



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE



Faculdade de Ciências

Departamento de Química

Curso de Química

Trabalho de Licenciatura



**DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS E FOSFÓRO EM ALIMENTOS
FOLIARES CULTIVADOS NAS PROVÍNCIAS DE MAPUTO,
INHAMBANE E ZAMBÉZIA**

Autora: Maria Eliza

Maputo, Maio de 2013



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE



Faculdade de Ciências

Departamento de Química

Curso de Química

Trabalho de Licenciatura



**DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS E FÓSFORO EM ALIMENTOS
FOLIARES CULTIVADOS NAS PROVÍNCIAS DE MAPUTO,
INHAMBANE E ZAMBÉZIA**

Autora: Maria Eliza

SUPERVISORA: dra. Aida Massango

CO- SUPERVISOR: dr. Francisco Manuel Flávio Maleiane

Maputo, Maio de 2013

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra em especial a minha mãe Verónica Maria Dinis (em memória) e minha filha Inara; o meu pai Eduardo Alberto Mupunga, aos meus irmãos Luís, Flora, João, Olga e Eduardo Maria; ao meu namorado Luís Filipe, amigos e demais familiares que sempre estiveram comigo nos momentos mais difíceis da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Esta obra é fruto do esforço de várias pessoas e instituições as quais endereço o meu agradecimento. De entre as quais:

- A Deus pelo dom da vida, por guiar os meus passos e iluminar os meus caminhos no dia-a-dia.
- A minha supervisora dra. Aida Massango e ao co-supervisor dr. Francisco Maleiane pela oportunidade, acompanhamento, disponibilidade e orientação durante a realização do trabalho.
- Aos meus pais Verónica Maria Dinis (em memória) e Eduardo Alberto Mupunga pela educação, carinho, orientação, paciência, sacrifício, dedicação, incentivo, apoio e amor incondicional ao longo da minha vida e formação.
- Aos meus irmãos pelo apoio, sacrifício, paciência, carinho, educação, orientação, dedicação e incentivo.
- Aos colegas de curso no geral, e em especial a Odete, Dercia, Anastácia, Hercílio, Gil Virgílio, Nelson, Joice, Emília e Eanes pela cooperação, amizade e companheirismo.
- Ao Gabriel e Titos Sainda pelo apoio, amizade e disponibilidade.
- Aos docentes e funcionários do departamento de Química da UEM que contribuíram para a minha formação pelos ensinamentos e amizade.
- Aos funcionários do IIAM em especial ao dr. Mário Júlio, ao Sr. Carlos Tembe e ao Eng. Ricardo Maria pelos ensinamentos, acompanhamento, disponibilidade, compreensão e oportunidade.
- E a todos aqueles que directa ou indirectamente contribuíram para a minha formação, realização e conclusão deste trabalho.

A todos o meu muito obrigado.

Declaração de compromisso de honra

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

Maputo aos.....de.....de 2013

A autora

.....

(Maria Eliza)

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CENACARTA- Centro Nacional de Cartografia e Teledatação

CIDE- Centro de Investigação e Desenvolvimento em Etnobotânica

EAM - Espectrofotometria de absorção molecular

ESAN - Estratégia de segurança alimentar e nutricional

IIAM - Instituto de investigação agrária de Moçambique

UEM - Universidade Eduardo Mondlane

C_A - Concentração da amostra

C_B - Concentração do branco

C_L - Limite de detecção

CA- Cacana

F – Volume da solução da digestão pipetado para coloração

FA- Folha de abóbora

FBD- Folha de batata-doce

FFN- Folha de feijão-nhemba

FN – Factor de conversão de proteínas

IV - Infravermelho

IM- Inhambane e Maputo

MA- Matapa

Mc – Factor de correcção da mistura

MN- Mnhocue

NT – Nitrogénio total

PB – Proteína bruta

R - Coeficiente de correlação

S – Volume da solução padrão pipetado para a coloração

T – Molaridade de HCl

TS- Tseke

UV - Ultravioleta

UV-VIS – Ultravioleta - visível

V_S - Volume de HCl gasto na titulação da amostra

V_B - Volume de HCl gasto na titulação do branco

V - Volume da digestão original em mL

v – Número de graus de liberdade

a - Intersecção

b - Declive

m – Massa da amostra tomada

mg - Miligrama

n - Numero de replicas

nm - Nanómetro

ppm - Partes por milhão

s - Desvio padrão

s_b - Desvio padrão do declive

s_a - Desvio padrão da intersecção

s_A^2 - desvio com maior valor

s_B^2 - desvio com menor valor

$s_{y/x}$ - Desvio de resíduos

x_i - Valor individual da amostra

\bar{x} - Teores médios das amostras

XI- Xindongomelane

ZI- Zambézia e Inhambane

ZM- Zambézia e Maputo

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objectivo de determinar o teor de proteínas e fósforo em alimentos foliares pelo método de Kjeldahl e espectrofotometria de UV-Vis respectivamente. O total de 16 amostras de alimentos foi colhido nas províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia.

Os teores médios de proteínas nas amostras de Maputo variam de 25.12-30.91%, Inhambane 17.69-29.77% e Zambézia 28.78-29.22%. No caso do fósforo os teores médios nas amostras de Maputo variam de 6.64-13.57%, Inhambane 6.95-9.88% e Zambézia 11.51-14.47%.

A precisão das determinações foi verificada pela análise do valor de %RSD, para as proteínas a precisão foi muito boa, com valores de %RSD nas amostras de Maputo 0.00-2.29, Inhambane 0.00-3.01 e Zambézia 0.83-2.60. No caso do fósforo a precisão variou de muito boa a boa com valores de %RSD nas amostras de Maputo 0.00-7.58, Inhambane 0.00-4.68 e Zambézia 2.08-8.35.

Comparou-se os resultados obtidos usando o teste F e t no caso do teste F para os dois anólitos aceita-se H_0 , de que não existe diferença significativa entre os desvios das amostras de duas províncias visto que o $F_{cal} < F_{crit}$.

No caso do teste t para a FA de ZI e ZM,; TS de ZI e ZM; MA de ZM e IM e FBD de IM o $t_{cal} > t_{crit}$, daí que aceita-se a hipótese alternativa H_1 de que existe uma diferença significativa entre os teores médios de fósforo nas amostras das províncias em causa. Essa diferença pode ser provocada por diferentes razões, tais como erros acidentais na preparação de soluções, condições climáticas e características do solo das regiões onde as plantas se desenvolveram. E no caso da CA de IM; MA de ZM; TS de IM onde o $t_{cal} < t_{crit}$ aceita-se a hipótese nula H_0 de que não existe uma diferença significativa entre os teores médios de fósforo nas amostras.

Existe uma diferença significativa entre o teor médio de proteínas no caso de FA de ZI, IM; MA de ZI, IM; FBD de IM e CA de IM onde o $t_{cal} > t_{crit}$. Tal diferença pode ter sido provocada por erros acidentais na preparação das soluções, condições climáticas e características do solo das regiões onde as plantas se desenvolveram. Enquanto que para a FA de ZM ;TS de ZI, ZM e IM; MA de ZM e FBD de IM não apresentam uma diferença significativa no teor médio de proteína visto que $t_{cal} < t_{crit}$.

ÍNDICE DE CONTEÚDO

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
Declaração de compromisso de honra	iii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	iv
RESUMO.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJECTIVOS.....	3
2.1. Geral.....	3
2.2. Específicos.....	3
3. METODOLOGIA DO TRABALHO.....	4
3.1. Revisão bibliográfica.....	4
3.2. Parte experimental.....	4
3.3. Tratamento estatístico e discussão dos resultados.....	4
3.4. Elaboração do relatório.....	4
4. JUSTIFICATIVA.....	5
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
5.1. Localização das zonas de amostragem.....	6
5.1.1. Província de Maputo.....	6
5.1.2. Província de Inhambane.....	8
5.1.3. Província de Zambézia.....	10

5.2. Características de algumas amostras analisadas	12
5.2.1. Cucurbita sp. (folha de abóbora).....	13
5.2.2. Amaranthus sp. (tseke).....	14
5.2.3. Manihot esculenta crantz (matapa)	14
5.2.4. Momordica balsamina L. (cacana).....	15
5.2.5. Ipomoea batatas (L.) Lam (folha de batata-doce)	16
5.2.6. Vigna unguiculata (L.) Walp (folha de feijão-nhemba).....	16
5.3. Bromatologia.....	17
5.3.1. Proteínas.....	17
5.3.1.1. Importância da análise de proteínas	19
5.3.1.2. As Proteínas e a Saúde	20
5.3.2. Fósforo	20
5.4. Métodos de análise.....	21
5.4.1. Determinação de fósforo por espectrofotometria de UV-Vis	21
5.4.1.1. Espectrofotometria de UV-Vis.....	21
5.4.1.2. Mecanismo de absorção	21
5.4.1.3. Princípio de absorção e lei de Lambert-Beer	21
5.4.1.4. Limitações da Lei de Lambert-Beer.....	22
5.4.1.5. Interferências em UV-Vis	22
5.4.2. Metodologia para determinação de proteínas	23
5.4.2.1. Método Kjeldahl	23
5.4.2.2. Princípio	23
5.4.2.3. Reacções envolvidas na análise	24

5.4.2.4. Modificações do método de Kjeldahl	24
5.4.2.5. Vantagens e desvantagens do método Kjeldahl	25
6. PARTE EXPERIMENTAL	27
6.1. Matérias.....	27
6.2. Equipamentos.....	27
6.3. Reagentes	28
6.4. Lavagem do material.....	28
6.5. Amostragem.....	29
6.5.1. Pré tratamento das amostras.....	29
6.6. Procedimento para a determinação de proteínas.....	29
6.7. Procedimento para determinação de fósforo por UV-Vis.....	31
7. TRATAMENTO ESTATÍSTICO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	32
7.1. Para proteínas.....	32
7.2. Para o fósforo.....	39
7.3. Teste F para comparação dos desvios de duas províncias	46
7.4. Teste t para comparação de médias experimentais	49
8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	52
BIBLIOGRAFIA	54
Anexo 1: Peso das amostras.....	a
Anexo 2: Preparação de soluções.....	a
Anexo 3: Apresentação dos resultados	e

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Nomes vernacular e científicos das amostras.	12
Tabela 2: Valores de nitrogénio total e proteína bruta (PB) em % nas amostras de Zambézia.	33
Tabela 3: Valores de nitrogénio total (NT) e proteína bruta (PB) em % nas amostras de Inhambane.	34
Tabela 4: Valores de nitrogénio total (NT) e proteína bruta (PB) em % nas amostras de Maputo.	35
Tabela 5: Resultados estatísticos referentes às proteínas nas amostras de Zambézia.	36
Tabela 6: Resultados estatísticos referentes às proteínas nas amostras de Inhambane.	37
Tabela 7: Resultados estatísticos referentes às proteínas nas amostras de Maputo.	38
Tabela 8: Valores de concentração de fósforo (P) e % de fósforo (P) total nas amostras de Zambézia. ...	40
Tabela 9: Valores de concentração de fósforo (P) e % de fósforo (P) total nas amostras de Inhambane. .	41
Tabela10: Valores de concentração de fósforo (P) e % de fósforo (P) total nas amostras de Maputo. ...	42
Tabela 11: Resultados estatísticos referentes ao fósforo nas amostras de Zambézia.	43
Tabela 12: Resultados estatísticos referentes ao fósforo nas amostras de Inhambane.	44
Tabela 13: Resultados estatísticos referentes ao fósforo nas amostras de Maputo.	45
Tabela 14: Valores de sA, sB, Fcal , Fcrit e observação para o fósforo nas amostras das 3 províncias. ...	47
Tabela 15: Valores de sA, sB, Fcal , Fcrit e observação para as proteínas nas amostras das 3 províncias.	48
Tabela 16: Valores de tcal e tcrit do fósforo.	50
Tabela 17: Valores de tcal e tcrit das proteínas.	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da localização geográfica da Província de Maputo (fonte: CENACARTA, 2007).....	7
Figura 2: Mapa da localização geográfica da Província de Inhambane (fonte: CENACARTA, 2007).	9
Figura 3: Mapa da localização geográfica da Província de Zambézia (fonte: CENACARTA, 2007).	11
Figura 4: Cucurbita sp.	13
Figura 5: Amaranthus sp.....	14
Figura 6: Manihot esculenta crantz.....	14
Figura7: Momordica balsamina L.	15
Figura 8: Ipomea batatas (L.) Lam.	16
Figura 9: Vigna unguiculata (L.) Walp.....	16
Figura10: Reacção de formação de uma proteína.....	18
Figura 11: Bloco digestor SKALAR, 5620/40.	30
Figura 12: Destilador Gerhardt Vapodest.	31

1. INTRODUÇÃO

Alimentos são substâncias consumidas pelos seres vivos visando promover o crescimento, a reparação dos tecidos, a produção de energia e o equilíbrio das diversas funções orgânicas. Estes alimentos podem ser de origem animal ou vegetal e dividem-se em plásticos, energéticos e reguladores [12] [32].

