



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE



FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

TRABALHO DE LICENCIATURA

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO LICOR DE *TAMARINDUS INDICA L.*



Autor: Abdul Francisco Joaquim Nunes

Maputo, Dezembro de 2011



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE



FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

TRABALHO DE LICENCIATURA

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO LICOR DE *TAMARINDUS INDICA L.*



Autor: Abdul Francisco Joaquim Nunes

Supervisor: Prof. Doutor François Munyemana

Co-Supervisor: dr. Miguel Mussa

Maputo, Dezembro de 2011

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado em especial ao meu pai FRANCISCO JOAQUIM NUNES, à minha mãe JACINTA JACINTO e ao meu padrasto JOSÉ LUÍS MAFUIECA e a minha família de sangue que é vasta, cada um com seu exemplo de vida e vitória, torcedores deste trabalho, pelo eterno incentivo, amo todos vocês.

Obrigado ALLAH por me dar esta família.

**"É melhor tentar e falhar,
que preocupar-se e ver a vida passar;**

**É melhor tentar, ainda que em vão,
que sentar-se fazendo nada até o final.**

**Eu prefiro na chuva caminhar,
Que em dias tristes em casa me esconder.**

**Prefiro ser feliz, embora louco,
que em conformidade viver..."**

MARTIN LUTHER KING

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeira instância a ALLAH por me conceder a vida e dela serem alcançadas grandes vitórias e realizações, por ser meu fiel companheiro em todos os momentos desta caminhada.

Agradecimentos especiais ao meu supervisor Prof. Doutor François Munyemana e co-supervisor dr. Miguel Mussa, pela oportunidade de partilhar do seu convívio científico, orientação, ensino, apoio, confiança em mim depositada, amizade, paciência e estímulo durante todo o período de execução dos trabalhos, e na solução de todos os problemas e dificuldades encontradas durante o decurso do mesmo.

Agradeço à Prof. Doutora Fung Dai Kin e aos drs. Mandlate, Tamele e Amélia pela orientação, colaboração e amizade mostrada durante a realização deste trabalho. Agradeço ao corpo docente da Faculdade de Ciências que contribui para a minha formação intelectual e científica.

Endereço também o presente trabalho à minha família em geral pelo apoio e confiança que sempre depositaram em mim.

Ao Laboratório Nacional de Higiene de Alimentos e Água (LNHAA), ao laboratório do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) e laboratório da Faculdade de Medicina pela disponibilidade e ajuda nas análises.

Aos colegas e amigos Cavele, Dimande e Muiambo, pela amizade formada e as proveitosas discussões sobre trabalhos realizados nas disciplinas. Aos demais colegas pelos momentos vividos.

Aos colegas do laboratório de Química Orgânica, Zucula, Saquia, Célia e Odete.

A todos aqueles que directa ou indirectamente, embora no anonimato, contribuíram para a concretização deste sucesso profissional.

DECLARAÇÃO SOB COMPROMISSO DE HONRA

O presente trabalho de licenciatura foi elaborado pelo autor com base nos recursos a que, ao longo do texto, se faz referência.

O autor

(Abdul Francisco Joaquim Nunes)

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE TABELAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
GLOSSÁRIO DAS ABREVIATURAS/SÍMBOLOS.....	ix
RESUMO.....	x
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. OBJECTIVOS DO TRABALHO.....	3
2.1. Objectivo geral.....	3
2.2. Objectivos específicos.....	3
III. METODOLOGIA.....	4
IV. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
4.1. Descrição e caracterização taxonómica.....	6
4.1.2. Variedades.....	6
4.1.3. Propagação.....	6
4.1.4. Condições de cultivo.....	7
4.1.5. Estágio de maturação.....	7
4.1.6. Colheita.....	8
4.1.7. Armazenamento.....	8
4.1.8. Composição da polpa.....	8
4.2. Actividade biológica da planta.....	10
4.2.1. Actividade antioxidante.....	10
4.2.2. Actividade antiinflamatória.....	10
4.2.3. Actividade antimicrobiana.....	11
4.2.4. Actividade antifúngica.....	11
4.2.5. Actividade antiviral.....	11
4.2.6. Antinematodal.....	11
4.2.7. Actividade moluscidal.....	11
4.3. Uso na medicina tradicional.....	12
4.4. Constituintes químicos de <i>Tamarindus indica</i>	12
4.5. Caracterização do licor.....	15
4.5.1. Classificação.....	15

4.5.2. Composição dos licores	15
4.5.3. Açúcar	15
4.5.4. Álcool.....	16
4.5.5. Água.....	16
4.5.6. Aromatizantes	16
4.5.7. Corante.....	16
4.5.8. Processamento do licor	17
4.6. Descrição das características físico-químicas usadas nas determinações.....	18
4.6.1. pH.....	18
4.6.2. Índice de refração.....	18
4.6.3. Densidade.....	19
4.6.4. Grau Brix ou sólidos solúveis	19
4.6.5. Acidez	20
4.6.6. Carbohidratos.....	20
4.6.7. Proteínas.....	21
4.6.8. Vitamina C.....	21
V. PARTE EXPERIMENTAL.....	22
5.1. Colecta e selecção das amostras	22
5.2. Secagem.....	22
5.3. Extracção por maceração e preparação das fracções	22
5.5. Análises fitoquímicas qualitativas	24
5.4.1. Identificação de alcalóides.....	24
5.4.2. Identificação de flavonóides	24
5.4.3. Identificação das saponinas.....	24
5.4.4. Identificação de taninos	25
5.4.5. Identificação de esteróides e triterpenóides	25
5.4.6. Identificação de antraquinonas	25
5.5. Determinação das características físico-químicas	26
5.5.1. Determinação de pH	26
5.5.2. Determinação de grau alcoólico.....	26
5.5.3. Densidade relativa.....	26
5.5.4. Índice de refração.....	27
5.5.5. Sólidos solúveis (<i>°Brix</i>).....	27

5.5.6. Determinação de acidez total titulável (ATT)	27
5.5.6.1. Acidez total titulável em ácidos orgânicos	27
5.5.7. Extracto seco ou resíduo seco	27
5.5.8. Determinação de glicídios redutores em glicose.....	28
5.5.9. Determinação de glicídios não redutores em sacarose.....	28
5.5.10. Determinação de nitrogénio	29
5.5.11 . Determinação de vitamina C.....	29
5.6. Determinação de teor de minerais.....	30
5.6.1. Análise de metais nas amostras.....	30
5.6.2. Resumo da preparação dos padrões	31
5.6.3. Tabela e gráficos de absorvância e emissão dos padrões	33
VI. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	36
6.1. Análises fitoquímicas da polpa e do licor	36
6.2. Análises físico-químicas da polpa e do licor	37
6.3. Análises de minerais da polpa e do licor	40
VII. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	42
7.1. Conclusões.....	42
7.2. Recomendações.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Composição média da polpa de <i>Tamarindus indica</i>	8
Tabela 2. Constituintes químicos de <i>Tamarindus indica</i>	12
Tabela 3. Resumo de preparação de soluções-padrão de potássio.....	31
Tabela 4. Resumo de preparação de soluções-padrão de cobre.....	31
Tabela 5. Resumo de preparação de soluções-padrão de zinco	31
Tabela 6. Resumo de preparação de soluções-padrão de ferro.....	32
Tabela 7. Resumo da preparação de soluções-padrão de cálcio	32
Tabela 8. Resumo da preparação de soluções-padrão de magnésio	32
Tabela 9. Sinal de emissão dos padrões de potássio.....	33
Tabela 10. Absorvâncias dos padrões de cobre	33
Tabela 11. Absorvâncias dos padrões de zinco	34
Tabela 12. Absorvâncias dos padrões de ferro	34
Tabela 13. Absorvâncias dos padrões de cálcio.....	35
Tabela 14. Absorvâncias dos padrões de magnésio.....	35
Tabela 15. Resultados dos testes fitoquímicos da polpa.....	36
Tabela 16. Testes fitoquímicos do licor	36
Tabela 17. Resultados físico-químicos da polpa de <i>Tamarindus indica</i>	37
Tabela 18. Resultados físico-químicos do licor de <i>Tamarindus indica</i>	38
Tabela 19. Teores de metais da polpa seca (mg/100g)	40
Tabela 20. Teores de metais do licor (mg/100mL).....	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Curva de calibração de potássio	33
Gráfico 2. Curva de calibração de cobre.....	33
Gráfico 3. Curva de calibração de zinco	34
Gráfico 4. Curva de calibração de ferro.....	34
Gráfico 5. Curva de calibração de cálcio	35
Gráfico 6. Curva de calibração de magnésio	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagem ilustrativa de <i>Tamarindus indica</i>	5
Figura 2. Estrutura dos Fitoconstituintes de <i>Tamarindus indica</i>	14
Figura 3. Fluxograma Geral do processamento do licores	17
Figura 4. Fluxograma de obtenção do extracto bruto(EB) e das fracções orgânicas. H, fracção hexano; Dcm, fracção diclorometano; But, fracção butanólica; Aq, fracção aquosa.	23

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Padrões usados para efectuar leituras	b
ANEXO 2: Fórmulas usadas para efectuar cálculos.....	c
ANEXO 3: Tabelas	g

GLOSSÁRIO DAS ABREVIATURAS/SÍMBOLOS

%RSD	Desvio padrão relativo percentual
AAT	Acidez em ácido tartárico
Abs	Absorvância
Aq	Fracção aquosa
ATAO	Acidez total em ácido orgânico
ATT	Acidez total titulável
°Brix	Concentrações percentuais dos sólidos solúveis contidos em uma amostra
Conc	Concentração
Dcm	Fracção diclorometano
EB	Fracção butanólica
HM	Fracção hidrometanólica
F	Factor
H	Fracção hexânica
HNE	Human neutrophil elastase
IDR	Ingestão diária recomendada
L	Linn
ppm	Parte por milhão
R	Réplica
S	Desvio padrão
SE	Sinal de emissão
SST	Sólidos solúveis totais
Tab	Tabela
V	Volume
\bar{x}	Média amostral

RESUMO

Tamarindus indica L. é uma espécie que se desenvolve nas regiões tropicais, subtropicais e semiáridas. Todas as partes da planta são usadas na medicina tradicional e apresentam inúmeras propriedades nutricionais. A polpa, acre-doce e de textura fibrosa, é usada na preparação de doces, sorvetes, licores, refrescos, sumos concentrados e ainda como tempero para arroz, carne, peixe e outros alimentos.

O licor preparado a partir dos seus frutos, preserva os seus valores nutricionais e medicinais e constitui um dos métodos de conservação e comercialização da polpa com transformações mínimas. A qualidade do licor depende da combinação adequada dos seus componentes e do fruto.

O presente trabalho teve como objectivo fazer a análise fitoquímica preliminar e determinar as características físico-químicas do licor de *Tamarindus indica* com vista avaliar o seu potencial nutricional e medicinal. Os testes fitoquímicos do licor e da polpa do fruto foram realizados de acordo com a metodologia descrita por Brito (2008) e Gomes (2006), para a identificação de saponinas, flavonóides, alcalóides, taninos, antraquinonas, esteróides e triterpenóides. As análises físico-químicas do licor e da polpa do fruto foram realizadas segundo as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

A triagem fitoquímica da polpa do *Tamarindus indica* revelou a presença de componentes bioactivos (alcalóides, flavonóides, saponinas e taninos), não sendo evidenciada a existência de antraquinonas, triterpenóides e esteróides. No licor, para além de antraquinonas, triterpenóides e esteróides, não foram identificados taninos.

Os resultados físico-químicos da polpa demonstram valores médios de pH 1.8, acidez total titulável 25% e teores de Mg 81.25mg/100g, Ca 78.28mg/100g e K 58.59mg/100g; no licor o valor de foi pH 2.84, acidez total titulável 1.48% e teores de minerais Mg 5.125mg/100mL, Ca 5mg/100mL e K de 4.68mg/100mL e vitamina C de 1.32%. Das propriedades físico-químicas e análises fitoquímicas qualitativas, deduz-se o seu valor nutritivo e medicinal, verificando-se a contribuição dos constituintes da polpa para o valor medicinal e nutricional do licor.

I. INTRODUÇÃO

Tamarindus indica L. pertence às dicotiledóneas que é a terceira maior família Leguminosae a florescer de plantas com um total de 727 gêneros e o número de espécies é calculado em 19.327. A espécie tem uma larga distribuição geográfica e é cultivada nas regiões tropicais, subtropicais e semiáridas (Khanzada *et al.*, 2008).

É uma árvore de múltiplo uso principalmente o seu fruto que é usado na alimentação. Além disso, o *Tamarindus indica* é muito apreciado na ornamentação e arborização das cidades. Na indústria farmacêutica, a polpa é utilizada na preparação de laxativos e aromatizantes (Lorenzi *et al.*, 2003; Sadik, 2010).

Estudos epidemiológicos têm sugerido associações entre o consumo de alimentos e bebidas ricas em compostos fenólicos na prevenção de certos distúrbios. Estes compostos fenólicos são comumente chamados de antioxidantes e podem prevenir várias doenças como o câncer, doenças cardiovasculares, inflamações e outros (Geőcze, 2007).

A polpa de *Tamarindus indica* é uma fonte biológica importante de minerais e compostos fenólicos, portanto, considerada benéfica à saúde humana, associada a uma alta capacidade antioxidante. Entre os compostos fenólicos figura o ácido gálico equivalente a 626-664 mg por 100g (El-Siddig *et al.*, 2006).

