

AVALIAÇÃO DA PRESERVAÇÃO DA POLPA DE TAMARINDO (*TAMARINDUS INDICA* L.)
POR ALTA E BAIXA TEMPERATURA

REGINA LANE MONTENEGRO COELHO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 198

Esta Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

REGINA LANE MONTENEGRO COELHO

DISSERTAÇÃO APROVADA EM _____

Prof. LUCIANO FLAVIO FROTA DE HOLANDA
Orientador da Dissertação

Prof. GERALDO ARRAES MAIA
Examinador

Prof. JOSÉ CALS GASPAR JUNIOR
Examinador

Ao meu cunhado
Juvenal Ferreira Fortes Filho,
dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor LUCIANO FLÁVIO FROTA DE HOLANDA, pela orientação durante a execução deste trabalho.

Ao Professor GERALDO ARRAES MAIA, pelos conselhos e apoio nas horas necessárias.

Ao Professor JOSÉ CALS GASPAR JUNIOR pela orientação e sugestões apresentadas.

À UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS e à CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - pelo apoio financeiro.

Aos Professores ZULEICA BRAGA DE LIMA GUEDES e HUMBERTO FERREIRA ORIÁ, pela amizade e apoio durante o Curso.

Aos Professores do Plantão Gramatical da FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FORTALEZA, pelo auxílio na revisão gramatical.

Aos Professores, colegas e funcionários do Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos, pela seriedade e dedicação manifestadas.

Aos amigos ANTENOR SILVA JUNIOR, ELIANA COSTA SOARES e VANDIRA ALVES DO NASCIMENTO, pela ajuda prestada.

Às Bibliotecárias MARIA DE FÁTIMA FERREIRA LIMA, HELENA MATOS DE CARVALHO MENDES e TEREZA MANGUETE, pela obtenção do material bibliográfico e auxílio na revisão da literatura citada.

Aos Professores ROBSON GERALDO COSTA e WLADEMIR GUSMÃO DO NASCIMENTO COSTA, pelo incentivo, auxílio e amizade dispensados nesta dissertação.

Aos Professores do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Alagoas especialmente ao Professor JOSÉ DE SOUZA LEÃO pelo apoio e solidariedade sempre presentes.

Às famílias MONTENEGRO e COELHO especialmente minha cunhada ÂNGELA NÉRI COELHO portodos os momentos dedicados a mim e aos meus.

Aos meus filhos CAMILA, HENRIQUE e CECÍLIA pelas horas de atenção e carinho que lhes foram tomadas.

Finalmente de maneira especial, a meu marido AFRÂNIO, pela compreensão, apoio, assistência e colaboração que sempre me prestou.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 - INTRODUÇÃO	01
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	03
2.1 - ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	03
2.2 - CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS	04
2.2.1 - Sitemática	04
2.2.2 - Morfologia	04
2.3 - ASPECTOS CULTURAIS	06
2.4 - ASPECTOS PARASITOLÓGICOS	08
2.5 - UTILIZAÇÃO	08
2.6 - COMERCIALIZAÇÃO	10
2.7 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA	11
2.7.1 - Composição do fruto	12
2.7.2 - Composição química da polpa	12
2.7.3 - Composição química da semente	23
2.8 - ASPECTOS TECNOLÓGICOS	25
2.9 - ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS	34
2.9.1 - Deterioração por vazamento	35
2.9.2 - Deterioração por subprocessamento	35
3 - MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1 - MATERIAL	39
3.2 - MÉTODOS	39
3.2.1 - Experimentos tecnológicos	39
3.2.2 - Determinações físico-químicas e químicas da polpa	41
3.2.2.1 - pH	41
3.2.2.2 - Acidez titulável total	41
3.2.2.3 - Sólidos solúveis (°Brix)	42

3.2.2.4 - Ácido ascórbico	42
3.2.2.4.1 - Preparação dos reagentes	42
3.2.2.4.2 - Elaboração da curva padrão	43
3.2.2.4.3 - Análise da amostra	43
3.2.2.5 - Umidade.....	45
3.2.2.6 - Cinza.....	45
3.2.2.7 - Extrato etéreo	45
3.2.2.8 - Proteínas	46
3.2.2.9 - Fibra.....	46
3.2.2.10 - Glicídios redutores, em glicose.....	47
3.2.2.11 - Glicídios não redutores, em sacarose.....	48
3.2.2.12 - Glicídios totais.....	49
3.2.2.13 - Minerais	49
3.2.2.13.1 - Cálcio	49
3.2.2.13.2 - Fósforo	50
3.2.2.13.3 - Ferro.....	52
3.2.3 - Análises microbiológicas da polpa.....	52
3.2.3.1 - Análises da polpa conservada pelo calor	53
3.2.3.1.1 - Prova de incubação.....	53
3.2.3.1.2 - Determinação de mofos e leveduras.....	53
3.2.3.1.3 - Determinação de bactérias produtoras de ácido	55
3.2.3.1.4 - Determinação de coliformes totais e fecais.....	55
3.2.3.1.5 - Pesquisa de <i>Salmonellas</i>	55
3.2.3.2 - Análises da polpa preservada pelo frio.....	56
3.2.3.2.1 - Determinação de mofos e leveduras.....	56
3.2.3.2.2 - Determinação de bactérias mesófilas e psicrófilas ..	56
3.2.3.2.3 - Determinação de coliformes totais e fecais.....	56
3.2.3.2.4 - Pesquisa de <i>Salmonellas</i>	56
3.2.4 - Análise estatística.....	56
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
4.1 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA POLPA.....	58
4.2 - ESTABILIDADE DA POLPA	60
4.2.1 - Análises físico-químicas e químicas.....	60
4.2.2 - Análises microbiológicas	68
4.2.3 - Análise estatística	69

5 - CONCLUSÕES..... 71

BIBLIOGRAFIA 72

LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
1 - Composição química da polpa do tamarindo (<i>Tamarindus indica</i> , L.) determinada por pesquisadores de diferentes países.....	13
2 - Percentual de minerais e vitaminas na polpa de tamarindo (<i>Tamarindus indica</i> , L.) determinado por pesquisadores de diferentes países.....	14
3 - Percentagem de açúcares, ácidos e taninos em vários frutos.....	15
4 - Classificação dos frutos de acordo com seus percentuais de algumas vitaminas.....	16
5 - Atividade de vitamina A em alguns frutos.....	16
6 - Conteúdo de vitamina C em alguns frutos tropicais.....	17
7 - Concentração de ácido ascórbico em sucos de frutas frescas e sucos industrializados e sua relação com as necessidades diárias recomendadas de vitamina C.....	19
8 - Classificação dos frutos pelo "flavor".....	21
9 - Comparação entre a composição química da polpa de tamarindo (<i>Tamarindus indica</i> , L.) das variedades vermelha e comum.....	22
10 - Análise comparativa da pectina de semente de tamarindo com pectina de fruta.....	24
11 - Conteúdo de pectina em diferentes amostras de polpa de tamarindo.....	27
12 - Relação entre microorganismos deteriorantes e alimentos afetados segundo seu pH.....	36
13 - Características de deterioração em produtos com pH menor que 4,5.....	36
14 - Composição centesimal da polpa de tamarindo preservada por alta e baixa temperatura.....	58
15 - Resultados das análises físico-químicas e químicas da polpa de tamarindo preservada por alta temperatura.....	60
16 - Resultados das análises físico-químicas e químicas da polpa de tamarindo preservada por baixa temperatura.....	60
17 - Resultados estatísticos entre as determinações analíticas da polpa de tamarindo preservada por alta e baixa temperatura.....	70

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1 - 1) Fruto (<i>Tamarindus indica</i> , L.).....	05
2 - Fluxograma de obtenção da polpa de tamarindo preservada por alta e baixa temperatura.	40
3 - Curva padrão para ácido ascórbico.....	44
4 - Curva padrão para fósforo.....	51
5 - Curva padrão para ferro.....	54
6 - Variação de sólidos solúveis (°Brix) na polpa preservada por alta e baixa temperatura durante a estocagem.....	62
7 - Variação do pH na polpa preservada por alta e baixa temperatura durante a estocagem.....	63
8 - Variação da acidez total na polpa preservada por alta e baixa temperatura durante a estocagem.....	64
9 - Variação dos glicídios totais, redutores e não redutores, na polpa de tamarindo preservada por alta e baixa temperatura durante a estocagem.....	65
10 - Variação do ácido ascórbico na polpa preservada por alta e baixa temperatura durante a estocagem.....	67

RESUMO

No presente trabalho, utilizou-se como matéria-prima o fruto da leguminosa tamarindo (*Tamarindus indica*, L.), proveniente de Pombal, interior da Paraíba.

Estudos foram conduzidos, visando ao processamento da polpa de tamarindo e a sua preservação por meio de dois processos distintos: preservação com alta temperatura seguida de armazenagem à temperatura ambiente e preservação com baixa temperatura e armazenagem a (-10°C).

A fim de se testar a estabilidade dos produtos, realizaram-se análises físico-químicas, químicas e microbiológicas no tempo zero de obtenção e a cada 30 dias, durante 150 dias de estudo.

A polpa de tamarindo apresentou alta acidez, alto conteúdo de proteínas, boa fonte de glicídios, excelentes taxas de cálcio, ferro e fósforo e muito baixo conteúdo de vitamina C.

Os resultados das determinações físico-químicas e químicas indicaram uma perfeita estabilidade da polpa de tamarindo preservada por ambos os métodos.

Os métodos de preservação aplicados aos produtos foram bastante eficientes sob o aspecto microbiológico.

Estudos estatísticos aplicados na comparação dos dois métodos de preservação não apresentaram diferença significativa a nível de 1%, demonstrando a equivalência entre os dois métodos. Portanto, o melhor processo será aquele que melhor se adapte ao produtor.

ABSTRACT

The fruits of tamarind (*Tamarindus indica*, L.), a leguminous plant, were utilized in this work. Fruits were obtained from Pombal, Paraiba, Brazil.

The aim of this work was to process the tamarind's pulp and its preservation through two distinct methods: preservation at high temperature followed by storage at room temperature and preservation at low temperature and storage at (-10°C).

The stability of the products was tested through physico-chemical, chemical and microbiological analysis, from the obtainment of the products and at 30 days intervals, during 150 days.

The tamarind's pulp is highly acidic, with a high content of proteins and is a good source of sugars. The concentrations of calcium, iron and phosphorus are excellent. Vitamin C is present in the pulp at very low concentration.

The physico-chemical analysis showed that the stability of the tamarind's pulp, preserved by both methods, is perfect. The same conclusion was drawn from the microbiological analysis.

Statistical studies applied in the comparison of the two methods of preservation, did not show significant difference (at 1% level) showing an equivalence between them. Thus, the best method for the preservation of tamarind's pulp should be the one which will better be adapted by the producer.

1 - INTRODUÇÃO

É fundamentalmente necessário que entre as estratégias estabelecidas para que o Brasil transponha a barreira do subdesenvolvimento, faça constar um esforço no sentido de desenvolver processos de beneficiamento, industrialização, conservação, transporte e comercialização de matérias-primas alimentares, tudo isto objetivando oferecer às populações maiores quantidades de alimentos nutritivos, higiênicos e diversificados. Neste sentido, um dos primeiros passos seria a exploração racional das nossas fontes e reservas materiais de alimentos, com vistas ao abastecimento interno e à geração de divisas.

O número de alimentos, autóctones ou adaptados, existentes no Brasil, é praticamente ilimitado, a maior parte deles permanecem ainda ignorados, conhecendo-se sobre os mesmos apenas informações oriundas de fontes populares.

O tamarindeiro é uma planta que se desenvolve largamente, em regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, o tamarindeiro é encontrado em plantações não organizadas, nas regiões Norte e Nordeste, onde as condições climáticas são favoráveis ao seu desenvolvimento; pouca atenção, entretanto, tem sido dada ao aproveitamento industrial do tamarindeiro, tal como ocorre em outros países, como por exemplo, a Índia e a Costa Rica.

Pelo seu agradável aroma e sabor ácido-doce, o tamarindo é muito utilizado na confecção de bebidas, geléias e doces. Embora tenha sido, geralmente, usado para fins culinários, representa um inegável potencial industrial e comercial.

A estocagem dos frutos por longos períodos é, entre-

tanto, um problema, particularmente devido à fragilidade da casca que se quebra com facilidade, expondo o seu conteúdo. A polpa, durante a armazenagem, torna-se muito escura, amolecida e pegajosa por efeito da degradação pectolítica, além do que ocorre grande absorção de umidade principalmente em climas úmidos. A infestação por insetos é outro problema, principalmente quando as sementes estão presentes.

É evidente, portanto, a necessidade de estudos de métodos industriais de processamento e de preservação de suas qualidades alimentícias, ainda mais quando se considera que o tamarindo é uma planta de safras temporárias.

Muito embora a composição química e a utilização da polpa de tamarindo seja bastante discutida na literatura ^{30,49,37,42}, informações disponíveis concernentes ao processamento da polpa para fins industriais são ainda pouco satisfatórias.

Este trabalho objetiva o estudo do processamento da polpa de tamarindo e sua preservação por alta e por baixa temperatura, assim como a estabilidade do produto processado durante 150 dias, acompanhada de sua análise físico-química, química e microbiológica.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

O tamarindeiro (*Tamarindus indica*, L.) é uma planta nativa da África tropical; desta região a planta se espalhou de forma selvagem através do Sudão e foi, há longo tempo, introduzida e adotada na Ásia, especialmente de forma entusiástica na Índia. Deste país a planta alcançou a Arábia, onde foi chamada *tamar-al Hindi* que significa "tâmara da Índia", expressão que deu origem aos seus atuais nomes taxonômico e comum. Os árabes introduziram a planta na Península Ibérica, na idade média⁷.

Provavelmente trazida com os primeiros embarques de escravos da África Ocidental, a planta alcançou o Novo Mundo. Atualmente é conhecida em quase todos os países tropicais. Nos Estados Unidos prosperou bem, no sul da Flórida, mas foi impossível se aclimatar na Califórnia.

Em 1587, em seu livro "Tratado Descritivo do Brasil" Gabriel Soares não faz referência a existência do tamarindeiro no nosso país; entretanto, 35 anos mais tarde já é citado como árvore pomareira no livro "Diálogos da Grandeza do Brasil". No Brasil, a planta se espalhou largamente, dada a sua habilidade para se desenvolver em climas tropicais e subtropicais, úmidos, subúmidos, semi-úmidos e semi-áridos. Atualmente é encontrada nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste¹⁹.

No Ceará, o tamarindeiro é encontrado no litoral, onde o clima é tropical úmido, nos altos pedregosos de Sobral e nos morros secos de Crateús, cujos climas são semi-úmidos e nos altos quase sem solos de Irauçuba.

2.2. CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS

2.2.1. Sistemática

O tamarindeiro (*Tamarindus indica*, L.) pertence à família das Leguminosas, Subfamília Cesalpineas, sendo a única espécie do gênero *Tamarindus*¹⁰.

Na nomenclatura vulgar, Cruz¹¹ e Correia¹⁰ afirmam ser o tamarindeiro conhecido pela sinonímia:

- . *Tamarindus Occidentalis*
- . *Tamarindus Officinalis*
- . Tamarineiro da Índia
- . Tamarinheiro
- . Tamarineiro
- . Tamarinho
- . Tamarina

2.2.2. Morfologia

O tamarindeiro é uma árvore agigantada de porte majestoso, com cerca de 30m de altura. O tronco pequeno, cinzento-escuro, chega a alcançar 4m de circunferência com uma graciosa copa em forma de cúpula¹⁹.

As folhas são alternas, persistentes, pinadas, com 10 a 12 pares de folíolos opostos, oblongos, coriáceos, verde-escuros, com cerca de 2,54cm de comprimento^{19,49}.

As flores, muito visitadas pelas abelhas, são amarelo-pálidas manchadas de vermelho, dispostas em cachos no ápice dos ramos^{19,32}.

O fruto do tamarindeiro é uma vagem indeiscente, chata, oblonga nas extremidades, reta ou curva, contraída ao nível das sementes, com 5 a 15cm de comprimento e 2 a 3 cm de largura^{19,11,56,32}.