Os alimentos que ingerimos habitualmente contêm nutrientes que são absorvidos e utilizados pelo organismo para manutenção da vida. Ingerindo com moderação tais nutrientes, pode-se contribuir para uma melhor saúde e qualidade de vida. Para tal a qualidade dependerá do equilíbrio entre o que é ingerido diariamente, garantindo a ingestão de uma gama de nutrientes indispensáveis para atender às necessidades do organismo.

A segurança alimentar é a satisfação das necessidades dietéticas dos indivíduos em todas as faixas etárias. Em Moçambique a segurança alimentar é definida considerando os factores de produção (clima, solo, seca ou cheia) e da disponibilidade de alimentos provenientes dum sector agrícola heterogéneo de pequenos agricultores, e duma rede de comercialização pequena, incompleta e mal distribuída. A produção agrícola caracteriza-se pela baixa produtividade, devido à fraca utilização de tecnologia e conseqüentemente, a percentagem da produção que atinge o mercado é baixa, excepto a de algumas regiões do país onde existem excedentes e a rede de comercialização é mais operacional. A produção dos próprios alimentos ou os próprios recursos nacionais cobrem cerca de 70% das necessidades alimentares das famílias nas zonas rurais. Nas áreas urbanas, esta estimativa situa-se em apenas cerca de 17%, sendo os restantes 83% cobertos por compras no mercado [36].

Embora a campanha revolução verde esteja produzindo resultados plausíveis em todas as regiões do nosso país (aumento da produção e da produtividade da actividade agrícola), nos últimos tempos os casos de má nutrição tendem a aumentar no nosso país e as pessoas devem ser aconselhadas e sensibilizadas de forma a conviver com os bons hábitos alimentares nas comunidades de forma que a população não seja propensa a má nutrição.

O objectivo deste trabalho é determinar o fósforo usando o método espectrofotométrico na região de UV-Vis e proteínas pelo método de Kjeldahl em alimentos foliares cultivados nas províncias

de Maputo, Inhambane e Zambézia. O fósforo é um elemento que introduzido no organismo ajuda a formar e a manter os ossos e os dentes saudáveis, em conjunto com o cálcio e as proteínas são grandemente responsáveis pela estrutura das células do corpo.

2. OBJECTIVOS

2.1. Geral

- Determinar a composição centesimal de nutrientes em alimentos cultivados e recolectados pelas comunidades de Moçambique.

2.2. Específicos

- Determinar o teor de proteína bruta em alimentos foliares cultivados nas províncias de Zambézia, Maputo e Inhambane pelo método de Kjeldahl;
- Determinar o teor de fósforo em alimentos foliares cultivados nas províncias de Zambézia, Maputo e Inhambane pelo método espectrofotométrico na região de UV-Vis;
- Comparar os resultados obtidos com base no teste F,
- Comparar os resultados obtidos usando o teste t.

3. METODOLOGIA DO TRABALHO

3.1. Revisão bibliográfica

Consistiu na consulta de livros, teses de licenciatura, artigos científicos e publicações da internet sobre alimentos, proteínas, fósforo e sua determinação.

3.2. Parte experimental

Consistiu:

- Na lavagem do material;
- Trituração da amostra;
- Pesagem da amostra;
- Digestão da amostra;
- Preparação das soluções;
- Determinação de nitrogénio e fósforo total nas amostras.

3.3. Tratamento estatístico e discussão dos resultados

Com base nos dados experimentais foi calculado:

- O teor dos elementos em análise nas amostras;
- A média;
- Desvio padrão;
- Desvio padrão relativo;
- Intervalos de confiança, teste F e t para a comparação de dois desvios. Por fim foi feita a discussão dos resultados.

3.4. Elaboração do relatório

O relatório foi elaborado de acordo com o regulamento do trabalho de licenciatura para os cursos da faculdade de ciências.

4. JUSTIFICATIVA

As proteínas e o fósforo são constituintes alimentares importantes para o nosso organismo, visto que fazem parte da massa corporal e participam enzimaticamente em diversas reacções que ocorrem no organismo humano. Daí a necessidade de se conhecer os nutrientes que fazem parte dos alimentos cultivados e consumidos no nosso país e em que proporções se encontram.

O presente trabalho faz parte de um projecto do Ministério da Ciência e Tecnologia, cujo objectivo é fornecer uma informação preliminar sobre o valor nutricional dos alimentos nativos cultivados no nosso país, bem como criar uma tabela com informação sobre o valor nutricional dos alimentos que poderá ser usado em estudos futuros com a mesma abordagem.

De referir que este trabalho poderá fornecer dados que ajudarão as instituições competentes a traçar estratégias para redução de índice de malnutrição que assola diversas províncias e distritos do nosso país.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1. Localização das zonas de amostragem

As amostras de alimentos foliares analisadas foram colhidas em várias localidades das províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia.

5.1.1. Província de Maputo

A província de Maputo localiza-se na zona sul do país, tem como capital a cidade de Maputo e possui clima tropical húmido [8]. Tem como limites:

- Norte: Província de Gaza;
- Sul: República da África do Sul;
- Oeste: República da África do Sul e Suazilândia;
- Este: Oceano Índico.

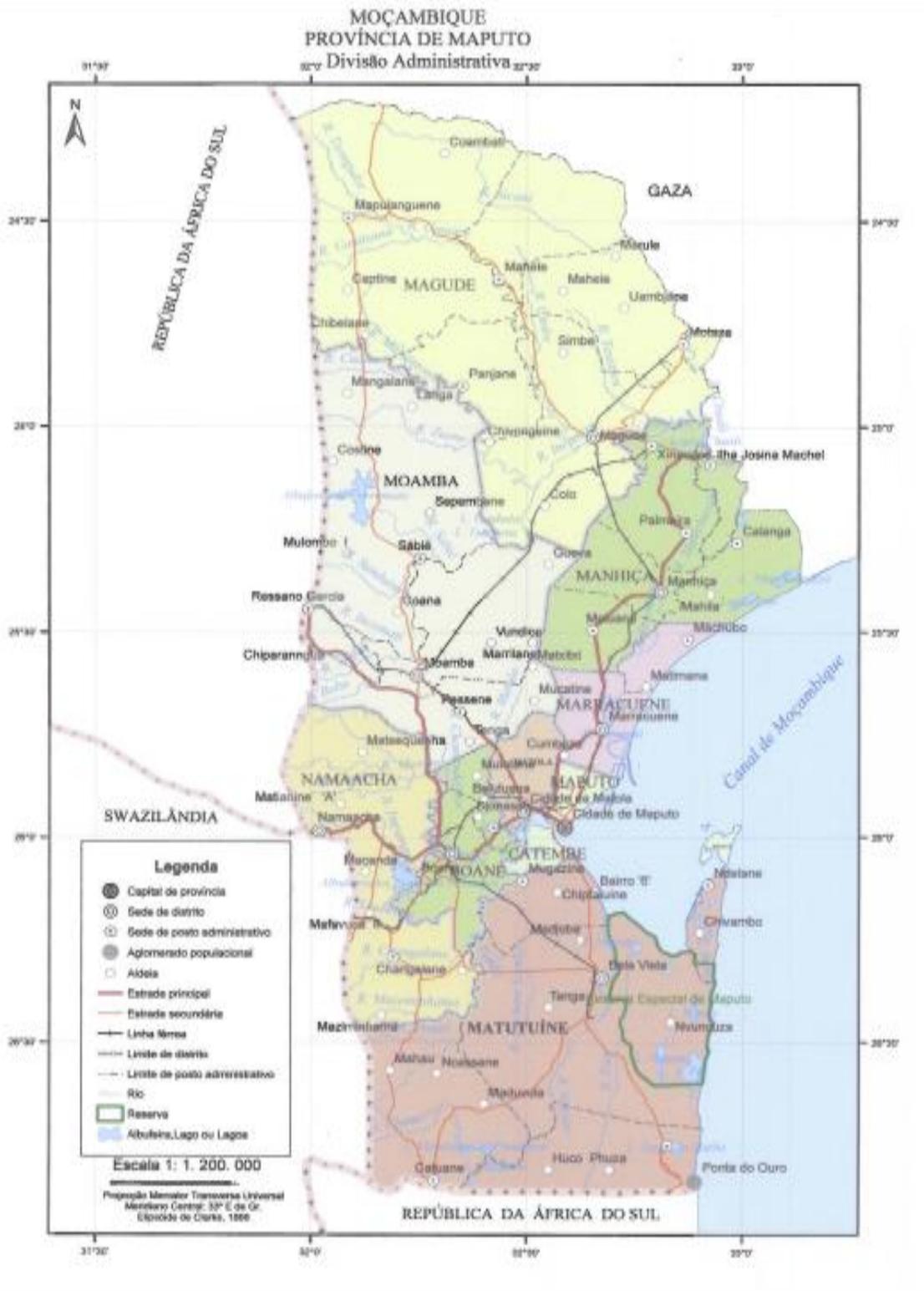


Figura 1: Mapa da localização geográfica da Província de Maputo (fonte: CENACARTA, 2007).

5.1.2. Província de Inhambane

A província de Inhambane localiza-se na zona sul do país, tem como capital a cidade de Inhambane e possui clima tropical seco [6]. Tem como limites:

- Norte: Província de Manica e Sofala;
- Sul: Oceano Indico;
- Oeste: Província de Gaza;
- Este: Oceano Índico [30].

5.1.3. Província de Zambézia

A província de Zambézia localiza-se na zona centro do país, tem como capital a cidade de Quelimane e possui clima tropical com temperaturas médias mais baixas e agradáveis [6]. Tem como limites:

- Norte: Província de Nampula;
- Sul: Província de Sofala;
- Oeste: Malawi e Província de Niassa e Tete;
- Este: Oceano Índico.

