA LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS ZONAS EM ESTUDO..	7
FIGURA 2: ILUSTRAÇÃO DE CEREAIS .....	9
FIGURA 3: ILUSTRAÇÃO DE LEGUMINOSAS .....	11
FIGURA 4: DIGESTOR .....	14
FIGURA 5: DESTILADOR .....	15
FIGURA 6: ILUSTRAÇÃO DE COLHEITA DAS AMOSTRAS E ALGUMAS AMOSTRAS COLHIDAS .....	20
FIGURA 7: CURVA DE CALIBRAÇÃO NORMAL.....	27

## 1. INTRODUÇÃO

Em Moçambique, há deficiência no consumo de proteínas e fósforos de origem animal. Porém há uma necessidade de avaliação de proteínas e fósforos de origem vegetal, visando a suplementação na dieta alimentar da população, em especial para população mais carente, uma vez que a desnutrição ainda é um grave problema em Moçambique.

Os cereais formam uma combinação perfeita com leguminosas, juntos proporcionam todos aminoácidos essenciais (proteínas) e macrominerais (ferro, cálcio e fósforo)<sup>[2]</sup>.

Os cereais são produzidos no mundo em maiores quantidades do que as leguminosas, e são os que mais fornecem calorias ao ser humano devido ao seu elevado teor de amido. As leguminosas são fonte de proteína vegetal por excelência, e vagens ricas em fibras dietéticas<sup>[2], [7]</sup>.

As proteínas funcionam como catalisadores nas reacções químicas, que se dão nos organismos vivos, nas reacções imunológicas e, juntamente com os ácidos nucleicos, são indispensáveis nos fenómenos de crescimento e reprodução<sup>[26]</sup>.

O fitato é a principal forma de fósforo nos grãos de cereais e leguminosas, a Sua presença tem efeitos benéficos podendo actuar como anti-oxidante e anti-carcinogénico. A deficiência de fósforo, apesar de não ser frequente, provoca anormalidades neuromusculares, esqueléticas, hematológicas e renais. Isso porque as principais funções do fósforo relacionam-se com a mineralização óssea e dos dentes, pois, aproximadamente, 90% deste mineral, presente no organismo humano, encontram-se nos ossos<sup>[21], [22], [23], [24], [25]</sup>.

O presente trabalho é um projecto de plano económico social do ministério de ciência e tecnologia sob orientação da CIDE (centro de investigação e desenvolvimento etno-botânico) em parceria com o departamento de química, cujo objectivo é determinar proteínas e fósforo em alimentos cultivados e colectados pelas comunidades de Moçambique, bem como criar uma tabela com informação nutricional de alimentos que poderá ser usada em estudos futuros. As informações de uma tabela de composição de alimentos são pilares básicos para educação nutricional, porque a partir delas a saúde

pública pode estabelecer metas nutricionais e guias alimentares que conduzirão o país a uma dieta mais saudável.

## **2. OBJECTIVOS DO TRABALHO**

### **2.1. Objectivo Geral**

- ❖ Determinação de proteínas e fósforo em cereais e leguminosas, proveniente das províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia.

### **2.2. Objectivos Específicos**

- ❖ Determinar o teor de proteínas do milho, feijão nhemba, mapira, mexoeira, feijão bôer , arroz, feijão jugo, amendoim, pelo método de Kjeldahl;
- ❖ Determinar o teor de fósforo do milho, feijão nhemba, mapira, mexoeira, feijão bôer, arroz, feijão jugo, amendoim, por espectrofotometria de UV-visível;
- ❖ Comparar o grau protéico e de fósforo dos cereais e leguminosas em estudo a partir dos resultados obtidos.



### **3. METODOLOGIA DO TRABALHO**

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

#### **3.1. Pesquisa Bibliográfica**

A pesquisa bibliográfica consistiu na recolha de informações em várias fontes, tais como internet, trabalhos de licenciatura, livros de química analítica, artigos e revistas sobre enquadramento geográfica das províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia, composição química dos cereais e leguminosas, métodos de digestão das amostras, princípios de funcionamento dos aparelhos usados para análises.

#### **3.2. Parte Experimental**

A parte experimental obedeceu às seguintes etapas:

- ❖ Recolha e Conservação das amostras;
- ❖ Trituração das amostras;
- ❖ Preparação das condições laboratoriais e lavagem do material;
- ❖ Preparação das soluções;
- ❖ Digestão e destilação das amostras;
- ❖ Titulação das amostras;
- ❖ Calibração dos aparelhos e leituras dos sinais analíticos.

#### **3.3. Tratamento dos Resultados**

No tratamento dos resultados a sequência foi a seguinte:

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

#### **3.4. Elaboração do Relatório Final**

O relatório foi elaborado em função do que foi feito na pesquisa bibliográfica, na parte experimental e no tratamento dos resultados.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1. Enquadramento Geográfico, Clima, Hidrografia, Relevo e Solos das Zonas em Estudo**

#### **4.1.1. Província de Inhambane**

A Província de Inhambane localiza-se no sul do País e possui uma superfície de 68.615 km<sup>2</sup>. Esta província limitada ao norte pelas Províncias de Manica e Sofala, ao sul pelo Oceano Índico, a oeste pela Província de Gaza e a este pelo Oceano Índico. A província de Inhambane é composta por 12 distritos, que são: Funhalouro, Govuro, Homoíne, Inharrime, Inhassoro, Jangamo, Mabote, Massinga, Morrumbene Panda, Vilankulos e Zavala <sup>[3]</sup>.

Na província de Inhambane ocorre predominantemente o clima tropical seco no interior, e húmido á medida que se caminha para a costa com duas estações: quente e chuvosa. A zona do litoral tem solos acidentados e premiáveis para agricultura e pecuária. A zona do interior apresenta solos franco-arenosos e areno-argilosos <sup>[17][15]</sup>.

#### **4.1.2. Província da Zambézia**

A província da Zambézia localiza-se no centro do país, tem uma área de 103 127 km<sup>2</sup>. A Zambézia é limitada ao norte pelas províncias de Nampula e Niassa, a leste pelo Canal de Moçambique, ao sul pela província de Sofala e a oeste pela província de Tete e pelo Malawi. A província é composta por seguintes distritos: Alto Molócue, Chinde, Gilé, Gurué, Ile, Inhassunge, Lugela, Maganja da Costa, Milange, Mocuba, Mopeia, Morrumbala, Namacurra, Namarroi, Nicoadala, Pebane <sup>[3]</sup>.

Na província da Zambézia ocorrem os seguintes tipos de climas: húmido, sub-húmido, tropical chuvoso de savana <sup>[1][15][17]</sup>.

A norte ocorrem cerca de 4 unidades fisiográficas nomeadamente áreas montanhosas, planícies dissecadas, também constituídas por áreas fortemente dissecadas que resultam da degradação da planície original. No sul a zona faz parte de uma região ecológica e sócio-económica importante do delta do rio Zambeze. A região é caracterizada por uma extensa planície com alvíonares dos rios, extensos pântanos, pradarias e depressões hidromórficas . A sudeste o relevo é bastante irregular com cotas superiores a 2000m, sendo o cume do monte Chipirone com 2054m. O centro é dominado pela

planície sedimentar de cobertura arenosa na faixa costeira e pelos sedimentos consolidados do soco Pré-câmbrico no interior <sup>[1][15][17] [21]</sup>.

#### **4.1.3. Província de Maputo**

A província de Maputo localiza-se no sul do país, a sua capital é a cidade da Matola, situada a 10 km a oeste da cidade de Maputo. Com uma área de 22 693 km<sup>2</sup>, esta província está dividida em 7 distritos e possui desde 2008, 3 municípios: Matola, Manhiça e Namaacha. A província de Maputo está dividida em 7 distritos, que são: Boane, Magude, Manhiça, Marracuene, Matutuíne, Moamba, Namaacha <sup>[3]</sup>.

Na província da Maputo ocorrem os seguintes tipos de climas: tropical seco, sub-tropical, tropical húmido e sub-húmido <sup>[1][17]</sup>.

Na zona norte, a província tem áreas planas com cotas inferiores a 100m ou oscilando entre 100m e 200m. As formações de solos argilosos vermelhos e com boa fertilidade são frequentes sendo intercalado com solos franco-argiloso-arenosos acastanhados de fertilidade boa e intermédia. Ao longo da fronteira com a RSA predominam solos delgados poucos profundos, rochosos e não aptos para agricultura. Na mesma zona possui formações extrusivas sedimentares (iniciada na Suazilândia). Na mesma zona existem conglomerados e calcários que chegam a atingir 20m de espessura. Na zona sul, a geomorfologia da região é caracterizada pela prevalência da planície litoral. Os solos da região são arenosos que se caracterizam pela fraca capacidade de retenção da água e conseqüentemente uma elevada taxa de infiltração ao longo dos principais vales fluviais. Ocorrem solos aluvionares com elevada concentração de argila, o que determina uma significativa capacidade de retenção de água <sup>[15][17] [21]</sup>.