A casca, externamente marrom-canela ou marron-cinza,

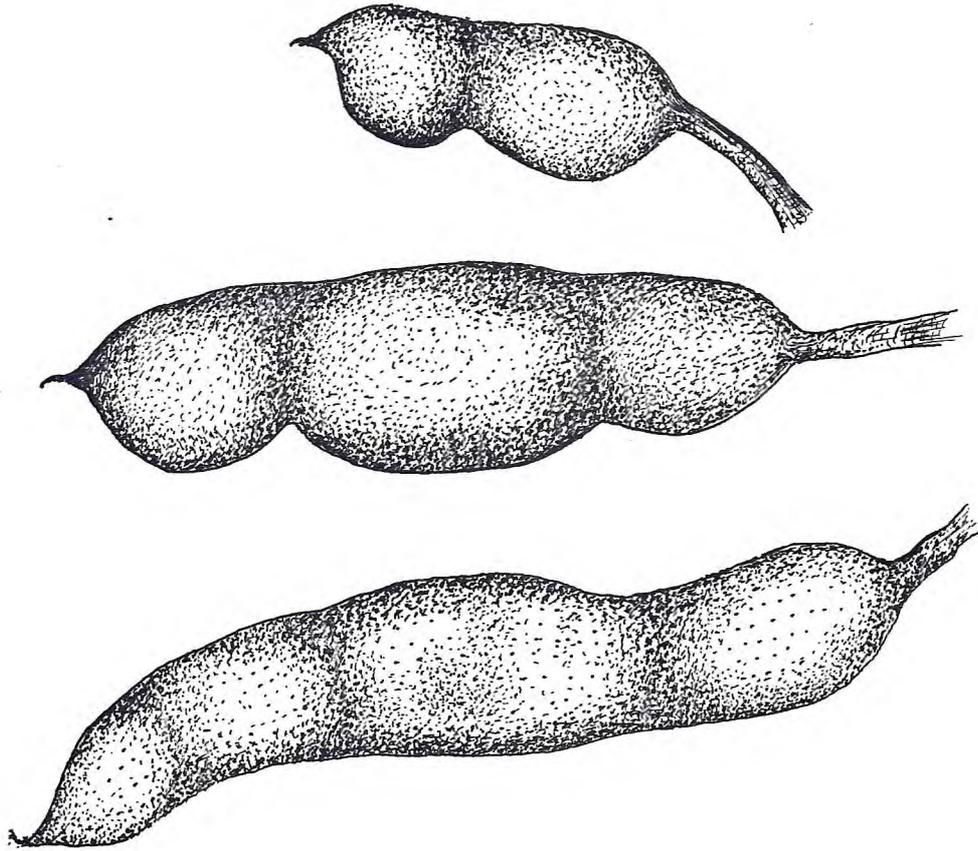


FIGURA 1 - Fruto do tamarindeiro (*Tamarindus indica*, L.)

a princípio constitui apenas uma pele esverdeada envolvendo uma polpa verde, altamente ácida e com sementes macias esbranquiçadas; ao amadurecer, a casca engrossa e a polpa sucosa e ácida, torna-se marrom ou marrom-avermelhada. Posteriormente a pele torna-se uma casca frágil, quebradiça, e a polpa desidrata naturalmente, tornando-se uma pasta viscosa encoberta por algumas fibras grosseiras, estendendo-se longitudinalmente a partir do caule.

As sementes completamente formadas, em número de 1 a 12, são castanho-lustrosas, achatadas, obovais, com 1cm de comprimento, envolvidas por uma membrana fibrosa, semelhante a pergaminho. A polpa de sabor agridoce é comercialmente o produto mais valioso, constituindo a parte comestível do fruto; ela é a mais ácida e, ao mesmo tempo, a mais doce das frutas^{49,19,32}.

2.3. ASPECTOS CULTURAIS

O tamarindeiro é uma árvore de vida longa, vivendo de 80 a 100 anos⁴², algumas vezes ainda produzindo aos 200 anos³².

Seu cultivo requer clima tropical com abundantes chuvas, contudo, é resistente à seca; faltando a chuva, pode crescer bem, se regado suficientemente⁵⁶. É frequentemente visto em solos arenosos perto do litoral. Tolerante a diferentes solos, crescendo melhor quando os solos são profundos, mas com pouca ou nenhuma cultura pode crescer em solos pobres e em terrenos rochosos. Os exemplares mais desenvolvidos encontram-se nas regiões tropicais onde os solos são ricos e profundos. Quando os solos são superficiais não alcançam grandes tamanhos como acontece no sudeste da Flórida. Embora tenha se adaptado ao sub-trópico, quando jovem é muito sensível ao frio, aumentando sua resistência com o crescimento; uma árvore desenvolvida, possivelmente, resiste a temperaturas abaixo de zero grau centígrado sem sofrer

sérios danos⁵⁶. Resiste bem ao vento³².

A propagação do tamarindeiro é principalmente por meio de semente; a percentagem de germinação é elevada⁹ e sua duração é de semanas³². As sementes podem ser transportadas sem nenhuma dificuldade, retendo sua capacidade germinativa por muitos meses quando guardadas em lugares frescos. Na semadura, nascem melhor quando plantadas a 2,54cm de profundidade, em lugar claro e com solo arenoso. As plantas jovens são delicadas e devem ser tratadas cuidadosamente para preservá-las do excesso de umidade. As árvores, propagadas dessa forma, mostram grande variação no tamanho e na qualidade do fruto⁵⁶. A estocagem e os diversos modos de enxertia são possíveis³². Segundo Wester⁵⁶, as espécies podem ser enxertadas de gemas com mais facilidade que a manga e o abacate. Árvores propagadas dessa forma transmitem todas as características, não havendo variação na qualidade da árvore.

As plantas semeadas em canteiros devem ser mudadas com blocos de terra, sendo a distância comum de plantação recomendada (de árvore para árvore) de 10 x 12m na Tailândia, 12 x 12m na Venezuela e 20 x 20m em Madagascar³².

A polinização é provavelmente por insetos⁶¹.

As árvores levam 10-12 anos para atingirem a maturidade, obtendo-se melhores colheitas depois de 20 anos. Em Madagascar, as árvores de 4 anos de semeadura atingem 3m de altura e começam a frutificar. As árvores mudam de folhagem em abril-maio, florescem em junho-julho e estão prontas para a colheita em fevereiro-março quando a polpa está macia e retraída no interior da casca seca^{42,56}.

De acordo com PATNAIK⁵⁷, o tamarindeiro floresce 2 vezes ao ano, a primeira floração nos meses de junho-julho e a outra de setembro a outubro; os frutos jovens aparecem em novembro e em algumas árvores podem aparecer em agosto e setembro. Como algumas outras árvores tropicais, apresenta

o fenômeno de "safras alternadas" de frutos. Nos seus anos não frutíferos formam-se entretanto alguns frutos mas a safra é escassa em contraste com a exuberante frutificação. A mudança no comportamento de frutificação é quantitativa e não qualitativa.

Os rendimentos indicados na literatura são de 150-200kg de fruto por árvore ao ano, isto representa cerca de 15 toneladas por ha. O peso médio de um fruto é de 10-15g do qual 55% é a polpa ácida, sendo o restante constituído pela casca, sementes e fibras. O tamarindo da Índia tem geralmente uma polpa mais desenvolvida e mais succulenta que o da África^{32,56,42}. Existem apenas dois tipos de tamarindo; um de sabor azedo e outro de sabor doce. A variedade doce é largamente cultivada em algumas partes da Tailândia. Os dois tipos não apresentam características que permitam distingui-los⁶⁷.

2.4. ASPECTOS PARASITOLÓGICOS

São poucas as enfermidades conhecidas que atacam o tamarindo. LEFROY⁵⁶ menciona dois insetos causadores de doença: *Caryoborus gonagra* F. e *Charaxes fabius* Farr.; a última é uma mariposa grande e negra, com asas manchadas de amarelo, cujas larvas comem as folhas. Ambos os insetos aparecem na Índia. Na Costa Rica nenhuma enfermidade foi reportada.

2.5. UTILIZAÇÃO

O tamarindeiro, em todas as suas partes, tem sido utilizado com finalidades alimentícias, medicinais e industriais. A planta é usada como árvores de sombra e na ornamentação de parques, jardins e avenidas, principalmente na Índia⁵⁵. A sua casca tem propriedades adstringentes, tônicas e antitérmicas; em decocção é usada em casos de gengivi

te, asma e inflamação dos olhos; loções e cataplasmas da casca da árvore são aplicadas na cicatrização de feridas⁴⁹.

Acredita-se que a infusão das raízes tem valor curativo em doenças torácicas e é um ingrediente nas prescrições contra lepra⁵⁵.

As folhas e as flores jovens são comestíveis. Têm agradável sabor e são empregadas em saladas, sopas e condimentos. As flores são melíferas^{55,32}.

As folhas têm vários usos medicamentosos^{42,30,49}. Na forma de loções e extratos são usadas como diuréticos; no tratamento de conjuntivite, como antissépticos, analgésicos, vermífugos, e nos tratamentos de disenteria, icterícia e hemorróidas.

As cascas das vagens quando queimadas, suas cinzas são usadas como substância alcalina em fórmulas medicinais. São também usadas contra indigestão e cólicas^{30,49}.

Com a polpa pode-se fazer doce, refresco, xarope, sorvete, licor, geléia, etc. É também utilizada como ingrediente em condimentos e molhos. Vários usos medicinais da polpa do tamarindo podem ser citados, tais como: antifebril, laxativo, carminativo, digestivo, colagogo, antiescorbútico. Na medicina rústica, a polpa é utilizada contra inflamação, na forma de gargarejo, para afecções da garganta e misturada com sal é usada como linimento para reumatismo; é também administrada para aliviar insolação e intoxicação alcoólica. A polpa do tamarindo é também usada como um fixador com açafroa ou urucum em corantes e serve para coagular o látex da borracha. Ainda, misturada com água do mar, limpa cobre, prata e latão^{49,78,30,32}. LEWIS *et alii*³⁷ propuseram a utilização da polpa de tamarindo para a produção industrial de ácido tartárico, pectina e álcool.

As sementes de tamarindo cozidas ou fritas após a re

moção do tegumento, são utilizadas como alimento pela população pobre da Índia, particularmente durante os períodos de escassez³⁰. As proteínas da semente de tamarindo são de alto valor biológico, comparável com as proteínas de vários outros cereais²⁶. Os polissacarídeos presentes nas sementes têm várias aplicações industriais^{49,69,32}: melhoramento da textura de geléia, estabilização de sorvetes, maioneses e queijos; ingrediente ou agente ativo de vários produtos farmacêuticos (cosméticos, emulcificante de óleos essenciais, desidratante na fabricação de produtos em pó) e plásticos.

Na Índia, 3 mil toneladas são utilizadas na indústria de juta e algodão para engomamento dos fios, em substituição ao amido de milho de forma mais eficiente e mais econômica^{32,49}.

De acordo com a medicina *Yunani*, as sementes são adstringentes, afrodisíacas e anti-helmínticas⁵⁴. O tegumento das sementes são usadas na diarreia crônica³⁰. O pó das sementes adicionado ao solo a 0,125-1% melhora a estrutura, a capacidade de retenção de água e a assimilação do nitrogênio⁸⁴.

2.6. COMERCIALIZAÇÃO

Embora a árvore cresça largamente em muitas partes do Sul da Ásia, África e América do Sul, a Índia parece ser o principal produtor de uma safra comercial regular de frutos do tamarindeiro, estimada em cerca de 250.000 toneladas por ano. A maioria comercializada dentro do país, sendo exportada uma pequena porção, cerca de 3.000 toneladas⁴⁶. Os países árabes recebem 50% desta e o restante vai para o Ceylão, Europa e Estados Unidos.

Talvez, dado o desflorestamento indiscriminado e a queda de produção o preço da polpa tem aumentado enormemente nos últimos anos.

2.7. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Dados bibliográficos têm mostrado haver diferenças no conteúdo de nutrientes de alguns alimentos, segundo o lugar de procedência. POURCHET CAMPOS²⁰ diz ser indispensável a pesquisa constante do valor nutritivo dos produtos de cada região, afirmando que as condições ecológicas podem alterar quantitativa e mesmo qualitativamente a composição desses alimentos.

Sabe-se, além do mais, que os fatores de ordem genética influem consideravelmente na composição química dos princípios alimentícios vegetais²⁰. Tal é o caso dos frutos que, sendo bastante consumidos, tanto no estado fresco *in natura*, quanto sob a forma de sucos, refrescos e conservas diversas, estão sujeitos a essa variação.

A variação na composição dos frutos, segundo POTTER⁶⁰, deve-se não só à variedade botânica, podendo também ser alterado com o grau de maturação antes da colheita e pelas condições de armazenamento.

De acordo com a pesquisa e experiência popular, o processamento de frutas reduz seu valor nutritivo, variando esse decréscimo com o tipo de processamento envolvido.

No tratamento térmico, tal como cozimento ou esterilização, o produto final é ainda rico em valor nutritivo quando comparado com a matéria prima, mas as enzimas são totalmente inativadas. São com relação às enzimas que os frutos frescos diferem significativamente dos frutos processados, sobretudo os enlatados ou engarrafados¹².

O processo de congelação em si não altera o valor nutritivo do alimento. Quanto menor for a temperatura, melhor será a retenção das substâncias nutritivas. Porém, sempre é dado ao alimento um certo tratamento a fim de prepará-lo para a operação de congelação. Assim, a lavagem, corte, branqueamento, etc., são operações necessárias ao produto a con

gelar. Nesses processos poderão ocorrer perdas de certos nutrientes, principalmente das vitaminas¹⁷.

2.7.1. Composição do fruto

O peso médio de um fruto *Tamarindus indica*, L., é de 10 a 15g e segundo LEWIS e LATIF^{37,30} é composto de:

Polpa comestível	55%
Sementes	33,9%
Cascas e Fibras	11,1%

2.7.2. Composição química da polpa

A composição química da polpa de tamarindo foi determinada por vários pesquisadores de diferentes países^{32, 20, 24}, estando os dados compilados nas Tabelas 1 e 2.

Os valores relatados para o conteúdo de água na polpa de tamarindo são grandemente variáveis (15 a 80%), conforme diferentes pesquisadores e as diferentes origens da planta.

O conteúdo em açúcares totais da polpa de tamarindo é alto, variando de amostra para amostra como mostra a Tabela 1. Dos açúcares redutores presentes (25 a 41%), cerca de 70% é glicose e 30% é frutose; somente traços de sacarose são encontrados⁴². Consultando-se a Tabela 3, pode-se constatar ser o tamarindo, ao mesmo tempo, a mais doce e a mais ácida das frutas.

O conteúdo de amido nos frutos tropicais é de interesse para a tecnologia, podendo estes ser divididos em dois grupos baseados no conteúdo de amido¹².

1º Grupo - frutos que contêm amido quando imaturos, decrescendo essa quantidade com a maturidade. Tais frutos são:

Banana	15 a 25%
Manga	4 a 6%
Tamarindo, e Caju	traços

TABELA 1 - Composição da polpa de tamarindo (g/100g) segundo pesquisadores de diferentes países.

Determinações (g/100g)	INCAP/ICNND ²⁴	Ceará ²⁰	Camarões ³²	Havaí ³²	USDA ³²	Cuba ³²	Índia ⁴²	Randouin ³²
Umidade	22,60	45,91	80,70	--	31,1	31,4	18,2	75
Gordura	0,40	0,44	0,20	0,85	0,6	0,11	--	0,90
Proteínas	3,10	2,52	2,20	3,43	2,8	3,15	2,8	3,40
Açúcares totais	--	--	16,10	21,32	62,5	63,73	--	21,00
Açúcares redutores	--	--	--	--	--	--	25-41	--
Carboidratos totais	71,80	42,22	--	--	--	--	--	--
Celulose	--	--	--	--	5,1	1,27	19,4	--
Fibra	3,0	6,16	--	5,61	--	--	2,8	--
Cinza	2,10	2,75	0,80	1,82	2,7	1,91	--	--
Ácido tartárico livre	--	--	--	--	--	--	9,8	--
Calorias	51,00	--	75,00	--	239	240,9	--	107

TABELA 2 - Percentual de minerais e vitaminas na polpa de tamarindo segundo pesquisadores de diferentes países.

Determinações (mg/100g)	ICAP/ICNND ²⁴	Ceará ²⁰	Camarões ³²	Randouin ³²	USDA ³²	Cuba ³²	Sturrock ³²	Itália ³²
Cálcio	54,00	123,05	100	7,00	74	30,9	74	--
Fósforo	108,00	128,82	--	72,00	113	119,6	113	--
Ferro	1,00	4,56	--	--	2,8	2,3	0,6	--
Atividade de Vitamina A	20,00Mcg	--	--	--	30,0 UI	--	--	50UI
Tiamina (B ₁)	0,44	--	--	0,30	0,34	0,37	0,3-0,59	80UI
Riboflavina (B ₂)	0,16	--	--	--	0,14	0,19	0,09-0,18	80UI
Niacina	2,10	--	--	1,2	2,14	1,1-1,7	--	--
Ácido ascórbico (C)	6,00	22,50	8	3-20	2,00	2,40	3-12	20

TABELA 3 - Percentagem de açúcares, ácidos e taninos em vários frutos.¹²

Frutos	Açúcares* Totais(%)	Acidez Ácido cítrico(%)	Taninos (mg/100g)
Abacate	1,84	0,13	25
Banana	20,00	0,30	17
Goiaba	6,15	1,28	190
Manga	11,36	0,50	23
Mamão	6,36	0,07	37
Abacaxi	10-13	0,50	25
Caju vermelho	9,12	0,64	220
Caju amarelo	10,89	0,33	115
Sapoti	10,96	0,07	57
Graviola	11,52	1,04	96
Tamarindo	34,50	11,53**	158

* Como dextrose após inversão

** Como ácido tartárico

2º Grupo - frutos que não contêm amido quando imaturos tais como: abacaxi, mamão e goiaba.