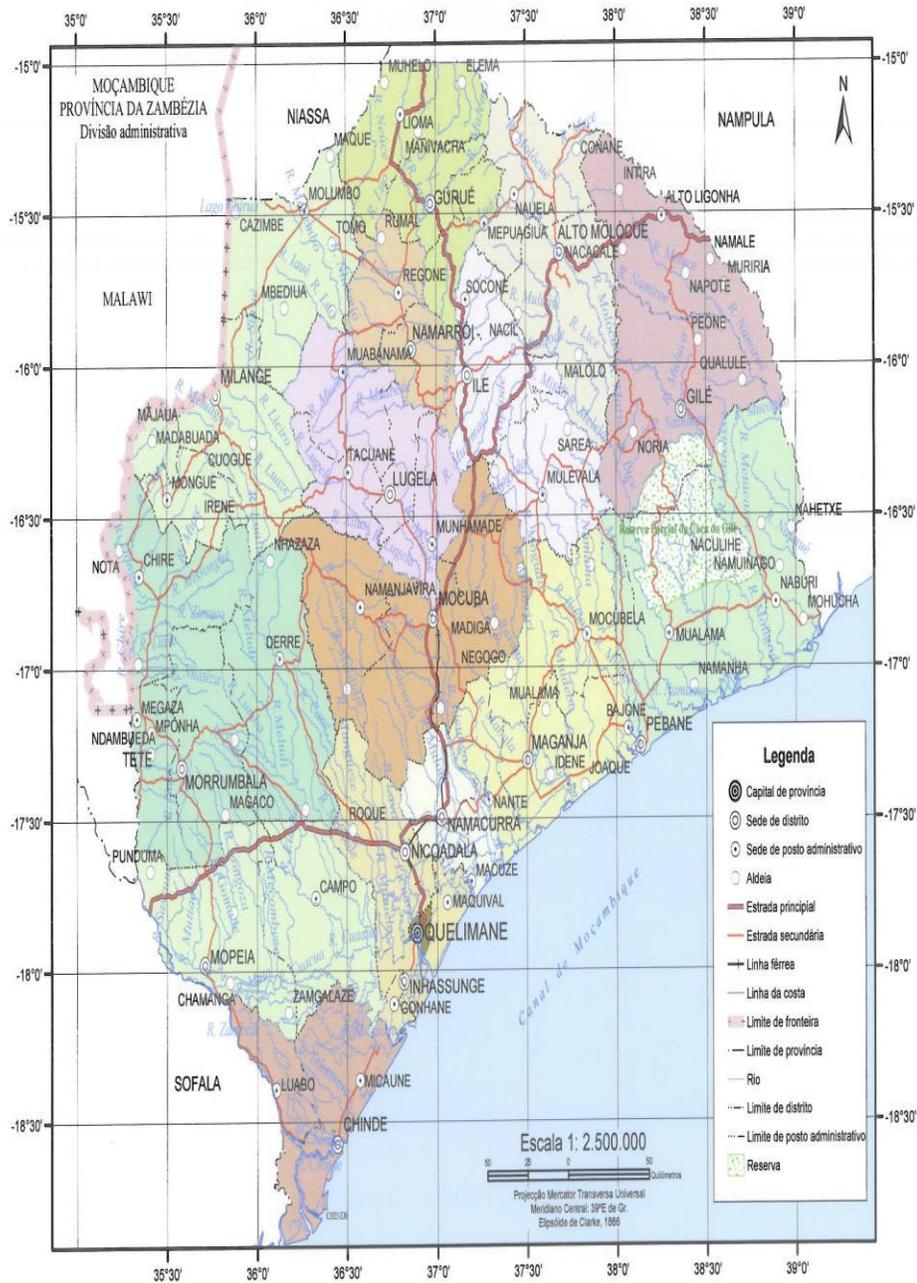


Figura 3: Mapa da localização geográfica da Província de Zambézia (fonte: CENACARTA, 2007).

5.2. Características de algumas amostras analisadas

Alimentos foliares

São alimentos reguladores, fontes de vitaminas, nutrientes, minerais que mantêm o equilíbrio do organismo e ajudam no seu funcionamento.

Tabela 1: Nomes vernacular e científicos das amostras.

Província	Nome vernacular	Nome científico	Amostra
Zambézia	Folha de abóbora	Cucurbita sp.	FA
	Tseke	Amaranthus sp.	TS
	Matapa	Manihot sculenta crantz	MA
Inhambane	Xindongomelane	Cryptolepis obtusa	XI
	Folha de abóbora	Cucurbita sp.	FA
	Mnhocue	Albertisia delagoensis	MN
	Cacana	Momordica balsamina L.	CA
	Folha de batata-doce	Ipomea batatas(L.) Lam.	FBD
	Tseke	Amaranthus sp.	TS
	Matapa	Manihot sculenta crantz	MA
	Folha de feijão-nhemba	Vigna unguiculata (L.) Walp	FFN
Maputo	Tseke	Amaranthus sp.	TS
	Cacana	Momordica balsamina L.	CA
	Matapa	Manihot sculenta crantz	MA
	Folha de abóbora	Cucurbita sp.	FA
	Folha de batata-doce	Ipomea batatas(L.) Lam.	FBD

[1] [3] [14] [15] [16] [17]

5.2.1. Cucurbita sp. (folha de abóbora)



Figura 4: Cucurbita sp.

A Cucurbita é uma planta de caule herbáceo rastejante, provido de gavinhas e raízes adventícias, folhas grandes de coloração verde escura e com áreas prateadas. São plantas anuais, da família das cucurbitáceas. Ao grupo das abóboras pertencem a abóbora rasteira (*Cucurbita moschata*), a moranga (*C. máxima*) e a moranga híbrida [33]. Esta planta é usada para fins alimentícios e medicinais pois apresenta propriedades anti-helmítica, anti-inflamatória, anti-febril, anti-térmica, bactericida, diurética, hepática, vermífuga e umectante [34].

As abóboras desenvolvem-se bem nas épocas quentes (temperatura na faixa de 20 a 35°C), o calor excessivo queima os frutos e não resistem a temperaturas abaixo de 10°C pois o frio prejudica a germinação de sementes e o crescimento da planta. Adaptam-se a vários tipos de solos, mas preferem os de textura média, bem drenados, leves e de boa fertilidade. O pH varia entre 5,8 e 6,8. Temperaturas amenas e dias curtos estimulam o desenvolvimento de maior número de flores femininas [33].

5.2.2. *Amaranthus* sp. (tseke)



Figura 5: *Amaranthus* sp.

O *Amaranthus* compreende várias espécies de plantas dicotiledóneas cujas folhas e sementes são consumidas em diversos países [2].

O *Amaranthus* se desenvolve sob condições desfavoráveis, em ambientes com luminosidade intensa, altas temperaturas (35 a 40°C) e condições hídricas drásticas. Caracteriza-se também pela sua grande adaptação climática e rápido crescimento [2].

O potencial de *Amaranthus* como fonte de nutrientes é alto. Do ponto de vista medicinal, é um produto ideal para pessoas portadoras da doença celíaca, por não possuir glúten e proteger o intestino [2].

5.2.3. *Manihot esculenta* crantz (matapa)



Figura 6: *Manihot esculenta* crantz.

Manihot esculenta crantz é uma planta perene, arbustiva pertencente à família das euforbiaceae. É cultivada em regiões de clima tropical e subtropical e uma temperatura média em torno de

25°C. Temperaturas inferiores a 15°C prejudicam o desenvolvimento vegetativo da planta. É tolerante à seca e possui ampla adaptação às mais variadas condições de clima e solo. Os solos mais recomendados são os profundos com textura média de boa drenagem [35].

É fonte de nutrientes e energia, apresenta propriedade medicinal anti-reumática e anti-séptica [35].

5.2.4. *Momordica balsamina* L. (cacana)



Figura7: *Momordica balsamina* L.

A *Momordica balsamina* é uma das espécies da família cucurbitaceae, envolve plantas essencialmente comestíveis e ornamentais [9].

A *Momordica balsamina* é uma espécie que se desenvolve nas regiões pantropical, estendendo-se até às regiões temperadas dos hemisférios norte e sul. É uma planta trepadeira, de caule herbáceo (rama), constituída por folhas alternas, com gavinhas enroladas em espiral situadas na parte superior da base do pecíolo e não ramificadas [9].

Na zona sul do nosso país, faz parte da dieta alimentar, as folhas e partes tenras da rama são cozinhadas e condimentadas com amendoim [9].

O potencial terapêutico da *Momordica balsamina* na cura de doenças faz dela uma das espécies da família cucurbitaceae mais usadas pelos curandeiros e ervanários em diversas partes do mundo, apesar de grande parte da sua actividade curativa não ter sido cientificamente demonstrada. Tem efeitos anti-maláricos, produz no organismo efeitos preventivos contra possíveis doenças infecciosas, anti-inflamatória, anti- emético e cura úlceras [9].

5.2.5. *Ipomoea batatas* (L.) Lam (folha de batata-doce)



Figura 8: *Ipomoea batatas* (L.) Lam.

A espécie *Ipomoea batatas* (L.) Lam é uma planta dicotiledónea de ciclo anual pertencente à família botânica convolvulaceae, género *Ipomoea*. É uma planta herbácea, apresentando caule rastejante que atinge 3m de comprimento e folhas com pecíolos longos. A parte aérea, constituída por uma vegetação agressiva, forma boa cobertura do solo e compete com plantas invasoras. Trata-se de uma planta perene, porém cultivada como anual [13].

Desenvolve-se melhor em locais ou épocas em que a temperatura média é superior a 24°C. Quando a temperatura é inferior a 10°C, o crescimento da planta é severamente retardado [13].

O solo deve ser preferencialmente de textura arenosa ou areno-argilosa, bem drenado e com pH variando entre 4.5 e 7.7 [13].

5.2.6. *Vigna unguiculata* (L.) Walp (folha de feijão-nhemba)



Figura 9: *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

A espécie *vigna unguiculata* é uma planta que pertence a ordem Fabales, família fabace, género *vigna* [25].

É uma planta de estação quente adaptando-se às condições semi- áridas [24]. Apresenta ciclo de vida curto e baixa exigência hídrica. Possui atributos nutricionais desejáveis como altos teores de energia, proteínas, fibras e minerais [25].

5.3. Bromatologia

Bromatologia é a ciência que estuda os alimentos, a qual inclui o estudo das características físicas, químicas e biológicas dos alimentos. Quimicamente os alimentos são constituídos principalmente de carbono, hidrogénio, oxigénio, nitrogénio e quantidades relativamente baixas de outros elementos que são encontrados em todos os alimentos. A composição química de um alimento é descrita, geralmente em termos do seu conteúdo em percentagem de carboidratos, proteínas, gorduras, cinzas (minerais), água, entre outros [11].

Os tecidos vegetais são ricos, geralmente em carboidratos, enquanto os animais o são em proteínas [11].

5.3.1. Proteínas

As proteínas são moléculas de natureza heteropolimérica, de ocorrência universal na célula viva. E para muitos organismos, constituem cerca de 50% das suas massas. São moléculas complexas constituídas de carbono, hidrogénio, oxigénio e nitrogénio podendo conter enxofre, fósforo e outros elementos [12]. O nitrogénio é o elemento mais marcante presente em proteínas. No entanto o teor de nitrogénio, em várias proteínas do alimento varia devido à diferença na composição específica de aminoácidos das proteínas. Geralmente, proteínas ricas em aminoácidos básicos contêm mais nitrogénio [18].

São formadas principalmente, pela união de 20 aminoácidos em cadeias peptídicas helicoidais, diferenciando-se entre si precisamente pelo tipo e quantidade dos aminoácidos que as formam e também pela sequência na qual esses aminoácidos se organizam [11].