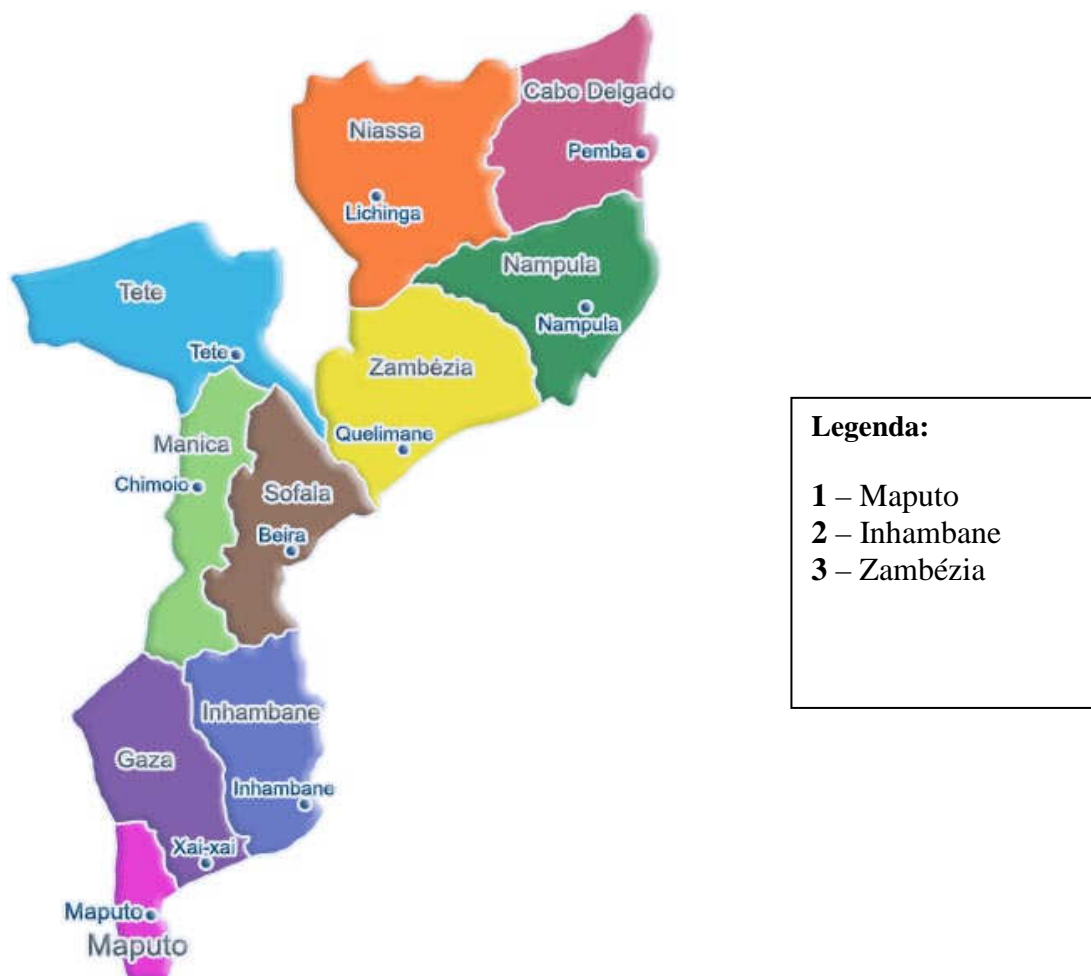


Figura 1: Mapa da localização geográfica das zonas em estudo  
(Fonte: [paginaglobal.blogspot.com](http://paginaglobal.blogspot.com))

## **4.2. Agricultura**

Nas províncias da Zambézia, Maputo e Inhambane, a agricultura é praticada em regime de consociação de culturas com base em variedades locais, a maioria com recurso a enxada, e em algumas regiões, com recurso á tracção animal e tractores. A produção agrícola é feita predominantemente em condições de sequeiro, nem sempre bem-sucedida, uma vez que o risco de perda de colheitas é alto, dada a baixa capacidade de armazenamento de humidade no solo durante o período de crescimento das culturas. O regadio é mais comum no sector privado e associações de sector familiar. Na Zambézia, a metade das áreas que estão sendo aproveitadas estão ocupadas com culturas de rendimento, o coqueiro e o cajueiro. Á província de Inhambane por possuir solos areno-argilosos e uma precipitação variável, tem potencial para a produção de arroz, milho, mapira, hortícolas, mandioca, amendoim e feijões <sup>[15]</sup>.

O maior potencial agrário das zonas em estudo não é ainda devidamente explorado. A situação actual da agricultura nas zonas em estudo é caracterizada por <sup>[15]</sup>:

- ❖ Baixo uso de tecnologias melhoradas, incluindo sementes fertilizantes e pesticidas;
- ❖ Desigualdades no acesso e utilização da terra;
- ❖ Fraca concentração de infra-estruturas de rega nas zonas prioritárias;
- ❖ Fraco acesso aos mercados de insumos e factores;
- ❖ Fraco apoio financeiro aos produtores;
- ❖ Dispersão geográfica das zonas de produção de acordo com as zonas agro-ecológicas;
- ❖ Baixos volumes de produção por individuo, o que requer uma função de acumulação que pode ser aproveitada através das associações de produtores.

## **4.3. Cereais e Leguminosas**

### **4.3.1. Cereais**

Cereais são as plantas cultivadas por seus grãos (do tipo cariopse) comestíveis, que são na maior parte gramíneas, compondo uma família com mais de 6 mil espécies<sup>[2]</sup>.

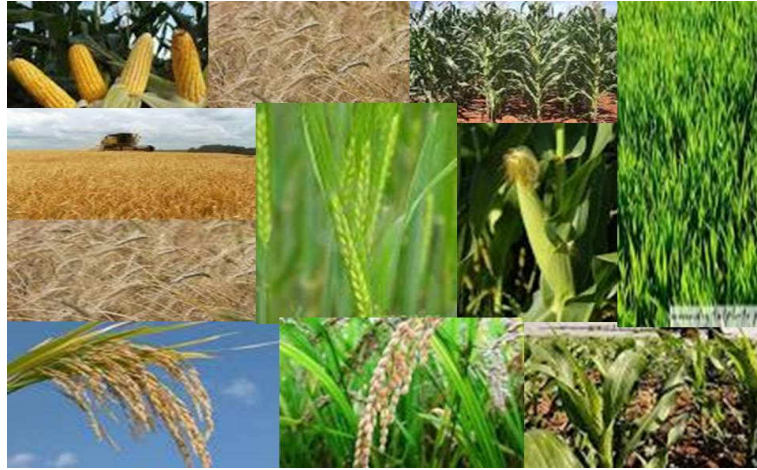


figura 2: ilustração de cereais(*fonte: <http://pt.dreamstime.com/leguminosas-e-cereais>*)

Em alguns países em desenvolvimento, os cereais integrais ou semi-industrializados constituem praticamente a dieta inteira da população, enquanto nos países desenvolvidos, o consumo de cereal é substancialmente via alimentos processados. Embora cada espécie tenha as suas peculiaridades, o cultivo de todos os cereais é similar. São plantas anuais; em consequência, um plantio rende somente uma colheita.

Trigo, centeio, triticale, aveia e cevada são os cereais de estação fria, normalmente colhidos na primavera-verão. São plantas rústicas que crescem bem em clima moderado e crescem mal em clima quente (aproximadamente 30°C), mas isso varia dependendo da espécie e variedade.<sup>[2]</sup>

O milho, milheto e sorgo (mapira) são mais delicados e preferem clima quente. Os cereais de estação quente são cultivados em planícies baixas tropicais ao longo de todo o ano e em climas temperados<sup>[2]</sup>.

O trigo é o mais popular dos cereais, que mesmo sendo de estação fria, pode ser cultivado nos trópicos, mas apenas nos planaltos frescos, onde é possível cultivar safras múltiplas num ano<sup>[2]</sup>.

Para o consumo normal, os grãos dos cereais passam primeiramente por beneficiamentos (industrialização) sendo descascados e polidos (como o arroz), quebrados (como o trigoilho), moídos (como as farinhas) ou esmagados (como a aveia). As camadas externas de farelo (fibras) e germe são removidas e vendidas para ração animal ou suplemento alimentar de humanos<sup>[2]</sup>.