Os frutos tropicais são facilmente deterioráveis, assim uma forma de aproveitamento é o seu processamento permitindo a obtenção de diversos derivados desde as bebidas alcoólicas, sumos, doces, conservas, entre outros.

As bebidas alcoólicas sempre ocuparam lugar de destaque nas mais diversas civilizações. A bebida alcoólica é definida como produto refrescante, aperitivo ou estimulante destinado à ingestão humana no estado líquido, sem finalidade medicamentosa e contendo mais de meio por cento em volume de álcool etílico a 20°C. As bebidas alcoólicas são classificadas em bebidas fermentadas, destiladas, destilo-retificadas ou por misturas (Viera *et al.*, 2010).

Licor de fruto é uma bebida alcoólica obtida pela mistura de álcool, açúcar e frutos. A qualidade do produto final depende da combinação adequada dos seus componentes. A palavra licor é de origem latina “lique facere” e significa fundido ou dissolvido em líquido. O aparecimento dos licores remonta de tempos imemoriais. Consta que já nas tumbas, do velho Egito, foram encontradas receitas dos licores que eram usados como digestivos e como

produtos medicinais, especialmente para combater problemas relacionados ao estômago (Teixeira *et al.*, 2007; Teixeira *et al.*, 2011).

Ao contrário das bebidas destiladas, como as aguardentes de cana, conhaques, dentre outras, a que se dá preferência à baixa graduação alcoólica, (em torno de 50°GL), os licores devem ser elaborados com álcool neutro desodorizado e com graduação elevada, para não haver influência dos odores próprios dos destilados, sobrepujando os das essências usadas na produção dos licores (Herstein; Jacobb, 1948).

Os licores são produzidos em várias regiões do mundo, de forma artesanal ou industrial. Países como Holanda, França, Espanha e Itália produzem os licores mais conhecidos do mundo, entre os quais pode-se citar o Cointreau (à base de casca de laranja), Bénédicte (à base de ervas), Advocaat (à base de ovos), Cherry Brandy (à base de cereja) e Amarula (feito do fruto da amarula), dentre outros. (Teixeira *et al.*, 2011).

A fabricação tradicional do licor envolve tecnologia simples que consiste na mistura de etanol com açúcar e pequenas quantidades de essências de ervas, frutos frescos ou secos. O produto final é comercializado à temperatura ambiente e apresenta extensa vida de prateleira. (Barros *et al.*, 2008; Geöcze, 2007).

A proporção de frutos e solventes, a concentração de etanol e o tempo de maceração podem originar licores com aroma e sabor distintos, podendo ser a etapa de elaboração do extracto da fruta o ponto mais crítico do processo (Penha *et al.*, 2003).

O licor é uma alternativa para o aproveitamento de frutos regionais, agregando valor e possibilitando a geração de renda para as famílias rurais. Os licores são bebidas que possuem grandes variações quanto à matéria-prima, teor alcoólico e também quanto ao teor de açúcar (Viera *et al.*, 2010).

Ainda não existe uma análise detalhada sobre composição fitoquímica e das características físico-químicas do licor de *Tamarindus indica* produzido em Moçambique.

É neste contexto que no presente trabalho se propõe avaliar a composição fitoquímica e as características físico-químicas do licor de *Tamarindus indica* no âmbito de avaliar o seu valor nutricional e medicinal.

II. OBJECTIVOS DO TRABALHO

2.1. Objectivo geral

- Avaliar o potencial nutricional e medicinal do licor de *Tamarindus indica*.

2.2. Objectivos específicos

- Realizar análises fitoquímicas preliminares da polpa e do licor de *Tamarindus indica*.
- Determinar algumas características físico-químicas (pH, acidez, SST/ATT, humidade e sólidos solúveis em °Brix) da polpa.
- Determinar as características físico-químicas (pH, acidez, grau alcoólico, densidade relativa, índice de refração, resíduo seco, sólidos solúveis em °Brix, açúcares redutores e não redutores, nitrogénio total e vitamina C) do licor de *Tamarindus indica*.
- Determinar o teor de minerais (K, Cu, Fe, Zn, Ca e Mg) da polpa e do licor de *Tamarindus indica*.

III. METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado seguindo-se à seguinte etapas:

- ✓ Pesquisa bibliográfica;
- ✓ Recolha das amostras no campo;
- ✓ Trabalho experimental que teve as seguintes etapas:
 - Selecção de amostra para análises;
 - Pesagem e secagem do fruto;
 - Extracção e fraccionamento do fruto e fraccionamento do licor;
 - Testes fitoquímicos do fruto e licor;
 - Testes físico-químicos do licor;
 - Análise de sais inorgânicos do fruto e licor;

IV. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA



Reino: Plantae
Sub-reino: Tracheobionta
Divisão: Spermatophyta
Sub Divisão: Magnoliophyta
Classe: Magnoliopsida
Sub Classe: Rosidae
Ordem: Fabales
Família: Fabaceae
Gênero: *Tamarindus* L.
Espécie: *Tamarindus indica* L.
(Soemardji, 2007)

Figura 1. Imagem ilustrativa de *Tamarindus indica*

Tamarindus indica Linn. pertence à família Fabaceae e subfamília caesalpiaceae, é uma árvore perene tropical nativa das áreas férteis ao longo da África e sul da Ásia (Doughari, 2006).

Os árabes denominavam a de “Tamr al-Hindi”, que significa “tâmara da Índia” em referência à polpa do seu fruto, que julgavam semelhante à da tâmara” (Raja *et al.*, 2008).

A polpa é acidulada, sendo consumida fresca ou cristalizada, é também usada na preparação de refrescos, sorvetes, pastas, doces e licores (Sousa *et al.*, 2007).

Em Moçambique *Tamarindus indica* ocorre em todo o território nacional.

Os principais produtores são países asiáticos, a Índia e Tailândia, mas também Bangladesh, Sri Lanka e Indonésia. Na América, o México e Costa Rica são os maiores produtores. África

em geral não produz *Tamarindus indica* em balança comercial, entretanto é extensamente usado pelas pessoas locais (De Caluwé *et al.*, 2010).

Segundo Orwa *et al.* (2009), em África *Tamarindus indica* ocorre com grande influência em Burkina Faso, República Centro Africana, Chade, Eritreia, Etiópia, Gâmbia, Guiné-Bissau, Quênia, Madagascar, Mali, Moçambique, Níger, Nigéria, Senegal, Sudão, Tanzânia, Uganda e Zimbabwe.

4.1. Descrição e caracterização taxonómica

É uma grande árvore que pode crescer até 30m de altura com um diâmetro de 12m, é altamente resistente ao vento, com ramagens fortes, muito flexíveis. As folhas são normalmente verdes mas podem cair durante a estação seca. *Tamarindus indica* tem um crescimento lento e tem um período produtivo de cerca de 150 anos (Daniyan *et al.*, 2008).

4.1.2. Variedades

Há diferentes variedades cultiváveis de *Tamarindus indica*, as quais podem ser divididas em ácidas e doces. A maioria dos países cultiva plantas com características ácidas, as quais têm a facilidade de desenvolverem em locais quentes e ensolarados. As variedades do tipo doce não estão disponíveis. Nas plantas doces do tamarindeiro, podem ser encontrados ramos isolados que carregam frutos nos pontos de brotações. Estes ramos podem ser utilizados para propagação vegetativa na obtenção de plantas doces de *Tamarindus indica* (Queiroz, 2010).

4.1.3. Propagação

Existem dois métodos de propagação de *Tamarindus indica*: propagação assexuada (por estacas) e sexuada (por sementes).

O *Tamarindus indica* pode ser propagado vegetativamente por estacas (ramos verdes, ramos semi-maduros e ramos maduros), enxertia e mergulhia aérea e subterrânea. Para a utilização de qualquer método, é de fundamental importância a escolha de material vegetativo (galhos e ramos) livres de doenças, pragas e danos. Os galhos e ramos com cores das folhas diferentes do verde, devem ser evitados (Melo, 2008).

Os frutos devem estar maduros, sendo seleccionados aqueles que não apresentarem doenças e não estiverem danificados. Os frutos devem ser secos ao sol por cinco a sete dias e serem periodicamente revolvidos para uniformizar a secagem.

A extracção das sementes é feita manualmente, com a retirada da casca, sendo posteriormente lavadas em água corrente, para remoção da polpa. As sementes, após secadas, devem ser armazenadas em um lugar fresco em frascos bem fechados protegidos dos ratos e insectos.

O tempo de armazenagem vai depender das condições de armazenamento e da qualidade dos processos de extracção e secagem das sementes (Melo, 2008).

4.1.4. Condições de cultivo

A planta pode ser cultivada a uma temperatura média anual em torno de 25°C, e as chuvas anuais entre 600 e 1500mm; a planta requer boa intensidade de luz e é sensível ao frio. Os buracos devem ser profundos, bem drenados, o pH entre 5,5 e 6,5, de preferência areno-argilosos. Evitar solos pedregosos e sujeitos a encharcamento (Melo, 2008).

4.1.5. Estágio de maturação

A correcta determinação do estágio de maturação em que a polpa se encontra é essencial para que a colheita seja efectuada no momento certo. Para isso, são utilizados os chamados índices de maturação, que compreendem características físicas ou químicas que sofrem mudanças perceptíveis ao longo do processo de maturação dos frutos. Os índices de maturação devem assegurar a obtenção de frutos de boa qualidade, no que se refere às características sensoriais durante o armazenamento, visando melhor aproveitamento do potencial de comercialização da polpa (Kluge *et al.*, 2002).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a determinação da maturidade pode ser feita utilizando-se vários indicadores: físicos (firmeza, peso, diâmetro e volume), visuais (cor da casca), químicos (percentagem de acidez, sólidos solúveis totais e teor de amido) e fenológicos (dias após a antese).

Para Gurjão *et al.* (2006), um dos índices mais utilizados na determinação do ponto de colheita é o número de dias desde a floração até o desenvolvimento pleno da polpa. Porém, os resultados obtidos por esses métodos podem variar, dependendo do local de cultivo, variedades e condições climáticas do ano de crescimento.

4.1.6. Colheita

Frutos de *Tamarindus indica* amadurecem entre o fim de primavera e o começo de verão. Podem ser partidos na árvore 6 meses após atingirem a maturidade de forma com que o conteúdo de humidade for reduzido a 20% (Sadik, 2010).

4.1.7. Armazenamento

O armazenamento sob baixas temperaturas é um dos métodos mais recomendados por minimizar a velocidade das reacções metabólicas, retardando o amadurecimento, proporcionando assim, o prolongamento do período de comercialização (Chitarra; Chitarra, 2005). A polpa durante o armazenamento torna-se muito escura, amolecida e pegajosa por efeito da degradação *pectolítica*, além de que ocorre grande absorção de humidade, sobretudo, quando armazenada em climas húmidos. A infestação por insectos é outro problema, principalmente, quando as sementes estão presentes (Coelho *et al.*, 1987).

Os frutos de *Tamarindus indica* são atacados pelo insecto *Sitophilus linearis* (Herbst), provocando danos da polpa e semente e, conseqüentemente, perdas irreparáveis na comercialização do produto, facto registado por Zidko (2002).

4.1.8. Composição da polpa

A polpa é a parte mais usada e constitui cerca de 30-50% da polpa madura, a vagem e fibra 11- 30% e a semente aproximadamente 25-40%. A grande diferença dos resultados encontrados por diversos autores está associada com heterozigosidade, diferentes formas de cultivo e forma que as sementes são propagadas (El-Siddig *et al.*, 2006).

Tabela 1. Composição média da polpa de *Tamarindus indica* (El-Siddig *et al.*,2006).

Constituintes	100g
Humidade	17.8-35.8g
Proteína	2-3g
Gordura	0.6g
Carboidratos	41.1-61.4g
Fibra	2.9g
Cinzas	2.6-3.9g
Tiamina	0.33mg
Riboflavina	0.1mg
Niacina	1.0g
Vitamina C	44 mg

A polpa de *Tamarindus indica* é uma fonte rica de vários macro e microelementos e quantidades relativamente altas de cobre, manganês e zinco. O consumo de 100g da polpa de *Tamarindus indica* por um adulto cobre 10.69% da ingestão diária recomendada (IDR) de cálcio, 20.49% de magnésio, 14.21% de fósforo, 12.07% de ferro, 2.61% de manganês, 1.29% de zinco, 32.22% de cobre e 9.21% de selênio (De Caluwé *et al.*, 2010). A tabela b, no anexo, ilustra a composição mineral da polpa seca de *Tamarindus indica* determinada por diversos autores.

Os componentes voláteis principais da polpa de *Tamarindus indica* incluem derivados de furano (44.4%) e ácidos carboxílicos (38.2%), dos quais fazem parte furfural (38.2%), ácido palmítico (14.8%), ácido oleico (8.1%) e fenilacetaldéido (7.5%). O componente volátil mais abundante é 2-acetil-furano que, com vestígios de furfural e 5-metilfurfural, forma o aroma característico da polpa. O conteúdo total de combinações voláteis na polpa do fruto ronda entorno de 3 mg/kg (El-Siddig *et al.*, 2006).

O fruto contém uma variedade de pigmentos. A cor vermelha é devida à solubilidade em água do pigmento antocianinas vermelho-rosa, enquanto nos tipos comuns da polpa está presente leuco-cianidina (El-Siddig *et al.*, 2006).