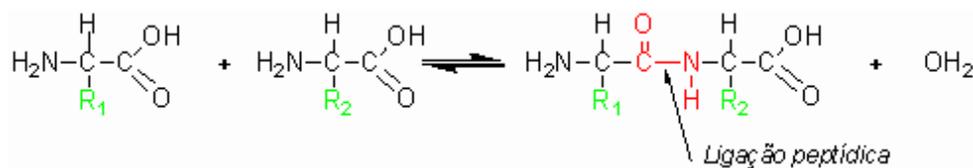


Figura10: Reacção de formação de uma proteína.

Os aminoácidos das proteínas são ligados por ligações peptídicas, formadas por perda da molécula de água quando o grupo amino de um aminoácido reage com o grupo carboxílico de outro [7].

Muitos animais superiores não conseguem sintetizar todos os aminoácidos necessários para formação das proteínas. Por este facto, o nosso corpo necessita fortemente de aminoácidos para conseguir sintetizar as suas proteínas [12]. Distinguem-se dois tipos de aminoácidos, os essenciais (são aqueles que o nosso corpo não consegue produzir) e os não essenciais (são os que o corpo consegue produzir). Os aminoácidos essenciais têm de ser ingeridos através dos alimentos quer de origem animal como vegetal. Fazem parte desta classe a isoleucina, leucina, usina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina e no caso dos não essenciais o corpo consegue produzir a partir de outras substâncias [20].

Em proteínas de natureza animal, as proporções dos aminoácidos que as compõem aproximam-se da ideal para o Homem, denominando-se de completas. No caso de legumes secos, a proporção dos aminoácidos presentes nas proteínas de origem vegetal não é a ideal, contudo, combinando vários tipos de proteínas vegetais alcança-se o mesmo resultado nutricional do que através de proteínas completas [38]. Proteínas das plantas com excepção de proteínas de legumes não têm aminoácidos essenciais e são chamadas incompletas [4].

As proteínas que contêm todos os aminoácidos em quantidades suficientes são chamadas de proteínas de alto valor biológico ou proteínas completas [26]. As proteínas que possuem apenas aminoácidos na sua fórmula são chamadas proteínas simples e as que contêm outros elementos são chamadas conjugadas [31].

As proteínas dos alimentos ao serem ingeridas são hidrolisadas enzimaticamente a aminoácidos livres antes que esses possam ser absorvidos e entrar na síntese de novas proteínas pelo organismo [11].

As proteínas podem ser classificadas pela sua composição, estrutura, função biológica, ou propriedades de solubilidade. Elas têm conformações únicas que poderiam ser alteradas por desnaturantes como calor, ácidos, álcalis, ureia, solventes orgânicos e detergentes. A análise de proteínas é complicada pelo facto de alguns componentes dos alimentos possuírem propriedades físico-químicas semelhantes. Portanto, o nitrogénio orgânico total em alimentos representaria nitrogénio principalmente de proteínas e em menor grau, de todos os compostos orgânicos contendo nitrogénio de substâncias não proteicas. O nitrogénio não proteico poderia vir a partir de aminoácidos livres, pequenos péptidos, ácidos nucleicos, fosfolípidos, açúcares aminados, porfirina, e algumas vitaminas, alcalóides, ácido úrico, ureia e ião amónio [18].

5.3.1.1. Importância da análise de proteínas

Análise de proteínas é importante para:

1. Rotulagem nutricional.
2. Preço: o custo de alguns alimentos é determinado com base no conteúdo da proteína, medida pelo teor de nitrogénio (por exemplo, grãos de cereais, leite para fazer determinados produtos lácteos como o caso do queijo).
3. Investigação de propriedade funcional: Proteínas em vários tipos de alimentos têm propriedades funcionais específicas: por exemplo, gluteninas na farinha de trigo para panificação, caseína no leite para a coagulação em produtos queijo, etc.
4. Determinação da actividade biológica: Algumas proteínas, incluindo enzimas ou inibidores da enzima, são relevantes para a ciência da alimentação e nutrição: por exemplo, as enzimas proteolíticas no amaciamento de carnes, pectinases no amadurecimento de frutas, e inibidores de tripsina em sementes de leguminosas são proteínas. Para comparar entre as amostras, actividade de enzimas, muitas vezes é expresso em termos da actividade específica, ou seja, unidades da actividade de enzima por mg de proteína [18].

5.3.1.2. As Proteínas e a Saúde

As proteínas são responsáveis pela formação e manutenção dos tecidos celulares e pela síntese dos anticorpos contra infecções. Produzem energia e ajudam na formação da hemoglobina do sangue e de várias enzimas [38].

Em casos de carência, a falta de proteínas causa debilidade, edemas, insuficiência hepática, apatia e até baixa das defesas do organismo. Em caso de excesso, existe o risco de acidificação sanguínea, doenças renais e reumáticas [38].

Existe uma maior necessidade de proteínas na alimentação de crianças, na alimentação de adolescentes em casos de queimaduras graves e traumatismos variados [38].

Os teores de proteínas mais frequentes situam-se entre 20 a 25% de matéria seca.

5.3.2. Fósforo

O fósforo é o componente principal dos tecidos de todas as células vegetais e animais e é um mineral necessário para o desempenho celular, em geral. Ajuda a formar e a manter os ossos e os dentes saudáveis, em conjunto com o cálcio. O fósforo é essencial para a libertação de energia nas células, para a absorção e transporte de muitos nutrientes, e regula também a actividade das proteínas [39].

O corpo necessita do fósforo para equilibrar seu pH, que deve ser constante, garantindo o sucesso das reacções químicas responsáveis por manter todos os órgãos em funcionamento [39].

Dentre as fontes alimentares de fósforo estão alimentos ricos em proteínas e também as leguminosas e os cereais [38].

A ingestão excessiva de fósforo leva a uma diminuição da absorção de cálcio e aumenta a libertação de cálcio dos ossos. Agrava assim o risco de osteoporose. A carência de fósforo é rara uma vez que ele está presente em todas as proteínas animais e vegetais, porque são adicionados fosfatos a muitos alimentos de uso corrente mas a sua carência

pode provocar uma maior probabilidade de ocorrência de fracturas, músculos atrofiados, alterações nervosas e o raquitismo. A diminuição de apetite, anemia, fraqueza muscular, dor nos ossos e maior susceptibilidade às infecções são os sintomas da sua deficiência [39].

5.4. Métodos de análise

5.4.1. Determinação de fósforo por espectrofotometria de UV-Vis

A determinação de fósforo foi feita usando o método espectrofotométrico na região de UV-Vis, o qual baseou-se na complexação de fósforo com solução de molibdato [29].

5.4.1.1. Espectrofotometria de UV-Vis

Espectrofotometria de UV-Vis correlaciona a quantidade de energia absorvida em função do comprimento de onda da radiação incidente, na zona do ultra violeta e visível por moléculas.

5.4.1.2. Mecanismo de absorção

Os espectros são obtidos como resultado de absorção de parte da radiação UV-Vis incidente por espécies moleculares em solução. A absorção da radiação é devido à presença, na molécula do anólito, de grupos absorventes denominados grupos cromóforos. Durante a absorção moléculas passam de um baixo estado energético para o mais alto [10].

Se fizer incidir sobre moléculas a radiação UV-Vis, e com característica do anólito considerado, então estas moléculas contendo tal anólito são capazes de absorver essa radiação [10].

5.4.1.3. Princípio de absorção e lei de Lambert-Beer

A absorção da radiação luminosa depende da população de moléculas no estado fundamental e é proporcional á concentração do anólito na solução esta proporcionalidade é descrita pela lei de Lambert-Beer [10]:

$$A = \log \frac{I_0}{I} = j.k.C \quad (1)$$

Legenda:

A – Absorvância

I_0 – intensidade da radiação incidente

I – intensidade da radiação transmitida

j – absortividade molar

C – concentração dos átomos gasosos

k – caminho óptico da cuveta

- a) A absorção da luz é tanto maior quanto mais concentrada for a solução por ela atravessada.
- b) A absorção da luz é tanto maior quanto maior for a distância percorrida pelo feixe luminoso através das amostras [10].

5.4.1.4. Limitações da Lei de Lambert-Beer

- A lei é válida somente para concentrações baixas;
- As altas concentrações ocorrem interações entre as moléculas afectando a distribuição da carga e alterando absortividade;
- A absortividade pode alterar com a variação do índice de refração [10].

5.4.1.5. Interferências em UV-Vis

Em espectrofotometria de absorção molecular tem um interesse particular o estudo das interferências químicas, uma vez que o método baseia-se na formação de complexos capazes de absorver a radiação na zona de interesse [10].

Uma interferência química é resultado da formação do composto que impede a complexação quantitativa do elemento em estudo. As interferências químicas em UV-Vis podem influenciar no aumento ou na diminuição do teor do elemento a determinar [10].

Como forma de eliminar este tipo de interferências recorre-se a vários procedimentos de análise dentre os quais a extracção e mascaramento [10].

A extracção consiste em separar o elemento em estudo de todos os outros elementos que provavelmente poderiam interferir na análise, enquanto o mascaramento consiste em fazer reagir os elementos interferentes com outras substâncias, passando desse modo para forma associada, estando assim impossibilitados de interferir na análise [10].

5.4.2. Metodologia para determinação de proteínas

A determinação de proteínas foi feita usando o método Kjeldahl.

5.4.2.1. Método Kjeldahl

Histórico: Método Original

Em 1883, Johann Kjeldahl desenvolveu o processo básico de Kjeldahl para analisar nitrogénio orgânico. O método original inclui as seguintes etapas:

1. Digestão com ácido sulfúrico, com a adição de permanganato de potássio em pó para completar oxidação e conversão de nitrogénio para sulfato de amónio.
2. Neutralização do produto da digestão diluído, seguida por destilação em um volume conhecido de padrão ácido, contendo iodeto de potássio e iodato.
3. Titulação do iodo libertado com tiosulfato de sódio [18].

5.4.2.2. Princípio

No procedimento de Kjeldahl modificado, proteínas e outros componentes orgânicos das amostras de alimentos são digeridos com ácido sulfúrico na presença de catalisadores a aproximadamente 370°C [19] [26]. O nitrogénio orgânico total é convertido em sulfato de amónio [18].

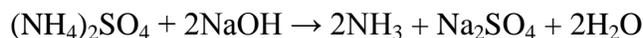
O sulfato de amónio obtido é neutralizado com base e destilado em uma solução de ácido bórico. Os aniões borato formados são titulados com ácido padronizado, que são convertidos em nitrogénio. O resultado da análise representa o teor de proteína bruta dos alimentos que inclui o nitrogénio proveniente de fontes não proteicas.

5.4.2.3. Reacções envolvidas na análise

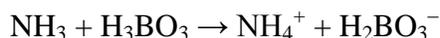
A etapa inicial, designada por digestão, é responsável pela redução do nitrogénio orgânico a amónio, o qual é retido em solução, na forma de sulfato de amónio [37] [21]:



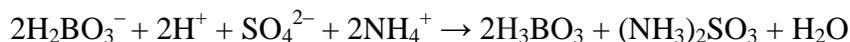
Após mineralização (digestão), o amónio é deslocado por uma base forte em excesso, geralmente usa-se NaOH aquosa. Estequiometricamente:



A solução resultante, contendo NH_3 , é destilada com vapor, que arrasta consigo o NH_3 , sendo este recolhido numa solução de ácido bórico:



O borato desta solução ácida é titulado com ácido (H_2SO_4 , HCl ,...), para quantificar a quantidade de amónio presente, segundo a reacção [27] :



5.4.2.4. Modificações do método de Kjeldahl

A. Adição de catalisadores

Wilforth (1885) sugeriu a adição de óxidos de metais de mercúrio, cobre, ferro, etc para acelerar a digestão da amostra.

Praticamente todos os metais da tabela periódica foram testados na digestão da amostra, porém mercúrio, cobre e selénio foram os que apresentaram melhores resultados.