Apesar de os frutos se apresentarem, de maneira geral, pobres em cálcio, fósforo e ferro, a polpa de tamarindo pode ser considerada rica nesses minerais principalmente em cálcio e fósforo. A Tabela 2 apresenta o teor de cálcio, fósforo e ferro na polpa de tamarindo de diferentes países.

BAZORI³, classificando os frutos de acordo com os percentuais em vitamina A, tiamina (B₁), riboflavina (B₂), niacina e ácido ascórbico (C), arbitrou uma escala de valores para estas vitaminas, Tabela 4; dentro dessa escala a polpa de tamarindo classifica-se como excelente fonte de vi-

tamina B, mas relativamente pobre em vitamina A e ácido ascórbico. Dados bibliográficos do percentual dessas vitaminas na polpa do tamarindo podem ser encontrados na Tabela 2.

TABELA 4 - Classificação dos frutos de acordo com seus percentuais de algumas vitaminas.³

Vitaminas (mg/100g)	Excelente	Bom	Regular	Fraco
A	1,0	0,5-1,0	0,1-0,5	0,10
Tiamina (B ₁)	0,2	0,1-0,2	0,05-0,1	0,05
Riboflavina	0,2	0,1-0,2	0,05-0,1	0,05
Niacina	2,0	1,0-2,0	0,5-1,0	0,50
Ácido ascórbico	40,0	25-40	10-25	10,00

TABELA 5 - Atividade de vitamina A¹²

Fruto	Atividade de vitamina A mcg/100g
Abacate	15-60
Banana madura	30-65
Banana verde	290
Caju	120
Coco	0
Goiaba	80
Maçã	630
Manga	630
Mamão	110
Abacaxi	15
Graviola	5
Tamarindo	20
Cereja da Índia	10

A Tabela 5 mostra alguns dados sobre a atividade da

vitamina A em algumas das frutas, calculada do conteúdo de carotenóide pelo uso de um fator de conversão.

CZYHRINCIW¹² apresentou dados comparativos do teor de vitamina C em diversos frutos tropicais, Tabela 6.

TABELA 6 - Conteúdo de vitamina C em alguns frutos tropicais¹²

Fruto	Conteúdo de vitamina C (mg/100g)
Abacate	17
Banana	15
Caju	219
Cherimólia	30
Maracujã gigante	20
Goiaba	218
Maçã Mamee	16
Manga madura	53
Manga imatura	128
Jobo	28
Mamão	46
Abacaxi	61
Plátano	20
Graviola	26
Tamarindo	6
Cereja da Índia	1790

RONCADA⁶⁶ determinou a concentração de ácido ascórbico em sucos de diversas frutas brasileiras e sua relação com preço e necessidades diárias recomendadas de vitamina C, Tabela 7. Foram analisados sucos industrializados de diversas fru

tas, assim como frutas naturais das espécies utilizadas na fabricação de sucos processados, adquiridas na capital de São Paulo. Os valores médios para sucos de frutas frescas foram mais elevados que para os industrializados (exceção dos concentrados). Calculou também a quantidade de ácido ascórbico em mg contida em um copo (250ml) de refresco ou de suco natural, bem como seu custo. Estes dados foram também relacionados com as necessidades diárias recomendadas para indivíduos sãos, maiores de 11 anos de idade⁴⁵, preconizada atualmente em 45mg. Para o suco de tamarindo foi recomendado de 14 a 30 copos diários⁶⁶.

Cerca de 3% de proteína bruta ($N \times 6,25$) está presente na polpa do tamarindo²² sendo que, 55% do nitrogênio total é nitrogênio não protéico e 70% deste é nitrogênio livre⁵⁹.

RAO *et alii*⁶² analisaram os aminoácidos da polpa de tamarindo por cromatografia em papel e identificaram a prolina, ácido pipercolínico e a serina com as maiores concentrações, estando os outros aminoácidos em pequenas quantidades.

A polpa de tamarindo é notavelmente rica em ácido tartárico, variando o conteúdo de 40 a 50% do total de ácidos^{35,36,57}, metade do qual é encontrado na forma combinada, principalmente como bitartarato de potássio e em pequena quantidade como tartarato de cálcio. VERHAAR⁶ encontrou que 87,7% dos ácidos livres do tamarindo era ácido tartárico. PATNAIK⁵⁷ afirma ser o ácido tartárico sintetizado sob a luz nas folhas do tamarindo e translocado para as flores durante o período de floração. A translocação deste ácido para os frutos é proporcional a sua velocidade de crescimento. Na maturação dos frutos ocorre declínio no conteúdo de ácido tartárico por unidade de peso fresco, não devido a sua utilização ou conversão, mas devido à formação das sementes que não contêm ácido tartárico.

Outros ácidos estão presentes na polpa do tamarindo, principalmente ácido málico e lático e apenas traços dos ácidos cítrico, succínico, oxálico e glioxílico⁶. Durante o desenvolvimento do fruto o conteúdo de ácido oxalacético e alfa

-cetoglutâmico aumenta gradualmente até determinado estágio, declinando nos estágios finais^{50,51}.

TABELA 7 - Concentração de ácido ascórbico em sucos de frutas frescas e sucos industrializados e sua relação com as necessidades diárias recomendadas de vitamina C.⁶⁶

SUCOS	Frutas Frescas		INDUSTRIALIZADOS				
	Ácido Ascórbico		Marca Comercial	Concen tração	Ácido Ascórbico		
	mg/100ml de suco	nº de copos			mg/100ml de suco	mg/copo	nº de copos
Laranja	43,6	0,50	A	concen trado.	158,1	39,5	0,7
			A*	idem		65,9**	
Tangerina	23,6	1,91	B	idem	56,2	12,8	2,3
			B*	idem		20,1*	
Limão	35,5	1,91	C	idem	31,0	7,8	5,8
Abacaxi	41,6	1,19	D	integral	11,5	9,7	4,6
			E	idem	5,3	2,7	16,7
			F	idem	7,7	9,6	4,7
Caju	219,0*	--	G	idem	100,4	50,2	0,9
			H	idem	93,1	23,2	1,9
			I	idem	142,2	27,3	1,7
			J***	diluído	25,7	92,0	0,5
Maracujã	20,2	26,73	K	integral	10,3	6,4	7,0
			L	idem	1,6	1,3	34,6
			M	idem	7,3	3,0	15,0
			N***	diluído	1,9	6,8	6,6
Tamarindo	6,0*	--	O	integral	5,1	3,2	14,1
			P	idem	6,1	1,5	30,0
Goiaba	72,0* (polpa)	--	Q	idem	19,2	16,0	2,8
			R	idem	21,5	10,8	4,2

* Dados obtidos da Tabela de composição de alimento do INCAP.

** Diluição para se obter suco natural reconstituído.

*** Calculado para lata de 350ml.

O conteúdo de ácido tartárico nos frutos mostra varia ções em diferentes períodos do ano, enquanto o ácido mállico não sofre nenhuma mudança, excetuando pequeno aumento em março⁵⁷.

Ao contrário de outras frutas, o amadurecimento da

fruta do tamarindo não é acompanhado de decréscimo na sua acidez titulável^{42,57}. A formação e degradação de amido em um curto período durante o processo de amadurecimento, resulta no acúmulo de 30 a 40% de açúcares redutores no fruto, dando a ele um sabor doce⁴².

Os frutos são avaliados não só pelo seu valor alimentício, mas também pelo seu "flavor" e aspecto. É possível caracterizar o "flavor" dos frutos por uma fórmula que envolve a determinação da razão ácidos/açúcares/taninos. O Quadro 3 fornece dados sobre o conteúdo de ácidos, açúcares e taninos em vários frutos¹².

MOSQUEADA¹² classifica os frutos de acordo com o "flavor", assim: os primeiros dois grupos, de "flavor" mais doce, usados como frutos de mesa. O terceiro grupo, de frutas processadas e o quarto grupo, de frutas processadas por meio de algum tratamento para modificar o "flavor", tais como diluição com água ou mistura com outras frutas.

É proposto que cada fruta seja classificada por um número arbitrário constituído de 3 unidades, a primeira das quais representa a acidez, calculada como percentual de ácido cítrico; a segunda, adstringência, calculada como percentagem de ácido tânico e a terceira, doçura, calculada como percentagem de dextrose. Cada unidade pode variar no intervalo fechado de 1 a 9, sendo 9 o máximo de eficácia tolerável de "flavor" que não fadiga o paladar. Por esta escala é possível classificar os frutos em quatro grupos:

- a) Simples menor que 300
- b) Moderado 300 a 500
- c) Acentuado..... 500 a 800
- d) Penetrante maior que 800

A Tabela 8 mostra um grupo de frutas tropicais classificadas na escala do "flavor" proposta por MOSQUEADA, onde pode ser evidenciado o tamarindo possuindo o maior "flavor" das frutas apresentadas.

TABELA 8 - Classificação de alguns frutos tropicais pelo "flavor".¹²

Fruta	Índice de "Flavor"*
"Flavor" simples, 0-300	
Abacate	211
Mamão	122
Sapoti	132
Pera	143
"Flavor" moderado, 300-500	
Banana	314
Goiaba	472
Manga	312
Caju amarelo	352
Caju vermelho	482
Maçã	343
"Flavor" acentuado, 500-800	
Graviola	732
Abacaxi	512
Maçã	582
Grape	654
"Flavor" penetrante, maior que 800	
Maracujã	922
Tamarindo	976

LEE *et alii*³¹ identificaram a presença de 66 constituintes voláteis na polpa de tamarindo por técnica combinada de cromatografia gasosa-espectrofotometria de massa.

O pigmento antocianina, crisantomine, é encontrado no fruto do tamarindeiro da variedade vermelha e a leucoantocianidina na variedade comum. Encontra-se também baixo teor de antoxantina^{39,50,43}.

Estudos da morfologia das flores da variedade vermelha não mostraram nenhuma peculiaridade com respeito à construção floral. Comparando-se a composição química da polpa de tamarindo das variedades vermelha e comum não se observam di

ferenças significativas, como mostra a Tabela 9³⁵. Além do alto conteúdo de pectina, a única diferença na composição dos dois frutos, foi a alta proporção de ácido combinado, na variedade vermelha, comparado com a alta proporção de ácido livre, na variedade comum. Isto é também indicado pela maior percentagem de cinzas no tamarindo vermelho. Tal justificativa explicaria razoavelmente a variedade vermelha passar por mais doce.

A polpa do tamarindo vermelho muda gradualmente de vermelho-sangue, nos primeiros estágios, para cor-de-rosa, quando a maturidade é atingida; o decréscimo na proporção de ácido livre produz uma mudança na cor do pigmento antocianina.

TABELA 9 - Comparação entre a composição química da polpa de tamarindo das variedades vermelha e comum.³⁵

Constituintes	Variedade Vermelha(%)	Variedade Comum(%)
Umidade	20,1	18,2
Ácido tartárico livre	6,6	9,8
Ácido tartárico combinado	11,4	6,7
Açúcar invertido	36,4	38,2
Pectina	4,4	2,4
Proteína	3,1	2,8
Cinza	4,2	2,8
Resíduo de celulose	13,0	19,4

LEWIS *et alii*⁴² afirmam que a pectina bruta obtida por precipitação alcoólica de extrato acidificado está excessivamente contaminada com arabanos e galactanas. A análise do hidrolisado apresenta 56,2% de ácido galacturônico, 35% de galactose e 12,5% de arabinose⁴¹. A análise do pó de pectina mostra: 8% de umidade, 3% de cinza, 80% de pectato de cálcio, 10% de metoxila, 56,2% de ácido urônico e um grau de geléia de 180 a 200 em amostras frescas³⁸.

2.7.3. Composição química da semente

As sementes do tamarindo formam 33% do fruto total⁴², sendo constituídas de 30% de tegumento e 70% de endosperma. O tegumento contém 40% de componentes hidrossolúveis, 80% do qual é uma mistura de taninos e pigmentos⁶³.

A Índia é o principal país do mundo produtor de semente de tamarindo, produzindo cerca de 132.000 toneladas anualmente, as quais produzem 60.000 toneladas de pectina⁶⁹. Antes da segunda guerra mundial as sementes de tamarindo eram consideradas material de refugio; nos últimos anos, contudo, o pó do endosperma da semente tem assumido importância comercial, principalmente como material engomador na indústria têxtil, apresentando 46-48% de pectina. Entretanto, sua aplicação tem sido limitada por conter cerca de 52-54% de impurezas não pectínicas, como película de tegumento, proteínas, óleos e gorduras, fibras, minerais, hemicelulose e oligossacarídeos que interferem no processo de engomagem.

GHOSE *et alii*¹⁸, estudando a composição do endosperma da semente de tamarindo, determinaram a existência de uma fração insolúvel em álcool, formadora de gel, designando-a de pectina. Estudos posteriores de SAVUR^{52,70,71,72,74,73} confirmados em outros trabalhos por RAO⁶⁵ e DAMODARAM¹³, mostraram a pectina de fruta diferir fundamentalmente da pectina de semente, referida com vários outros nomes, como poliose, polissacarídeo, hexo-pentosana⁷⁰, gelose⁶⁶ e mucliagem¹³.

SAVUR⁶⁹ encontrou a seguinte composição no endosperma da semente de tamarindo:

Umidade.....	8-12%
Polissacarídeos:	
Poliose P ₁	2-3%
Poliose P ₂	20-25%
Poliose P ₃	20-25%

Cinzas	2-4%
Albuminóides	18-20%
Compostos orgânicos	6-10%

Os polissacarídeos têm excelentes propriedades de formar geléia, goma, creme e podem ser usados como substitutos para amido e pectina, embora sejam estruturalmente diferentes deles. A hidrólise ácida e enzimática desses polissacarídeos, dá uma média de glucose, xilose e galactose na proporção de 3:2:1⁶⁹.

SAVUR⁶⁸ patenteou um processo de manufatura de pectina de semente de tamarindo, consistindo no isolamento da pectina sem submetê-la ao fenômeno de gelatinização. O produto obtido é um pó fino e branco com praticamente 100% de precipitação alcoólica. A pectina contém menos de 1% de proteína, enquanto o produto obtido pelo método de precipitação com álcool contém mais de 15% de proteína. A Tabela 10 mostra um estudo comparativo da pectina de semente de tamarindo com a pectina de frutas.

TABELA 10 - Análise comparativa da pectina de semente de tamarindo com pectina de fruta.⁶⁸

Análises	Pectina de tamarindo (%)		Pectinas de frutas(%)			
	Método de SAVOUR	Precipitação com álcool	Maçã	Laranja	Mamão	Goiaba
Umidade	5,6	6,7	11,6	8,7	8,9	10,2
Cinzas	1,2	2,4	2,2	2,3	2,6	2,7
Precipitado alcoólico	99,8	99,6	91,7	95,3	92,8	93,8
Proteínas	0,88	15,8	0,66	1,8	2,7	2,1
Fração éter solúvel	2,6	2,5	8,6	5,8	7,3	6,8

Dada a ausência de enzimas no sistema humano que possa degradar os polissacarídeos da semente, a porção carboidrato não apresenta nenhum valor nutritivo⁴².

As proteínas da semente de tamarindo são de alto valor

biológico quando comparadas com as proteínas de cereais, mas a sua utilização é muito pouca⁴².

JANARDHANAN²⁶, objetivando erradicar deficiências quantitativas e qualitativas nos requerimentos nutricionais de animais, realizou experimentos usando sementes de tamarindo na alimentação de ratos albinos. Três dietas foram usadas: dieta A - contendo 10% de caseína como única fonte de proteína; dieta B - contendo 10% de caseína mais suficiente farinha de semente de tamarindo para suprir 5% de proteína; dieta C - contendo 15% de caseína, servindo como controle. Os valores nutricionais das dietas foram associados em termos de ganho de peso corporal, ganho de peso por grama de proteína ingerida e concentração de proteína do plasma e hemoglobina. Os resultados obtidos foram os seguintes:

1) A dieta B contendo 5% de proteína de semente de tamarindo como suprimento para 10% de caseína, é superior em valor nutritivo às dietas A e C contendo 10 e 15% de caseína, respectivamente.