A característica mais evidente da polpa é o seu gosto acre-doce. A acidez deve-se principalmente ao ácido tartárico, que varia de 12.2-23.8%. É um ácido pouco comum em outros tecidos vegetais que é formado a partir dos produtos primários da fotossíntese, carboidratos e, uma vez formado, não é usado pela planta devido à ausência das enzimas necessárias. Ainda que ácido tartárico esteja contido em outros frutos azedos, como uvas, toranjas e framboesas, não está presente em proporções altas como na polpa de *Tamarindus indica* (El-Siddig *et al.*, 2006).

No *Tamarindus indica*, o ácido tartárico é sintetizado nas folhas e transferido para as flores e frutos. Durante a florescência e frutificação, o conteúdo do ácido tartárico nas folhas diminui de 28 - 12% devido à sua transferência para as flores e frutos. O ácido tartárico está presente como bitartarato de potássio e uma menor extensão como tartarato de cálcio. Os outros ácidos orgânicos na polpa de *Tamarindus indica* são ácido oxálico, ácido succínico e ácido cítrico (El-Siddig *et al.*, 2006).

O conteúdo de ácido tartárico, porém, não diminui durante o amadurecimento da polpa, mas durante este tempo os teores de açúcares aumentam de 30-40% dando ao fruto azedo um sabor doce. Como a acidez não desaparece com o amadurecimento, com níveis de açúcar

crescentes, a polpa de *Tamarindus indica* é conhecida por ser simultaneamente a mais ácida e mais doce. Em geral, a polpa seca de *Tamarindus indica* para comércio contém 8-18% ácido tartárico e 25-45% de açúcares redutores, sendo 70% de glicose e 30% de frutose (El-Siddig *et al.*, 2006).

4.2. Actividade biológica da planta

4.2.1. Actividade antioxidante

Núcleos da semente de *Tamarindus indica* têm uma actividade antioxidante relativamente alta devido ao conteúdo de compostos fenólicos.

Estes antioxidantes podem ser usados para melhorar a estabilidade dos lípidos contidos nos alimentos prevenindo perda das propriedades sensoriais e qualidade nutricional.

Compostos fenólicos da planta em combinações podem ter muitos efeitos biológicos na promoção da saúde.

Um efeito protector importante foi verificado nos extractos da polpa de *Tamarindus indica* reduzindo o dano oxidativo, mediado por peroxidação de lípidos que em sistemas vivos é fortemente associada com a mutagénese, carcinogénese, envelhecimento e arteriosclerose.

Os extractos diminuem o risco de desenvolvimento de arteriosclerose em humanos que é o contribuinte principal para a patogénese de miocárdio e enfarte cerebral (De Caluwé *et al.*, 2010).

4.2.2. Actividade antiinflamatória

Inibidores de proteinase com actividades altas de inibições contra neutrófilo humano elastase (HNE) foi verificada nas sementes de *Tamarindus indica*. Um inibidor de proteinase de serina com actividade alta contra HNE foi descoberto, isolado e purificado nas sementes de *Tamarindus indica*. São distribuídos inibidores de Proteinase amplamente entre bactérias, animais e plantas. Eles estão presentes em órgãos reprodutores de armazenamento, e tecidos vegetativos da maioria das famílias das plantas, eles têm papéis reguladores, defensivos, e agem como proteínas de armazenamento (De Caluwé *et al.*, 2010).

4.2.3. Actividade antimicrobiana

Frutos de *Tamarindus indica* têm propriedade anti-fúngica e antibacteriana; em um ensaio de difusão de agar, extractos de *Tamarindus indica* das flores mostraram actividade antibacteriana contra quatro bactérias testadas (*Staphylococcus aureus*, *Bacilo subtilis*, *Escherichia coli* e *Pseudomonas aerugino*). Actividade antimicrobiana de *Tamarindus indica* foi atribuída ao lupeol (De Caluwé *et al.*, 2010).

4.2.4. Actividade antifúngica

Frutos de *Tamarindus indica* têm propriedades antifúngicas e antibacterianas.

Extractos da polpa apresentam potencial actividade fungicida contra *Aspergillus niger* e *Cândida albicans* (De Caluwé *et al.*, 2010).

4.2.5. Actividade antiviral

Extractos da planta de *Tamarindus indica* têm actividade antiviral contra vírus de mosaico, que ataca melancia, ervilha e tabaco (De Caluwé *et al.*, 2010).

4.2.6. Antinematodal

Extractos da planta de *Tamarindus indica* têm actividade de antinematodal contra *Xylphilus* de *Bursaphelenchus* (De Caluwé *et al.*, 2010).

4.2.7 Actividade moluscidal

Extractos da polpa de *Tamarindus indica* mostraram actividade moluscidal contra *Bulinus caracóis de truncatus*. Isto provavelmente é devido à presença de saponinas na polpa (De Caluwé *et al.*, 2010).

4.3. Uso na medicina tradicional

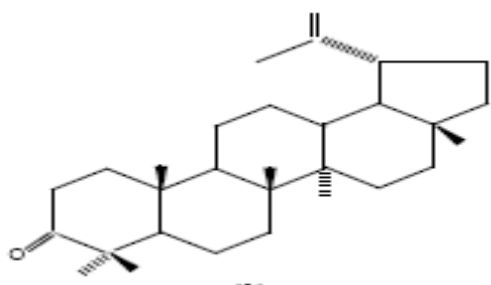
Por causa do seu gosto azedo e doce, adstringente, e seus ingredientes, muitas partes de *Tamarindus indica* são usadas na medicina tradicional para tratamento de muitas doenças:

- ✓ Folhas de *Tamarindus indica* são usadas para o tratamento tosse, reumatismo, icterícia, infecção de lombriga, ferimentos, úlcera e insónia.
- ✓ Flores usam-se para tratamento de tuberculose pulmonar, laringite crónica, reumatismo, edema local e ferimentos.
- ✓ Cascas usam-se para o tratamento de asma, amenorreia, cólicas e escorbutos.
- ✓ Polpa é usada para o tratamento constipação, disenteria, perda de apetite, toxicidade de álcool, vômito, infecção de lombriga, icterícia, náusea, asma, urticária e para intoxicação de sementes de *Hidrocarpus*.
- ✓ Sementes usam-se contra picada de cobra, ferimentos, úlcera, e queda de cabelo (Soemardji, 2007).

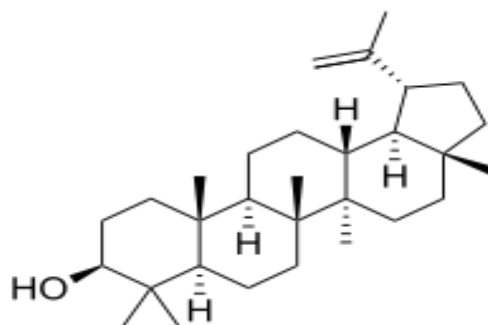
4.4. Constituintes químicos de *Tamarindus indica*

Tabela 2. Constituintes químicos de *Tamarindus indica* (Dhasade *et al.*, 2009).

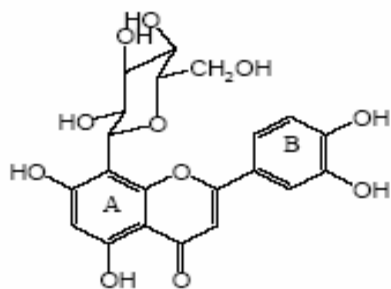
Partes da planta	Constituintes químicos
Folhas	Açúcar invertido, ácido pipecólico, ácido cítrico, ácido nicotínico, ácido 1-málico, óleos voláteis (geranial, geraniol, limoneno), ácido pipecólico, lupanona, lupeol, orientina, isoorientina, vitamina B3, vitamina C, vitexina, isovitexina, benzil benzoato (40.6%), cinamatos, serina, β -alanina, pectina, prolina, fenilalanina, leucina, potássio, taninos, glicósidos, e peroxidase.
Fruto	Derivados de furano (44.4%), ácidos carboxílicos (33.3%), ácido málico, ácido tartárico, ácido succínico, ácido cítrico, pectina e açúcar invertido.
Semente	Campesterol, β -amarina, β -sitosterol, ácido palmítico, ácido oléico, ácido linoléico e ácido eicosanóico, mucilagem, pectina, arabinose, xilose, galactose, glicose, ácido urónico, bufadienolidas, cardenolidas, Celulose, albuminóides, amilóides e chitinase.
Casca	Taninos, saponinas, glicósidos e lípidos.



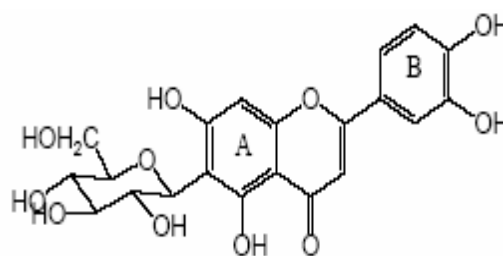
lupanona



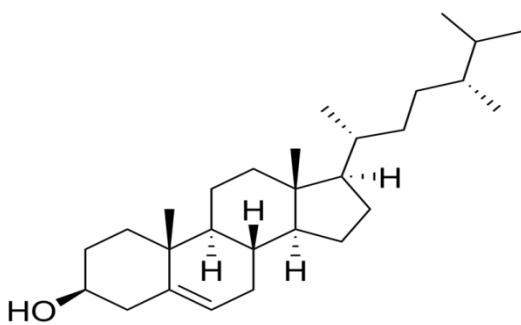
lupeol



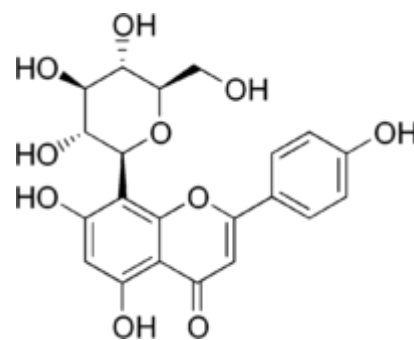
orietina



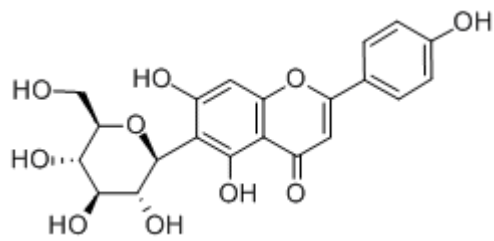
isoorietina



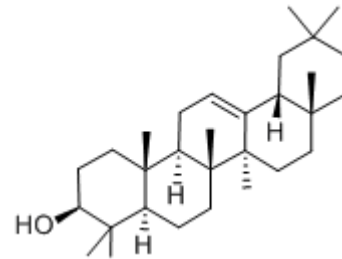
Campesterol



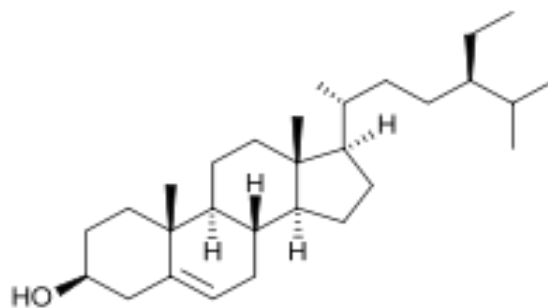
Vitexina



Isovitexina



β -amirina



β -sitosterol

Figura 2. Estrutura dos fitoconstituintes de *Tamarindus indica* (Dhasade *et al.*, 2009).

4.5. Caracterização do licor

Licor é a bebida com graduação alcoólica de 15 a 54% em volume, a 20°C, e açúcar total superior a trinta gramas por litro (Viera *et al.*, 2010).

4.5.1. Classificação

Segundo (Herstein & Jacobb, 1948), a classificação dos licores toma em conta, principalmente, o teor de açúcar, expresso em sacarose.

- ✓ Seco: de 60 a 100g de sacarose/litro
- ✓ Doce: de 100 a 200g de sacarose/litro
- ✓ Fino: de 200 a 350g de sacarose/litro
- ✓ Creme: mais que 350g de sacarose/litro

Aos licores onde ocorre a cristalização do açúcar que se encontra além do ponto de saturação, dá-se a denominação de escarchados ou cristalizados, e os obtidos com sucos de frutos são denominados ratafias (Herstein & Jacobb, 1948).

4.5.2. Composição dos licores

O licor é um produto obtido pela mistura de álcool, água, açúcar e substâncias que lhe fornecem aroma e sabor, em medidas adequadas, sem que haja fermentação durante a sua elaboração (Viera *et al.*, 2010).

4.5.3. Açúcar

De acordo com Coelho *et al.* (2011), as fontes de açúcar podem ser o açúcar branco comercial ou o xarope, obtido pela simples fervura do açúcar com água até completa dissolução, procedimento que facilitará a posterior homogeneização com a solução hidroalcoólica.

4.5.4. Álcool

Segundo Teixeira *et al.* (2011), as fontes de álcool potável podem ser o álcool de cereais, vodka, cachaça, conhaque e uísque, sendo o álcool de cereais o mais indicado por ser um produto neutro. Entretanto, a cachaça, mesmo com seu forte odor, é a mais utilizada por causa da facilidade com que é encontrada.