Mercúrio: é superior ao cobre como catalisador, porém é necessária uma etapa a mais no método para separar o complexo de mercúrio-amónio formado. Esta separação é feita pela precipitação do mercúrio com tiosulfato de sódio [28].

Cobre: é o menos eficiente dos três catalisadores e só tem problema de limite de aplicação pela

sua toxidez [28].

Selénio: é o mais polémico dos três catalisadores. Tem efeito mais rápido do que o mercúrio e não necessita de separação após seu uso. Entretanto pode haver perda de nitrogénio se ele for utilizado em excesso ou se a temperatura de digestão não for cuidadosamente controlada. As condições são mais críticas que para o mercúrio e o cobre [28].

Actualmente é utilizada uma mistura dos três catalisadores, pois assim não apresentam problemas na pequena concentração em que são utilizados na mistura [28].

B. Adição de sulfato de potássio

Gunning, em 1889, sugeriu a adição deste reagente para aumentar o ponto de ebulição da mistura na digestão, acelerando assim o processo. O excesso de sulfato de potássio pode causar decomposição por excesso de aquecimento, com perda de amónio [28].

C. Ácido bórico

No método original, o amónio libertado da amostra é recolhido em ácido padronizado. Na modificação, o recolhimento é feito em excesso de ácido bórico. O borato de amónio formado é titulado com um ácido padronizado. Esta solução é vantajosa no sentido de que será necessária somente uma solução padronizada. Nem a quantidade (cerca de 50ml), nem a concentração (cerca de 4%) de ácido bórico necessitam ser precisas [28].

5.4.2.5. Vantagens e desvantagens do método Kjeldahl

Vantagens

- Aplicável a todos tipos de alimentos;
- Barato;
- Preciso;
- Tem sido modificado para detectar quantidades na ordem de microgramas de proteínas [18].

Desvantagens

- Reagente corrosivo;
- Menor precisão que o método de biureto;
- Demorado;
- Determina o nitrogénio total [18].

Existem outros métodos de análise de proteína, no caso da determinação por elementos para além do método Kjeldahl existe o método de Dumas. Os restantes métodos baseiam-se na análise de grupos de compostos que fazem parte das proteínas e destacam-se os seguintes:

- Método por biureto
- Método por fenol
- Método por espectrofotometria ultravioleta
- Métodos turbimétricos
- Método dye-binding
- Métodos físicos [18].

6. PARTE EXPERIMENTAL

6.1. Matérias

Tara	Erlenmeyer
Suporte	Pérolas de vidro
Proveta	Pipeta automática
Espátula	Balão volumétrico
Becker de vidro	Esguicho com água destilada
Vidro de relógio	Tubo de digestão
Tubo de destilação	Bureta
Escova de limpeza	Vareta
Luvas	Máscaras
Filtro	Papel de filtro

6.2. Equipamentos

- Estufa marca Scientific (série 9000);
- Balança analítica com precisão 0,001g modelo GX-600;
- Triturador da marca Philips;
- Agitador magnético IKAMAG RTC;
- Misturador JANKE & KUNKEL da IKA Labortechnik;
- Digestor 5620/40 da marca SKALAR;
- Espectrofotómetro UV-3100 J. P. SELECTA.

6.3. Reagentes

- Verde de bromocresol;
- Acido bórico da Sigma- Aldrich;
- Selénio (Se) 99.5% da Riedel- de Haen;
- Vermelho de metil Chemically Pure;
- Acido ascórbico Analytical reagent da Rochelle Chemicals;
- Hidróxido de sódio (NaOH) Analytical reagent da MINEMA;
- Molibdato de amónio da Associated chemical enterprises (PTY) Ltd;
- Acido salicílico (C₇H₆O₃) Analytical reagent da Rochelle Chemicals;
- Acido clorídrico (HCl) 37% (p/p) Analitical Reagent da Rochelle Chemicals;
- Antimónio tartarato de potássio Analytical reagent da BHD- Chemicals Ltd;
- Solução de peróxido de hidrogénio (H₂O₂) 30% Analytical reagent da Fisher Scientific;
- Acido sulfúrico (H₂SO₄) 97% (p/p) Chemically Pure da Merck Laboratory Supplies.

6.4. Lavagem do material

A lavagem do material seguiu o seguinte critério:

- Lavou-se o material em água da torneira;
- Deixou-se escorrer o excesso de água por alguns instantes;
- Imergiu-se no detergente diluído em água destilada e lavou-se com escova de limpeza;
- Retirou-se do detergente, lavou-se com água destilada para eliminar o detergente e deixou-se a secar.

6.5. Amostragem

As amostras de alimentos foliares analisadas foram colhidas em várias localidades das províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia por um grupo de técnicos do CIDE (Centro de Investigação e Desenvolvimento em Etnobotânica). Depois de colectadas guardou-se em plásticos de polietileno devidamente identificados e conservou-se em colmas. De seguida secou-se ao sol de modo a reduzir a humidade e guardou-se em plásticos de polietileno devidamente identificados.

6.5.1. Pré tratamento das amostras

As amostras foram trituradas em aparelho da marca Philips, até tornarem-se pó e guardadas em plásticos de polietileno devidamente identificados. Estas amostras foram analisadas no laboratório de solos do IIAM.

6.6. Procedimento para a determinação de proteínas [22]

Digestão

1. Em uma balança analítica colocou-se uma tara e pesou-se cerca de 0,3g de amostra de planta. Transferiu-se a amostra para um tubo de digestão de 75mL.
2. No tubo de digestão colocou-se 3 pérolas de vidro para evitar uma fervura brusca.
3. Adicionou-se 2.5mL da mistura da digestão com uma pipeta automática.
4. Homogeneizou-se.
5. Colocou-se o tubo de digestão no bloco digestor a 100°C durante 2horas.
6. Removeu-se o tubo de digestão do digestor e deixou-se arrefecer.
7. Lentamente e cuidadosamente adicionou-se 2mL de H₂O₂ 30%.
8. Homogeneizou-se.
9. Colocou-se o tubo da digestão no bloco digestor inicialmente por 1hora a 100°C e de seguida por 2horas a 330°C.
10. Removeu-se o tubo de digestão do bloco digestor e deixou-se a arrefecer.
11. Adicionou-se 20mL de água destilada e agitou-se.
12. Filtrou-se e transferiu-se a solução para um balão de 75mL. Homogeneizou-se muito bem.

Nota: As amostras foram preparadas em duplicado.



Figura 11: Bloco digestor SKALAR, 5620/40.

Destilação e titulação

- Transferiu-se 20mL da solução de H_3BO_3 com mistura de indicadores para Erlenmeyer.
- Levou-se o Erlenmeyer ao destilador de forma que o tubo de saída do aparelho fica se mergulhado na solução de H_3BO_3 .
- Pipetou-se 10mL do extracto digerido e transferiu-se para um tubo de destilação, acrescentou-se 50mL de NaOH contido num balão ligado ao destilador.
- Deixou-se cada amostra a destilar por cerca de 10 minutos.
- Destilou-se a amostra em branco.
- Titulou-se a solução do erlenmeyer com solução de HCl 0,02M contida numa bureta.



Figura 12: Destilador Gerhardt Vapodest.

6.7. Procedimento para determinação de fósforo por UV-Vis [22]

1. Pipetou-se 5mL de soluções padrões de fosfato (S_0 - S_5) em balões volumétricos de 50mL.
2. Pipetou-se 1mL da solução da digestão e do branco em balões volumétricos de 50mL cada.
3. Adicionou-se 25mL de água destilada.
4. Pipetou-se 15mL de reagente de coloração em todos os balões volumétricos e homogeneizou-se.
5. Completou-se o volume com água destilada e homogeneizou-se.
6. Deixou-se repousar por 1 hora para que a cor azul apareça e estabilize-se.

Mediu-se a absorvância dos padrões, branco e amostra no espectrofotômetro de absorção molecular a 882nm.

7. TRATAMENTO ESTATÍSTICO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

7.1. Para proteínas

As tabelas 2-4 apresentam os valores do nitrogénio total e proteína bruta das amostras. O nitrogénio total foi calculado de acordo com a equação 2:

$$NT = \frac{(V_S - V_B) * T * 14 * 7.5 * 100}{m} \quad (2)$$

onde:

V_S - Volume de HCl gasto na titulação da amostra em mL

V_B - Volume de HCl gasto na titulação do branco em mL

T – Molaridade de HCl

m – Massa da amostra tomada em mg

NT – Nitrogénio total

14 – Peso atómico de nitrogénio

7.5 – Factor de diluição (75/10= Volume da digestão em mL/ Volume pipetado em mL)

100 – Factor de conversão de mg/ Kg em %

Para a determinação da proteína bruta, multiplicou-se o valor de nitrogénio total calculado por um factor que converte o nitrogénio em proteína. Convencionalmente, em amostras de alimentos é expressa pelo factor 6.25 [22].

A equação 3 foi usada para determinar a proteína bruta [23].

$$PB = NT * FN \quad (3)$$

onde:

PB – Proteína bruta

FN – Factor de conversão de proteínas

Tabela 2: Valores de nitrogénio total e proteína bruta (PB) em % nas amostras de Zambézia.

Amostra	Réplica	NT	PB
FA	I	4.52	28.25
	II	4.68	29.31
TS	I	4.60	28.78
	II	4.66	29.12
MA	I	4.62	28.88
	II	4.73	29.55

Tabela 3: Valores de nitrogénio total (NT) e proteína bruta (PB) em % nas amostras de Inhambane.

Amostra	Réplica	NT	PB
XI	I	2.86	17.78
	II	2.86	17.18
FA	I	3.84	23.98
	II	3.99	24.94
MN	I	3.78	23.63
	II	3.78	23.63
CA	I	4.41	27.56
	II	4.41	27.56
FBD	I	3.85	24.06
	II	3.76	23.47
TS	I	4.66	29.12
	II	4.87	30.42
MA	I	2.80	17.50
	II	2.86	17.88
FFN	I	4.60	28.78
	II	4.48	28.00

Tabela 4: Valores de nitrogénio total (NT) e proteína bruta (PB) em % nas amostras de Maputo.

Amostra	Réplica	NT	PB
TS	I	4.69	29.31
	II	4.69	29.31
CA	I	4.88	30.52
	II	5.01	31.29
MA	I	4.90	30.63
	II	4.90	30.63
FA	I	4.90	30.63
	II	4.74	29.65
FBD	I	4.05	25.29
	II	3.99	24.94

As tabelas 5-7 apresentam os resultados estatísticos referentes as proteínas nas amostras das 3 províncias. Para o tratamento estatístico foi calculado a média experimental, desvio padrão s, % RSD e intervalo de confiança usando as fórmulas 4-7 respectivamente.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (4)$$

$$s = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

$$\bar{x} \pm \frac{s \times t}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

$$RSD = \frac{s}{\bar{x}} 100\% \quad (7)$$

Onde:

a - Intercessão

b - Declive

s_b - Desvio padrão do declive

s_a - Desvio padrão da intersecção

$S_{y/x}$ - Desvio de resíduos

t - t de student

x_i - Valor individual da amostra

n - Numero de replicas

s - Desvio padrão

v – Numero de graus de liberdade

RSD- Desvio padrão relativo

Considerou-se em todo o tratamento estatístico um nível de confiança 95%, em função de número de graus de liberdade ($v=n-1$), tirou-se o t a partir da distribuição “t de student”.

Tabela 5: Resultados estatísticos referentes às proteínas nas amostras de Zambézia.