A industrialização sempre torna o grão ‘morto’, pois não mais germinará, e reduz o seu valor nutritivo, apesar de tornar o grão mais saboroso para muitos paladares. Os grãos beneficiados conservam-se melhor pelo seu baixo valor nutricional<sup>[2]</sup>.

Grãos integrais são boas fontes de amido (energia densa ou sobrevivência), fibra dietética e outros nutrientes importantes como os sais minerais. São uma fonte significativa também de proteína, mas como o equilíbrio de aminoácidos não é o ideal para as necessidades do ser humano, o recomendável é integrar o seu consumo com os feijões ou leguminosas<sup>[2]</sup>.

### **1) Morfologia dos Grãos dos Cereais**<sup>[6]</sup>

Os grãos de cereais são chamados de cariopse, e dividem-se em:

- ❖ Cariopse nua: possuem somente germe, endosperma e membrana da semente (milho, trigo e centeio);
- ❖ Cariopse vestida: possuem fusão de glumos que formam a casca (arroz, aveia, cevada).

### **2) Composição Química dos Cereais**

Nos grãos de cereais podemos encontrar nutrientes como: carboidratos, proteínas, gorduras, sais minerais, vitamina, enzimas e outras substâncias. Os integrais, além desses nutrientes, são ricos em fibras. Os carboidratos aparecem em altos índices no grão (78 a 83%), variando com o tipo de cereal e plantio. O amido representa quase toda a totalidade dos carboidratos dos cereais. É um polissacarídeo da glicose encontrado na natureza na forma de amilose e amilopectina<sup>[8][19]</sup>.

Os cereais são deficientes nos aminoácidos lisina, treonina e triptofano. O glúten é uma substância presente nos cereais, especialmente no trigo, formado por duas proteínas: gliadina e glutenina. Estas duas proteínas quando misturadas em água dão a elasticidade característica para a panificação. As gorduras são principalmente trigliceróis. São mais encontradas no germe, aveia e milho. Entre os sais minerais presentes nos cereais, os principais são Na, K, Cl, P, Ca, S, Fe. As vitaminas encontradas nos cereais são as do complexo B, principalmente a B1, no germe e a B2 mais distribuída no grão. A vitamina E, é encontrada principalmente no germe<sup>[8]</sup>.

### 3) Nomes Correntes e Científicos dos Cereais em Estudo

<b>Nomes Correntes</b>	<b>Nomes Científicos</b>
Milho	<i>Zea mays</i>
Mapira	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench
Arroz	<i>Oryza sativa</i> L.
Mexoeira	<i>Pennisetum glaucum</i>

#### 4.3.2. Leguminosas

Leguminosas são plantas rasteiras ou arbustivas e as sementes crescem em bagas ou vagens. Dentro desta classificação encontra-se o amendoim que é uma vagem-raíz, mas este é encaixado entre as sementes ou frutas oleaginosas <sup>[2]</sup>.



Figura 3: ilustração de leguminosas(fonte:<http://pt.dreamstime.com/leguminosas-e-cereais>)

Os humanos têm certa dificuldade de digestão quando consomem leguminosas, pois seus carboidratos são muito complexos, com formação de gases e flatulência; motivo pelo qual devem ser preparados da maneira correcta <sup>[2]</sup>.



## 1) Composição Química das Leguminosas

As leguminosas são ricas em proteínas, e em algumas espécies, como a soja, contêm até 40%, porém limitantes no aminoácido metionina. Os grãos estão contidos em vagens ricas em fibras dietéticas, com as quais alguns alimentos até podem ser consumidos quando ainda bem verdes (ervilhas e vagens). Os grãos apresentam uma envoltura de celulose que representa 2 – 5% do seu peso e no seu interior contêm até 50% de glícidos e cerca de 23% de proteínas <sup>[7]</sup>.

## 2) Nomes Correntes e Científicos das Leguminosas em Estudo

<b>Nomes Correntes</b>	<b>Nomes Científicos</b>
Amendoim	<i>Arachis hypogaea</i> L.
Feijão Nhemba	<i>Vigna unguiculata</i> (L.)
Feijão Bóer	<i>Cajanus cajan</i>
Feijão fava	<i>Phaseolus lunatus</i> L.
Feijão Jugo	<i>Vigna subterranean</i>

## 3) Importância das leguminosas na Agricultura

As leguminosas possuem uma característica importante que é a sua capacidade de absorver azoto do ar. Muitas das culturas que não possuem esta capacidade dependem do azoto que se encontra no solo. A maior parte dos solos nas regiões tropicais não contêm azoto, um nutriente muito importante, em quantidade suficiente. Por tal razão, a produção de leguminosas (para além de outras culturas muito importantes para a dieta alimentar como sejam a batata, o milho ou o arroz) constitui uma boa maneira para enriquecer o solo nas regiões tropicais. Ademais as culturas leguminosas também fornecem alimentos quer para as pessoas, quer para os animais. O azoto que as leguminosas podem absorver a partir do ar é utilizado para o seu crescimento e é armazenado nos nódulos das raízes. Quando se procede à colheita, as raízes são deixadas no solo, aonde se decompõem, libertando azoto no solo. Deste modo o azoto pode ser utilizado para a cultura seguinte, que é plantada no mesmo campo <sup>[4]</sup>.

Para além de fixação biológica do N atmosférico no solo, as leguminosas trazem algumas vantagens importantes para o solo e para as plantas. Estas vantagens são <sup>[5]</sup>:

- ❖ Cobertura do solo evitando o seu aquecimento;
- ❖ Controle de erosão;
- ❖ Equilíbrio biológico;
- ❖ Conservação da humidade no solo;
- ❖ Ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas do solo para a superfície colocando-os na zona onde as plantas cultivadas conseguem retirar.

#### **4.3.3.Diferenças Entre Cereais e Leguminosas**

Os cereais como as leguminosas, todos são grãos. A diferença é que os cereais são plantas cultivadas, na maioria são espigas. Já as leguminosas apresentam-se na forma de vagens, onde as sementes nelas contidas podem ser consumidas frescas ou depois de secas <sup>[2]</sup>.

## 5. MÉTODOS DE ANÁLISE

### 5.1. Método Químico Usado na Determinação de Proteínas

A determinação de proteínas foi feita usando o método de kjeldahl. Este, é o metodo básico para determinação de nitrogénio total, e foi desenvolvido em 1883 por Johann Kjeldahl.

#### 5.1.1.Princípio do Método

**O método de Kjeldahl têm seguintes etapas:**

❖ Digestão, destilação e titulação

O procedimento do método baseia-se no aquecimento da amostra com ácido sulfúrico para digestão até que o carbono e hidrogénio sejam oxidados. O nitrogénio da proteína é reduzido e transformado em sulfato de amónio e os restantes compostos orgânicos convertidos em  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . Adiciona-se NaOH concentrado e aquece-se para a liberação do amónia dentro de um volume conhecido de uma solução de ácido bórico, formando borato de amónio. O borato de amónio formado é dosado com uma solução ácida (HCl) padronizada. Existe uma segunda maneira de recolher o amónia em uma solução ácida ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  padrão) em excesso, e depois titular o ácido que não reagiu com o amónia, com uma solução básica padronizada (NaOH). Esta segunda maneira tem a desvantagem de necessitar de duas soluções padronizadas e também de fazer a determinação indirectamente <sup>[9], [10], [11], [20]</sup>.



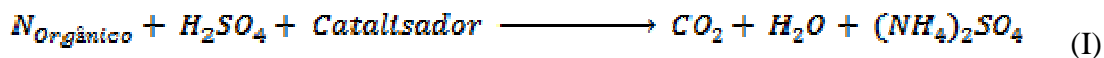
*figura 4: Digestor*



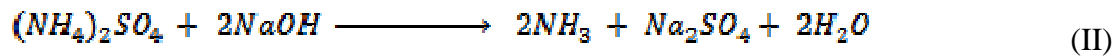
figura 5: destilador

### 1) Reacções Envolvidas na Análise

A etapa inicial, designada por digestão, é responsável pela redução do nitrogénio orgânico a amónia, o qual é retido em solução, na forma de sulfato de amónio<sup>[20]</sup> :



Após mineralização (digestão), adiciona-se uma base forte ( NaOH ) em excesso e o sulfato de amónio converte-se em amónia gasosa<sup>[20]</sup>



A solução resultante, contendo  $NH_3$ , é destilada com vapor, que arrasta consigo o  $NH_3$ , sendo este recolhido num volume conhecido de ácido bórico<sup>[20]</sup>:



O borato desta solução ácida é titulado com ácido para quantificar a quantidade de amónio presente<sup>[20]</sup>:



## 2) Factor Conversão do Teor de Nitrogénio para Proteína Bruta

A maioria dos alimentos possui em média 16% de nitrogénio, portanto<sup>[9], [10]</sup> :

$$16g N \text{ ————— } 100g \text{ proteínas}$$

$$1g N \text{ ————— } xg$$

$$xg = \frac{100}{16} = 6,25$$

6,25 é o factor de conversão

Este factor de conversão dá erros quando o conteúdo em N de um alimento é muito diferente de 16%. Nestes casos, existem os factores de conversão específicos para alguns alimentos:

- ❖ Trigo: 5,70;
- ❖ Leite: 6,38;
- ❖ Gelatina: 5,55

### 5.1.2.Vantagens e Desvantagens do Método de Kjeldahl

#### 1) Vantagens

- ❖ Aplicável a todos os tipos de alimentos;
- ❖ Relativamente simples;
- ❖ Não é caro;
- ❖ Preciso. Trata-se de um método oficial para a determinação de proteínas;
- ❖ Pode ser utilizado para análise de microgramas de proteína (micro Kjeldahl)<sup>[9]</sup>.