4.5.5. Água

Como os licores são bebidas destinadas ao consumo humano, a água deve ter alto grau de pureza, com destaque para os licores que são preparados por processos a frio, ou seja, onde não há tratamento térmico, a água deve estar isenta de contaminação microbiana com destaque para os patogênicos, não possuir sabor e aroma, não apresentar elevada dureza, teores menores que 121mg/L expresso em relação ao teor de carbonato de cálcio (CaCO_3), para aumentar a vida das prateleiras do produto, evitando o problema da estabilidade de íons inorgânicos (Geócze, 2007 & Teixeira *et al.* 2011).

4.5.6. Aromatizantes

O sabor dos licores origina-se de partes das plantas como folhas, sementes, cascas, flores de ervas, frutos ou de partes dos frutos. Podem ainda ser usados derivados de óleos essenciais destilados por vapor, da adição de extractos naturais e da combinação destes (Geócze, 2007).

4.5.7. Corante

Geralmente a coloração do licor é proveniente da polpa, da semente ou das folhas utilizadas na elaboração. O corante caramelo é geralmente utilizado para estabilizar a coloração das bebidas destiladas e licores (Geócze, 2007).

4.5.8. Processamento do licor

O processamento do licor, seja ele de que tipo for, consiste basicamente em se misturar em proporções adequadas os componentes indicados na Fig 3.

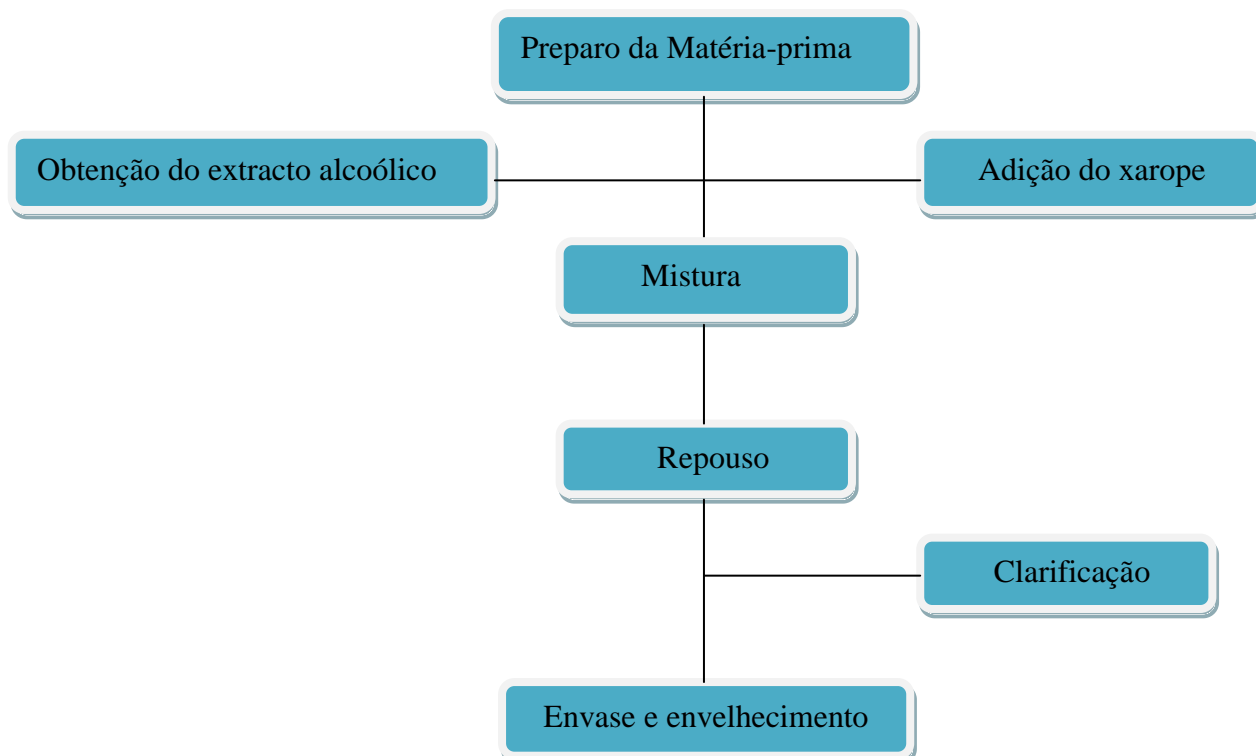


Figura 3. Fluxograma geral do processamento de licores (Teixeira *et al.* 2011).

A combinação adequada do teor alcoólico e quantidade de açúcar desempenha um papel fundamental quanto à aceitação do licor por parte dos consumidores. Ao aumentar o percentagem de açúcar (p/v) de um licor, normalmente eleva se também o seu teor em álcool (% v/v). Assim, pode-se conseguir um equilíbrio entre o gosto doce e o sabor alcoólico (Viera *et al.*, 2010).

Durante a fase de preparação do xarope deve-se acrescentar uma pequena quantidade de ácido cítrico ou tartárico para promover a inversão parcial da sacarose em frutose e glicose, o que desfavorece a sua cristalização (Teixeira *et al.*, 2007).

4.6. Descrição das características físico-químicas usadas nas determinações

A composição química dos alimentos é muito importante para o esclarecimento dos seus valores nutritivos, bem como para subsidiar a determinação de dietas adequadas a certos grupos populacionais. As estruturas químicas dos compostos que integram os alimentos são, em geral, as responsáveis pelo seu desempenho metabólico, respondendo pelos aspectos nutricionais verificados após o seu uso (Belda; Pourchet-Campos, 1991).

4.6.1. pH

O pH é um parâmetro auxiliar para a avaliação da acidez total (Campos *et al.*, 2010).

É um factor de extrema importância nos alimentos. Dependendo do seu valor contribui para o desenvolvimento de bactérias ou inibe o crescimento das mesmas. Portanto, o pH é um factor determinante na qualidade dos alimentos.

Ao analisar o pH obtém-se a confirmação ou não do bom estado de conservação em que o alimento em questão se encontra (Filho; Nascimento, 2006).

Os processos que avaliam o pH são colorimétricos ou electrométricos. Os primeiros usam certos indicadores que produzem ou alteram a sua coloração em determinadas concentrações de iões de hidrogénio. São processos de aplicação limitada, pois as medidas são aproximadas e não se aplicam às soluções intensamente coloridas ou turvas, bem como às soluções coloidais que podem absorver o indicador, falseando os resultados. Nos processos electrométricos empregam-se aparelhos que são potenciómetros especialmente adaptados e permitem uma determinação directa, simples e precisa do pH (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

4.6.2. Índice de refração

O índice de refração é uma propriedade física importante de sólidos, líquidos e gases. A medida do índice de refração pode ser usada para determinar a concentração de uma solução, pois o índice de refração dela varia com a concentração (Cavalcanti *et al.*, 2006).

O índice de refração de uma substância pura é uma constante, mantidas as condições de temperatura e pressão. Em análise de alimentos, embora não se tratem de substâncias puras

no estrito sentido, em certos casos, como o de óleos e gorduras, óleos essenciais, o índice de refração apresenta variação muito pequena e é então usado para uma avaliação do produto.

A presença de sólidos solúveis na água resulta numa alteração do índice de refração. É possível determinar a quantidade de soluto pelo conhecimento do índice de refração da solução aquosa.

Esta propriedade é utilizada para determinar a concentração de sólidos solúveis em soluções aquosas de açúcar (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

4.6.3. Densidade

A determinação da densidade é, geralmente, feita em análise de alimentos que se apresentam no estado líquido. Pode ser medida por vários aparelhos, sendo os seguintes os mais usados: picnómetros e densímetros convencionais e digitais.

Os picnómetros dão resultados precisos e são construídos e graduados de modo a permitir a pesagem de volumes exactamente iguais de líquidos, a uma dada temperatura. Da relação destes pesos e volumes resulta a densidade dos mesmos à temperatura da determinação. Usando água como líquido de referência, tem-se a densidade relativa à água ou peso específico (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

4.6.4. Grau Brix ou sólidos solúveis

A refractometria na escala Brix constitui um método físico para medir a quantidade de sólidos solúveis presentes em uma amostra.

A escala Brix é calibrada pelo número de gramas de açúcar contidos em 100g de solução. Quando se mede o índice de refração de uma solução de açúcar, a leitura em percentagem de Brix deve combinar com a concentração real de açúcar na solução. As escalas em percentagem de Brix apresentam as concentrações percentuais dos sólidos solúveis contidos em uma amostra (solução com água).

O grau Brix é utilizado na agro-indústria, para intensificar o controlo da qualidade do produto final, controlo de processos, ingredientes e outros, tais como: doces, sucos, néctar, polpas, leite condensado, álcool, açúcar, licores e bebidas em geral, sorvetes, entre outros. Os sólidos solúveis totais (°Brix) são usados como índice de maturidade para alguns frutos, e indicam a

quantidade de substâncias que se encontram dissolvidos no suco, sendo constituídos na sua maioria por açúcares (Chaves *et al.*, 2004).

A quantidade de açúcares em uma solução pode também ser medida pelo sacarímetro de Brix, areómetro de Baumé ou refractómetros. A medida refractométrica dá o teor exacto de substância seca em todos os casos em que se trate de soluções açucaradas puras.

Para análise com refractómetro de Brix procede-se colocando uma pequena alíquota da amostra na superfície do prisma. Após alguns segundos observa-se a marcação da escala (Filho & Nascimento, 2006).

O grau Brix é utilizado na agro-indústria para intensificar o controlo da qualidade do produto final, controlo de processos, ingredientes e outros, tais como: doces, sucos, néctar, polpas, leite condensado, álcool, açúcar, licores e bebidas em geral, sorvetes, etc. (Chaves *et al.*, 2004).

4.6.5. Acidez

A determinação de acidez pode fornecer um dado valioso na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos iões de hidrogénio.

Os métodos de determinação da acidez podem ser os que avaliam a acidez titulável ou fornecem a concentração de iões de hidrogénio livres, por meio do pH. Os métodos que avaliam a acidez titulável resumem-se em titular com soluções padrão de álcali a acidez do produto ou de soluções aquosas ou alcoólicas do produto e, em certos casos, os ácidos gordos obtidos dos lipídios. Pode ser expressa em mL de solução molar por cento ou em gramas do componente ácido principal (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

4.6.6. Carbohidratos

Os métodos de determinação de glícidos estão baseados nas propriedades físicas das suas soluções ou no poder redutor dos glícidos mais simples (aos quais se pode chegar por hidrólise, no caso dos mais complexos). Os métodos de redução resumem-se em pesar ou titular a quantidade de óxido de Cu I precipitado de uma solução de iões de Cu II por um volume conhecido da solução de glícidos ou medir o volume da solução de glícidos necessário para reduzir completamente um volume conhecido da solução de cobre II. Os

resultados são calculados mediante factores e, geralmente, as determinações de glícidos redutores são calculadas em glicose e as dos não-redutores em sacarose. A hidrólise dos não-redutores é feita, previamente, por meio de ácido ou enzimas (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

4.6.7. Proteínas

A determinação de prótidos é baseada na determinação de nitrogénio, geralmente feita pelo processo de digestão de Kjeldahl. A matéria orgânica é decomposta e o nitrogénio existente é finalmente transformado em amónio. Sendo o conteúdo do nitrogénio das diferentes proteínas aproximadamente 16%, introduziu-se o factor empírico 5,75 ou 6,25 ou 6,38 (ANVISA), para transformar a massa em gramas de nitrogénio encontrada massa em gramas de prótidos.

O método de Kjeldahl (AOAC, 1984) foi descrito a mais de um século, em 1883. Johan Gustav Christoffer Thorsager.

Neste método, por meio de uma digestão ácida, o nitrogénio da amostra é transformado em sulfato de amónio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, o qual é posteriormente separado por destilação na forma de hidróxido de amónio (NH_4OH) e finalmente determinado pela titulação. O método é basicamente dividido em três etapas:

- a) Digestão – o nitrogénio orgânico é transformado em amónio, e os componentes orgânicos são convertidos em CO_2 , H_2O , etc;
- b) Destilação – fase em que o gás amónio é libertado e recolhido em uma solução receptora;
- c) Titulação – determinação quantitativa da amónia recolhida contida na solução receptora (Filho; Nascimento, 2006).

4.6.8. Vitamina C

Determinação de vitamina C com iodato de potássio

Este método é aplicado para a determinação de vitamina C ou ácido L-ascórbico, em alimentos "*in natura*" ou enriquecidos, quando a quantidade da referida vitamina for maior que 5 mg e baseia-se na oxidação do ácido ascórbico pelo iodato de potássio, o iodo molecular é convertido em ião iodeto.

O iodo molecular é um agente oxidante de poder moderado, de tal modo que oxida o ácido ascórbico somente até ácido dehidroascórbico (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

V. PARTE EXPERIMENTAL

Nesta parte são apresentados os procedimentos usados desde o trabalho de campo (colheita da amostra) até à realização dos ensaios laboratoriais de acordo com os objectivos definidos e com as condições técnicas e materiais disponíveis.

5.1. Colecta e selecção das amostras

Os frutos em estudo foram adquiridos no distrito Boane na província de Maputo, e o respectivo licor em postos de venda em Maputo. Foram seleccionados frutos sem nenhuma lesão e qualquer ataque de pragas.

5.2. Secagem

A amostra (polpa) submeteu-se a secagem à temperatura ambiente durante 30 dias, ao abrigo da radiação directa.

5.3. Extracção por maceração e preparação das fracções

Cinquenta gramas da polpa seca foram submetidos à maceração em álcool 70% (v/v), na proporção de 1:8 (p/v), sob agitação de 6 horas por dia durante 8 dias.