Amostra	\bar{x}	s	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{s \times t}{\sqrt{n}}$
FA	28.78	0.75	2.60	28.78±6.65
TS	28.95	0.24	0.83	28.95±2.16
MA	29.22	0.47	1.62	29.22±4.22

Das amostras em questão a MA apresenta o maior teor médio de proteína 29.22% e a FA o menor teor médio de proteínas 28.78%. A precisão das análises foi muito boa com valores de % RSD entre 0.83 e 2.60.

As amostras da província de Zambézia são ricas em proteínas, apresentam teores médios de proteínas acima dos valores de teores mais frequentes. Deste modo a população da província de Zambézia deve ser sensibilizada de modo a consumir estes alimentos pois as proteínas são responsáveis pela produção de energia, formação e manutenção dos tecidos.

Tabela 6: Resultados estatísticos referentes às proteínas nas amostras de Inhambane.

Amostra	\bar{x}	s	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{s \times t}{\sqrt{n}}$
XI	17.48	0.42	2.43	17.48±3.81
FA	24.46	0.68	2.78	24.46±6.11
MN	23.63	0.00	0.00	23.63±0.00
CA	27.56	0.00	0.00	27.56±0.00
FBD	23.75	0.45	1.89	23.75±4.04
TS	29.77	0.92	3.01	29.77±8.27
MA	17.69	0.27	1.53	17.69±2.43
FFN	28.39	0.55	1.94	28.39±4.94

Das amostras em questão TS apresenta o maior teor médio de proteínas 29.77% e XI o menor teor médio 17.48%. A precisão das análises é muito boa com valores de % RSD entre 0.00 e 3.01.

A população de Inhambane deve ser sensibilizada de modo a consumir com frequência a FA, MN, BD, FFN, TS e CA visto que estes apresentam teor médio de proteínas considerável. E com menor frequência o XI e MA pois apresentam baixo teor médio de proteínas e a carência deste nutriente causa a debilidade, baixa defesa do organismo e edemas.

Tabela 7: Resultados estatísticos referentes às proteínas nas amostras de Maputo.

Amostra	\bar{x}	s	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{s \times t}{\sqrt{n}}$
TS	29.31	0.00	0.00	28.39±0.00
CA	30.91	0.54	1.75	30.91±4.85
MA	30.63	0.00	0.00	30.63±0.00
FA	30.14	0.69	2.29	30.14±9.48
FBD	25.12	0.25	1.00	25.12±2.25

Das amostras em questão a CA apresenta o maior teor médio de proteínas 30.91% e a FBD o menor teor 25.12%. A precisão das análises é muito boa com valores de % RSD entre 0.00 e 2.29.

Todas amostras de Maputo apresentam elevado teor médio de proteínas, daí que a população deve incluir estes alimentos na sua dieta alimentar visto que este é um nutriente importante para o organismo.

7.2. Para o fósforo

A concentração de fósforo foi obtida com base na recta de calibração, segundo o método de calibração normal em que foram usados padrões preparados a partir de uma solução mãe. Na maior parte das vezes temos uma relação linear entre a absorvância e a concentração, isto é, o sistema obedece a lei de Beer, encurvando para o eixo das abcissas para valores mais elevados.

Uma vez lida a absorvância da amostra cujo valor deve estar entre a absorvância dos padrões determinou-se a sua concentração.

As tabelas 8-10 apresentam o valor da concentração de P e o teor de fósforo total nas amostras das 3 províncias, que foi calculado com base na equação da recta dos padrões de fósforo e a equação 4.

$$\% P = \frac{(C_A - C_B) * V * S * Mc * 100 \%}{1000 * m * F * 1000} = \frac{(C_A - C_B) * V * S * Mc}{10000 * m * F} \quad (8)$$

onde:

m – Massa da amostra tomada em g

V- Volume da digestão original em mL

F – Volume da solução da digestão pipetado para coloração mL

Mc – Factor de correcção da mistura

S – Volume da solução padrão pipetado para coloração em mL

C_A - Concentração da amostra

C_B - Concentração do branco

Tabela 8: Valores de concentração de fósforo (P) e % de fósforo (P) total nas amostras de Zambézia.

Amostra	Réplica	CPppm	%Ptotal
FA	I	30.80	10.83
	II	33.90	12.18
TS	I	35.76	12.76
	II	38.03	13.64
MA	I	39.89	14.43
	II	40.10	14.50

Tabela 9: Valores de concentração de fósforo (P) e % de fósforo (P) total nas amostras de Inhambane.

Amostra	Réplica	CPppm	%Ptotal
XI	I	25.84	9.07
	II	25.64	9.05
FA	I	28.63	10.17
	II	26.98	9.59
MN	I	17.07	5.87
	II	16.97	5.83
CA	I	20.58	7.18
	II	19.34	6.72
FBD	I	25.33	8.97
	II	23.98	8.41
TS	I	27.60	9.79
	II	27.50	9.71
MA	I	25.43	8.89
	II	26.36	9.32
FFN	I	26.89	9.51
	II	26.77	9.51

Tabela10: Valores de concentração de fósforo (P) e % de fósforo (P) total nas amostras de Maputo.

Amostra	Réplica	CPppm	%Ptotal
TS	I	29.25	10.44
	II	25.53	8.93
CA	I	22.44	7.86
	II	20.68	7.06
MA	I	37.62	13.57
	II	37.62	13.57
FA	I	34.42	12.37
	II	34.73	12.45
FBD	I	19.44	6.76
	II	19.13	6.62

Na tabela abaixo estão apresentados os dados estatísticos referentes a regressão linear (C-Abs), em que a é intersecção, b é o declive, R^2 é o coeficiente de correlação, s_a o desvio padrão da intersecção, s_b o desvio padrão do declive e o limite de detecção C_L .

O R próximo a 1 indica uma recta com boa correlação.

O limite de detecção foi calculado usando a equação 5.

$$CL = 3s_y/x/b \quad (9)$$

Parâmetros estatísticos	Fósforo
a	9.6829
b	2.7619
$a \pm t.s_a$	9.6829 ± 1.0690
$b \pm t.s_b$	2.7619 ± 3.6190
R	0.9991
CL	3.6716

As tabelas 11-13 apresentam os resultados estatísticos referentes ao fósforo nas amostras das 3 províncias.

Tabela 11: Resultados estatísticos referentes ao fósforo nas amostras de Zambézia.

Amostra	\bar{x}	s	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{s \times t}{\sqrt{n}}$
FA	11.51	0.95	8.35	11.51 ± 8.58
TS	13.20	0.62	4.71	13.20 ± 5.59
MA	14.47	0.30	2.08	14.41 ± 2.70

Nas amostras da província de Zambézia a MA apresentou o maior teor médio 14.47% e a FA o menor teor médio 11.51%. A precisão das análises variou de muito boa a boa, com valores de % RSD entre 2.08-8.35.

Tabela 12: Resultados estatísticos referentes ao fósforo nas amostras de Inhambane.

Amostra	\bar{x}	s	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{s \times t}{\sqrt{n}}$
XI	9.06	0.01	0.16	9.06±0.09
FA	9.88	0.41	4.15	9.88±3.69
MN	5.85	0.03	0.48	5.85±0.25
CA	6.95	0.33	4.68	6.95±2.92
FBD	8.69	0.40	4.56	8.69±3.50
TS	9.75	0.06	0.58	9.75 ±0.58
MA	9.11	0.30	3.34	9.11±3.34
FFN	9.51	0.00	0.00	9.51 ±0.00

Das amostras em questão a FA apresentou maior teor médio 9.88% e o MN apresenta 5.85%. A precisão da análise foi muito boa, com valores de % RSD entre 0.00-4.68.

Tabela 13: Resultados estatísticos referentes ao fósforo nas amostras de Maputo.

Amostra	\bar{x}	S	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{s \times t}{\sqrt{n}}$
TS	9.69	0.08	0.77	9.69±9.80
CA	7.46	0.57	7.58	7.46±5.08
MA	13.57	0.00	0.00	13.57±0.00
FA	12.41	0.06	0.46	12.41±0.51
FBD	6.64	0.10	1.48	6.64±0.90

Das amostras em questão a MA apresenta o maior teor 13.57% e FBD o menor teor 6.64%. A precisão das análises variou de muito boa a boa com valores de % RSD entre 0.00 e 7.58.

Considerações gerais

É provável que os desvios observados na determinação do fósforo, tenham sido causados durante o processo de coloração das amostras e algumas gotas da solução de coloração tenha caído nas paredes do recipiente retardando a estabilização das soluções visto que o processo de coloração demorou mais tempo que o esperado ou os erros acidentais na preparação das soluções, a ainda pela diferença das condições climáticas e características do solo das regiões onde as plantas se desenvolveram.

7.3. Teste F para comparação dos desvios de duas províncias

Para a comparação dos desvios das amostras analisadas de duas províncias, aplicou-se o teste F a um nível de confiança de 95%.

O F_{cal} foi obtido usando a fórmula 10.

$$F_{cal} = \frac{S_A^2}{S_B^2} \quad (10)$$

onde:

S_A^2 - desvio com maior valor

S_B^2 - desvio com menor valor

Hipóteses

Hipótese nula H_0 : Não há diferença significativa entre os desvios de duas províncias.

Hipótese alternativa H_1 : Há diferença significativa entre os desvios de duas províncias.

Aceita-se a H_0 se: $F_{cal} < F_{crit}$

Rejeita-se a H_0 se : $F_{cal} > F_{crit}$

$v_1 = n_1 - 1 = 2 - 1 = 1$; $v_2 = n_2 - 1 = 2 - 1 = 1$;

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

Tabela 14: Valores de s_A , s_B , F_{cal} , F_{crit} e observação para o fósforo nas amostras das 3 províncias.

Amostra	Províncias	S_A	s_B	F_{crit}	F_{cal}	Observação
FA	ZI	0.95	0.41	647.8	5.42	$F_{cal} < F_{crit}$
	MZ	0.95	0.06	647.8	0.00	
	IM	0.41	0.06	647.8	52.68	
TS	ZI	0.62	0.06	647.8	120.83	
	MZ	1.67	0.06	647.8	7.18	
	IM	1.67	0.06	647.8	0.00	
MA	ZI	0.30	0.00	647.8	0.00	
	MZ	0.00	0.00	647.8	0.00	
	IM	0.30	0.00	647.8	0.00	
CA	MI	0.57	0.33	647.8	3.02	
FBD	MI	0.40	0.10	647.8	16.00	

A tabela 14 mostra que aceita-se H_0 , de que não existe diferença significativa entre os desvios das amostras de duas províncias visto que o $F_{cal} < F_{crit}$.

Tabela 15: Valores de s_A , s_B , F_{cal} , F_{crit} e observação para as proteínas nas amostras das 3 províncias.

Amostra	Províncias	s_A	s_B	F_{cal}	F_{crit}	Observação
FA	ZI	0.75	0.68	1.22	647.8	$F_{cal} < F_{crit}$
	MZ	0.75	0.69	1.20	647.8	
	IM	0.69	0.68	1.00	647.8	
TS	ZI	0.92	0.83	1.20	647.8	
	MZ	0.83	0.00	---	647.8	
	IM	0.92	0.00	---	647.8	
MA	ZI	0.47	0.27	3.00	647.8	
	MZ	0.47	0.00	---	647.8	
	IM	0.27	0.00	---	647.8	
CA	MI	0.54	0.00	---	647.8	
FBD	MI	0.45	0.25	3.24	647.8	

A tabela 15 mostra que aceita-se H_0 , de que não existe diferença significativa entre os desvios das amostras de duas províncias visto que o $F_{cal} < F_{crit}$.