#### 2) Desvantagens

- ❖ Mede nitrogénio orgânico total, não apenas nitrogénio de proteínas;
- ❖ Demorado;
- ❖ Utiliza reagentes corrosivos<sup>[9]</sup>.

## 5.2. Método usado na Determinação de Fósforo

O fósforo foi determinado por espectrofotometria de UV-visível, um dos métodos mais conhecidos da espectroscopia de absorção molecular.

### 5.2.1. Espectrofotometria de UV-Visível

Este método baseia-se na medição de absorção da radiação electromagnética pela matéria. Esta absorção varia com o comprimento de onda da radiação incidente e as medições podem ser feitas tanto de comprimento de onda fixo, como numa ampla gama de comprimento de onda. É uma das técnicas analíticas mais empregadas, em função de robustez, custo relativamente baixo e grande número de aplicações desenvolvidas [12], [13].

### 5.2.2. Princípios do Método Espectrofotometria de UV-Visível

Quando a luz branca atravessa uma solução, a componente que vai passar (luz transmitida) vai ter intensidade mais baixa do que a do raio incidente. Se a tal solução não tiver partículas suspensas que provocam a dispersão da luz, então a redução da intensidade da luz será basicamente causada por absorção. O grau de absorção é proporcional à quantidade de elemento de interesse presente na amostra a determinar [14].

### 5.2.3. A Lei Básica do Método

Este método baseia-se na lei geral de Lambert e Beer, que é a base matemática para medidas de absorção de radiação por amostras no estado sólido, líquido ou gasoso, nas regiões ultravioleta, visível e infravermelho do espectro electromagnético. Para medidas de absorção de radiação em determinado comprimento de onda, tem-se [14]:

$$A = \epsilon \cdot b \cdot C = \log \frac{I_0}{I}$$

A absorvância (A) é directamente proporcional a concentração (C):

Onde:

b – Largura do recipiente contendo solução a medir em cm, ou distância percorrida pelo feixe através da amostra;

C – Concentração molar (mol/L) da substância a medir na solução a analisar, ou é a concentração da espécie absorvente;

$\varepsilon$  – Absortividade molar (L/mol $\times$ cm), é uma grandeza característica da espécie absorvente, cuja magnitude depende do comprimento de onda da radiação incidente;

$I_0$  - Intensidade da radiação monocromática que incide na amostra;

I – Intensidade da radiação transmitida ou intensidade da radiação que emerge da amostra.

#### **5.2.4. Desvio da lei de Lambert e Beer**

- ❖ O componente dissocia-se, associa-se ou reage com o solvente.
- ❖ Uso de radiação policromática.

##### **1) Limitações da lei de Lambert e Beer**

- ❖ Válida para soluções diluídas menores de 0,01M, e se a concentração for maior que 0.01M temos interação entre partículas;
- ❖ Válida para radiação monocromática;
- ❖ A absortividade varia com o índice de refração;
- ❖ Concentrações elevadas de electrólitos.

## 6. PARTE EXPERIMENTAL

### 6.1. Materiais, Reagentes e Equipamentos

#### 1) Materiais:

- ❖ Papéis de filtro- *schleicher e schuell*
- ❖ Balões volumétricos de vidro e de polietileno de 25, 50,100, 250, 500 e 1000 mL;
- ❖ Espátulas
- ❖ Varetas de vidro
- ❖ Almofariz;
- ❖ Vidros de relógio;
- ❖ Provetas;
- ❖ Pinças;
- ❖ Pipetas graduadas e volumétricas;
- ❖ Copos de precipitação de 250 e 500 mL

#### 2) Reagentes:

- ❖ HCl 37% “*Analytical Reagent*” da *Rochelle Chemicals*
- ❖ Ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 97% “*chemically pure reagent*” da *Merck Laboratory supplies*;
- ❖ Solução de peróxido de hidrogénio ( $H_2O_2$ ) 30% “*Analytical Reagent*” da *Fisher Scientific*;
- ❖ Hidróxido de Sódio (NaOH) “*Analytical Reagent*” da *Rochelle Chemicals*
- ❖ Acido Salicílico ( $C_7H_6O_3$ ) “*Analytical Reagent*” da *Rochelle Chemicals*
- ❖ Tartarato de Antimónio e potássio ( $KSbO.C_4H_4O_6$ ) 99,9% “*Analar Analytical Reagent*” da *BHD-Chemicals Ltd*;
- ❖ Molibdáto de Amónio ( $NH_4OMO$ ) da *associated Chemical enterprises (PYT) Ltd*;
- ❖ Vermelho de metil “*chemically pure reagent*”
- ❖ Verde de bromocresol
- ❖ Selénio (Se) 99.5% da *Riedel-Haen*
- ❖ Ácido Ascórbico *Analytical Reagent*” da *Rochelle Chemicals*
- ❖ Ácido Bórico da *Sigma –Aldrich*;

#### 3) Equipamentos:

- ❖ Espectrofotómetro de ultravioleta – (LABEX 3100 P-selecta);
- ❖ Balança analítica Max 250g (ae ADAM, PW254;  $e = 0.0001g$ );



- ❖ Microdigestor de Kjeldahl;
- ❖ Destilador de Nitrogénio de Kjeldahl;
- ❖ Triturador (Philips)

## 6.2. Lavagem do Material

O material utilizado no presente trabalho foi submetido ao seguinte processo de lavagem:

- ❖ Lavagem usando a água da torneira e detergente;
- ❖ Lavagem usando água destilada;
- ❖ Imersão durante dois dias em HCl a 20% (v/v);
- ❖ Lavagem com água destilada;
- ❖ Imersão durante dois dias em HNO<sub>3</sub> a 20% (v/v);
- ❖ Lavagem com água destilada.
- ❖ Após a lavagem deixou-se o material secar e armazenou-se em sacos de plásticos para evitar a sua contaminação pelo ambiente.

## 6.3. Colheita das Amostras

A amostragem foi feita em diversas localidades das províncias em estudo pelos técnicos da CIDE obedecendo todas as regras de amostragem. Depois de colectadas as amostras foram guardadas em sacos de polietileno e transportadas em condições favoráveis á preservação das mesmas para o laboratório da UEM.



*Figura 6: Ilustração de colheita das amostras e algumas amostras colhidas*

#### **6.4. Pré-Tratamento das Amostras**

As amostras foram submetidas a secagem numa estufa a 70<sup>0</sup>C. Após a secagem, foram trituradas até tornarem-se pó e novamente guardados em sacos de polietileno identificados.

#### **6.5. Determinação de Proteínas e Fósforo**

##### **6.5.1. Preparação de Soluções Usadas na Digestão**

###### **1) Solução *Stock* (Mistura de Acido Sulfúrico e Selénio)**

- a) Pesou-se em um vidro de relógio 3.5g de selénio em pó;
- b) Com cuidado, transferiu-se 1000ml de ácido sulfúrico concentrado para um balão de fundo redondo de 2000ml;
- c) Transferiu-se o selénio, inicialmente pesado, para o balão contendo ácido sulfúrico;
- d) Tapou-se o balão com vidro de relógio e levou-se ao aquecimento por aproximadamente 1 hora e 46 minutos, tendo-se dissolvido o selénio e a solução tomou uma coloração amarelo – claro;
- e) Deixou-se arrefecer a solução.

##### **6.5.3. Determinação de Proteínas**

###### **A. Preparação de Soluções Usadas na Destilação e Titulação**

###### **1) Solução de Hidróxido de Sódio a 36%**

Para a preparação da solução de NaOH, pesou-se 360g de hidróxido de sódio para um *Becker* de 1000ml. De seguida, adicionou-se água destilada e agitou-se até homogeneizar a mistura, e por último transferiu-se a solução para um balão de 1000ml e fez-se o volume.