O macerado obtido foi filtrado em funil de Büchner e em seguida, 50 mL desse extracto bruto foi concentrado (EB).

Para o fraccionamento, o extracto bruto concentrado foi solubilizado em uma solução metanol: água 7:3 (v/v), e em seguida filtrado em funil com papel de filtro. A partição foi realizada com 100 mL de hexano.

A fracção orgânica em hexano (H) é separada e o solvente completamente eliminado em evaporador rotatório a vácuo. O extracto metanólico restante é particionado com 100 mL de diclorometano. A fracção orgânica em diclorometano (Dcm) é separada e o solvente completamente eliminado em evaporador rotatório a vácuo e pesado. O metanol do extracto metanólico restante é eliminado em evaporador rotatório a vácuo.

O extracto aquoso restante é particionado com 100 mL de butanol por 3 vezes. A fracção orgânica em butanol (But) é separada e o solvente eliminado em evaporador rotatório a vácuo. A fracção aquosa (Aq) restante é concentrada e também utilizada nas análises. Para o caso do licor considerou-se como extracto bruto hidroalcólico, usou-se um volume de 50 mL para preparação das fracções como mostra a Fig.4

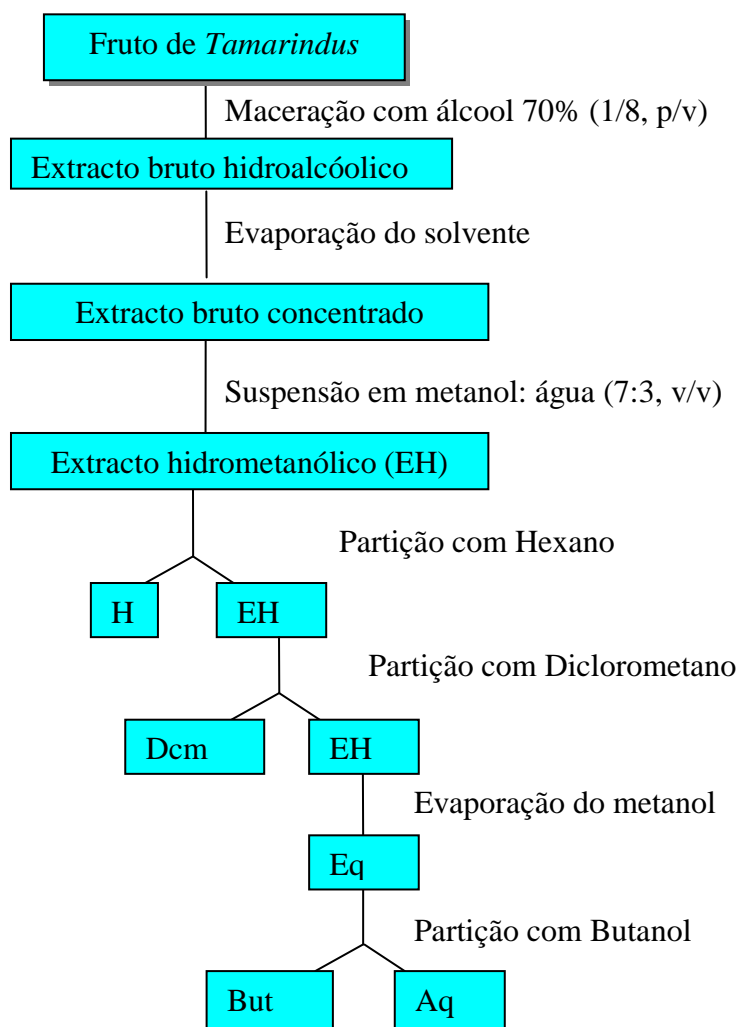


Figura 3. Fluxograma de obtenção do extracto bruto (EB) e das fracções orgânicas. H, fracção hexano; Dcm, fracção diclorometano; But, fracção butanólica; Aq, fracção aquosa.

5.5. Análises fitoquímicas qualitativas

Os alcalóides, flavonóides, saponinas, taninos, esteróides e triterpenóides foram analisados qualitativamente segundo a metodologia descrita por Brito, Haissa Oliveira *et al.* (2008), e antraquinonas segundo Gomes, Marcos do Livramento *et al.* (2006) na polpa e licor como mostram os procedimentos abaixo.

5.4.1. Identificação de alcalóides

Procedimento

Colocou-se 30 mL do extracto num copo e levou-se a banho-maria para secagem total. Em seguida, adicionou-se 20 mL de ácido sulfúrico 1% levando-se a seguir à fervura por 2 min em placa aquecedora; depois de frio é filtrado através de funil com papel de filtro directamente para um tubo de ensaio grande. Distribuiu-se o volume obtido em três tubos menores e adicionou-se gotas de reagente de Hager, de Mayer e de Dragendorff, em cada tubo. Havendo formação de precipitado em pelo menos dois dos três tubos o teste é positivo para alcalóides.

5.4.2. Identificação de flavonóides

Procedimento

Num tubo de ensaio com 2 mL do extracto, inseriu-se fitas de magnésio e 4 gotas de ácido clorídrico concentrado. A constatação determina-se pela mudança de cor para vermelho ou castanho.

5.4.3. Identificação das saponinas

Procedimento

Em um copo, pipetou-se 2 mL de solução extractiva e 5 mL de água destilada; após filtração, a mistura é fortemente agitada por 3 min para observar se houve a formação de espuma abundante e persistente.

5.4.4. Identificação de taninos

Procedimento

Utilizou-se dois tubos de ensaio, um para a realização do teste em branco e o outro, para o teste propriamente dito, acrescentou-se 3 mL do extracto e mais 3 gotas de solução de cloreto férrico. Havendo formação de precipitado de cor azul, fica confirmada a presença de taninos.

5.4.5. Identificação de esteróides e triterpenóides

Procedimento

Colocou-se 20 mL do extracto em um copo e levou-se a banho-maria até secagem total; do resíduo obtido, procede-se a duas ou três vezes a extracção, adicionando-se 1 a 2 mL de clorofórmio, tendo-se o cuidado para evitar a humidade, utilizar funil com algodão e alguns decigramas de sulfato de sódio anidro em cima do algodão.

Ao filtrado adicionou-se 1 mL de anidrido acético e 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado, agitando-se suavemente.

Nesse momento, uma atenção deve ser dada para mudança na coloração: se mudar de azul para verde permanente, será positivo para esteróides e se mudar de pardo para vermelho, será positivo para triterpenóides.

5.4.6. Identificação de antraquinonas

Procedimento

Transferiu-se 3 mL da solução extractiva para um tubo de ensaio e adicionou-se 3 mL de ácido sulfúrico a 10%. Agitou-se durante alguns segundos.

Em seguida, adicionou-se ao tubo de ensaio 3 mL de benzeno agitando cautelosamente para verificar se houve separação das fases. O ácido separa as antraquinonas dos glicosídeos que se ligam ao benzeno dando uma coloração vermelha com a adição de hidróxido de amónio (NH₄OH) a 5%.

5.5. Determinação das características físico-químicas

As análises físico-químicas do licor foram realizadas em três réplicas, para determinar os seguintes parâmetros do licor de *Tamarindus indica*: resíduo seco, ATAO, densidade, nitrogénio total, índice de refração, grau alcoólico, acidez total titulável, açúcares redutores em glicose, açúcares não redutores em sacarose, sólidos solúveis em grau °brix, pH e vitamina C e da polpa: pH, acidez total titulável, humidade, ATAO, sólidos solúveis em grau brix e SST/ATT que foram realizadas de acordo com a metodologia descrita

5.5.1. Determinação de pH

Procedimento

Ligou-se o aparelho e fez-se a calibração com solução de pH 4 e 7. Usando água destilada, lavou-se o eléctrodo antes de fazer qualquer medida e secou-se, de seguida colocou-se os eléctrodos num béquer com a solução amostra e fez-se a leitura de pH directamente do licor para a polpa pesou-se 10g da amostra em um béquer e dilui-se com 100 mL de água.

Agitou-se o conteúdo até que as partículas ficaram uniformemente suspensas e fez-se a leitura.

.

5.5.2. Determinação de grau alcoólico

Para esta análise colocou-se o alcoómetro de Gay-Lussac em uma proveta contendo amostra.

Fez-se a leitura directamente na escala do alcoómetro.

5.5.3. Densidade relativa

Procedimento

Ligou-se a balança e pesou-se o balão volumétrico vazio previamente seco, de seguida, encheu-se o balão com amostra e pesou-se novamente. Fez-se a diferença dos pesos obtidos, o resultado obtido corresponde ao peso da amostra. Usando a relação massa/volume, calculou-se a densidade.

5.5.4. Índice de refração

Usou-se o mesmo procedimento usado para leitura de sólidos solúveis.

5.5.5. Sólidos solúveis (*Brix*)

Procedimento

Determinação de sólidos solúveis por refractometria. Ligou-se o interruptor principal do refractómetro e acendeu-se a lâmpada da unidade de intensidade da luz. Abriu-se a unidade do prisma refractivo e limpou-se as superfícies superior e inferior da unidade do prisma com álcool. Usou-se um conta gotas e colocou-se duas gotas de licor no prisma inferior. A fim de obter uma igualdade de iluminação, fez-se girar o braço rotatório e através do campo de visão observou-se a linha divisória entre o campo brilhante e o escuro, e fez-se a leitura.

5.5.6. Determinação de acidez total titulável (ATT)

A acidez foi determinada por volumetria através da titulação, mediante uma solução alcalina de título conhecido.

Procedimento

Tomou-se 5 mL de licor e 1g da polpa, transferiu-se para um 2 balões de 125 mL separadamente e adicionou-se 50 ml de água em cada balão, e adicionou-se 4gotas da solução de fenolftaleína em cada balão e titulou se com solução de NaOH 0,1N, até coloração rósea.

5.5.6.1. Acidez total titulável em ácidos orgânicos

Usou-se o mesmo procedimento usado na determinação de ATT.

5.5.7. Extracto seco ou resíduo seco

Este método é aplicado a amostras de bebidas alcoólicas e baseia-se na pesagem do resíduo após a evaporação da água e álcool por aquecimento.

Material

Banho-maria, estufa, cápsula de porcelana, exsiccador, pipeta volumétrica de 10 mL.

Procedimento

Pipetou-se 10 mL de licor e pesou-se 10g de polpa para uma cápsula, previamente seca em estufa, resfriada em exsiccador, até à temperatura ambiente e pesada. Evaporou-se lentamente em banho-maria até à secura. Secou-se em estufa (100 - 5)°C por 30 min. Arrefeceu-se em exsiccador por 30 min e pesou-se.

5.5.8. Determinação de glicídios redutores em glicose

Procedimento

A determinação dos teores de açúcares redutores em glicose foi realizada pelo método de Lane e Eynon. Tomou-se 3 mL de licor e transferiu-se para um balão volumétrico de 100 mL com auxílio de água, completou-se o volume e agitou-se, e transferiu-se para um bureta. Colocou-se no balão de fundo chato de 250 mL, com auxílio de pipetas de 10 mL, cada uma das soluções de Fehling A e B, adicionando 40 mL de água. Aqueceu-se até à ebulição, adicionou-se às gotas a solução da bureta sobre a solução do balão em ebulição, agitando sempre até que a solução passou de azul a incolor (no fundo do balão deverá ficar um resíduo vermelho de Cu_2O).

5.5.9. Determinação de glicídios não redutores em sacarose

Procedimento

A determinação dos teores de açúcares não redutores em sacarose foi realizada pelo método de Lane e Eynon. Tomou-se 3 mL de licor e transferiu-se para um balão volumétrico de 100 mL com auxílio de água, completou-se o volume, acidulou-se fortemente com ácido clorídrico (cerca de 1 mL), colocou-se em banho-maria a (100 ± 2) °C por 30 a 45 minutos, esfriou-se e neutralizou-se com NaOH a 40% com papel indicador, e transferiu-se para uma bureta. Colocou-se no balão de 250 mL, com auxílio de pipetas de 10 mL, cada uma das soluções de Fehling A e B, adicionando 40 mL de água.

Aqueceu-se até à ebulição, adicionou-se às gotas a solução da bureta sobre a solução do balão em ebulição, agitando sempre até que a solução passou de azul a incolor (no fundo do balão deverá ficar um resíduo vermelho de Cu_2O).

5.5.10. Determinação de nitrogénio

Para a determinação do teor de proteínas totais utilizou-se a determinação da proteína em uma amostra e baseada na determinação de nitrogénio, feita pelo processo de digestão Kjeldahl.

Procedimento

Transferiu-se 50 mL do licor para três cadinhos e fez-se a secagem por 4 dias à temperatura de 220°C

Pesou-se 0.3g da amostra directamente para o balão de Kjeldahl (tubo de digestão); adicionou-se 2,5 mL da mistura catalítica (ácido sulfúrico conc, selénio e ácido salicílico), deixa-se repousar por cerca de 24h para o início da digestão da matéria orgânica, em seguida adicionou-se 3 mL de água oxigenada para dar continuidade ao processo de digestão.

Levou-se ao digestor a uma temperatura de aproximadamente 330°C durante 3h, onde se completa o processo de digestão ou seja transformação de nitrogénio orgânico em inorgânico.

Retira-se do digestor e perpez-se o volume com água destilada até 75 mL.