7.4. Teste t para comparação de médias experimentais

Para a comparação dos teores médios obtidos, aplicou-se o teste t a um nível de confiança de 95%.

O $S_{\text{entreprovincias}}$ e o t_{cal} foram calculados usando as fórmulas

$$S_{\text{entreprovincias}} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) * s_1^2 + (n_2 - 1) * s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (11)$$

$$t_{\text{cal}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{\text{entreprovincias}} * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (12)$$

onde:

s_1 e s_2 - desvios das amostras das províncias;

n_1 e n_2 - numero de resultados obtidos

Hipóteses

Hipótese nula H_0 : Não há diferença significativa entre as médias das duas províncias.

Hipótese alternativa H_1 : Há diferença significativa entre as médias das duas províncias.

Aceita-se a H_0 se: $t_{\text{cal}} < t_{\text{crit}}$

Rejeita-se a H_0 se : $t_{\text{cal}} > t_{\text{crit}}$

$n_t = 4$

$v = n_t - 2 = 4 - 2 = 2$

$t_{\text{crit}}(P=0,05, v=2, 2T)=4.30$

Tabela 16: Valores de t_{cal} e t_{crit} do fósforo.

Amostra	Província	t_{cal}	t_{crit}	Observação
FA	Zambézia e Inhambane	2.23	4.30	$t_{cal} < t_{crit}$
	Zambézia e Maputo	1.34	4.30	$t_{cal} < t_{crit}$
	Inhambane e Maputo	8.72	4.30	$t_{cal} > t_{crit}$
TS	Zambézia e Inhambane	7.84	4.30	$t_{cal} > t_{crit}$
	Zambézia e Maputo	7.98	4.30	$t_{cal} > t_{crit}$
	Inhambane e Maputo	0.86	4.30	$t_{ca} < t_{crit}$
MA	Zambézia e Inhambane	17.86	4.30	$t_{cal} > t_{crit}$
	Zambézia e Maputo	4.29	4.30	$t_{cal} < t_{crit}$
	Inhambane e Maputo	21.24	4.30	$t_{cal} > t_{crit}$
CA	Inhambane e Maputo	1.09	4.30	$t_{cal} < t_{crit}$
FBD	Inhambane e Maputo	7.07	4.30	$t_{cal} > t_{crit}$

A tabela 16 mostra que no caso da FA de ZI e IM; TS de ZI e ZM; MA de ZM e IM e FBD de IM o $t_{cal} > t_{crit}$, daí que aceita-se a hipótese alternativa H_1 de que existe uma diferença significativa entre os teores médios de fósforo nas amostras das províncias em causa. Essa diferença pode ser provocada por diferentes razões, tais como erros acidentais na preparação das soluções, condições climáticas e características do solo das regiões onde as plantas se desenvolveram.

E no caso da CA de IM; MA de ZM; TS de IM e FA de ZM onde o $t_{cal} < t_{crit}$ aceita-se a hipótese nula H_0 de que não existe uma diferença significativa entre os teores médios de fósforo nas amostras.

Tabela 17: Valores de t_{cal} e t_{crit} das proteínas.

Amostra	Província	t_{cal}	t_{crit}	Observação
FA	Zambézia e Inhambane	6.00	4.30	$t_{cal} > t_{crit}$
	Zambézia e Maputo	1.89	4.30	$t_{cal} < t_{crit}$
	Inhambane e Maputo	8.23	4.30	$t_{cal} > t_{crit}$
TS	Zambézia e Inhambane	1.49	4.30	$t_{cal} < t_{crit}$
	Zambézia e Maputo	1.33	4.30	$t_{cal} < t_{crit}$
	Inhambane e Maputo	1.82	4.30	$t_{cal} < t_{crit}$
MA	Zambézia e Inhambane	30.34	4.30	$t_{cal} > t_{crit}$
	Zambézia e Maputo	4.27	4.30	$t_{cal} < t_{crit}$
	Inhambane e Maputo	68.10	4.30	$t_{cal} > t_{crit}$
CA	Inhambane e Maputo	8.82	4.30	$t_{cal} > t_{crit}$
FBD	Inhambane e Maputo	3.86	4.30	$t_{cal} > t_{crit}$

A tabela 17 mostra que existe uma diferença significativa entre o teor médio de proteínas no caso de FA de ZI, IM; MA de ZI, IM; FBD de IM e CA de IM onde o $t_{cal} > t_{crit}$. Tal diferença pode ter sido provocada por diferentes razões, tais como erros acidentais na preparação das soluções, condições climáticas e características do solo das regiões onde as plantas se desenvolveram.

Enquanto, a FA de ZM; TS de ZI, ZM e IM; MA de ZM e FBD de IM não apresentam uma diferença significativa no teor médio de proteína visto que $t_{cal} < t_{crit}$.

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Da análise dos resultados obtidos experimentalmente e do tratamento estatístico dos resultados pode concluir-se que:

- Na determinação de proteínas a FA, MA, FBD e CA da província de Maputo apresentaram teores médios elevados 30.14, 30.63, 25.12 e 30.91%, respectivamente comparativamente aos teores baixos que foram encontrados nas amostras da província de Inhambane 24.46, 17.69, 23.75 e 27.56% para FA, MA, FBD e CA. As folhas TS da província de Inhambane apresentaram teor elevado de proteínas 29.77% em relação às folhas de TS da província de Zambézia 28.95%.
- A precisão dos resultados na determinação de proteínas pelo método Kjeldahl foi muito boa com valores %RSD entre 0.00-2.78%.
- As folhas de TS e MA da província de Inhambane apresentaram elevado teor de fósforo 13.20 e 14.47% respectivamente, comparativamente às mesmas amostras da província de Maputo 9.69 e 13.57% e Inhambane 9.75 e 9.11%. Teores elevados de fósforo nas amostras da província de Maputo foram encontrados na FA e CA 12.41 e 7.46%, respectivamente e os teores médios baixos na FA e CA da província de Inhambane com teores médios iguais a 9.88 e 6.95%. A FBD da província de Inhambane apresentou teor elevado de fósforo 8.69 comparativamente a FBD da província Maputo 6.64%.
- A precisão do método espectrofotométrico UV-VIS na determinação de fósforo variou de muito boa a boa com valores de % de RSD 0.00-8.35.
- O teste F mostrou que não existem diferença significativa entre os desvios dos resultados a um nível de confiança de 95% e o teste t mostrou que em alguns casos existem diferenças significativas entre os teores das amostras nas diferentes províncias.

Que as futuras determinações de proteínas e fósforo em alimentos foliares sejam realizadas usando dois métodos, material de referencia e mais de duas replicas para melhor comparação dos resultados.

BIBLIOGRAFIA

1. AGOSTINHO, A. B. et al. (2011). *Tabela de composição Química e valor nutricional de alimentos produzidos e recolectados pelas populações em Moçambique*, 1ª edição, Maputo. p. 16,17.
2. AMAYA- FARFAN, J., MARCILIO, R. e SPEHAR, C. P. (2005). *Deveria o Brasil investir em novos grãos para a sua alimentação? A proposta do amaranto (Amaranthus sp.)*, Vol.12 (1). p. 48-50.
3. BASSOUL, E., BRUNO, P. e KRITZ, S. *Nutrição e Dietética*, 2ª edição, editora Senac, Rio de Janeiro. p. 32.
4. BROWN, A. (2011). *Understanding food- Principles and Preparation*, 4th edition, USA. p. 51.
5. CENACARTA (2007). *Divisão Administrativa das Províncias de Maputo, Inhambane e Zambézia*, Maputo.
6. COTRIM, T. e CURTO, P. R. (2011). *Moçambique*, 1ª edição, Caderno editora, Maputo. p. 28.
7. COULTATE, T. P. (2009). *The chemistry of its components*, 5th edition, editora RSC, Alemanha. p.159-162.
8. DOS MUCHANGOS, A. *Cidade de Maputo: aspectos geográficos*, editora Escolar, Maputo. p. 16.
9. ERNESTO, M. M., (2006). *Composição Química de extractos da Momordica balsamina cultivada em Moçambique*. Universidade de Aveiro, Departamento de Química. p. 4-8.
10. FRANCISCO, J. (2003). *Determinação de Nióbio e Tântalo por Espectrofotometria de Absorção Molecular em Tantalites e Neobites*, Trabalho de Licenciatura, Departamento de Química, UEM, Maputo. p. 14,16, 18 e 24.

11. GAVA, A. J. (1984). *Princípio de Tecnologia de Alimentos*, editora Nobel, São Paulo. p. 25,30,31; 40-46.
12. GAVA, A. J. e Silva, C. A. B. (2008). *Tecnologia de Alimentos princípio e aplicações*, editora Nobel, São Paulo. p. 25,30,31; 40-46.
13. GOMES, F. L. (2010). *Produção de duas variedades de Ipomoeae batatas (L.) Lam submetidas a densidades de Plantio e quantidades de Fósforo*. Universidade federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais. p. 3-4.
14. GONÇALVES, P. E. (2001). *Livro de alimentos*, Mg editores, São Paulo. p. 16,17.
15. MILLER, J. C e MILLER, J. N. (2002). *Estadística y Quimiometría para Química Analítica*, 4ª edição, editora Pearson Educación S. A, Madrid. p. 263.
16. NHAMPALETE, V.V. (2006). *Efeito da desfiliação no rendimento e conteúdo proteico do feijão nhemba (Vigna unguiculata (L.) Walp.)*, Tese de Licenciatura, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo. p. 3.
17. Instituto Socio Ambiental. (2007). *Almanaque brasil socioambiental*, 2ª edição, São Paulo. p. 420.
18. NIELSON, S. S. (2009). *Food analysis*, 4th, edition, Edition Springer, USA. p. 133-144.
19. NIELSON, S. S. (2010). *Food analysis Laboratory Manual*, 2nd edition, Edition Springer, USA. p. 41-43.
20. PARK, K. J. e ANTONIO, G. C. (2006). *Análises de Materiais Biológicos*. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. p. 10,11.
21. RANGANNA, S. (2009). *Handbook of analysis and Quality control for fruit and vegetable products*, 2nd edition, Nova Deli. p. 120-125.

22. REEUWIJK, L. P. V. *Procedures for soil analysis*. 3ª edition, Netherlands. p. 14-2.
23. Sant'Ana, L. S., Gomes, M. I. F.V. e Evangelista, R. M. (2007). *Apostila de Práticas de Bromatologia para o Curso de Nutrição*, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas.
24. SANTOS, A. P. et al. (2009). *Farinha de Feijão (Phaseolus vulgaris: Caracterização química e aplicação em torta de legumes*. Vol. 11 (2). p. 229.
25. SANTOS. M. J. et al. (2010). *Teor de proteína solúvel em folhas de feijão vigna cultivados sob estresse hídrico e salino*. X jornada de ensino, Pesquisa e extensão, Recife.
26. TULL, A. (1996). *Food Nutrition*. 3rd edition, Gráficas Estela S.A., New York. p. 2.
27. VAS ROSMALEN, H. A. (1983). *Background Information on Methods of Soil Analysis*, Amsterdam. p. 37-48.
28. VICENZI, Raul. *Apostila de Bromatologia*, Universidade Regional do Noroeste do Estado do RS – Departamento de ciências da saúde.
29. ZENEBAN, O., PASCUET, N. S. e TIGLEA, P. (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4ª Edição, São Paulo. p. 752-754.
30. Portal do governo da província de Inhambane. *Província de Inhambane*. Disponível em www.inhambane.gov.mz. acessado a 2 de Agosto 2012.
31. GONÇALVES, F. S. *Funções das proteínas*. Disponível em <http://www.universitario.com.br>. acessado aos 23 de Agosto 2011.
32. PINTO, P. *Composição química de alimentos*. Disponível em <http://pt.scribd.com/doc/76008487/composicao-quimica-dos-alimentos>. acessado a 8 de Agosto 2011.
33. Portal São Francisco. *Abóbora*. Disponível em <http://www.portalsaofrancisco.com.br>. acessado a 9 de Agosto de 2012.