## 2) Solução de Ácido Bórico

Para preparação da solução de ácido bórico, pesou-se 40g de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), para um copo de 1000ml, dissolveu-se com água destilada, transferiu-se para um balão volumétrico de 1000ml e completou-se o volume.

## 3) Misturas de Indicadores

Para preparação de mistura de indicadores, pesou-se 0.150g de verde de bromocresol e 0.1g de vermelho de metil, dissolveu-se em um *becker* com etanol a 96% e preparou-se uma solução de 200ml de solução.

## 4) Solução de Acido Bórico a 4% + Mistura de Indicadores

Adicionou-se 10ml de mistura de indicadores em 1000ml de ácido bórico e homogeneizou-se.

## B. Destilação e Titulação

- a) Transferiu-se com ajuda de uma pipeta solução de ácido bórico a 4% + mistura de indicadores para 56 erlenmeyers, introduzindo 10ml em cada erlenmeyer;
- b) Pipetou-se 15ml de cada extracto digerido e transferiu-se para um tubo de destilação, acrescentando cerca de 50ml de NaOH contido num balão ligado ao destilador;
- c) Encaminhou-se cada erlenmeyer ao destilador de forma que o tubo de saída do aparelho ficasse mergulhado na solução de  $H_3BO_3$  durante a destilação;
- d) Titulou-se cada erlenmeyer contendo o destilado recolhido, com solução de HCl 0.02M contido numa bureta e registou-se os volumes gastos.

#### **6.5.4. Determinação de fósforo Total por UV-VIS**

##### **A. Preparação de Soluções Usadas na Determinação de Fósforo**

##### **1) Solução Molibdato de Amónio + Ácido Sulfúrico a 1%**

- a) Pesou-se 11g de molibdato de amónio [  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  ] para um erlenmeyer de 1000ml,
- b) Adicionou-se 300ml de água destilada,
- c) Aqueceu-se a solução até dissolução do complexo e deixou-se arrefecer.
- d) Adicionou-se 300ml de água destilada.
- e) Cuidadosamente adicionou-se 250ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 1%.

##### **2) Solução de Coloração**

- a) Pesou-se 0.074g de tartarato antimónio e potássio e 2.87g de ácido ascórbico em um vidro de relógio;
- b) Transferiram-se estes reagentes para um balão volumétrico de 1ml;
- c) Adicionou-se 200ml de água destilada e agitou-se a mistura com ajuda de agitador;
- d) Adicionou-se 300ml da Solução molibdato de amónio + de ácido sulfúrico a 1% e homogeneizou-se a mistura e perpez-se o volume.

##### **3) Soluções – Padrão de Fósforo (P)**

Pesou-se 1.975g de hidrogenofosfato de potássio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) em um vidro de relógio. Transferiu-se para um balão volumétrico de 1000ml e dissolveu-se com água destilada, de seguida adicionou-se 5 gotas de ácido sulfúrico concentrado e perpez-se o volume com água destilada, obtendo-se assim uma solução *stock* de 500mg/L. Pipetou-se desta solução 5ml para um balão de 250ml e completou-se o volume com água destilada obtendo-se um intermediário de 10ppm. Deste intermediário pipetou-se volumes estáveis para um balão de 100ml e completou-se com água destilada, obtendo-se 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0mg/L de potássio.

## **B. Coloração dos Padrões de Fósforo, Brancos, Amostras e Leituras no Espectrofotómetro**

- a) Pipetou-se 1ml da cada solução amostral, brancos, e 5ml de cada solução de padrões de fósforo para balões de 50ml;
- b) Adicionou-se 25ml de água destilada em cada balão;
- c) Pipetou-se 15ml de mistura de coloração para todos os balões contendo soluções amostral, brancos e padrões de fósforo;
- d) Perfez-se os volumes dos balões com água destilada;
- e) Deixou-se repousar as soluções por 45min até o aparecimento da cor azul;
- f) Por último, mediu-se a absorvância dos padrões, brancos e das amostras no espectrofotómetro a 882nm.

## 7. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

As massas tomadas para cada um dos ensaios são apresentadas nas tabelas do Anexo-A. Os valores médios de teores de proteína e fósforo foram calculados depois de aplicado o teste Q de Dixon (tabelas do Anexo C) nas réplicas dos mesmos. Este teste consiste em decidir se deve ou não desprezar-se os valores estranhos. Para tal efeito usou-se a equação 5 do Anexo- B.

### 7.1.Determinação de Proteínas pelo Método de Kjeldahl

As tabelas 1, 2 e 3 apresentam os volumes de HCl, teor de nitrogénio total e teor de proteína bruta dos cereais e leguminosas das zonas em estudo. O nitrogénio total foi calculado pela equação 6 do anexo - B. Para a determinação da proteína bruta, multiplicou-se o valor do nitrogénio total por um factor que o converte em valor de proteína bruta, e o valor deste factor é 6.25.

*Tabela 1: Volumes de HCl, NT e teor de proteína bruta dos cereais e leguminosas da PM*

Amostras	Volume de HCl			Nitrogénio total			Proteína bruta			$\bar{x}$
	Réplicas (ml)			Réplicas (%)			Réplicas (%)			
Milho	3,10	3,06	3,50	1.26	1.49	1.45	7.88	9.33	9.04	8.75
Feijão Nhemba	7,70	7,50	6.90	3.40	3.31	3.03	21.29	20.70	18.94	20.31
Amendoim	10,00	9,80	10,10	4.45	4.39	4.48	27.81	27.44	28.00	27.75
Feijão jugo	6,50	6,70	6,50	2.85	2.87	2.85	17.81	17.94	17.81	17.85
Arroz	3,20	3,40	3,20	1.30	1.39	1.31	8.13	8.69	8.19	8,34

Tabela 2: Volumes de HCl, NT e teor de proteína bruta dos cereais e leguminosas da PZ

Amostras	Volume de HCl			Nitrogénio total			Proteína bruta			$\bar{x}$
	Réplicas (ml)			Réplicas (%)			Réplicas (%)			
Feijão Nhemba	8.60	8.80	8.80	3.83	3.88	3.91	23.94	24.25	24.44	24,21
Amendoim	9.90	10.00	10.20	4.43	4.48	4.44	27.69	28.00	27.75	27,81
Feijão Jugo	6.40	6.50	6.30	2.80	2.85	2.75	17.50	17.81	17.19	17,50
Feijão Fava	7.00	7.20	6.40	3.08	3.17	2.80	19.25	19.83	17.50	18.86
Mapira	3.80	3.60	3.50	1.59	1.49	1.45	9.94	9.310	9.04	9.431
Feijão Boer	5.70	7.30	7.30	2.47	3.21	3.22	-----	20.06	20.13	20.09
Arroz	4.40	4.40	4.30	1.90	1.90	1.82	11.86	11.86	11.38	11,70

Tabela 3: Volumes de HCl, NT e teor de proteína bruta dos cereais e leguminosas da PI

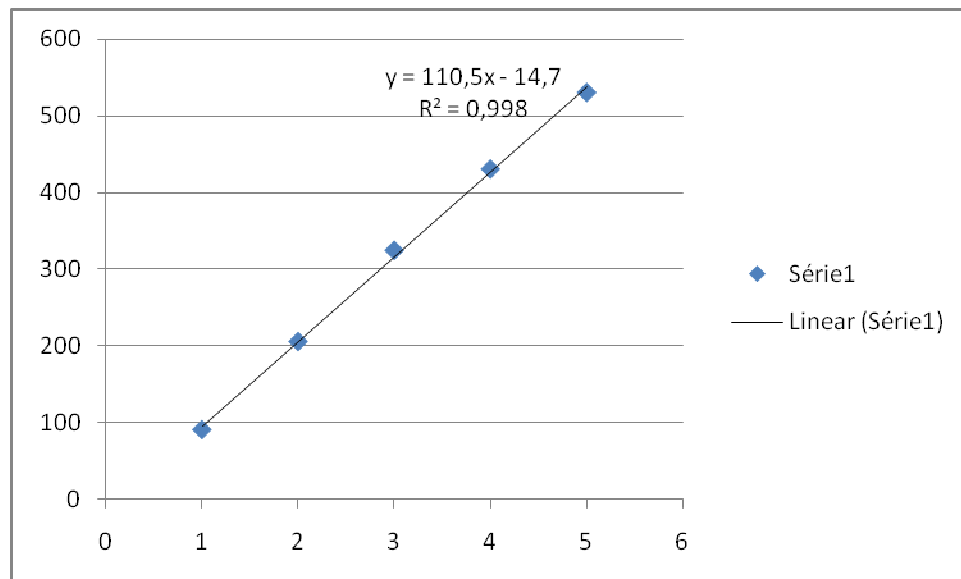
Amostras	Volume de HCl			Nitrogénio total			Proteína bruta			$\bar{x}$
	Réplicas (ml)			Réplicas (%)			Réplicas (%)			
Milho	3,80	3,60	3,80	1.58	1.49	1.59	9.86	9.31	9.94	9,70
Feijão Nhemba	7,70	7,90	7,00	3.384	3.48	3.08	21.15	21.73	19.25	20.71
Amendoim	10,10	8,00	9,80	4.50	3.55	4.39	28.13	22.18	27.44	25,92
Feijão Jugo	6,40	6,20	6,10	2.80	2.71	2.634	17.50	16.94	16.46	16.97
Mapira	3,90	3,00	4,00	1.63	1.21	1.67	10.19	7.583	10.44	9.404
Mexoeira	4,20	4,40	4,20	1.77	1.90	1.77	11.06	11.86	11.06	11.33

## 7.2.Determinação de Fósforo por UV-Visível

As tabelas 4, 5, 6 e 7 apresentam valores de absorvâncias , concentração e teores de fósforo dos cereais e leguminosas das zonas em estudo. As concentrações foram calculadas pela equação da recta da figura 7 obtida pelo método de calibração normal usando as concentrações dos padrões e suas absorvâncias (tabela 4).