Filtra-se e do filtrado retira-se 15 mL para o balão do destilador e adicionou-se cerca de 35 mL de NaOH e três gotas de indicador. O amónio é recolhido num balão contendo 10 mL de H₃BO₃ a 2%; a solução passa de cor violeta a verde o que indica a presença de nitrogénio.

Titula-se com HCl 0.02M. A análise da amostra foi realizada em três réplicas e um branco.

5.5.11 . Determinação de vitamina C

Determinação de vitamina C com iodato de potássio.

Procedimento

Pesou-se 20 mg ácido ascórbico e homogeneizou-se pipetou-se para três Erlenmeyer de 300 mL volumes iguais que contenha ao redor de 5 mg de ácido ascórbico em dois dos balões adicionou se 100 mL de licor e adicionou-se o volume com aproximadamente 50 mL de água. Adicionou-se 20 mL de solução de ácido sulfúrico a 20%. Homogeneizou-se. Adicionou-se 1 mL da solução de iodeto de potássio a 10% e 1 mL da solução de amido a 1%. Titulou-se com solução de iodato de potássio a 0.002M até coloração azul.

5.6. Determinação de teor de minerais

5.6.1. Análise de metais nas amostras

A digestão da amostra foi feita por via húmida, utilizando-se misturas oxidantes: ácido nítrico e ácido clorídrico. Na digestão da amostra foi usado como fonte de aquecimento uma placa aquecedora.

Os macronutrientes (K, Ca e Mg) e os micronutrientes (Cu, Zn, Fe,) foram determinados quantitativamente por espectrometria de absorção atômica. Para os minerais Mg, Zn, Fe, Ca e Cu, foi utilizado um espectrofotómetro de absorção atômica com chama, calibrado em condições específicas de comprimento de onda, fenda e mistura dos gases para cada elemento. O K foi analisado por fotometria de chama. Todas as análises foram realizadas em três réplicas.

Procedimento

Pesou-se 8g da polpa seca e colocou-se num frasco Erlenmeyer de 125 mL e pipetou-se 20 mL do licor para um frascos Erlenmeyer de 125 mL,

No caso da amostra sólida (fruto), adiciona-se um pouco de água para dissolver a polpa seca. Adicionou-se 5 mL de ácido clorídrico 1:1 (v/v) e 5 mL de ácido nítrico 1:1 (v/v). Colocou-se os frascos Erlenmeyer sobre a placa de aquecimento a (100-150) °C, cobrindo com vidro de relógio, agitando ocasionalmente e mantendo o refluxo por 4 horas.

Filtrou-se a solução, ainda quente, directamente para um balão volumétrico de 100 mL. Completou-se o volume com água após a solução ter atingido a temperatura ambiente. Preparou-se as amostras em três réplicas e um branco dos reagentes em paralelo.

5.6.2. Resumo da preparação dos padrões

Tabela 3. Resumo de preparação de soluções-padrão de potássio

Padrão	Conc (ppm)	V _(mL) tomado 1000 ppm	V _(mL) tomado de NaCl a 10000 ppm	V _(mL) de HNO ₃ Conc.	V _{final} (mL)
Branco	0.0	0.0	5.0	0.5	50
Padrão 1	10.0	0.5	5.0	0.5	50
Padrão 2	20.0	1.0	5.0	0.5	50
Padrão 3	30.0	1.5	5.0	0.5	50

Tabela 4. Resumo de preparação de soluções-padrão de cobre

Padrão	Conc (ppm)	V _(mL) tomado de int. de 10 ppm	V _(mL) de HNO ₃ Conc.	V _(mL) final
Branco	0.0	0.0	0.5	50
Padrão 1	0.5	2.5	0.5	50
Padrão 2	1.0	5.0	0.5	50
Padrão 3	1.5	7.5	0.5	50

Tabela 5. Resumo de preparação de soluções-padrão de zinco

Padrão	Conc (ppm)	V _(mL) tomado de int. de 10 ppm	V _(mL) de HNO ₃ Conc.	V _(mL) final
Branco	0.0	0.0	0.5	50
Padrão 1	0.2	1.0	0.5	50
Padrão 2	0.4	2.0	0.5	50
Padrão 3	0.6	3.0	0.5	50
Padrão 4	0.8	4.0	0.5	50

Tabela 6. Resumo de preparação de soluções-padrão de ferro

Padrão	Conc (ppm)	V (mL) tomado de int. de 100 ppm	V (mL) de HNO ₃ Conc.	V (mL) final
Branco	0.0	0.0	0.5	50
Padrão 1	1	0.5	0.5	50
Padrão 2	2	1.0	0.5	50
Padrão 3	3	1.5	0.5	50

Tabela 7. Resumo da preparação de soluções-padrão de cálcio

Padrões	Conc (ppm)	V (mL) de int. de 100 ppm	V (mL) de Lantânio à 1% (m/v)	V (mL) de HNO ₃ Conc.	V (mL) final
Branco	0.0	0.0	20.0	0.5	100.0
Padrão1	15.0	15.0	20.0	0.5	100.0
Padrão2	30.0	30.0	20.0	0.5	100.0
Padrão3	45.0	45.0	20.0	0.5	100.0
Padrão4	60.0	60.0	20.0	0.5	100.0

Tabela 8. Resumo da preparação de soluções-padrão de magnésio

Padrões	Conc (ppm)	V (mL) de int. de 100 ppm	V (mL) de Lantânio à 1% (m/v)	V (mL) de HNO ₃ Conc.	V (mL) final
Branco	0.0	0.0	20.0	0.5	100.0
Padrão1	15.0	15.0	20.0	0.5	100.0
Padrão2	30.0	30.0	20.0	0.5	100.0
Padrão3	45.0	45.0	20.0	0.5	100.0
Padrão4	60.0	60.0	20.0	0.5	100.0

5.6.3. Tabela e gráficos de absorvância e emissão dos padrões

5.6.3.1. Emissão e curva de calibração dos padrões de potássio

Tabela 9. Sinal de emissão dos padrões de potássio

Soluções	Conc. ($\mu\text{g/mL}$)	SE
Branco	0.0	0.0
Padrão 1	10.0	15.0
Padrão 2	20.0	25.0
Padrão 3	30.0	33.0

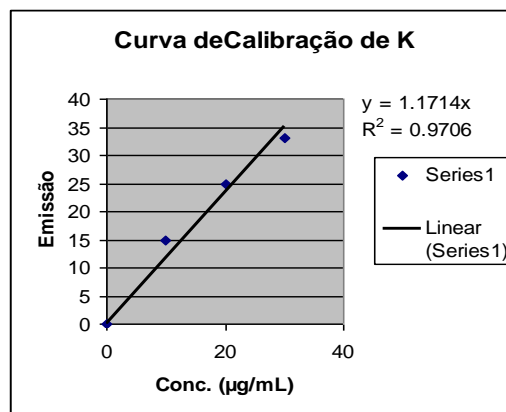


Gráfico 1. Curva de calibração de potássio

5.6.3.2. Absorvâncias e curvas de calibração dos padrões de cobre

Tabela 10. Absorvâncias dos padrões de cobre

Soluções	Conc. ($\mu\text{g/mL}$)	Abs.	% RSD
Branco	0.0	0.001	0.04
Padrão 1	0.5	0.201	0.45
Padrão 2	1.0	0.379	1.03
Padrão 3	1.5	0.549	0.63

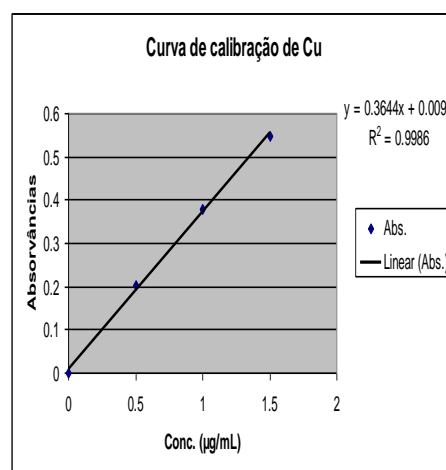


Gráfico 2. Curva de calibração de cobre

5.6.3.3. Absorvâncias e curvas de calibração dos padrões de zinco

Tabela 11. Absorvâncias dos padrões de zinco

Soluções	Conc.(µg/mL)	Abs.	% RSD
Branco	0.0	0.000	0.0
Padrão 1	0.2	0.0104	0.0
Padrão 2	0.4	0.0212	0.0
Padrão 3	0.6	0.0284	0.0
Padrão 4	0.8	0.0376	0.0

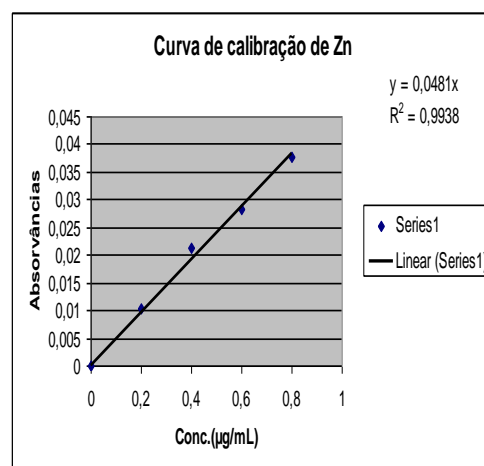


Gráfico 3. Curva de calibração de zinco

5.6.3.4. Absorvâncias e curvas de calibração dos padrões de ferro

Tabela 12. Absorvâncias dos padrões de ferro

Soluções	Conc. (µg/mL)	Abs.	% RSD
Branco	0.0	0.003	0.94
Padrão 1	1	0.096	0.35
Padrão 2	2	0.185	2.04
Padrão 3	3	0.267	0.66

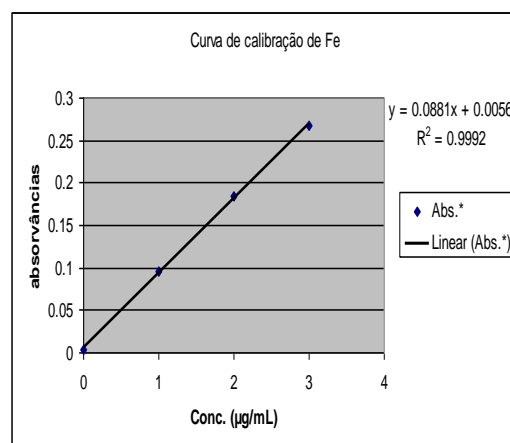


Gráfico 4. Curva de calibração de ferro

5.6.3.5. Absorvâncias e curvas de calibração dos padrões de cálcio

Tabela 13. Absorvâncias dos padrões de cálcio

Soluções	Conc. ($\mu\text{g/mL}$)	Abs.	% RSD
Branco	0.0	0.000	0.0
Padrão 1	15	0.0216	0.0
Padrão 2	30	0.0435	0.0
Padrão 3	45	0.0627	0.0
Padrão 4	60	0.0858	0.0

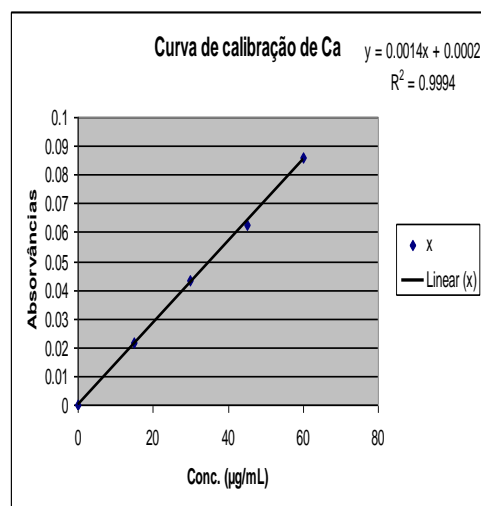


Gráfico 5. Curva de calibração de cálcio

5.6.3.6. Absorvâncias e curvas de calibração dos padrões de magnésio

Tabela 14. Absorvâncias dos padrões de magnésio

Soluções	Conc. ($\mu\text{g/mL}$)	Abs.	% RSD
Branco	0.0	0.000	0.0
Padrão 1	15	0.1980	0.0
Padrão 2	30	0.3765	0.0
Padrão 3	45	0.5700	0.0
Padrão 4	60	0.7650	0.0

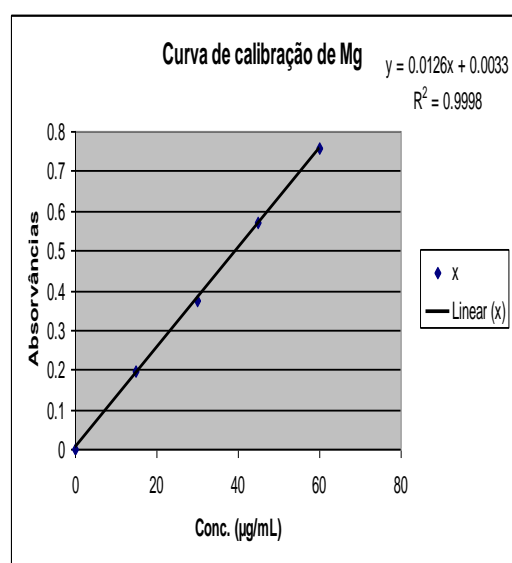


Gráfico 6. Curva de calibração de magnésio

VI. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1. Análises fitoquímicas da polpa e do licor

Os resultados obtidos das análises fitoquímicas da polpa e do licor estão apresentados nas Tabela 15 e 16.