2) A semente de tamarindo é aparentemente uma boa fonte de proteína de alto valor biológico para ratos albinos.

3) As células vermelhas, a concentração de proteínas no plasma e hemoglobina não são influenciadas pela alimentação com semente de tamarindo.

4) As proteínas da semente de tamarindo parecem exercer um bom efeito suplementar, quando combinadas com 10% de caseína.

2.8. ASPECTOS TECNOLÓGICOS

A conservação da fruta do tamarindeiro possui dois problemas: a polpa amolece, torna-se viscosa e, se o ambiente é úmido, ela absorve água. A infestação por insetos é freqüente, sobretudo, se as sementes não foram separadas³².

Várias tentativas têm sido feitas em busca da utiliza

ção industrial do tamarindo. A maioria dos trabalhos sobre a utilização da polpa do tamarindo baseava-se no isolamento do ácido tartárico e na fermentação dos açúcares como subproduto útil.

SUDBOROUGH *et alii*⁸¹ prepararam ácido tartárico e tartarato de potássio, usando polpa de tamarindo autoclavada a altas pressões para facilitar a extração.

MARSDEN⁴⁴ fermentou os açúcares a álcool e KRISHNA²⁷ a ácido láctico. LEWIS³⁴ conseguiu fermentar os açúcares e ácido cítrico e solventes neutros.

DAMODARAN *et alii*¹⁴ encontraram 2,79% de pectato de cálcio na polpa de tamarindo. Segundo eles a pectina é incapaz de formar gel dada sua baixa metoxilação e conteúdo de ácido urônico.

SAVUR, G.R. *et alii*⁷⁵ reportaram que a precipitação alcoólica de extrato de polpa de tamarindo formava um precipitado de 2,091%, mas nenhum pectato de cálcio. A polpa foi fervida com ácido hidrocloreídrico N/75 por 3 horas (sem levar em conta o alto conteúdo de ácido da polpa) e isto parecer ser o responsável pela pobre qualidade da pectina obtida por DAMODARAN.

LEWIS *et alii*³⁷, estudando a polpa de tamarindo como uma fonte de pectina, encontraram que um extrato aquoso quente do material formava um precipitado alcoólico levemente colorido, e o pó obtido pela secagem desse precipitado apresentava alto teor de pectato de cálcio, formando boas geléias com ácido e açúcar.

As amostras de polpa de tamarindo usadas por LEWIS³⁷, coletadas de diferentes fontes e estocadas por diferentes períodos apresentavam aproximadamente o mesmo conteúdo de pectina independente da cor da polpa, Tabela 11. A pectina foi precipitada a partir de extrato filtrado transparente, preparado pela ebulição de 100g de polpa com porções de água (300cc x3) por períodos de 1/2 hora.

TABELA 11 - Conteúdo de pectina em diferentes amostras de polpa de tamarindo.³⁷

Amostra	Cor da polpa	Rendimento da polpa (%)	Rendimento de Pectina (%)
1	vermelho-claro	18,2	3,40
2	vermelho-acastanhado	20,4	3,30
3	castanho	25,0	3,20
4	castanho-escuro	25,6	3,36
5		30,0	3,29

A análise da pectina obtida mostra o seguinte: umidade de 7,8 a 8,9%; cinza de 2,3 a 3,0%; pectato de cálcio 75,0 a 80,4%; metoxila 7,5 a 9,9%; ácido urônico 43,0 a 56,4% e grau da geléia 130 a 180.

No mesmo trabalho LEWIS³⁷ sugere um processo integrado de produção de pectina, tartarato e etanol, obtendo um rendimento de 2,31 a 3,70% de pectina, 11,00 a 12,00% de ácido tartárico e 11,30 a 12,60% de álcool e partir de diferentes produtos obtidos no tratamento de 6 a 24 lb de polpa de tamarindo. Contudo fatores como alto custo de matéria-prima, baixo preço de tartarato importado, demanda limitada de pectina e de produtos fermentados têm dificultado a exploração desse processo.

No Brasil, SILVEIRA⁷⁸ obteve polpa de tamarindo deixando em infusão durante quatro horas partes iguais de tamarindo e água, ou mais rapidamente fervendo e agitando a mistura durante alguns minutos, passando em seguida em peneira de crivo regular. Usando esta polpa preparou refresco, sorvete, xarope, licor, batida e geléia de tamarindo.

Em outro trabalho SILVEIRA⁷⁹ propôs o preparo de polpa de tamarindo do seguinte modo:

- 1) Colher frutos bem maduros, depois do orvalho da ma

nhã.

2) Espalhar em taboleiros ou esteiras de taquara com malhas grandes em camadas de 3 a 5 cm de espessura, durante 2 a 3 dias para diminuição parcial da umidade.

3) Descascar à mão, tirando bem os filamentos lenhosos e deixando a polpa com as sementes.

4) Diluir a parte carnosa com água em recipiente de madeira, barro ou esmaltado, mexendo para soltar as sementes.

5) Passar em peneira de malha de 3 a 5mm de diâmetro.

6) Evaporar a solução obtida em banho-maria até atingir a consistência desejada.

7) Adicionar ou não o açúcar em partes iguais.

8) Acondicionar em latas com verniz protetor ou em vidros.

9) Pasteurizar em banho-maria a 80 - 83°C durante 30 minutos para evitar a fermentação.

Depois de descascar o tamarindo, pode-se, ao invés de diluí-lo, usar o seguinte processo:

1) Misturar as vagens descascadas com 1/3 ou metade do peso em açúcar até que as sementes soltem o material envolvente.

2) Passar na peneira com malha de 3 a 5mm de diâmetro.

3) Envasar.

4) Pasteurizar.

Na Jamaica e no este da Índia, a polpa de tamarindo é extraída despreendendo-a das sementes e da casca, sendo logo acondicionada em barris em camadas alternadas de polpa e açúcar; quando o barril está quase cheio, derrama-se sobre a polpa xarope fervendo até encher o barril e logo se fecha⁵⁶.

No Oriente a polpa junto com as sementes é prensada, formando grandes tortas que são empacotadas em sacos feitos de folhas de palma⁵⁶. Na Índia a polpa da fruta é preservada sem açúcar, simplesmente secada ao sol e curada com sal. Um

produto excelente e largamente exportado, é feito das vagens imaturas do tamarindeiro, preservadas em açúcar com adição de especiarias³⁰.

Várias tentativas têm sido feitas para refinar a polpa de tamarindo, misturando a fruta com a mínima quantidade de água e passando através de uma despulpadeira que remove as sementes residuais, fibras e material celulósico. O processo de secagem *Drum-drying* desta polpa homogênea e macia e sua compressão em moldes formam blocos como queijo (KRISHNA, B.H. comunicação privada).

Foi desenvolvido recentemente em Mysore, no Instituto Central de Pesquisas Tecnológicas de Alimentos, um processo para obtenção de suco concentrado de tamarindo. Os solutos de polpa são extraídos com água fervente e o extrato claro, obtido pela centrifugação, é concentrada a vácuo até 65 a 70° Brix. O produto toma consistência de geléia em baixas temperaturas⁴².

NANJUNDA SWAMY *et alii*⁵³ realizaram a secagem de sucos e polpa de frutas usando a técnica *foaming*.

O processo *foam-drying* desenvolvido por Morgan^{47,48}, consiste na incorporação de pequena quantidade de agente espumante adequado, dentro do alimento fluido, de tal maneira que eles possam ser batidos até formar uma espuma de baixa densidade, e então secados com uma esteira sobre tabuleiros em temperaturas relativamente baixas, num secador comum com circulação de ar forçada.

Este método tem a vantagem de usar a secagem comum em tempo muito curto, resultando num produto seco de superior qualidade, facilmente reconstituído. É um processo muito barato quando comparado com processos como *puff-drying*, *spray-drying* e *drum-drying*.

O extrato de tamarindo foi preparado por método padronizado no Instituto Central de Pesquisas Tecnológicas de Alimentos em Mysore. A polpa clarificada com enzimas foi concen-

trada a 70°Brix e então reduzida para 45°Brix.

Foram empregados como agentes espumantes, gliceril-mo-noestearato, albumina de ovo, proteína isolada de amendoim, goma guar e carboximatilcelulose; albumina de ovo mostra ser o melhor.

O agente espumante foi dissolvido em pequena quantidade de água e adicionado a polpa na quantidade requerida. A mistura passou por um misturador tipo *Waring* e espumada em um batedor tipo *Hobart*, operando na velocidade máxima por 15 a 20 minutos. O material espumado foi expelido em tiras de 3 a 4mm de diâmetro em bandejas de aço inoxidável, então colocadas em secador de cabine com fluxo paralelo e secado a 65-79°C por 45-50 minutos. O material seco foi acondicionado em recipiente impermeável ao ar.

A espuma não era totalmente estável mas o produto secou satisfatoriamente, embora sofrendo uma ligeira retração. O extrato de tamarindo seco, com sabor ácido e "flavor" semelhante a tamarindo, com estrutura crespá e porosa, pode ser facilmente transformada em pó e reconstituído instantaneamente em água. É higroscópico, devendo, portanto, ser preservado em recipiente bem selado. Estão em progresso trabalhos para determinar as condições ótimas de embalagem pela determinação de seus E.R.H. e comportamento na estocagem.

Na Venezuela, foi tentado um método de preparação de suco clarificado de tamarindo². Após a pré-fermentação durante 48 h das frutas adicionadas duas vezes o seu peso em água, a polpa foi separada das sementes e prensada para a obtenção do suco, seguido da filtração em tela grosseira para eliminação dos fragmentos de polpa. Foi adicionada água de modo a obter um produto contendo 0,75-0,80% de ácido e 18% de extrato seco solúvel. Após pasteurização por 5 minutos a 80-85°C o suco foi clarificado por colagem à gelatina (solução a 0,12-0,15%), e filtrado em filtro *Seitz* a vácuo e acondicionado a quente.

Considerando as dificuldades da preservação do fruto do tamarindo, LEWIS *et alii*³⁶ desenvolveram o processamento de extrato concentrado de tamarindo acondicionado em garrafas fechadas.

O processo consiste essencialmente na extração dos sólidos com água fervendo, clarificação do extrato e concentração a vácuo até 65% de sólidos solúveis. O concentrado torna-se totalmente viscoso e embora fluido quando quente, no resfriamento endurece adquirindo consistência semelhante a geléia dada a presença de pectina na fruta.

Desde que o endurecimento é uma propriedade desejável, evitando derramamento e vazamento do material durante o transporte e estocagem é preferível a elaboração do produto a partir de frutas firmes colhidas no início da estação, bem porque frutas frescas dão produto de colorido claro.

Concentrado a partir de polpa velha pode não dar um firme endurecimento, o que pode ser conseguido aumentando o conteúdo de sólidos solúveis para 70% ou mais. A adição de pequena quantidade de pectina de fruta pode também ajudar.

A presença de mais que uma pequena quantidade de sólidos insolúveis é indesejável na obtenção de uma polpa fina. O concentrado dará uma solução de polpa turva na reconstituição com água quente. Deve-se, portanto, fixar um limite para os sólidos insolúveis no concentrado.

A presença de sementes na polpa resulta em sabor adstringente no concentrado, porque o sabor das sementes também é extraído em água quente. É, portanto, necessário que a polpa seja livre de sementes.

Corrosão nas latas de estanho, dada a alta acidez do concentrado de tamarindo (pH 2 a 3), não é muito rápida, pela natureza sólida do produto. Entretanto, latas A.R. uniformemente envernizadas, apresentam corrosão após 12 a 15 meses. É portanto desejável o acondicionamento em recipiente de vidro e

tampa de plástico. Latas grandes podem ser usadas para a exportação, desde que, ao chegar ao exterior, o conteúdo seja retirado do recipiente.

O rendimento do concentrado de tamarindo geralmente é de 75% chegando a 90% quando a polpa é de boa qualidade e contém todo açúcar invertido, ácido e pectina presentes na polpa original. O produto é de fácil distribuição dado a sua semelhança com geléia, facilmente dispersivo em água quente e com a vantagem de não deteriorar-se no período de um ano de estocagem.

No mesmo trabalho LEWIS³⁶ preparou o pó seco em tambor a vácuo a partir do concentrado de tamarindo, contudo o produto não foi bem aceito por ter a característica de ser altamente higroscópico.

BENERO *et alii*⁴ publicaram um método mecânico para extração de polpa de tamarindo motivado pela falta de informações disponíveis na literatura com relação aos métodos para extração e preservação da polpa de tamarindo para uso industrial. Considerou o descascamento manual inconveniente e caro, requerendo cerca de 8 h/homem por 100kg de fruto com casca.

BENERO trabalhou com tamarindo de diferentes variedades, tamanhos e formas, obtidos no mercado de Rio Piedras, Porto Rico. As vagens processadas foram selecionadas em esteira móvel, eliminando-se os frutos com deterioração visível, infectados com mofo ou danificados por insetos. Procedeu-se à lavagem *spray* de água em um lavador *rod-reel* rotatório. As cascas foram quebradas em ralador com *baffle clearance* de 1/8 de polegada operando a 243 r.p.m. As vagens quebradas foram descartadas em tanques de aço providos de agitadores e adicionado água, agitando por 5 a 7 minutos até formar mistura uniforme. A mistura foi alimentada por gravidade em um *Langsenkamp EZ Adjust Pulper* operando a 948 r.p.m. para separar a polpa das sementes e cascas. A polpa foi passada através de uma palheta de acabamento operando a 1.509 r.p.m. com uma *paddle clearance* de 1/8 de polegada e uma peneira de 0,020 polegada. A polpa

foi pasteurizada em pasteurizador tipo *Votator* a 85°C, acondicionada em latas de estanho nº 10 e fechadas. As latas fechadas foram invertidas para esterilizar as tampas, resfriadas em água, secadas a ar, e estocadas à temperatura ambiente de 29,4°C.

Segundo BENERO a polpa de tamarindo não pode ser separada do fruto por meio exclusivamente mecânico, forma-se uma massa densa e viscosa pelo baixo conteúdo da umidade, sendo necessário diluição. Foram testadas 3 proporções de fruta-água: 1:1, 1:1 1/2 e 1:2. As diluições apropriadas foram 1:1 1/2 e 1:2, permitindo a operação contínua na linha de despulpamento. A proporção 1:2 produziu o maior rendimento de sólidos totais e solúveis com cerca de 13,2°Brix e excelente "flavor" do fruto.

Seis lotes de polpa de tamarindo foram enlatados com a finalidade de determinar o possível efeito da casca na qualidade da polpa extraída. Três lotes foram preparados, a partir de frutos com casca, segundo a técnica descrita, usando uma proporção fruto-água de 1:1 1/2. Os outros três lotes foram preparados na proporção fruto-água 1:1, com fruto descascado à mão.

Foram preparados refrescos periodicamente, durante os 360 dias de estudo, a partir da polpa estocada, usando a formulação: 1 parte de polpa de fruta, 4 partes de água e suficiente açúcar para dar o conteúdo de sólidos solúveis de 22°Brix.

Os refrescos servidos gelados foram submetidos à avaliação por um painel de provadores, classificando os produtos na escala de 1 a 9, desagradar extremamente e agradar extremamente, respectivamente. Os refrescos preparados da polpa extraída da fruta inteira foram classificados na faixa de 7,3 a 7,7, agradar moderadamente e agradar muito, respectivamente. Os refrescos preparados da polpa extraída do tamarindo descascado à mão foram classificados na faixa de 6,9 a 7,3 como "agradar moderadamente".

A proporção por peso de polpa, semente e casca no tamarindo maduro para o processamento foi a seguinte: polpa 30%, semente 40% e casca 30%. As análises químicas da polpa extraída à mão foram: açúcares redutores 40%, acidez total (em aci-

do tartárico), 23,8%, umidade 28,2% e sólidos solúveis 69,9%. Desse trabalho pode-se concluir que o método de extração mecânica para frutos de tamarindo com casca, produz polpa de alta qualidade com prolongada vida de prateleira, com menos custo e reduzido trabalho.

BENERO *et alii*⁵ prepararam refrescos de graviola, de tamarindo e de uma combinação graviola-tamarindo mediante a dispersão da polpa em água, ajustando os níveis de acidez e de sólidos solúveis pasteurizando-os a 85 C. Os refrescos foram acondicionados em latas estanhadas, resfriados em água, secados e armazenados a 29,4 C.