*Tabela 4: Absorvâncias de padrão de curva de calibração de fósforo*

Soluções	Concentrações (ppm)	absorvâncias (A)
Branco	0,0	7,0
Padrão 1	1,0	91
Padrão 2	2,0	206
Padrão 3	3,0	325
Padrão 4	4,0	431
Padrão 5	5,0	531



*Figura 7: Curva de calibração normal*



Tabela 5: Resultados das absorvâncias, concentrações e teor de fósforo em cereais e leguminosas da PM

Amostras	absorvâncias			Concentração de fósforo			Teor de fósforo			$\bar{x}$
	Réplicas			Réplicas (ppm)			Réplicas (%)			
Milho	176	148	170	1.74	1.47	1.68	0.19	0.16	0.19	0.18
Feijão Nhemba	209	212	223	2.02	2.05	2.07	0.23	0.23	0.23	0.23
Amendoim	282	226	226	2.69	2.18	2.18	-----	0.25	0.25	0.25
Feijão jugo	166	164	167	1.64	1.62	1.67	0.18	0.18	0.18	0.18
Arroz	228	198	185	2.20	1.92	1.81	0.25	0.21	0.20	0.22

Tabela 6: Resultados das absorvâncias, concentrações e teor de fósforo em cereais e leguminosas da PZ

Amostras	Absorvâncias			Concentração de fósforo			Teor de fósforo			$\bar{x}$
	Réplicas			Réplicas (ppm)			Réplicas (%)			
Feijão Nhemba	262	265	248	2.50	2.53	2.38	0.29	0.29	0.27	0.28
Amendoim	206	202	188	2.00	1.96	1.83	0.23	0.22	0.20	0.22
Feijão Jugo	190	191	189	1.85	1.86	1.84	0.21	0.21	0.21	0.21
Feijão Fava	184	193	201	1.80	1.88	1.95	0.20	0.21	0.22	0.21
Mapira	215	206	209	2.08	2.00	2.02	0.24	0.23	0.23	0.23
Feijão Boer	257	226	218	2.46	2.18	2.11	0.28	0.25	0.24	0.26
Arroz	111	111	118	1.18	1.18	1.20	0.12	0.12	-----	0.12

Tabela 7: Resultados das absorvâncias, concentrações e teor de fósforo em cereais e leguminosas da PI

Amostras	absorvâncias			Concentração de fósforo			Teor de fósforo			$\bar{x}$
	Réplicas			Réplicas (ppm)			Réplicas (%)			
Milho	164	159	154	1.62	1.57	1.53	0.18	0.17	0.17	0.40
Feijão Nhemba	273	283	219	2.60	2.69	2.12	0.30	0.31	0.24	0.28
Amendoim	262	277	266	2.50	2.64	2.54	0.29	0.31	0.29	0.30
Feijão Jugo	241	244	233	2.31	2.34	2.24	0.27	0.27	0.25	0.26
Mapira	239	226	246	2.30	2.18	2.36	0.26	0.25	0.27	0.26
Mexoeira	254	258	264	2.41	2.50	2.52	0.28	0.28	0.29	0.28

## 8. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS RESULTADOS

As tabelas apresentam resultados de teor de proteínas e fósforos . Nestas tabelas estão indicadas as médias, desvios-padrão, %RSD (calculados para cada determinação química com ajuda do pacote estatístico SGWIN 5.1) e IC calculado pela fórmula 4 no anexo B.

### 8.1. Determinação de Proteínas

*Tabela 8: Tratamento estatístico de teores de proteínas da PM*

Amostras	$\bar{x}$	s	%RSD	IC
Milho	8.75	0.77	8.82	8.75±1.92
Feijão Nhemba	20.3	1.22	6.02	20.30±3.04
Amendoim	27.6	0.29	1.02	27.60±0.71
Feijão jugo	17.9	0.08	0.42	17.80±0.19
Arroz	8,34	0.31	3.69	8,34±0,93

*Tabela 9: Tratamento estatístico de teores de proteína da PZ*

Amostras	$\bar{x}$	s	%RSD	IC
Feijão Nhemba	24.20	0.25	1.04	24.20±0.63
Amendoim	27.80	0.16	0.59	27.80±0.41
Feijão Jugo	17.50	0.31	1.77	17.50±0.77
Feijão Fava	18.90	1.22	6.46	18.90±3.03
Mapira	9.43	0.46	4.89	9.43±1.14
Feijão Bóer	20.10	0.05	0.25	20.10±0,45
Arroz	11.70	0.28	2.35	11.70±0.69

Tabela 10: Tratamento estatístico de teores de proteína da PI

Amostras	$\bar{x}$	s	%RSD	IC
Milho	9.70	0.34	3.53	9.70±0.85
Feijão Nhemba	20.70	1.30	6.26	20.7±3.22
Amendoim	25.90	3.25	12.60	25.9±8.08
Feijão Jugo	16.90	0.52	3.07	16.9±1.29
Mapira	9.40	1.58	16.80	9.40±3.93
Mexoeira	11.30	0.46	4.08	11.3±1.15

## 8.2. Determinação de Fósforo

Tabela 11: Tratamento estatístico de teores fósforo da PM

Amostras	$\bar{x}$	s	%RSD	IC
Milho	0.18	0.02	9.36	0.18±0.04
Feijão Nhemba	0.23	0.00	1.30	0.23±0.01
Amendoim	0.25	0.00	0.00	0.25±0.00
Feijão jugo	0.18	0.00	2.23	0.20±0.01
Arroz	0.22	0.03	0.57	0.22±0,06

Tabela 12: Tratamento estatístico de teores de fósforo da PZ

Amostras	$\bar{x}$	s	%RSD	IC
Feijão Nhemba	0.28	0.01	3.53	0.28±0.03
Amendoim	0.22	0.01	5.18	0.22±0.03
Feijão Jugo	0.21	0.00	0.00	0.21±0.00
Feijão Fava	0.21	0.01	4.76	0.21±0.03
Mapira	0.23	0.01	0.00	0.23±0.01
Feijão Boer	0.26	0.26	2.22	0.26±0.64
Arroz	0.12	0.00	0.00	0.12±0.00

Tabela 13: Tratamento estatístico de teores de fósforo da PI

Amostras	$\bar{x}$	S	%RSD	IC
Milho	0.40	0.01	1.49	0.40±0,01
Feijão Nhemba	0.28	0.04	13.5	0.28±0,09
Amendoim	0.30	0.01	2.95	0.30±0.02
Feijão Jugo	0,26	0.01	3,02	0,26±0.02
Mapira	0,26	0.01	4.27	0,260±0,03
Mexoeira	0,28	0.01	1.94	0,284±0,01

## **9. DISCUSSÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS**

### **9.1. Determinação de Proteínas**

Na determinação de proteínas para amostras da PM as leguminosas apresentam resultados com boa precisão com %RSD que variam de 0.421 a 6.02%. Para os cereais, a precisão dos resultados é boa com valores da %RSD de 3.69 a 8.82%.

Para a PZ, a precisão é boa para os cereais e leguminosas, com %RSD variando entre 2.35 a 4.89% e 0.246 a 6.46% respectivamente.

E Para a PI, a precisão é razoável, para os cereais e leguminosas, com %RSD variando entre 3.53 a 16.8% e 3.07 a 12.6% respectivamente.

### **9.2. Determinação de Fósforo**

Na determinação de fósforo para amostras da PM as leguminosas apresentam resultados com muito boa precisão com %RSD que variam de 0.00 a 1.30%. Para os cereais, a precisão dos resultados é boa com valores da %RSD de 0.569 a 9.34%.