Tabela 15. Resultados dos testes fitoquímicos da polpa

Testes	Fracções			
	Hexano	Dcm	Butanol	Aquosa
Saponinas	–	–	–	+++
Flavonóides	–	+	++	+++
Alcalóides	–	+	++	+++
Taninos	–	–	–	++
Esteróides e triterpenóides	–	–	–	–
Antraquinonas	–	–	–	–

+ → presença baixa; ++ → presença moderada; +++ → presença alta; – → ausência

Tabela 16. Testes fitoquímicos do licor

Testes	Fracção (Hex)	Fracção (Dcm)	Fracção (But)	Fracção (aq)
Saponinas	–	–	–	+
Flavonóides	–	+	++	+++
Alcalóides	–	+	++	+++
Taninos	–	–	–	–

+ → presença baixa; ++ → presença moderada; +++ → presença alta; – → ausência

- ✓ O extracto da polpa de *Tamarindus indica* apresentou resultados positivos de alcalóides, formação de precipitado alaranjado, nas fracções de diclorometano, butanol e aquosa, ocorrendo o mesmo nas fracções do licor;
- ✓ O teste de taninos condensados no extracto da polpa de *Tamarindus indica*, formação de cor verde, revelou-se negativo. O resultado positivo foi obtido no teste de taninos hidrossolúveis, formação de coloração azul, na fracção aquosa da polpa. Os taninos não foram identificados no licor, a sua não identificação pode ser devido ao tempo de extracção durante o processo de preparação do licor que pode ter influenciado na sua incompleta extracção;
- ✓ Os testes de flavonóides deram resultados positivos, formação da cor vermelha, nas fracções em diclorometano, em butanol e aquosa da polpa e no licor;
- ✓ As saponinas apresentaram resultado positivo, formação de espuma, nas fracções aquosas do licor e do extracto da polpa;
- ✓ Também foram feitos testes de identificação de esteróides, triterpenóides e antraquinonas e produziram resultados negativos em todas as fracções da polpa e do licor;
- ✓ Estes compostos identificados foram reportados por Clark, (1981) e Mather, Gonzalez, (1982), citados por Daniyan *et al.* (2008), inibem o crescimento de bactérias e protegem certas plantas contra infecção bacteriana. Daniyan *et al.* (2008), verifico que os extractos apresentam uma actividade contra *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* e *S. paratyphi A*;

.6.2. Análises físico-químicas da polpa e do licor

Os resultados obtidos para caracterização físico-química da polpa e do licor estão apresentados nas Tabelas 17 e 18 e revelam o potencial nutricional desse fruto comparando com alguns frutos tropicais.

Tabela 17. Resultados físico-químicos da polpa de *Tamarindus indica*

Determinações	Humidade (%)	SST (°Brix)	pH	ATT (%)	ATAO (%)	SST/ATT
Polpa	27,0 ± 0,8	62,0 ± 0,0	1,8 ± 0,2	25 ± 2	18.75±2	2.48

Tabela 18. Resultados físico-químicos do licor de *Tamarindus indica*

Determinações	R ₁	R ₂	R ₃		S	% RSD
pH usando potenciômetro	2.83	2.84	2.84	2,84	0.005	0.2
Índice de refração	1.46	1.46	1.46	1.46	0.000	0.0
Densidade relativa	1.12	1.12	1.13	1.12	0.004	0.3
Grau alcoólico (%)	22	22	22	22	0.000	0.0
Resíduo seco (%)	42.11	42.81	41.91	42.28	0.473	1.12
Sólidos solúveis totais (°Brix)	43	43	43	43	0.000	0.0
Acidez total titulável (%)	1.48	1.46	1.50	1.48	0.020	1.4
Acidez em ácido tartárico (%)	0.7500	0.7399	0.7601	0.992	0.028	2.8
Glúcidos redutores em glicose (%)	1.04	1.05	1.07	1.05	0.015	1.43
Glúcidos não redutores em sacarose (%)	0.214	0.210	0.211	0.212	0.021	9.91
% Nitrogénio	0.0467	0.0467	0.0467	0.0467	0.000	0.0
Vitamina C (%)	1.32	1.32	1.32	1.32	0.000	0.0

- ✓ A literatura não dispõe de estudos referentes à caracterização química do licor de *Tamarindus indica*. Portanto para a avaliação destas características foram necessárias comparações com padrões fixados para identificação de qualidade do licor. O teor alcoólico 22% e açúcar total 42.07mg/mL encontrou-se dentro dos padrões de identidade e qualidade do licor estabelecido por BRASIL (1997) que afirma que os licores podem apresentar de 15 a 54 % em volume a 20°C, e açúcar total superior a 30mg/mL;
- ✓ O pH encontrado foi de 1.8 e 2.84 na polpa e no licor, respectivamente. Valor muito baixo foi encontrado por Viera *et al.* (2010), que obteve pH de 2,9 e 3,6 na polpa e no licor de *Myrciaria dúbia*. Segundo Viera *et al.* (2010), baixo pH encontrado é um factor importante por ser limitante para o crescimento de bactérias patogénicas e deterioradoras, além de favorecer a estabilidade do ácido ascórbico, uma vez que essa vitamina tem maior estabilidade em pH ácido.

- ✓ O teor de humidade no fruto ($27,0 \pm 0,8$) encontra-se dentro do intervalo (17.8-35.8) apresentado por El-Siddig *et al.*(2006); o baixo teor encontrado desfavorecem a proliferação de microrganismo não comprometendo a qualidade da polpa;
- ✓ O valor de sólidos solúveis expressos em ($^{\circ}$ Brix) para a polpa e licor de *Tamarindus indica* foi de 62 e 43 $^{\circ}$ Brix muito acima dos valores encontrados por Viera *et al.* (2010), que obteve 8.1 e 33 $^{\circ}$ Brix na polpa e no licor de *Myrciaria dúbia* respectivamente. Este parâmetro pode ser influenciado pelo estágio de maturação dos frutos utilizadas para sua elaboração adição de açúcar e até mesmo os restantes constituintes usados na elaboração do respectivo licor;
- ✓ O teor de acidez elevado encontrado da polpa (25 ± 2) vem justificar o alto valor também encontrado no licor (1.48 ± 0.020);
- ✓ A relação SST/ATT proporciona uma avaliação do sabor, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares e de acidez, e boa expressão do equilíbrio entre os sólidos solúveis totais e acidez total titulável a relação encontrada neste trabalho foi de 2.48 o que demonstra que a polpa é bastante ácida; no licor foi de 29 muito maior do que no fruto, devendo-se à adição de açúcar na sua preparação;
- ✓ O teor de vitamina C de 1.32% do licor é favorecido pelo baixo pH visto que esta vitamina tem maior estabilidade em pH ácido; esta vitamina ajuda a prover um sistema imune e saudável;
- ✓ O teor alcoólico é um parâmetro importante na avaliação da aceitabilidade das bebidas alcoólicas, pois, à medida que aumenta o teor alcoólico, ocorre uma diminuição na aceitabilidade. O teor alcoólico encontrado neste trabalho foi de 22%. Na avaliação da aceitabilidade do licor de banana, Teixeira *et al.* (2007) observaram que o licor de menor teor alcoólico e menor teor de açúcar foi o que obteve melhor aceitação;
- ✓ Os frutos carnosos têm em geral como característica em comum, a sua riqueza em açúcares e acidez relativamente alta. O licor de *Tamarindus indica* apresenta teor relativamente alto de açúcares redutores em relação aos não redutores verificado também da polpa teores elevados de açúcares redutores segundo De Caluwé *et al.* (2010);
- ✓ No licor foram verificados teores elevados de açúcares redutores de 1.05% em relação aos não redutores 0.212%;
- ✓ A composição da polpa depende da localização, tratos culturais, idade da árvore etc;

6.3. Análises de minerais da polpa e do licor

Nas tabelas 19 e 20 estão apresentados os resultados de metais mg/100g da polpa seca e mg/100mL do licor.

Tabela 19. Teores de metais da polpa seca (mg/100g)

Metal	Concentração ($\mu\text{g/mL}$)	Massa (mg) em 100g da polpa
K	3.75	58,59
Zn	0.492	0.0769
Fe	1.25	0.1953
Cu	0.064	0.01
Ca	50.1	78.28
Mg	52.0	81.25

Tabela 20. Teores de metais do licor (mg/100mL)

Metal	Concentração ($\mu\text{g/mL}$)	Massa (mg) em 100mL do licor
K	4.68	0.5850
Zn	0.210	0.0053
Fe	0.566	0.0142
Cu	0.100	0.0025
Ca	20.0	5.000
Mg	20.5	5.125

- ✓ A ordem decrescente do teor de metais verificados na polpa (Mg, Ca, K, Fe, Zn e Cu) não sofre alteração no licor (Mg, Ca, K, Fe, Zn e Cu). Os teores elevados da polpa de Ca, Mg e K foram também encontrados por diversos autores citados por De Caluwé *et al.* (2010);

- ✓ Foram observadas variações na composição de minerais em função de diferentes autores (tab 2 do anexo). Essas diferenças mostram a influência das condições ambientais, procedências das plantas e tratos culturais na composição química da polpa;
- ✓ Observou-se que os teores de minerais na polpa apresentam valores consideráveis, quando comparados com outros frutos tropicais principalmente o cálcio, magnésio e potássio que ajudam a proteger os ossos e dentes, e têm um papel importante provendo músculos fortes na saúde em geral;
- ✓ O licor não sofre alteração de ordem de minerais durante o processamento o que mostra o pouco efeito dos constituintes usados na preparação;
- ✓ Pelo seu potencial tecnológico e nutricional, a composição mineral em frutos pode ser influenciada por vários factores, como condições climáticas (luz, temperatura, humidade), composição química do solo, diferenças genéticas e práticas agrícolas;

VII. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1. Conclusões

- ✓ Os testes fitoquímicos realizados sobre os extractos da polpa e do licor de *Tamarindus indica* revelaram a presença de flavonóides, alcalóides, saponinas e taninos na polpa não ocorrendo o mesmo com taninos no licor que não foram identificados;
- ✓ As actividades antimicrobiana, antioxidante, antifúngica e antiinflamatória da polpa de *Tamarindus indica* reportada na literatura podem ser associadas a presença destes metabólitos secundários;
- ✓ O açúcar redutor em percentagens superiores aos açúcares não redutores deve-se, provavelmente, à inversão dos açúcares não redutores em açúcares redutores, principalmente glicose e frutose, devido à presença de ácidos durante a preparação, atribuição que também foi relatado por Araújo Neto *et al.* (2001);
- ✓ *Tamarindus indica* possui o mais baixo conteúdo de humidade e, provavelmente, como consequência disso, os mais altos níveis de proteínas, carboidratos e minerais entre os frutos;
- ✓ *Tamarindus indica* é uma boa fonte de magnésio, cálcio e potássio.
- ✓ O valor nutricional de *Tamarindus indica* resulta principalmente da polpa que é largamente usada para efeitos domésticos e industriais na preparação de alimentos e bebidas;
- ✓ Preparação do licores a partir da polpa é um dos métodos de armazenar um produto, com transformações mínimas, preservando o seu valor nutritivo, sensorial, além de outros factores responsáveis pela qualidade do produto;
- ✓ A polpa de *Tamarindus indica* é bastante ácida dificultando o seu consumo na forma natural;
- ✓ Com álcool e açúcar, é possível preparar um licor sem o emprego de conservantes químicos, garantindo a elaboração de um produto que seja ao mesmo tempo natural, estável e seguro;
- ✓ O licor de *Tamarindus indica* apresenta um teor alcoólico bom para a sua aceitabilidade;
- ✓ As análises físico-químicas revelaram que a polpa apresenta características consideradas desejáveis para o processamento do licores e derivados;

- ✓ Conclui-se que o licor é um produto de tradição capaz de agregar valor à produção agrícola; sua fabricação torna-se, portanto, uma alternativa muito propícia para pequenos agricultores ou grandes industriais;
- ✓ Os resultados dos testes fitoquímicos e físico-químicos do licor de *Tamarindus indica* enaltecem de uma certa maneira o seu valor nutricional e medicinal apresentando características desejáveis para o consumo humano.