34. Plantamed. *Curcubita*. Disponível em <http://www.plantamed.com.br>. acessado a 9 de Agosto de 2012
35. Plantamed. *Mandioca*. Disponível em <http://www.plantamed.com.br>. acessado a 9 de Agosto de 2012.
36. FAO. *Segurança alimentar e malnutrição em Moçambique*. Disponível em <http://www.fao.org/righttofood/inaction/contrylist/mozambique/mozambique-ESAN-11ePASAN.pdf>. acessado a 6/04/2012.
37. PEIXOTO, J. (20007/08). *Laboratórios de Tecnologias Ambientais – AZOTO KJELDHAL E AMONICAL*.
38. *Proteínas*. Disponível em <http://www.alimentacaosaudavel.org>. acessado a 8 de Agosto de 2011.
39. MENDES. F. *Fósforo*. Disponível em <http://disponivel.em.nutricao.blogspot.com>. acessado a 8 de Agosto de 2011.

ANEXOS

Anexo 1: Peso das amostras

Tabela A 1. 1: Massa das amostras tomadas em gramas (g).

Província	Amostra	Replica I	Replica II
Zambézia	FA	0,302	0,300
	TS	0,301	0,302
	MA	0,300	0,302
Inhambane	XI	0,303	0,301
	FA	0,301	0,300
	MN	0,300	0,300
	CA	0,300	0,300
	FBD	0,300	0,302
	TS	0,301	0,302
	MA	0,300	0,301
	FFN	0,301	0,300
Maputo	TS	0,300	0,300
	CA	0,301	0,302
	MA	0,300	0,300
	FA	0,300	0,301
	FBD	0,301	0,300

Anexo 2: Preparação de soluções [22]

Solução stock contendo mistura de selénio e ácido sulfúrico

1. Pesou-se 0,315g de selénio em pó em um vidro de relógio na balança analítica.
2. Lentamente e com cautela colocou-se 90mL de H₂SO₄ concentrado em um becker.

3. Transferiu-se o selénio em pó para o becker e a solução tornou-se preta.
4. Tapou-se o becker com vidro de relógio.
5. Dissolveu-se o selénio com aquecimento na placa de aquecimento por 4 horas a 300°C a solução voltou a tomar a cor amarelo claro.
6. Deixou-se a solução arrefecer.

Mistura da digestão

1. Pesou-se 6.05g de ácido salicílico em pó num vidro de relógio na balança analítica.
2. Transferiu-se o ácido salicílico para um erlenmeyer contendo a barra magnética adicionando aos poucos a mistura de selénio e ácido sulfúrico, a solução tomou a cor azul.
3. Colocou-se o erlenmeyer no agitador magnético e passando algum tempo a mistura voltou a tomar a cor amarela inicial.

Solução de hidróxido de sódio 30%

1. Pesou-se 300 g de hidróxido de sódio, transferiu-se para um becker de 1000mL.
2. Adicionou-se água destilada, homogeneizou-se a solução.
3. Deixou-se esfriar, transferiu-se para balão volumétrico de 1000mL.
4. Completou-se o volume e homogeneizou-se a solução.

Solução de ácido bórico a 4%

Pesou-se 40g de ácido bórico (H_3BO_3), transferiu-se para um copo de 1000mL, dissolveu-se com água destilada, transferiu-se para balão volumétrico de 1000mL, completou-se o volume com água destilada e homogeneizou-se.

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 96% de modo a obter 200mL de solução.

Solução de ácido bórico a 4% + mistura de indicadores

Adicionou-se 10mL de mistura de indicador em 1L de ácido bórico e homogeneizou-se.

Molibdato de amónio + 1% de ácido sulfúrico

1. Pesou-se 22g de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (molibdato de amónio) em um erlenmeyer de 2L.
2. Adicionou-se sobre 500mL de água destilada.
3. Aqueceu-se a solução ate a dissolução do complexo e deixou-se arrefecer.
5. Adicionou-se sobre 500mL de água destilada.
6. Cuidadosamente adicionou-se 250mL de H_2SO_4 concentrado.
7. Transferiu-se a solução para um balão volumétrico de 2L.
8. Completou-se o volume com água destilada e homogeneizou-se.

Reagente colorido

1. Pesou-se 2.87g de ácido ascórbico e 0,074g de tartarato de antimónio e potássio em um vidro de relógio.
2. Transferiu-se estes reagentes para um balão volumétrico de 1L.
3. Adicionou-se um bocado de água destilada.
4. Agitou-se a solução no agitador magnético ate a dissolução dos sólidos.
5. Adicionou-se 300mL da solução de molibdato de amónio e homogeneizou-se.
6. Completou-se o volume com água destilada e homogeneizou-se.

Padrão de fósforo (P)

Solução stock A 500mgP/L

1. Pesou-se 1.975g de hidrogenofosfato de potássio (KH_2PO_4) em um vidro de relógio.

2. Transferiu-se para um balão volumétrico de 1L.
3. Dissolveu-se com água destilada.
4. Adicionou-se 5gotas de ácido sulfúrico concentrado.
5. Completou-se o volume com água destilada e homogeneizou-se.

Solução B 10mgP/L

1. Pipetou-se 5mL da solução stock A para um balão volumétrico de 250mL.
2. Completou-se o volume com água destilada e homogeneizou-se.

Solução C

Pipetou-se volumes estáveis da solução padrão B para balões volumétricos de 100mL. Completou-se o volume com água destilada e homogeneizou-se.

Tabela A2.1: Resumo de preparação dos padrões de fósforo

Padrão	Volume da solução B (mL)	Cppm
S ₀	0.0	0.0
S ₁	10.0	1.0
S ₂	20.0	2.0
S ₃	30.0	3.0
S ₄	40.0	4.0
S ₅	50.0	5.0

Tabela A2.2: Resumo da coloração dos padrões de fósforo.

Padrão	Volume da solução C (mL)	C ppm
S ₀	5	0.0
S ₁	5	10.0
S ₂	5	20.0
S ₃	5	30.0
S ₄	5	40.0
S ₅	5	50.0

Anexo 3: Apresentação dos resultados

As tabelas A3.1- A3.3 mostram os volumes de HCl 0.02M gastos na titulação das amostras das 3 províncias incluindo as respectivas réplicas.

Na titulação do branco foram 0.5ml de HCl 0.02M em cada erlenmeyer.

Tabela A3.1: Volume de HCl 0.02M gasto na titulação nas amostras de Zambézia.

Amostra	Réplica	V _{HCl} mL
FA	I	7.0
	II	7.2
TS	I	7.1
	II	7.2
MA	I	7.1
	II	7.3

Tabela A3.2: Volume de HCl 0.02M gasto na titulação das amostras da província de Inhambane.

Amostra	Replica	V_{HCl} mL
XI	I	4.7
	II	4.6
FA	I	6.0
	II	6.2
MN	I	5.9
	II	5.9
CA	I	6.8
	II	6.8
FBD	I	6.0
	II	5.9
TS	I	7.2
	II	7.3
MA	I	4.5
	II	4.6
FFN	I	7.1
	II	6.9

Tabela A3.3: Volume de HCl 0.02M gasto na titulação das amostras da província de Maputo.

Amostra	Replica	V _{HCl} mL
TS	I	7.2
	II	7.2
CA	I	7.5
	II	7.7
MA	I	7.5
	II	7.5
FA	I	7.5
	II	7.3
FBD	I	6.3
	II	6.2

As tabelas A3.4-A3.7 apresentam os valores das absorvâncias dos padrões e das amostras das 3 províncias incluindo as respectivas réplicas.

Tabela A3.4: Valores da absorvâncias na determinação de fósforo nas soluções padrões.

Padrão	Cppm	Abs
S0	0.00	8.00
S1	10.00	95.00
S2	20.00	190.00
S3	30.00	300.00
S4	40.00	388.00
S5	50.00	488.00

As absorvâncias lidas do branco foram 17 e 16 respectivamente.

Tabela A3.5: Valores da absorvância da determinação de fósforo no branco e nas amostras de Zambézia.

Amostra	Réplica	Abs
FA	I	333.00
	II	331.00
TS	I	369.00
	II	371.00
MA	I	389.00
	II	391.00

Tabela A3.6: Valores da absorvância da determinação de fósforo nas amostras de Inhambane.

Amostra	Réplica	Abs
XI	I	253.00
	II	251.00
FA	I	280.00
	II	264.00
MN	I	168.00
	II	167.00
CA	I	202.00
	II	190.00
FBD	I	248.00
	II	235.00
TS	I	270.00
	II	269.00
MA	I	257.00
	II	258.00
FFN	I	263.00
	II	262.00

Tabela A3.7: Valores da absorvância da determinação de fósforo nas amostras de Maputo.

Amostra	Réplica	Abs
TS	I	286.00
	II	283.00
CA	I	220.00
	II	223.00
MA	I	266.00
	II	267.00
FA	I	336.00
	II	339.00
FBD	I	188.00
	II	191.00

A figura A1 representa a curva de calibração normal para determinação de fósforo total.

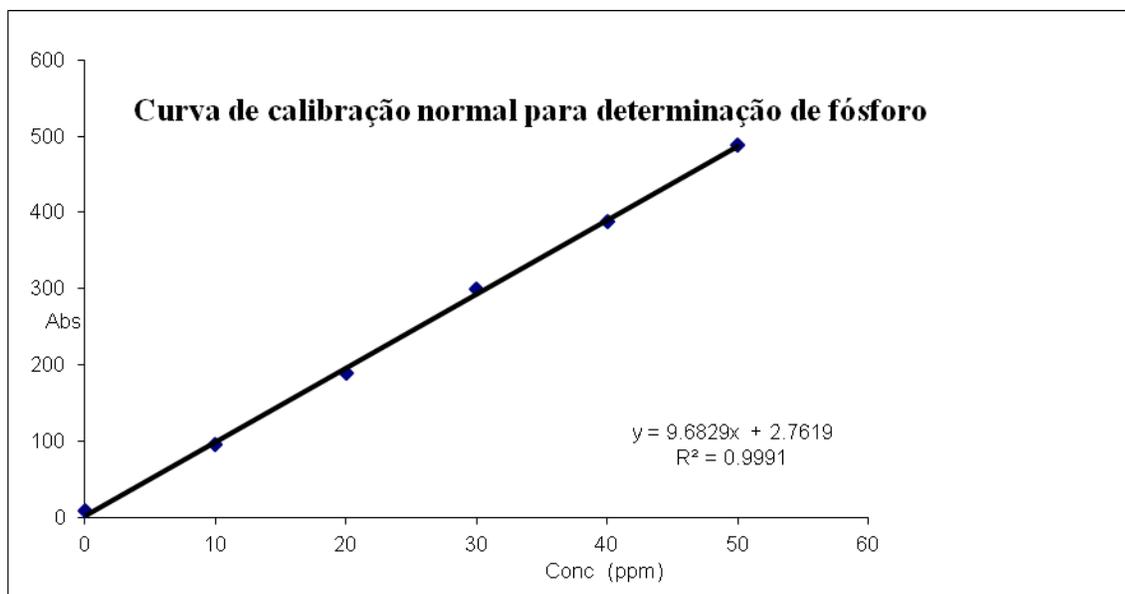


Figura A.1: Curva de calibração normal para determinação de fósforo.