Os refrescos de tamarindo foram estudados com níveis de polpa de 9 a 12% e um conteúdo de sólidos solúveis de 21,5 Brix. Na combinação de graviola com tamarindo o conteúdo de polpa varia de 10 a 14%, aumentando-se proporcionalmente a quantidade de tamarindo com relação à graviola de 6:4 a 6:8.

Foram estudados dois níveis distintos de sólidos solúveis: 15 e 17°Brix. Os provadores não encontraram diferença significativa entre os diversos níveis de polpa que provaram; entretanto, notou-se uma tendência a se preferir o refresco mais doce (17°Brix), na combinação graviola-tamarindo. A qualidade dos refrescos se manteve aceitável por um ano.

2.9. ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS

A enorme quantidade de alimentos enlatados que é manufaturada e consumida exige que haja conjunto de métodos que vise ao controle de produção e à detecção de deteriorações, bem como a vida de armazenamento e as condições gerais do produto entregue ao consumidor.

A deterioração microbiana de alimentos enlatados é ocasionada por subprocessamento ou por vazamento⁷⁶. O termo subprocessamento é usado para indicar que durante a esterilização, o tratamento térmico foi insuficiente para a destruição dos microorganismos capazes de desenvolvimento posterior no alimento. Vazamento é a contaminação do produto após tratamento térmico adequado, em virtude da entrada de microorganismos no recipiente através de falhas de vedação.

2.9.1. Deterioração por vazamento

Na deterioração resultante de vazamento, os microorganismos podem pertencer aos mais variados gêneros e espécies, não estando ligados a grupos específicos de alimentos. De modo geral, esse acidente é caracterizado pela presença de uma flora mista de bactérias não resistentes ao calor, não esporulantes, tais como cocos, bastonetes curtos e leveduras.

2.9.2. Deterioração por subprocessamento

Na deterioração por subprocessamento há um número limitado de grupos de bactérias de importância, ocorrendo essa limitação em função da natureza do processo de enlatamento. Produtos de baixa acidez, como por exemplo, milho e ervilha, são esterilizados a temperaturas elevadas com vapor sob pressão. Este procedimento acarreta a eliminação de todas as bactérias, com exceção de esporos altamente resistentes ao calor. Produtos de alta acidez, como tomates e frutas em geral, já são por si inibidores da maioria das bactérias de alta resistência térmica e, portanto, exigem tratamento muito menos severo. Em qualquer caso, a acidez do alimento (usualmente expressa em pH) é um fator muito importante que influencia o tipo das características da deterioração.

O relacionamento entre os grupos importantes de microorganismos que causam deterioração, e os alimentos afetados segundo o seu pH⁷⁶ estão na Tabela 12.

As características apresentadas pelos principais tipos de deterioração em produtos ácidos de $\text{pH} \leq 4,5$ são dadas na Tabela 13.

Avalia-se a qualidade microbiológica de alimentos, tendo-se em vista dois aspectos:

a) Saúde Pública: muitos alimentos são veículos ou substratos adequados para transporte ou multiplicação de microorganismos patogênicos como: *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *C. botulinum*, *Staphylococcus*, *Vibrio parahaemolyticus*,

Bacillus cereus, etc.

TABELA 12 - Relação entre microorganismos deteriorantes e alimentos afetados segundo seu pH.

Acidez	Alimento	Microorganismos
Baixa acidez pH 5,3	Ervilha Milho Feijão-de-lima Batata	Grupo termofílico: . Tipos <i>Flat-Sour</i> . Termofílicos anaeróbios . Produtores de gás . Produtores de H ₂ S Grupo mesofílico: . Putrefativos anaeróbios . Produtores de gás . Esporulantes aeróbios
Acidez média pH 4,5 a 5,3	Espinafre Feijão verde Aspargo Batata doce Beterraba	O mesmo que para produtos de baixa acidez. Os termofílicos, porém, podem assumir maior importância que o grupo <i>Flat-Sour</i> .
Produtos ácidos pH 4,5	Suco de tomate Pera Banana Purê de maçã Conserva de frutas	Esporulante: . Tipos <i>Flat Sour</i> acidúrico - <i>Bacillus thermoacidurans</i> . . Aeróbios produtores de gás butírico. Não esporulantes: . <i>Lactobacillus</i> . Leveduras . Bolores

TABELA 13 - Características de deterioração em produtos com pH menor que 4,5⁷⁶

Acidez	Tipos de microorganismos	Características
Produtos ácidos pH \leq 4,5	<i>Bacillus coagulans</i> ou <i>Bacillus thermoacidurans</i> (<i>flat sour</i> em suco de tomate)	Lata plana Produto Pequena alteração no câcuo Pequena baixa no pH. Aroma e sabor estranhos.
	Aeróbios butíricos (tomate, suco de tomate e pera)	Lata estufada Produto Usualmente se rompe. Fermentação. Odor butírico.
	Não esporulantes (tipo láctico, maioria). Leveduras	Lata estufada Produto Raramente se rompe. Odor ácido Pode se romper. Fermentado. Odor de levedura.
	Bolores	Lata plana Produto Crescimento superficial Cheiro de bolor.

b) Econômico: vários tipos de microorganismos podem causar alteração ou deterioração de alimentos quando há condição de proliferação. O *Cl. esporogens* e outros putrefativos anaeróbios causam deterioração em alimentos enlatados, bactérias psicrotroficas como *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium* entre outros, podem causar alteração em alimentos refrigerados ou congelados.

Normalmente o controle microbiológico é efetuado selecionando-se grupos ou espécies de microorganismos que permitam uma avaliação das condições higiênico-sanitárias do processamento, da provável vida de prateleira do produto, e dos riscos diretos à saúde do consumidor. São frequentemente utilizados os seguintes parâmetros: contagem total de mesófilos, contagem total de psicrófilos quando for o caso de congelados, contagem de coliformes totais e fecais, bolores e leveduras e finalmente, as contagens de patógenos, propriamente ditos.

Há uma tendência muito frequente de se adotar, na elaboração dos padrões microbiológicos, limites máximos de contaminação tolerável, extremamente rígidos. Este procedimento é justificado sob a falsa suposição de que, quanto mais rigoroso o padrão, maior será a proteção oferecida ao consumidor do produto. Em consequência, é frequente e observa-se na prática, a existência de padrões e normas praticamente impossíveis de serem alcançados dentro da realidade das condições de processamento e qualidade da matéria-prima.

O problema da amostragem e sua influência na avaliação da qualidade nem sempre é considerado com a importância devida. No entanto, é a amostragem que irá assegurar, com probabilidade variável, a eficiência e o poder discriminativo do exame efetuado num lote comercial. A escolha do plano de amostragem depende de inúmeros fatores, entre eles, o objetivo ao qual se destina:

- Amostras oficiais ou legais - são as amostras que têm caráter de prova jurídica para a sustentação do litígio

cõrrespondente. Destina-se ã verificação da qualidade dos ali-
mentos colocados no mercado.

- Amostras informativas ou informais - são aquelas coletadas e analisadas apenas para informação; correspondente a uma colaboração entre os inspetores governamentais e a indústria.

- Amostra de alimentos padronizados - são aquelas amostras retiradas com o propósito de estabelecimento de padrões para alimentos.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

Os tamarindos (*Tamarindus indica* L.) utilizados neste trabalho foram colhidos de plantas nativas localizadas no município de Pombal, Paraíba - Brasil.

Para todas as determinações, foram utilizadas 3 amostras de polpa de tamarindo preservada por alta temperatura e 3 amostras de polpa preservada por baixa temperatura. Em intervalos de 30 dias, por um período de 150 dias, amostras foram retiradas ao acaso e analisadas.

No caso da polpa congelada, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente.

Para cada determinação foi utilizada uma lata de polpa, que uma vez aberta era descartada.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Experimentos tecnológicos

Após a recepção na fábrica, os frutos foram pesados e lavados por imersão e agitação cuidadosa em lavador de aço inoxidável com água clorada (3 a 5 ppm) para retirada de detritos e resíduos de defensivos agrícolas, seguindo-se a seleção em esteira rolante, para a retirada dos frutos indesejáveis e o descascamento realizado manualmente com o auxílio de facas de aço inoxidável.

Os frutos após o descasque foram colocados em tanque de aço inox, com um volume de água igual ao peso de polpa/semente por um período de 6 horas. A despolpa feita logo após a umidificação em despulpadeira dotada de furos de 1,0 mm de

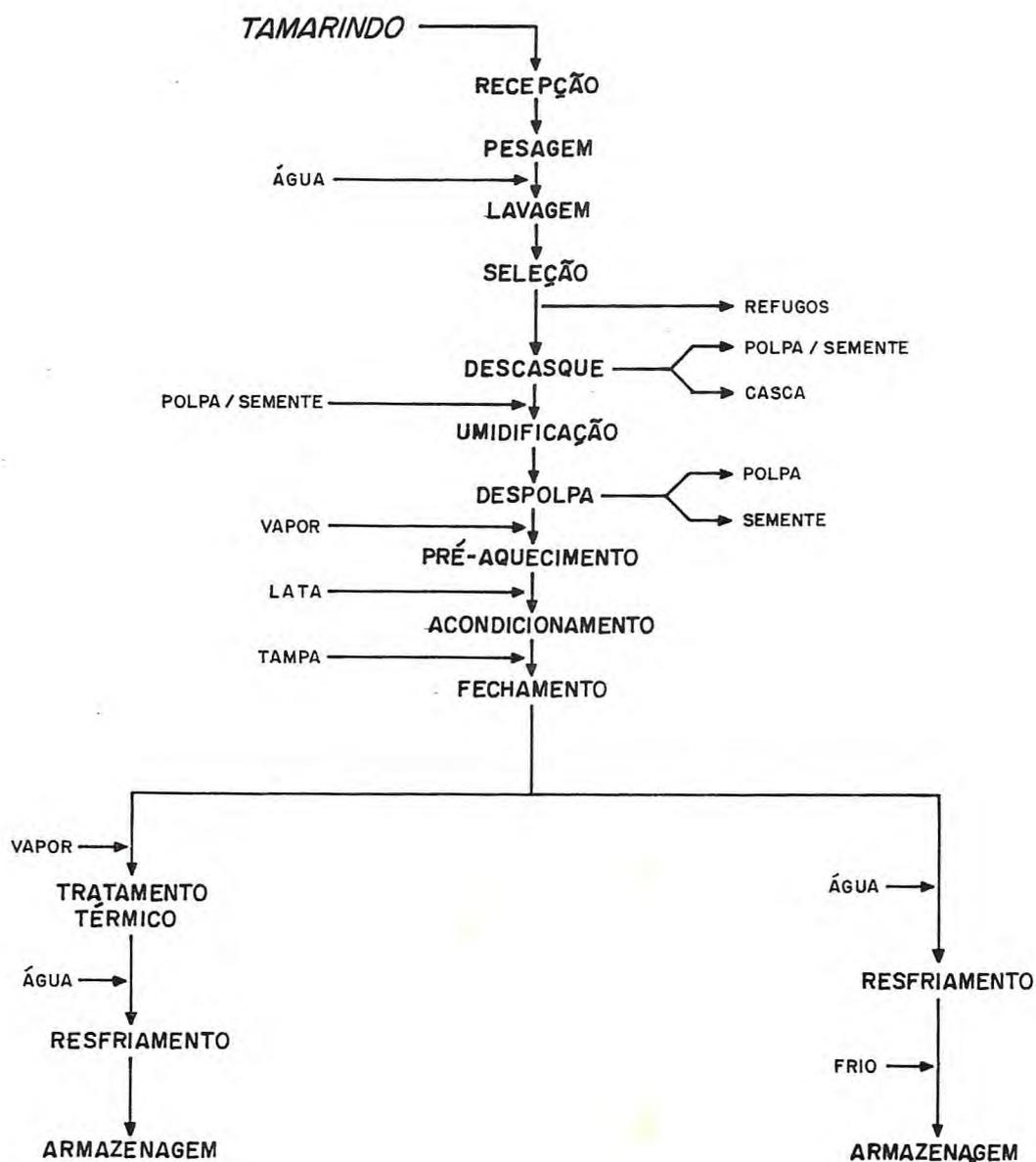


FIGURA 2 - Fluxograma de obtenção da polpa de tamarindo preservada por alta e baixa temperatura.

diâmetro. As palhetas da despolpadeira eram de escovas de *nylon*. A polpa obtida recebeu aquecimento num trocador de calor de tubos por 2 min a 100°C. Latas sanitárias com verniz apropriado com capacidade de 350ml foram utilizados.

Para preservação da polpa utilizaram-se:

a) Alta temperatura - a polpa devidamente acondicionada nas latas fechadas foi submetida a um tratamento de 100°C, por 15 minutos, efetuando-se em seguida o resfriamento em água corrente, com a temperatura externa da lata por volta de 35°C. As latas resfriadas foram armazenadas em caixas de papelão e mantidas a temperatura ambiente.

b) Baixa temperatura - após o enchimento e fechamento as latas foram colocadas a temperatura de aproximadamente 35°C para serem resfriadas e mantidas em congelador a temperatura de (-10°C) até o momento de serem analisadas.

A Figura 2 apresenta o fluxograma de obtenção da polpa pelos métodos de conservação por alta e baixa temperatura.

3.2.2. Determinações físico-químicas e químicas da polpa

3.2.2.1. pH

O pH da polpa foi determinada em potenciômetro *Schoot*, calibrado com solução-tampão de pH 4,0 a temperatura de 27°C.

Procedeu-se à homogeneização da polpa e transferiram-se cerca de 50ml para um bequer de 100ml, mergulhando em seguida o eletrodo na amostra e fazendo-se a leitura.

3.2.2.2. Acidez titulável total

A determinação da acidez foi realizada segundo a técnica recomendada pela A.O.A.C.¹

Pesaram-se cerca de 0,5g da amostra e adicionaram-se cerca de 250ml de água fria recentemente fervida. A titulação foi feita com solução 0,1N de hidróxido de sódio, até a vira-

gem para uma coloração rósea tênue, usando fenolftaleína como indicador. Para obter-se a percentagem de ácido (em ácido tartárico) correspondente, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Ácido tartárico \%} = \frac{100 \times 0,007505 \times N \times F}{P}$$

Onde: N = número de ml de hidróxido 0,1N gasto na titulação
F = fator da solução.
P = peso da amostra.

3.2.2.3. Sólidos solúveis (°Brix)

Uma gota de amostra homogeneizada foi colocada sobre o prisma do refratômetro *Aus Jena*, procedendo-se à leitura direta dos resultados. Fizeram-se as devidas correções nas leituras observadas em relação à temperatura de referência do aparelho. Os resultados foram expressos em graus Brix.

3.2.2.4. Ácido ascórbico

Para determinação de ácido ascórbico foi utilizado o método colorimétrico descrito por PEARSON⁵⁸.

3.2.2.4.1. Preparação dos reagentes

(a) Solução padrão de ácido ascórbico - solução de ácido ascórbico 0,1% em solução de ácido oxálico a 0,4%.

(b) Solução de trabalho - tomaram-se 5, 10, 15, 20 e 25 ml da solução (a) e completou-se o volume para 500ml com solução de ácido oxálico 0,4%. Estas soluções numeradas de 1 a 5 continham, respectivamente, 1, 2, 3, 4 e 5 mg de ácido ascórbico por 100ml de solução.

(c) Solução corante padrão - dissolveram-se 12 mg de 2,6-diclorofenolindofenol em água quente e completou-se o volume para 1 litro, filtrando-se posteriormente.

3.2.2.4.2. Elaboração da curva padrão (Fig. 3)

As leituras das absorvâncias foram realizadas em colorímetro *Spectronic 20*, no comprimento de onda 520 nm. O colorímetro foi ajustado ao zero com 10ml de água destilada. As leituras foram efetuadas exatamente 15 segundos após a adição da solução corante-padrão, segundo o esquema abaixo:

Leitura L_1 : 1 ml de ácido oxálico a 0,4% e 9 ml de solução corante.

Ajuste do Zero: 1 ml da solução de trabalho correspondente a cada ponto da curva e 9ml de água destilada.

Leitura L_2 : 1 ml da solução de trabalho correspondente a cada ponto da curva e 9ml da solução corante.

Leitura L_{2a} : Tubo L_2 e alguns cristais de ácido ascórbico.

A curva foi construída, considerando-se na abscissa as concentrações de ácido ascórbico em mg/100ml e na ordenada as absorvâncias através da fórmula: $L_1 - (L_2 - L_{2a})$.

3.2.2.4.3. Análise da amostra

Em um liquidificador homogeneizaram-se durante 2 minutos 30g da amostra com 150ml de solução de ácido oxálico a 0,4%, seguindo-se uma filtração em papel de filtro qualitativo. As leituras L_1 , L_2 e L_{2a} na amostra seguiram o mesmo esquema da curva-padrão.