7.2. Recomendações

- ✓ Recomenda-se que se façam estudos fitoquímicos biomonitorados no licor, com o objectivo de isolar e identificar os compostos activos e estabelecer relação com as actividades biológicas;
- ✓ Recomenda-se o estudo dos efeitos antihelmínticos, antibacteriano, antioxidante e anti-inflamatório pois estas actividades foram assinaladas por alguns autores na polpa;
- ✓ Visto que o licor apresenta características desejáveis para o consumo, recomenda-se que o público adira ao produto;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros, J. C.; Dos Santos, P. A.; Isepon, J. S, Da Silva, J. W.; Da Silva, M. A. P. (2008). Obtenção e avaliação do licor de leite a partir de diferentes fontes alcoólicas. *Gl. Sci.Technol.* **1**(4): 27-33.
- Belda, M. C. R.; Pouchet-Campos, M.A.A.(1991). Ácidos graxos essenciais em nutrição. *Ciência e Tecnologia de Alimentos.* **11**(1): 5-35.
- Brito, H. O.; Noronha, E. P.; França, L. M. (2008) .Análise da composição fitoquímica do extracto etanólico das folhas da *Annona squamosa* (ATA).*Rev. Bras. Farm.* **89**(3): 180-184.
- Campos, F. S.; Gois; G.C.; Carneiro, G.G. (2010). Parâmetros Físico-Químicos do mel de abelhas *Melipona Scutellaris* produzido no Estado da Paraíba. *Zootechny*, Uberaba. 7, 186 – 190.
- Cavalcanti, A. L., Oliveira, K. F., Paiva, P. S., Dias, M. V. R., Costa, S. K. P., VIEIRA, F. F. (2006). Determinação de sólidos solúveis totais (°Brix) e pH em Bebidas Lácteas e sucos de frutos industrializados. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr*, Brasil. **6**(1): 57-64.
- Chitarra, M.I.F.; Chitarra, A.B. (2005). *Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio*. Lavras: ESAL/FAEPE. 785pp.
- Chaves, M. C. V., Gouveia, J. P. G., Almeida F. d. A. C., Leite, J. C. A., Silva F. L. H. (2004). Caracterização físico-química do suco da acerola. *Revista de Biologia e ciências da terra*, Brasil. **4**(2).
- Coelho, R.L.M.; Holanda, L.F.F.; Maia, G.A.; Junior, J.C.G.; Figueiredo, R.W. (1987). Avaliação da preservação da polpa de *Tamarindus indica* (*Tamarindus indica* L.) por alta e baixa temperatura. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza-CE. **18**(2): 15-22.
- Daniyan, S. Y.; Muhammad, H. B. (2008). Evaluation of the antimicrobial activities and pHytochemical properties of extracts of *Tamarindus indica* against some diseases causing bacteria. *African Journal of Biotechnology.* **7** (14): 2451-2453.
- De Caluwé, E.; Halamová, K.; Damme, P. V. (2010). *Tamarindus indica* L. – A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *afrika focus.* **23** (1): 53-83.

Dhasade, V.V.; Nirmal, S. A.; Dighe, N. S.; Pattan, S. R. (2009). An overview of *Tamarindus indica* Linn.: chemistry and pharmacological profile. *Pharmacologyonline*. **3**: 809-820.

Doughari, J.H. (2006). Antimicrobial Activity of *Tamarindus indica* Linn. *Tropical J of pharmaceutical Research*. **5** (2): 597-603.

El-Siddig, K.; Gunasena, H. P. M.; Prasad, B. A.; Pushpakumara, D. K. N. G.; Ramana, K. V. R.; Vijayanand, P.; Williams, J. T. (2006). *Tamarind Tamarindus indica* L. Southampton Centre for Underutilised Crops. 198pp.

Filho, V. E. M & Nascimento, A. R. (2006). *Noções de análises físico-químicas de alimentos*. Universidade Federal do Maranhão, Departamento de tecnologia química programa de controlo de qualidade de alimentos e água. 135pp.

Geócze, A. C. (2007). *Influência da preparação do licor de jaboticaba (Mirciaria jaboticaba Vell berg) no teor de compostos fenólicos*. Tese de obtenção de grau de mestre em ciencia de alimentos, Faculdade de Farmacia da Universidade federal de Minas Gerais, Brasil. 81pp.

Gomes, M. L.; Oliveira, J. S.; Jardim, M. A. G. (2006). Usos medicinais e composição química das folhas de *Licania macrophylla* Benth (Chrysobalanaceae). *Rev. Bras. Farm.* **87**(1): 26-29.

Gurjão, K.C., Bruno, R. L. A., Almeida, F. A. C., Pereira, W. E., Bruno, G. B. (2006). Desenvolvimento de frutos e sementes de *Tamarindus indica*. *Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal – SP*. **28**(3): 351-354.

Herstein, K. M.; Jacobb, M. B. (1948). Chemistry and technology of wines and liquors. *N. Y, Van Nostrand*. 436pp.

Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. 4ed digital, 94-740.

Khanzada, S. K., Shaikh, W., Sofia, S., Kazi, T.G., Usmanghani, K., Kabir, A., Sheerazi, T.H. (2008). Chemical constituents of *Tamarindus indica* L. medicinal plant in sindh. *Pak. J. Bot.* **40**(6): 2553-2559.

Kluge, R. A., Natchtigal, J. C., Fachinello, J. C., Bilhalva, A. B. (2002). *Fisiologia e manejo pós-colheita de frutos de clima temperado*. Piracicaba. 2, 214pp.

Lorenzi, H.; Souza, H. M.; Torres, M. A. V.; Bacher, L. B. (2003). *Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 384 pp.

Melo, J. K. H. (2008). *Avaliação de diferentes substratos na produção de porta-enxerto de Tamarindus indica (Tamarindus indica L.)*. Tese de mestrado em agronomia: Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-árido, Brasil. 63pp.

Orwa, C.; Mutua, A.; Kindt, R.; Jamnadass, R.; Anthony, S. (2009). *Tamarindus indica*. Agroforestry Database. 4.0, 2-6pp.

Queiroz, J. M. O. (2010). *Propagação de Tamarindus indica (Tamarindus indica L.)*. Tese de obtenção de grau de mestre em ciências agrárias, UFRB, Brasil. 78pp.

Penha, E. M., Modesta, R. C. D., Gonçalves, E. B., Silva, A. L. S. (2003). Efeito dos Teores de Álcool e Açúcar no Perfil Sensorial de Licor de Acerola. *Braz. J. Food Technol.* **6**(1): 33-42.

Raja, N.R. L; Jegan, N; Wesley, J. (2008). Antiulcerogenic activity of alcoholic extract of the leaves of *Tamarindus indica* (l) on experimental ulcer models. *pharmacologyonline.* (3): 85-92.

Sadik, H A. (2010). The Nutritional Value of “Poha Beer” (Tamarind Fruit Drink) and its Social Usage in Tamale Metropolis. *Pakistan Journal of Nutrition.* **9** (8): 797-805.

Soemardji, A.A. (2007). *Tamarindus indica L. or “asam jawa” : the sour but sweet and useful*. Institute of natural medicine university of Toyama – Japan.

Souza, H. A.; Pio. R.; Chagas. E. A; Reis. J. M. R.; Rodrigues. H. C. A.; Ramos. J. D.; Mendonça. V. (2007). Doses de nitrogênio e fósforo na formação de mudas de tamarindo *Biosci. J, Uberlândia.* **23**(1): 59-64.

Teixeira, L. J. Q.; Ramos, A, M.; Chaves, J, B, P.; Stringheta, P, C. (2007). Testes de aceitabilidade do licores de banana. *R. Bras. Agrociência, Pelotas.* **13**(2): 205-209.

Teixeira, L. J. Q.; Simões, L. S, Rocha, C. T, Saraiva, S. H, Junqueira, M. S. (2011). Tecnologia, composição e processamento do licores. *Enciclopédia biosfera*, centro científico conhecer - goiânia, **7**(12).

Viera, V.B.; Rodrigues, J.B.; Brasil, C.C,B.; Rosa, C.S. (2010). Produção, caracterização e aceitabilidade do licor de camu-camu (*myrciaria dúbia* (h.b.k.) mcvaugh). *Agrociência*. **21**(4): 519-522.

Zidko, A. (2002). *Coleópteros (insecta) Associados às Estruturas Reprodutivas de Espécies Florestais Arbóreas Nativas no Estado de São Paulo*. 59pp.

ANEXOS

ANEXO 1: Padrões usados para efectuar leituras

1) Determinação do pH

pH a $t=20^{\circ}\text{C}$

Padrão de pH 4 = 4,102

Padrão de pH 7 = 7,028

2) Determinação de grau alcoólico

$\text{H}_2\text{O} = 0$

Padrão etanol a 9,6% = 9,5%

3) Índice de refração

Índice de refração a $t=18^{\circ}\text{C}$

$\text{H}_2\text{O} = 1,332$

4) Sólidos solúveis (*°Brix*)

Graus de Brix a $t=18^{\circ}\text{C}$

$\text{H}_2\text{O} = 0^{\circ}\text{Brix}$

ANEXO 2: Fórmulas usadas para efectuar cálculos

1) Densidade relativa

—

Onde:

d= densidade

v= volume

m= massa

2) Determinação de Acidez total

—————

onde:

V = Nº de mL da solução de NaOH a 0.1N gasto na titulação

F = factor da solução de NaOH 0,1N

P = Nº de g da amostra usada na titulação

c = correcção para a solução de NaOH 1N, 10 para a solução de NaOH a 0,1N

3) Acidez total titulável em ácidos orgânicos

—————

Onde:

M – Molaridade da solução de NaOH

n- Nº de H₂ ionizáveis

V - Nº de mL da solução de NaOH gasto na titulação

F – factor de correcção da solução de NaOH

N – massa molecular do ácido correspondente em g/mol

4) Extracto seco ou resíduo seco

Cálculo

$$\frac{M}{V}$$

Onde:

M = massa de resíduo seco em g (massa da cápsula com o extracto menos a tara da cápsula)

V = volume da amostra em mL

5) Determinação de glicídios redutores em glicose

Calculo

$$\frac{a \cdot V}{A \cdot P}$$

Onde:

A = Nº de mL da solução de P g de amostra

a = Nº de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de fehling

P = massa da amostra em g

V = Nº de mL da solução da amostra gasto na titulação

6) Determinação de glicídios não redutores em sacarose

Calculo

$$\frac{B \cdot V}{A \cdot P}$$

Onde:

A = Nº de mL da solução de P g de amostra

a = Nº de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de fehling

P = massa da amostra em g

V = Nº de mL da solução da amostra gasto na titulação

B = Nº de g de glicose por cento obtido em glicídios redutores, em glicose

7) Determinação de nitrogénio

Onde:

L – volume usado para titular a amostra

B – volume usado para titular o branco

%N – percentagem de nitrogénio

THCl – concentração de ácido clorídrico

8) Determinação de vitamina C

Cálculo

V = volume de iodato gasto na titulação

F = 8,806 ou 0,8806, respectivamente para KIO_3 0,02 M ou 0,002 M

P = n° de g ou mL da amostra

9) Determinação de metais

Os teores dos metais (em mg/100g e mg/100mL) foram determinados usando as seguintes fórmulas:

Onde:

Conc. - concentração do elemento

f dil- factor de diluição

Va - volume da solução preparada

ma- massa da amostra

10) A média dada pela fórmula

—

Onde:

n - é o número de determinações;

x_i - é o resultado individual da análise.

11) Coeficiente de variação

—

Onde:

S - é o desvio padrão

\bar{x} - media

12) Desvio padrão

—
—

ANEXO 3: Tabelas

Tabela a-Número de hidrogénios ionizáveis

Ácidos orgânicos	M (g/mol)	n
Ácido tartárico	150	2
Ácido acético	60	1
Ácido cítrico	192	3

Tabela b-Composição de minerais da polpa seca de *Tamarindus indica*, em mg/100g, (adaptado de DE CALUWÉ *et al.*, (2010))

Minerais	A	B	C	D	E	F
Al	-	-	-	1.84	-	-
Ba	-	-	-	0.20	-	-
Ca	465.75	17.10	240.00	0.19	74.00	106.88
Cu	21.83	-	-	0.91	0.09	0.29
Co	-	-	-	0.01	-	0.05
Cr	-	-	-	0.29	-	-
Fe	8.49	6.80	14.00	3.17	2.80	1.69
K	62.00	1226.90	-	0.65	628.00	790.11
Mg	72.03	128.20	-	0.12	92.00	53.28
Mn	-	-	-	21.50	-	0.06
Mo	-	-	-	21.50	-	-
Na	76.66	11.10	-	6.21	28.00	13.95
Ni	0.52	-	-	0.13	-	0.08
P	91.00	108.10	-	0.12	113.00	99.49
Pb	-	-	-	0.01	-	-
Sr	-	-	-	0.28	-	-
Ti	-	-	-	0.02	-	-
Zn	1.06	-	2.30	1.32	0.10	0.09

-: não mencionado no artigo original. A: Ishola *et al.* (1990); B: Saka & Msonthi (1994); C: Nordeide *et al.* (1996); D: Glew *et al.* (2005); E: USDA (2007), cited in Almeida *et al.*, 2009); F: Almeida *et al.* (2009).

Tabela c-Concentrações dos metais nas amostras

Metal	Amostra	Replicas	F. de diluição	Conc µg/mL		S	% RSD
K	Licor	1	5	4.71	4.68	0.03	0.64
		2	5	4.68			
		3	5	4.65			
	Fruto	1	100	3.76	3.75	0.02	0.53
		2	100	3.73			
		3	100	3.75			
Zn	Licor	1	1	0.214	0.210	0.005	2.38
		2	1	0.205			
		3	1	0.210			
	Fruto	1	1	0.497	0.492	0.006	1.23
		2	1	0.494			
		3	1	0.486			
Fe	Licor	1	1	0.565	0.566	0.003	0.53
		2	1	0.570			
		3	1	0.564			
	Fruto	1	1	1.25	1.25	0.01	0.80
		2	1	1.24			
		3	1	1.26			
Cu	Licor	1	1	0.105	0.100	0.004	4.0
		2	1	0.097			
		3	1	0.099			
	Fruto	1	1	0.069	0.064	0.005	7.81
		2	1	0.064			
		3	1	0.059			
Ca	Licor	1	10	20.1	20.0	0.1	0.5
		2	10	19.9			
		3	10	19.9			
	Fruto	1	10	50.1	50.1	0.2	0.4
		2	10	49.9			
		3	10	50.3			
Mg	Licor	1	10	20.8	20.5	0.3	1.46
		2	10	20.4			
		3	10	20.2			
	Fruto	1	10	52.3	52.0	0.4	0.78
		2	10	52,1			