Para a PZ, a precisão é muito boa para cereais e boa para leguminosas, com %RSD de 0.00 % e 0.00 a 5.18% respectivamente.

E Para a PI, a precisão é boa para os cereais e razoável para as leguminosas, com %RSD variando entre 1.49 a 4.27% e 2.95 a 13.5% respectivamente.

## 10. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 10.1. CONCLUSÕES

Com base na análise dos resultados obtidos pode-se concluir que:

Na determinação de teor de proteínas:

- ❖ O milho da província de Maputo apresenta maior teor que da província de Inhambane;
- ❖ A mapira da província de Inhambane apresenta maior teor que da província de Zambézia;
- ❖ O feijão nhemba e amendoim da província de Zambézia apresenta maior teor que das províncias de Maputo e Inhambane;
- ❖ O arroz da província de Zambézia apresenta maior teor que da província de Maputo;
- ❖ O feijão jugo da província de Maputo apresenta maior teor que das províncias de Inhambane e Zambézia.

Os valores de %RSD mostram que o método usado na determinação do teor de proteínas dos cereais e leguminosas foi preciso. Com base nos valores de teores de proteína verifica-se que as leguminosas são alimentos mais proteicos em relação a cereais.

Na determinação de teor de fósforo:

- ❖ O milho da província de Inhambane apresenta maior teor que da província de Maputo;
- ❖ O feijão nhemba e amendoim da província de Inhambane apresentam maior teor que das províncias de Maputo e Zambézia;
- ❖ O arroz da província de Maputo apresenta maior teor que da província de Zambézia.

O método foi preciso para as duas famílias de alimentos.. Com bases nos valores dos teores de fósforo verifica-se que o teor de fósforo nos cereais é próximo do teor de fósforo nas leguminosas.

### 10.2. RECOMENDAÇÕES

- ❖ Recomenda-se a inclusão de cereais e leguminosas na dieta das comunidades de Moçambique devido ao maior grau proteico destes alimentos.
- ❖ Recomenda-se que sejam determinados proteínas e fósforo em cereais e leguminosas em estudo neste trabalho usando outros métodos para comparação dos resultados com os obtidos neste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMILAI, C. M. (2008). *Evolução e Diferiação de Agrários: Situação e Perspectivas para a Agricultura e Agricultores no perímetro irrigado de Chókwe - Moçambique*, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, São Paulo, pág.19-21. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/.../000685052.pdf> acessado aos 18.09.2012
- [2] TRUCOM, C. (2012). *O Ser Ecológico Vai a Feira IV-Cereais e Leguminosas*, 1ª Edição, São Paulo, pág.3-6. Disponível em: [http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com\\_remository...0](http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository...0); acessado aos 18.09.2012
- [3] GIRAFAMANIA. (2011). *Províncias de Moçambique*, Edição única. Disponível em: [http://www.giramania.com.br/africano.materia\\_moçambique.html](http://www.giramania.com.br/africano.materia_moçambique.html), acessado aos 18.09.2012
- [4] NIEUWENHUIS, R., NIEUWELINK, J.(2003). *Culturas de Soja e de Outras leguminosas-Agrodok 10*, 1ª Edição, wagenigen, pág.8
- [5] FORMENTIM, E. A. (2008) .*Cartilha Sobre Adubação Verde e Compostagem*, Vitória, pag. 4,
- [6] GONÇALVES, A. A. (2008). *Cereais e Farinhas*, Universidade Federal do Rio Grande Sul, Departamento de tecnologia de alimentos, pág.4-16. Disponível em: [http://www.ebah.com.br/content/.../cereais e farinha](http://www.ebah.com.br/content/.../cereais_e_farinha), acessado no dia 27.08.2012,
- [7] DOS SANTOS, J. M. (2008). *Leguminosas, Técnica Dietica e Culinária*, pág. 1-4. Disponível em: <http://www.fertiprado.pt>; , acessado no dia 23.09.2012,
- [8] FERTINEWS; (2008). *Leguminosas-Histórias e Evolução*; Volume 1; pág. 3.



- [9] BIN, M. C. (2012). *Método de Análise de Proteínas-Bromatologia*, 1ª Edição, Brasília, pág. 1-4. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAeofUAJ/metodos-analise-proteinas> acessado no dia 04.09.2012,
- [10] FIGUEREDO, P. (2007). *Análise de Proteínas e Azoto não Proteico*, Universidade federal de Rio Grande Sul pág. 3-10. Disponível em: <http://www.Pfigueredo.org/bromII3.Pdf>; acessado no dia 09.09.2012.
- [11] HOUBA, V. W., VAN VARK, I. W., VAN DER LEE, J. J. (1988). *Plant Analysis Procedures*, Departament of soil science and plant analysis, Netherlands, pág. 10-16.
- [12] CHIRONDA, M. S. (2007). *Determinação da Concentração de Fluoretos por Espectrofotometria de Absorção em Águas Minerais*, Trabalho de Licenciatura, Departamento de química, faculdade de Ciências, UEM, Maputo, pág. 12-24.
- [13] ROCHA, F. R. P., TEXEIRA, L. S. G. (2004). *Estratégias para Aumento de Sensibilidade em Espectrofotometria UV-VIS*, química nova 5, São Paulo, pág. 1-9.
- [14] PERKAMPUS, H. H.; (1992). *UV-VIS Spectroscopy and its Applications*, Springer-Verlag: Berlin.
- [15] SITOË, T. A. (2005). *Agricultura Familiar em Moçambique-Estratégias de Desenvolvimento Sustentável*, 1ª Edição; Maputo; pág. 1-2, 3-4, 25- 30.
- [16] KIN, F. D. (1996). *Manual de Estatística Aplicada à Química Analítica*, Departamento de Química, Faculdade de Ciências, UEM, Maputo, pág.24-27 e 36-46.
- [17] Dengua, P. (2012). *Geografia de Moçambique*, Edição única, Maputo, pág. 2-7. Disponível em: <http://Pdengua.blogspot.com> acessado aos 20.09.2012.

- [18] SGARBIERI, V. C. (1996). *Proteínas em Alimentos Protéicos: Propriedades, Degradações, Modificações*, Livraria Varela – São Paulo,
- [19] CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. (2002). *Relatório Sobre a Avaliação da Agenda 21 em Moçambique*, Edição única, República de Moçambique, pág. 2-9.
- [20] CECCHI, H. M.; *Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos*, editora da Unicamp, São Paulo, pg. 2-5. Disponível em: <http://sitebiomedico.br.tripod.com/proteinas.htm>, Acessado no dia 23.09.2012.
- [21] COELHO, C. M. M., SANTOS, J. C. P., TSAI, S. M., VITORELLO, V. A. (2002). *Teor de Fitato em Grãos e a Absorção e Distribuição de Fósforo em Genótipos de Feijoeiro*, vol.14, n.1, pág. 51-58. ISSN 1677-0420; Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202002000100007>, acessado aos 20.09.2012.
- [22] KATHLEEN, M.L. (1998). *Alimentos, Nutrição e Dietoterapia*. 9ª Edição. São Paulo, Roca, pág. 1179.
- [23] FENNEMA, O. R. (2000). *Química de los Alimentos*, 2ª Edição, Zaragoza: Acribia, pág. 1272.
- [24] COZZOLINO, S. M. F. (2007). *Biodisponibilidade de Nutrientes*, São Paulo: Manole, pág. 992.
- [25] OLIVEIRA, T. C. (2007). *Fósforo: Função, Metabolismo e Recomendações*. Revista Digital de Nutrição, Ipatinga, v.1, n.1, pág. 1-24.
- [26] FUDO, A. M. (2002). *Proteínas de Cereais*. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/coment/.../resumo-sobre-proteina-cereais> , acessado no dia 20.10.2012.
- [27] ANDRIOTTI, J. L. S.,(2005). *Técnicas Estatísticas Aplicáveis a Tratamento de Informações Oriundas de Procedimento Laboratoriais*, 1ª Edição, Porto Alegre, pág. 28-29.