Com os resultados obtidos, calculou-se $L_1 - (L_2 - L_{2a})$ e obteve-se a concentração de ácido ascórbico da amostra na curva-padrão.

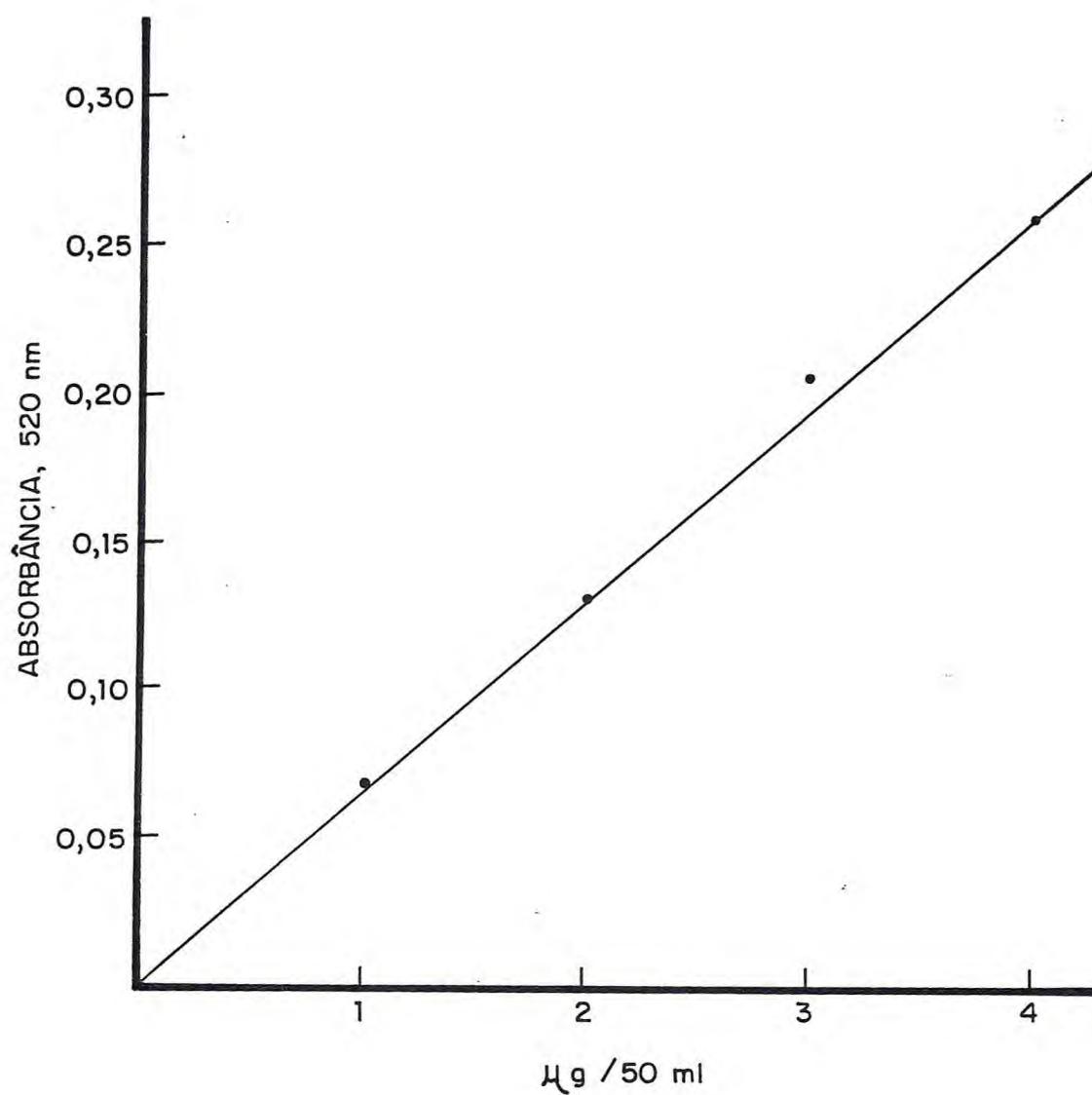


FIGURA 3 - Curva padrão para ácido ascórbico

3.2.2.5. Umidade

A determinação da umidade realizou-se, seguindo-se a técnica descrita pela A.O.A.C.¹

Pesaram-se 3g da amostra em cápsula de porcelana previamente tarada, aquecendo-se em estufa a vácuo, a 70°C, onde o material foi dessecado até peso constante. Relacionou-se a perda de peso para 100g da amostra.

3.2.2.6. Cinza

Esta determinação foi realizada pelo método descrito pela A.O.A.C.¹.

Em cadinho de porcelana previamente tarado pesaram-se 5g da amostra dessecada. A amostra foi submetida a uma carbonização à temperatura de 200°C, seguindo-se a incineração em mufla a 600°C, até completa eliminação do carvão. Resfriou-se em dessecador e pesou-se. As cinzas foram calculadas para 100g da amostra integral.

3.2.2.7. Extrato etéreo

O método utilizado está contido nas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz²⁵.

Amostras dessecadas contendo cerca de 2g foram pesadas em cartuchos e cobertas com um pedaço de algodão desengordurado. A extração com hexana, por 12 horas, efetuou-se em extrator contínuo de *Soxhlet*, cujo balão foi previamente aquecido por 1 hora em estufa a 105°C, resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e tarado. Evaporou-se o solvente e colocou-se o balão contendo o resíduo em estufa a 105°C, durante 1 hora. Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente e pesou-se. Pela diferença de peso obteve-se a quantidade de lipídios na amostra dessecada e calculou-se para 100g da amostra integral.

3.2.2.8. Proteínas

A determinação do teor de proteína consistiu na avaliação do nitrogênio total pelo método de Kjeldahl descrito pela A.O.A.C.¹.

Em um papel impermeável pesou-se cerca de 1g da amostra dessecada e colocou-se em balão de Kjeldahl com 0,5g de sulfato de cobre, 10g de sulfato de sódio e 25ml de ácido sulfúrico, onde a matéria orgânica foi decomposta através de sua digestão em chapa aquecedora até a solução se tornar clara. Deixou-se esfriar e adicionaram-se 300ml de água destilada, 1g de zinco em pó e solução de hidróxido de sódio a 40%, até que a solução contida no balão passasse de azul-claro para azul mais intenso e finalmente pardo, garantindo sua alcalinidade. Destilaram-se cerca de 2/3 do volume inicial do balão, recebendo o destilado em frasco Erlenmeyer contendo 50ml de ácido sulfúrico 0,1N com vermelho de metila como indicador. O excesso de ácido sulfúrico, 0,1N foi titulado com hidróxido de sódio 0,1N. A quantidade de ácido sulfúrico consumida multiplicada por 0,0014 forneceu o nitrogênio total da amostra. A multiplicação desse resultado pelo fator 6,25 é equivalente à quantidade de proteína na amostra. Relacionou-se o resultado para 100g do produto integral.

3.2.2.9. Fibra

Método preconizado por HENNEBERG citado por WINTON & WINTON²¹.

Transferiu-se uma amostra de 2g dessecada e desengordurada para um frasco Erlenmeyer de 500ml com o auxílio de 200ml de ácido sulfúrico 1,25% previamente aquecido. Aqueceu-se sob refluxo até a ebulição, durante 30 minutos, filtrando após em papel de filtro de cinza conhecida previamente tarado e lavando-se com água destilada quente. O resíduo foi transferido para o mesmo frasco Erlenmeyer com o auxílio de 200ml de hidróxido de sódio 1,25% previamente aquecido. Novamente aqueceu-se até a ebulição durante 30 minutos, seguindo-se a fil-

tração como no caso anterior. Fizeram-se lavagens no resíduo com água destilada quente até a neutralidade do filtrado ser atingida, verificando-se com papel indicador.

Posteriormente, lavou-se o resíduo duas vezes com álcool e duas vezes com éter. Evaporado totalmente o éter, levou-se o resíduo a estufa a 105°C até peso constante, tendo-se assim a fibra total.

Incinerou-se em mufla a 550°C a fibra total obtida em cadinho de porcelana de tara conhecida; esfriou-se em dessecador e pesou-se, obtendo-se a fração mineral da fibra.

O teor de fibra foi obtido por diferença entre o peso da fibra total e o peso da fração mineral da fibra.

3.2.2.10. Glicídios redutores, em glicose.

Nesta determinação foi usado o método citado pela A.O.A.C.¹.

Cerca de 10g de amostra, previamente homogeneizada, foram transferidas para um balão volumétrico de 100ml, com o auxílio de 50ml de água destilada. Adicionou-se cerca de 1,5ml de solução de acetato neutro de chumbo saturado até não haver mais precipitação. Completando-se o volume com água destilada e filtrando-se em filtro seco. Recebeu-se o filtrado em um frasco seco onde adicionou-se sulfato de sódio anidro, até precipitar o excesso de chumbo. Filtrou-se em filtro seco. Recebeu-se o filtrado em frasco seco e transferiu-se para bureta de 25ml.

Transferiu-se para um frasco de Erlenmeyer de 250ml com auxílio de pipetas, a quantidade de 10ml de cada uma das soluções de Fehling onde se adicionaram 40ml de água destilada aquecendo-se até a ebulição. Adicionou-se, gota a gota, o filtrado contido na bureta sobre a solução do frasco Erlenmeyer até descoloramento total e formação de precipitação vermelho-tijolo, colocando-se, quase no final da reação, algumas

gotas de solução de azul de metileno a 0,2% para melhor visualização do final da reação. Anotou-se o volume gasto e calculou-se a percentagem de glicídios redutores, em glicose, pelo uso da seguinte fórmula:

$$\text{Glicídios redutores, em glicose \%} = \frac{100 \times A \times a}{p \times v} \text{ onde}$$

p = peso da amostra em gramas;

v = número de ml da solução da amostra gasto na titulação;

A = número de ml da solução de P gramas da amostra;

a = número de gramas de glicose correspondente a 10ml das soluções de Fehling.

3.2.2.11. Glicídios não redutores, em sacarose.

Esta determinação foi realizada pelo método descrito pela A.O.A.C.¹.

Da solução preparada para determinação de açúcares redutores foi retirada uma alíquota de 25ml e colocada em um balão volumétrico de 100ml. Promoveu-se a hidrólise com 0,5 ml de ácido clorídrico concentrado de $d = 1,119$ em banho-maria a 70°C por 30 minutos. Esfriou-se e neutralizou-se com carbonato de sódio anidro saturado e completou-se o volume com água destilada. Transferiu-se a solução para uma bureta e procedeu-se à titulação com as soluções de Fehling como descrito em 4.3.5.6. .

Cálculos:

$$\text{Glicídios não redutores, em sacarose \%} = \frac{100 \times A \times a}{p \times V} = B \times 0,95$$

onde: A = número de ml da solução de 10g da amostra.

a = número de gramas de glicose correspondente a 10 ml da solução de Fehling.

B = número de gramas de glicose % obtido em açúcares redutores, em glicose.

P = número de gramas da amostra usada na inversão.

V = número de ml da solução da amostra gasto na titulação.

3.2.2.12. Glicídios totais

Obtidos pela soma de glicídios redutores, em glicose e glicídios não redutores, em sacarose.

3.2.2.13. Minerais

Para determinação dos minerais preparou-se uma solução clorídrica de cinzas, segundo orientação do Instituto Adolfo Lutz²⁵.

Solução clorídrica de cinzas - no cadinho contendo cinzas anteriormente obtidas adicionaram-se 2 ml de ácido clorídrico (1:1) e aqueceu-se até fervura. Diluiu-se com um pouco de água destilada e filtrou-se em papel de filtração média para um balão volumétrico de 100ml. Repetiu-se a operação mais uma vez, sendo então os cadinhos lavados com água destilada, transferindo-se as águas de lavagem para o balão, completando-se o volume.

3.2.2.13.1. Cálcio

Técnica de titulação com oxalato de amônio, recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz²⁵.

Retirou-se uma alíquota de 20ml da solução clorídrica de cinzas e transferiu-se para um bêquer de 250 ml neutralizando-se com hidróxido de amônio (1:1). Acrescentando-se 10ml de acetato de amônio a 1% e 1 ml de ácido acético glacial, procedeu-se ao aquecimento até 80°C. Colocaram-se, lentamente, sob agitação contínua, 50ml de oxalato de amônio a 5% quente, deixando-se em repouso por 12 horas. Após uma filtração em papel de filtro, procedeu-se a sucessivas lavagens até a ausência completa de íons oxalato no filtrado. Transferiu-se o papel de filtro com o precipitado para o bequer, onde foi feita a precipitação, dissolvendo-se o precipitado com 20ml de solução de ácido sulfúrico (1:4) e 50ml de água destilada. Titulou-se a quente com solução de permanganato de potássio

0,05N até coloração rósea.

Cálculos:

$$\text{Cálcio \%} = \frac{V \times f \times 0,2004}{P} \quad \text{onde:}$$

V = volume de permanganato de potássio gasto na titulação.

f = fator do permanganato de potássio.

P = número de gramas da amostra usada na precipitação.

3.2.2.13.2. Fósforo

Determinado pelo método colorimétrico vanadato-molibdato preconizado por PEARSON⁵⁸.

Reagente molibdato-vanadato de amônio: dissolveram-se 20g de molibdato de amônio em 400ml de água quente a 50°C, deixando-se esfriar.

Dissolveu-se 1 g de vanadato de amônio em 300ml de água destilada a 100°C deixando-se esfriar e adicionando-se, gradualmente, 140ml de ácido nítrico concentrado, agitando-se sempre. Juntou-se lentamente a solução de molibdato à solução ácida de vanadato sob agitação contínua e completou-se o volume para 1 litro com água destilada.

Em um balão volumétrico de 50ml colocou-se uma alíquota de 5,0 ml de solução clorídrica de cinzas anteriormente preparada. Neutralizou-se com 1ml de solução de hidróxido de amônio (1:1) e acidificou-se com 2ml de ácido nítrico (1:2). Adicionaram-se 25ml do reagente vanadato-molibdato, completando-se o volume com água destilada. Agitou-se e manteve-se à temperatura ambiente por 10 minutos até completo desenvolvimento da cor. A intensidade da cor foi medida em colorímetro a 470 nm, sendo a transmitância convertida em absorbância através da tabela apropriada. Para determinação da quantidade de fósforo na amostra, utilizou-se uma curva-padrão preparada paralelamente (Fig. 4). Os resultados obtidos foram expressos em mg de P₂O₅.

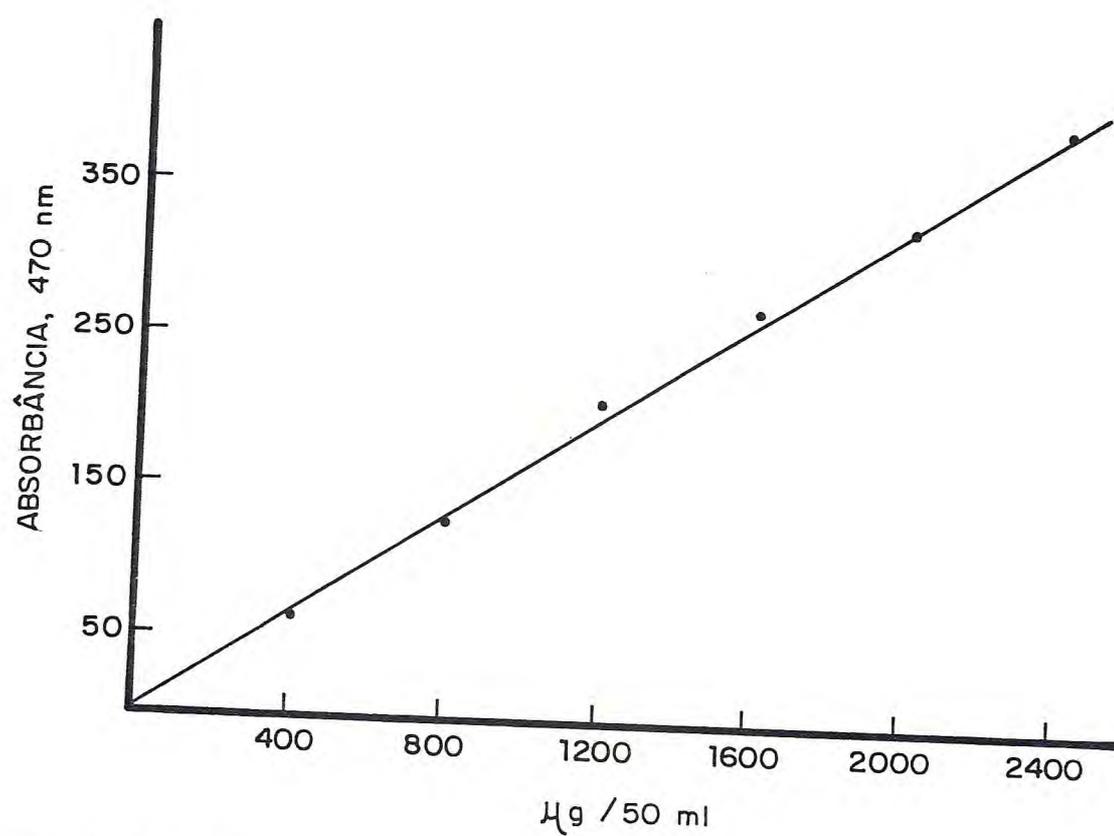


FIGURA 4 - Curva padrão para fósforo

3.2.2.13.3. Ferro

Utilizou-se o método colorimétrico pela fenantrolina, recomendado pelo Instituto Adolfo Lutz²⁵.

Com auxílio de uma pipeta, transferiram-se 10ml da solução clorídrica de cinzas para um balão volumétrico de 50ml. Adicionou-se 1 ml de ácido clorídrico concentrado, 1 ml de clo₂ridrato de hidroxilamina, 5 ml de solução tampão de acetato de amônia e 2ml de solução de fenantrolina, completando-se o volume com água destilada. Após um repouso de 30 minutos, para o completo desenvolvimento da cor, leu-se a transmitância em colorímetro a 510nm, determinando-se o ferro correspondente, a partir de uma curva-padrão (Fig. 5), previamente estabelecida em mg/50ml.

3.2.3. Análises microbiológicas da polpa

As polpas processadas por alta e baixa temperatura, acondicionadas em latas de flandres de 350ml e armazenadas nas temperaturas de 28°C e (-10°C), respectivamente, foram analisadas microbiologicamente. A partir do momento do seu processamento, tempo zero e a cada 30 dias, retirou-se ao acaso uma lata de cada tipo nos tempos 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias para avaliação da qualidade do produto e sua vida de prateleira.

As análises microbiológicas da polpa preservada por alta temperatura constaram de: prova de incubação, mofo e leveduras, bactérias produtoras de ácido, coliformes totais e fecais e *Salmonella*, enquanto que, na polpa preservada por baixa temperatura, efetuaram-se determinações de mofo e leveduras, bactérias mesófilas e psicrófilas, coliformes totais e fecais e *Salmonellas*.

Após processamento, as amostras foram transportadas para o laboratório de microbiologia, assegurando-se a manutenção das condições sob as quais o produto se encontrava. Em se tratando dos produtos submetidos a alta temperatura, não fo-

ram necessárias precauções especiais; porém as polpas congeladas foram transportadas para o laboratório rapidamente em embalagens protetoras e, então, mantidas congeladas durante todo o tempo de armazenamento, de modo que suas condições não sofressem alterações.

As amostras chegaram ao laboratório em seus recipientes originais fechados, prevenindo possíveis contaminações, revelando os resultados as verdadeiras condições em que o produto foi preparado. Foram tomadas precauções de assepsia em todos os momentos da operação, especialmente durante a abertura dos recipientes para a obtenção das amostras; assim sendo, as latas foram devidamente limpas, a assepsia do local de abertura feita com álcool iodado. Para esterilizar a área de abertura o recipiente foi invertido sob a chama de um bico de Bunsen, flambando desse modo a tampa toda. Com o abridor esterilizado, as latas foram abertas, retirando-se daí as amostras para as diversas análises. No caso da polpa congelada a lata deve permanecer à temperatura ambiente de 1 a 2 horas antes de ser aberta.

Nas determinações de bactérias mesófilas psicrófilas, mofos e leveduras, coliformes totais e fecais foram feitas diluições de 10^{-1} a 10^{-5} em tampão fosfato estéril pH 7,2, SHARF⁷⁶.

3.2.3.1. Análises da polpa conservada pelo calor

3.2.3.1.1. Prova de incubação

Para determinação das características de conservação da qualidade e do grau de esterilização da polpa, as latas fechadas foram incubadas durante 14 dias em estufa a 35°C, sendo examinadas a cada 2 dias.

3.2.3.1.2. Determinação de mofos e leveduras

Transferiram-se 4 alíquotas de 2,0g de polpa para tubos contendo 10ml de caldo malte e incubaram-se a 21°C por 96 horas. Seguiu-se semeadura em placas de Petri contendo agar batata acidificado e incubação por 3 a 5 dias em estufa a

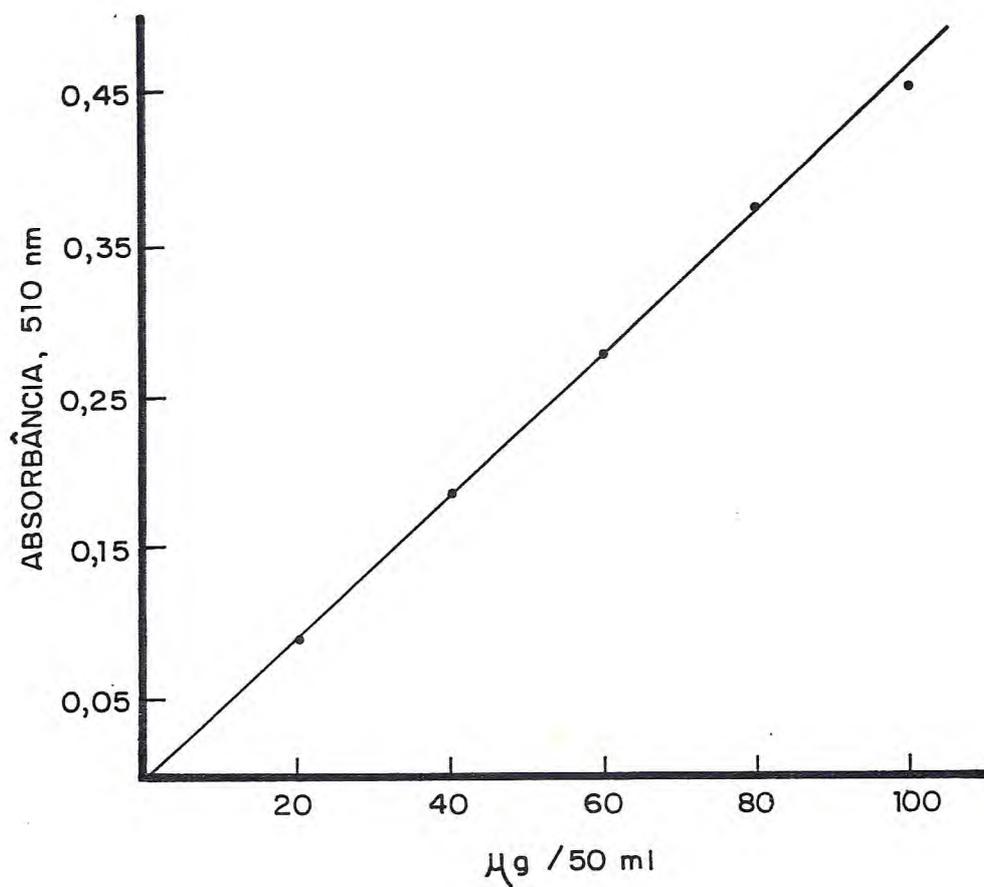


FIGURA 5 - Curva padrão para ferro

21°C. De acordo com SHARF⁷⁶ foi feita a contagem de colônias em número/grama.

3.2.3.1.3. Determinação de bactérias produtoras de ácido.

Transferiram-se 2,0g de polpa para 4 tubos com meio de enriquecimento, caldo ácido. Incubaram-se por 96 horas a 35°C e observou-se o crescimento microbiano. Os tubos evidenciando turvação seriam semeados em placas de Petri contendo agar/padrão com bromocresol-púrpura e mantidas a 35°C por 3 a 5 dias. A presença de colônias com halo ácido (amarelo) levaria a exames complementares. O resultado foi expresso em cel/ml.

3.2.3.1.4. Determinação de coliformes totais e fecais

Das amostras de polpa submetidas a diluições sucessivas de 10^{-1} a 10^{-5} , foram transferidas 3 alíquotas de 1 ml para tubos de cultura contendo caldo lactosado providos de tubos de Durham, incubados a 35°C durante 24 a 48 horas. Após a incubação os tubos com produção de gás seriam considerados positivos. Para confirmação dos resultados, 0,1 ml dos tubos positivos, seriam inoculados em tubos contendo caldo lactosado bile verde brilhante e novamente incubados por 24 a 48 horas, a 35°C, ICMSF²³.

3.2.3.1.5. Pesquisa de *Salmonellas*

Transferiram-se 20g de polpa para meios de enriquecimento distintos, caldo tetracionato e caldo selenito-cistina, mantendo-se em estufa a 35°C por 24 e 48 horas, respectivamente. Caso ocorresse turvação no meio, seriam efetuadas semeaduras em agar SS e agar VV, incubados durante 24 horas a 37°C, e, posteriormente, realizadas as provas bioquímicas, THATCHER⁸².

3.2.3.2. Análises da polpa conservada pelo frio

3.2.3.2.1. Determinação de mofos e leveduras

Transferiram-se alíquotas de 1,0 ml das diluições sucessivas da polpa (10^{-1} a 10^{-5}) para placas de Petri contendo agar batata acidificado, fundido e resfriado a 45°C. Após solidificação, foram incubadas a 21°C por 3 a 5 dias para realização da contagem das colônias. Os resultados foram expressos em número colônias/g, SHARF⁷⁶.

3.2.3.2.2. Determinação de bactérias mesófilas e psicrófilas

Transferiram-se alíquotas de 1,0 ml de cada diluição da polpa para placas de Petri contendo agar soro laranja fundido e resfriado a 45°C. Após a solidificação, as placas para determinação de mesófilas foram incubadas a 35°C durante 48 horas; enquanto para psicrófilas o tempo de incubação foi de 5 a 7 dias a 5°C. A contagem seria expressa em número colônias/g ICMSF²³.

3.2.3.2.3. Determinação de coliformes totais e fecais

Item 3.2.3.1.4.

3.2.3.2.4. Pesquisas de *Salmonellas*

Item 3.2.3.1.5.

3.2.4. Análise estatística

A análise estatística dos resultados analíticos da polpa de tamarindo preservada por alta e por baixa temperatura, foi feita através de comparação por teste de significância (t de Student), com probabilidade de 99% de acerto⁸⁰. As fórmulas usadas foram as seguintes:

$$\text{Média } (\bar{x}) \quad \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

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

Coefficiente de variação % (C.V.)

$$C.V. = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$$

"t" calculado $t_c = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{s_p \sqrt{\frac{1}{na} + \frac{1}{nb}}}$

$$s_p^2 = \frac{s^2_A + s^2_B}{2}$$

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA POLPA

A composição da polpa de tamarindo preservada por alta e baixa temperatura, logo após o processamento (tempo zero) pode ser observada na Tabela 14.

TABELA 14 - Composição centesimal da polpa de tamarindo preservada por alta e por baixa temperatura, logo após o processamento.

Determinações	Alta temperatura	Baixa temperatura
Umidade	79,60	80,69
Proteínas	1,35	1,60
Extrato etéreo	0,14	0,13
Cinza	0,83	0,88
Fibra	0,20	0,15
Açúcares totais	17,64	17,29
Cálcio (mg/100g)	115,83	120,45
Ferro (mg/100g)	3,01	2,91
Fósforo (mg/100g de P ₂ O ₅)	114,14	118,71

Comparando-se os nossos resultados com a composição química do tamarindo, Tabelas 1 e 2, determinada por pesquisadores de diferentes países, comprovam-se diferenças acentuadas, encontrando-se uma aproximação com os dados da República dos Camarões³².

POTTER⁶⁰ faz referência à variação na composição dos frutos de acordo com sua procedência, condições ecológicas, variedade botânica, grau de maturação antes da colheita e condições de armazenagem.

A omissão da metodologia das análises empregadas nos

dados bibliográficos, e o fato dos resultados do presente trabalho serem a partir da polpa industrializada, justificam a falta de elementos necessários para se estabelecer uma comparação dessa natureza.

A umidade da polpa de tamarindo com valores de 79,60% e 80,69% para alta e baixa temperatura respectivamente equipara-se com a maior parte dos frutos que possuem alto teor de umidade e baixa percentagem de gorduras e proteínas.

O teor de proteínas na polpa é 1,35% para alta temperatura e 1,60% para baixa temperatura é, entretanto, próximo ao de frutos tropicais considerados ricos em proteínas como abacate 1,50%, banana 1,20%, laranja 0,90% e morango 0,80%.

A polpa de tamarindo é pobre em lipídios, apresentando de extrato etéreo 0,14% para alta temperatura e 0,13% para baixa temperatura, valores inferiores ao abacaxi 0,50%, cajú 0,30%, banana 0,25% e laranja 0,20%. Os resultados obtidos diferiram sensivelmente do conteúdo lipídico encontrado na Tabela 1 com exceção dos resultados de Cuba 0,11% e Camarões 0,20%, dos quais nossos resultados se aproximam.

Conforme dados bibliográficos, Tabela 1, o tamarindo apresenta percentagem de fibra entre 6,16% e 2,80%, contudo nossos resultados ficaram em torno de 0,20% para alta temperatura e 0,15% para polpa congelada.

Apesar da composição dos minerais nas plantas ser uma característica genética, DUCKWORTH¹⁵ menciona diferenças acentuadas em uma mesma variedade. Estas diferenças constata-se no caso do tamarindo que apresenta um teor de cálcio, variando de 7 a 123 mg/100g de cálcio na polpa que sofre tratamento térmico e congelamento, respectivamente. Para o fósforo a bibliografia também apresenta dados variáveis entre 72 e 128,82 mg/100g, Tabela 2. O teor de fósforo na polpa submetida a alta temperatura foi de 114,14 mg/100g e na polpa congelada 118,71 mg/100g. Com relação ao ferro, os resultados do nosso trabalho foram 3,01 mg/100g para alta temperatura e

Para ambas as polpas o teor de sólidos solúveis se manteve constante em torno de 19°Brix, durante todo o período (Fig. 6).

Também não houve grandes alterações nos respectivos pH, que somente aos 90 dias foreram um ligeiro decréscimo, passando de 3,45 no tempo zero para 2,40 e, assim, se mantendo na polpa submetida alta temperatura e de 3,45 no tempo zero para 2,45 aos 90 dias de congelamento (Fig. 7).

A acidez titulável em ácido tartárico das polpas conservou-se relativamente inalterada durante a armazenagem, estando a polpa preservada com alta temperatura com acidez de 3,35% no tempo zero e 4,48% aos 150 dias e a polpa congelada com acidez de 3,50% no tempo zero e 4,68% ao final da armazenagem (Fig. 8).

Os glicídios totais, 17,64% e 17,29%, respectivamente, para polpa preservada com alta e baixa temperatura no tempo zero, se mantiveram praticamente constantes em torno de 17% após a armazenagem de 150 dias. Os resultados são considerados satisfatórios já que os glicídios totais indicaram uma relativa estabilidade.

Os glicídios redutores e não-redutores a exemplo dos demais componentes não apresentaram variações consideráveis, iniciando a polpa preservada com alta temperatura com 8,87% de glicídios redutores e 8,77% de não-redutores e terminando com 9,29% de glicídios redutores e 8,15% de não-redutores. A polpa congelada apresentou após o processamento 8,87% de glicídios redutores e 8,42% de não-redutores e, ao final dos 150 dias de armazenagem, 9,06% de glicídios redutores e 8,15% de não-redutores. Na Figura 9, observam-se os resultados dos glicídios totais, redutores e não-redutores nos 150 dias de armazenagem.