## **ANEXOS**

**ANEXO A: Massas de Amostra Pesadas***Tabela 1: massas de amostras de PM*

Amostras	Peso de replicas (g)		
Milho	0,300	0,300	0,300
Feijão Nhemba	0,300	0,300	0,300
Amendoim	0,302	0,301	0,300
Feijão jugo	0,302	0,303	0,300
Arroz	0,301	0,302	0,300

*Tabela 2: Massas de amostra da PZ*

Amostras	Peso de replicas (g)		
Feijão Nhemba	0,300	0,303	0,301
Amendoim	0,300	0,300	0,303
Feijão Jugo	0,300	0,300	0,300
Feijão Fava	0,300	0,300	0,300
Mapira	0,300	0,300	0,300
Feijão Boer	0,300	0,301	0,300
Arroz	0,300	0,300	0,300

Tabela 3: Massa de amostra da PI

Amostras	Peso de replicas (g)		
Milho	0,302	0,300	0,300
Feijão Nhemba	0,302	0,300	0,300
Amendoim	0,300	0,300	0,300
Feijão Jugo	0,300	0,300	0,303
Mapira	0,300	0,300	0,300
Mexoeira	0,300	0,300	0,300

## ANEXO B : Fórmulas usadas nos cálculos estatísticos

### 1. Média amostral<sup>[16]</sup>

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Fórmula 1: Média amostral

onde:

$X_i$  – teor de uma medição

$n$  – número de replicas

### 2. Desvio padrão da amostra<sup>[16]</sup>

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

Fórmula 2: Desvio padrão da amostra

### 3. Desvio padrão relativo (%RSD) <sup>[16]</sup>

$$\%RSD = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\%$$

*Fórmula 3: Desvio padrão relativo*

### 4. Intervalo de confiança <sup>[16]</sup>

Zona dentro da qual se pensa que o valor verdadeiro vai cair.

$$\bar{x} \pm t \times \frac{S}{\sqrt{n}}$$

*Fórmula 4: intervalo de confiança*

onde:

t – t de student que é um valor tabelado

### 5. Teste de Q de Dixon

Neste teste, compara-se o valor de Q-calculado com o Q-tabelado <sup>[16],[27]</sup>.

A diferença entre um valor suspeito e o valor mais próximo é comparado com a diferença entre o maior e o menor valor, como mostra a fórmula:

$$Q = \frac{[\text{valor suspeito} - \text{valor mais próximo}]}{(\text{maior valor} - \text{menor valor})}$$

*Fórmula 5: Teste Q de Dixon*

A hipótese nula diz:

$H_0$  : todas as amostras procedem da mesma população.

$Q_{(cal.)}$  = o valor de Q-calculado

$Q_{(tab.)}$  = o valor de Q-tabelado,  $p = 0.05$ .

O valor duvidoso é rejeitado quando o valor de Q-tabelado é menor que o valor de Q-calculado.

## 6. Nitrogenio Total <sup>[11]</sup>

$$NT = \frac{(V_s - V_b) * T * 14 * 75 / 15 * 100}{m}$$

*Fórmula 6: Nitrogénio total*

Onde:

$V_s$  – volume de HCl gasto na titulação da amostra em ml

$V_b$  - de HCl gasto na titulação do branco em ml

$T$  – molaridade de HCl

$m$  – massa da amostra tomada em mg

$NT$  – nitrogénio total

Quatorze (14)– peso atómico de nitrogénio (g/mol)

factor de diluição (75/15= volume da digestão em ml/ volume pipetado em ml

Cem (100) – factor de conversão de mg/kg em %

## 7. Teor de Fósforo<sup>[11]</sup>

$$\%P = \frac{(C_A - C_B) * V * S * Mc * 100\%}{10^3 * m * F * 10^3} = \frac{(C_A - C_B) * V * S * Mc}{10^4 * m * F}$$

*Fórmula 7: Teor de fósforo*



Onde:

m – massa da amostra tomada em g

V – Volume da digestão original em ml

F – Volume da solução da digestão pipetado para coloração em ml

Mc – Factor de correcção da mistura

S - Volume da solução padrão pipetado para coloração em ml

C<sub>A</sub> – Concentração da amostra

C<sub>B</sub> - Concentração do branco



**Anexo C: Tabelas de Teste Q de Dixon****A.Determinação de proteínas***Tabela 4: Teste Q de Dixon de teores de proteínas de amostras de PM*

Amostras	Replicas (%)			Q <sub>cal</sub>	Q <sub>crit</sub>	Observ.
Milho	<u>7.875*</u>	9.333	9.042	0,800	0,941	Q <sub>cal</sub> < Q <sub>crit</sub>
Feijão Nhemba	21.29	20.70	<u>18.938*</u>	0.749	0,941	Q <sub>cal</sub> < Q <sub>crit</sub>
Amendoim	27.81	27.44	28.00	-----	-----	( )
Feijão jugo	17.81	17.94	17.81	-----	-----	( )
Arroz	8.13	8.69	8.19	-----	-----	( )

Sem observação ( ), ( - - - ) não existe valor estranho,\*valor estranho excluído

*Tabela 5: Teste Q de Dixon de teores de proteínas de amostras de PZ*

Amostras	Replicas (%)			Q <sub>cal</sub>	Q <sub>crit</sub>	Observ.
Feijão Nhemba	<u>23.94*</u>	24.25	24.44	0,620	0,941	Q <sub>cal</sub> < Q <sub>crit</sub>
Amendoim	27.69	28.00	27.75	-----	-----	( )
Feijão Jugo	17.50	17.81	17.19	-----	-----	( )
Feijão Fava	19.25	19.83	<u>17.50*</u>	0.751	0,941	Q <sub>cal</sub> < Q <sub>crit</sub>
Mapira	9.940	9.31	9.042	-----	-----	( )
Feijão Bóer	<u>15.45*</u>	20.06	20.13	1	0,941	Q <sub>cal</sub> > Q <sub>crit</sub>
Arroz	11.86	11.86	11.38	-----	-----	( )

Sem observação ( ), ( - - - - ) não existe valor estranho,\*valor estranho excluído

Tabela 6: Teste Q de Dixon de teores de proteínas de amostras da PI

Amostras	Replicas (%)			Q <sub>cal</sub>	Q <sub>crit</sub>	Observ.
Milho	9.86	9.31	9.94	-----	-----	( )
Feijão Nhemba	21.15	21.73	<u>19.25*</u>	0,766	0,941	Q <sub>cal</sub> < Q <sub>crit</sub>
Amendoim	28.13	<u>22.18*</u>	27.44	0,884	0,941	Q <sub>cal</sub> < Q <sub>crit</sub>
Feijão Jugo	<u>17.50*</u>	16.94	16.46	0,538	0,941	Q <sub>cal</sub> < Q <sub>crit</sub>
Mapira	10.19	<u>7.583*</u>	10.44	0,912	0,941	Q <sub>cal</sub> < Q <sub>crit</sub>
Mexoeira	11.06	11.86	11.06	-----	-----	( )

Sem observação ( ), ( - - - - ) não existe valor estranho,\*valor estranho excluído

### B.Determinação de fósforo

Tabela 7: Teste Q de Dixon de teores de fósforos de amostras de PM

Amostras	Replicas (%)			Q <sub>cal</sub>	Q <sub>crit</sub>	Observ.
Milho	0.191	0.1595	0.185	-----	-----	( )
Feijão Nhemba	0.228	0.231	0.234	- - - - -	-----	( )
Amendoim	<u>0.309*</u>	0.247	0.247	1	0,941	Q <sub>cal</sub> > Q <sub>crit</sub>
Feijão jugo	0.179	0.176	0.184	- - - - -	-----	( )
Arroz	0.249	0.210	0.200	-----	-----	( )

Sem observação ( ), ( - - - - ) não existe valor estranho,\*valor estranho excluído

Tabela 8: Teste Q de Dixon de teores de fósforo de amostras da PZ

Amostras	Replicas (%)			Q <sub>cal</sub>	Q <sub>crit</sub>	Observ.
Feijão Nhemba	0.29	0.288	0.2717	-----	-----	( )
Amendoim	0.230	0.220	0.204	-----	-----	( )
Feijão Jugo	0.210	0.210	0.210	-----	-----	( )
Feijão Fava	0.200	0.210	0.220	-----	-----	( )
Mapira	0.235	0.225	0.2285	-----	-----	( )
Feijão Bóer	0.2827	0.247	0.239	-----	-----	( )
Arroz	0.123	0.123	<u>0.2505</u>	1,00	0,941	Q <sub>cal</sub> > Q <sub>crit</sub>

Tabela 9: Teste Q de Dixon de teores de fósforo de amostras da PI

Amostras	Replicas (%)			Q <sub>cal</sub>	Q <sub>crit</sub>	Observ.
Milho	0.177	0.172	0.165	-----	-----	( )
Feijão Nhemba	0.298	0.310	0.239	-----	-----	( )
Amendoim	0.288	0.305	0.293	-----	-----	( )
Feijão Jugo	0.265	0.268	0.253	-----	-----	( )
Mapira	0.262	0.248	0.270	-----	-----	( )
Mexoeira	0.279	0.284	0.290	-----	-----	( )

Sem observação ( ), ( - - - - - ) não existe valor estranho,\*valor estranho excluído