Com relação ao teor de vitamina C na polpa de tamarindo, logo após o processamento, obtiveram-se 3,30mg/100g na

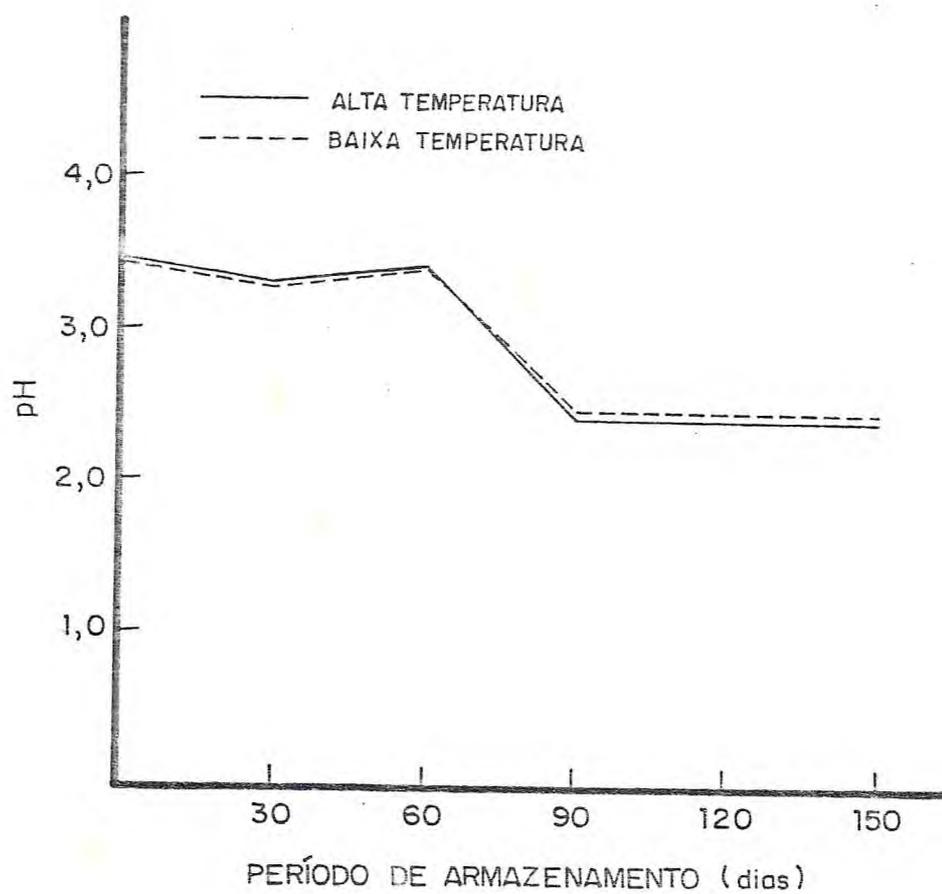


FIGURA 7 - Variações de pH na polpa de tamarindo preservada por alta e baixa temperatura durante o armazenamento.

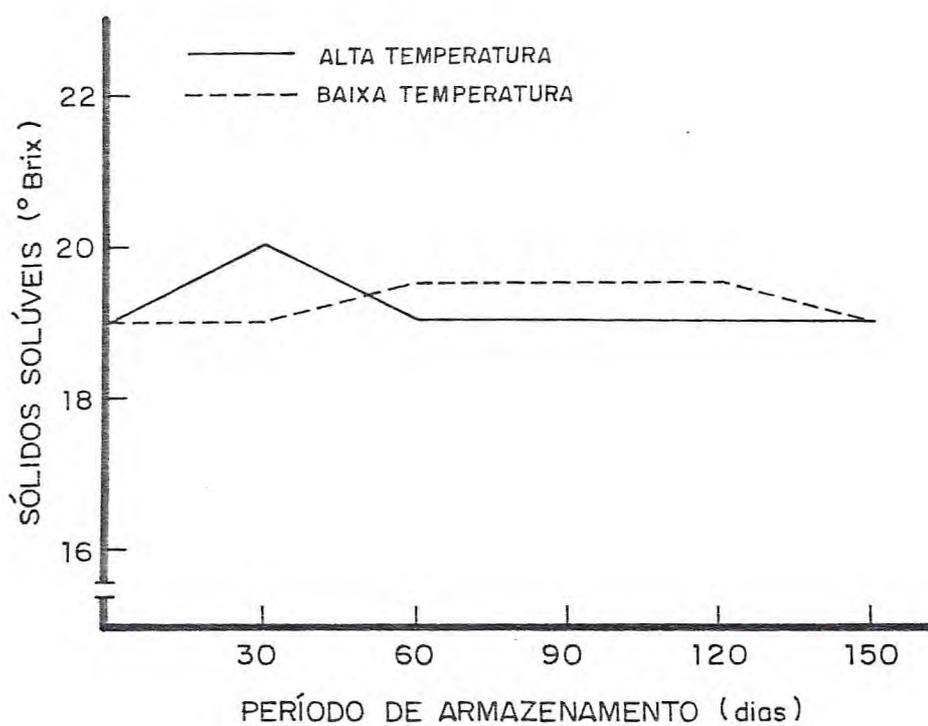


FIGURA 6 - Variações de sólidos solúveis (Brix) na polpa de tamarindo preservada por alta e baixa temperatura durante o armazenamento.

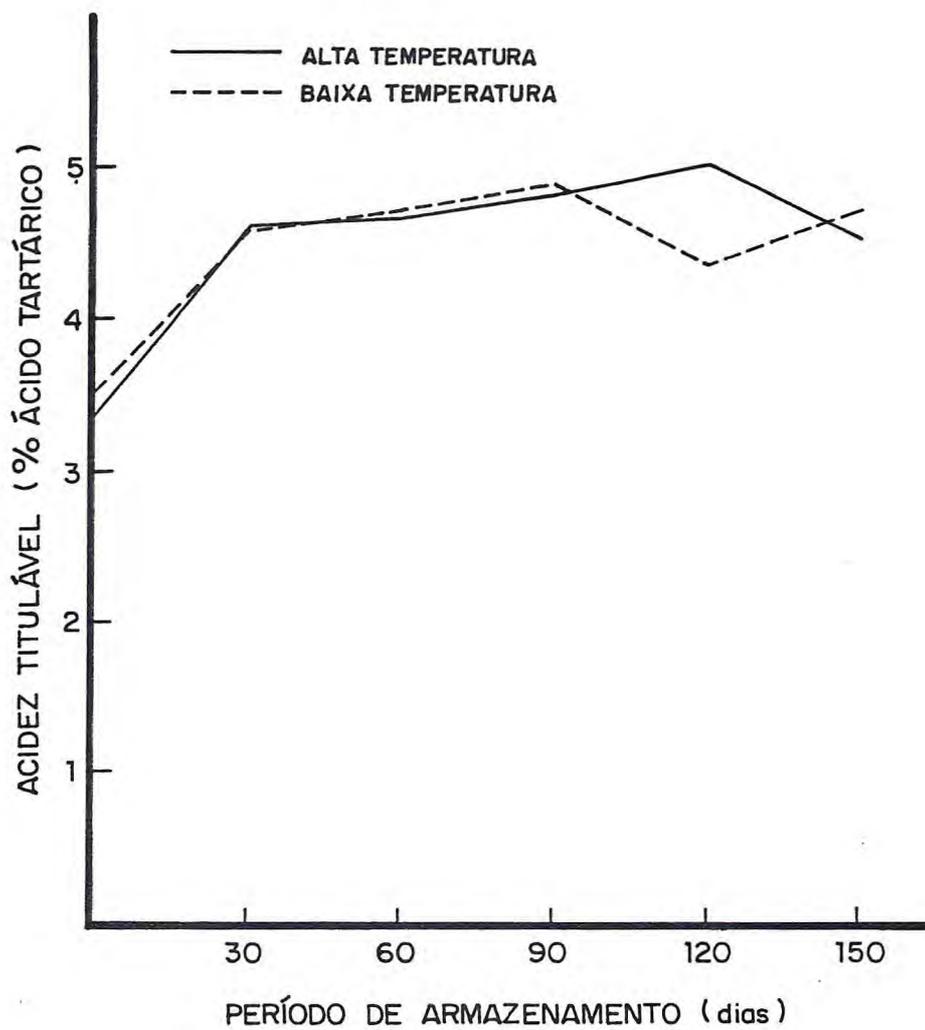


FIGURA 8 - Variações da acidez total na polpa preservada por alta e baixa temperatura durante o armazenamento.

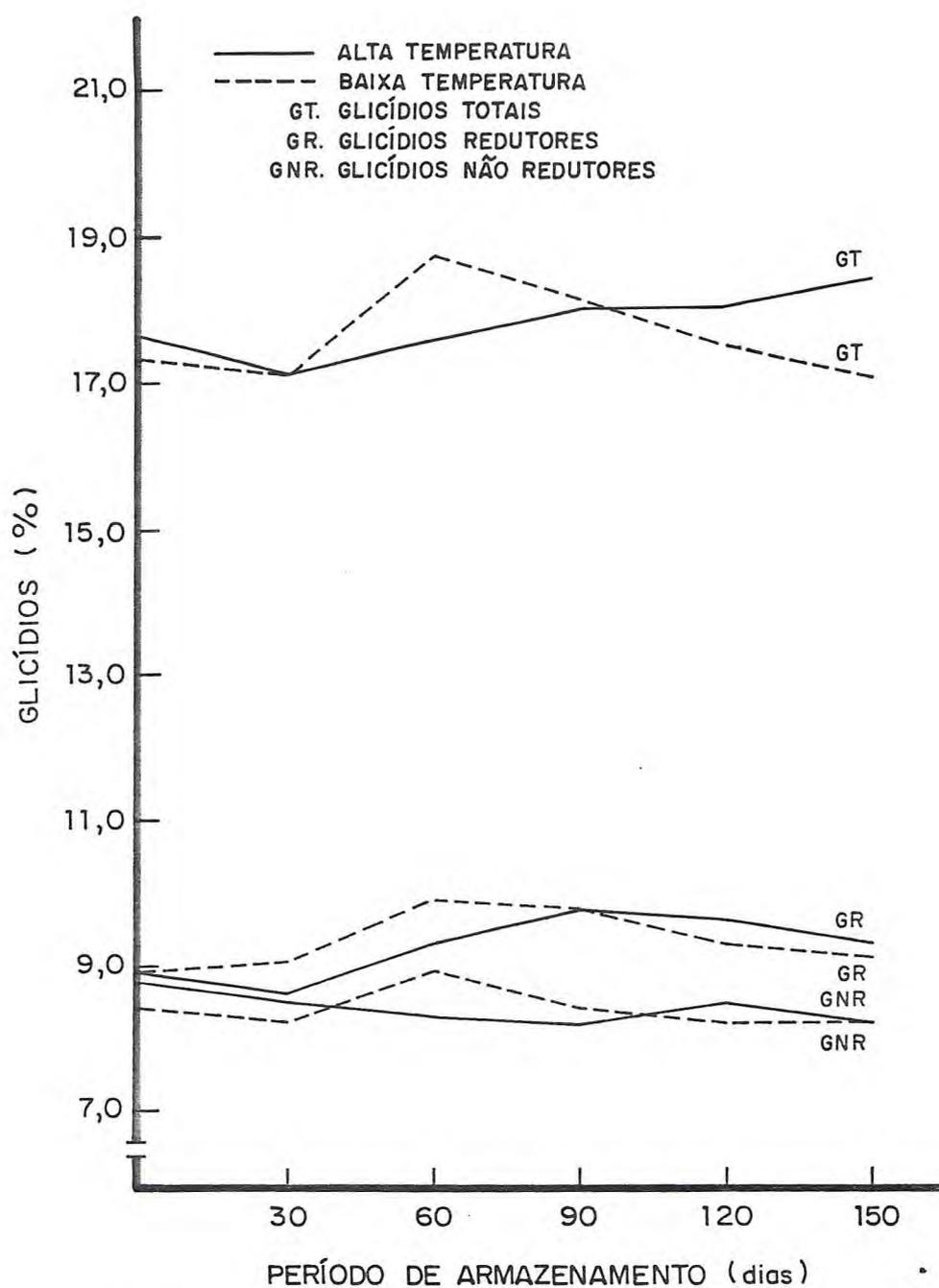


FIGURA 9 - Variação dos glicídios redutores, não redutores e totais, na polpa preservada por alta e baixa temperatura durante o armazenamento.

polpa congelada e 2,50mg/100g na polpa preservada por alta temperatura. Após 150 dias de armazenagem estas mesmas polpas apresentaram respectivamente 0,47 mg/100g e ausência de vitamina C (Fig. 10). Dados bibliográficos na Tabela 2 apresentam conteúdo de ácido ascórbico, variando de 2 a 22,50 mg/100g de acordo com diferentes origens.

Além da variação na composição dos frutos segundo a variedade botânica e o grau de maturação antes da colheita, fatores pré-colheita (irrigação, fertilização, clima) e as mudanças que ocorrem em frutos durante o crescimento, desenvolvimento e durante a armazenagem pós-colheita afetam marcadamente a qualidade e estabilidade de frutas naturais e processadas⁸³.

Em geral, porque o teor de ácido ascórbico de um alimento qualquer é muito variável, não se encontram duas amostras com taxas idênticas de tal nutriente. Exposição ao ar ou à luz, contato com metais pesados especialmente cobre, exposição a altas temperaturas, reações alcalinas do meio são condições que podem levar com facilidade à destruição da vitamina C. Na verdade toda essa sensibilidade se resume na grande tendência que tem esse nutriente a oxidar-se³³.

O ácido ascórbico é destruído por aquecimento e baixas temperaturas por tempo prolongado. Sua destruição é acelerada com o oxigênio, íons, cobre e a oxidase do ácido ascórbico. O próprio processo de enlatamento destrói acima de 30% de vitamina C. A preparação para enlatamento de frutas e vegetais requer lavagem, classificação e branqueamento, podendo este último causar perda acima de 25% de vitamina C⁸³.

De acordo com SHUPHAN⁷⁷, o processo de congelação em si, não é destruidor de nenhum nutriente. Quanto mais baixa a temperatura de um alimento melhor a retenção de nutrientes. Porém sempre é dado ao alimento um certo tratamento a fim de prepará-lo para a operação de congelação. Assim a lavagem, corte, branqueamento etc., são operações necessárias ao produto

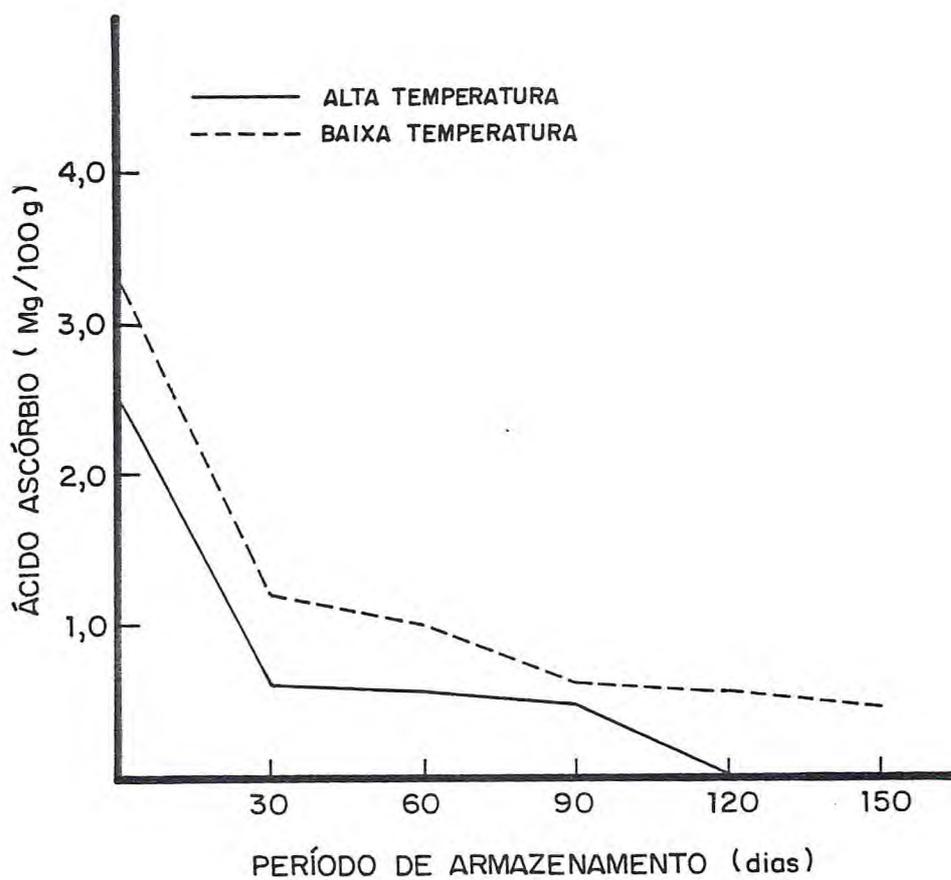


FIGURA 10 - Variação de ácido ascórbico na polpa de tamarindo preservada por alta e baixa temperatura durante o armazenamento.

a congelar, podendo, contudo, acarretar perdas de nutrientes principalmente vitamina C. O branqueamento para inativar as enzimas é importante para a proteção não só das vitaminas como também da qualidade dos alimentos congelados em geral.

As Tabelas 15 e 16 mostram que durante ambos os processos usando alta e baixa temperatura resultaram progressiva perda de ácido ascórbico ao longo do armazenamento. Estes resultados não são de todo surpreendentes: existem várias referências na literatura reportando diminuição do conteúdo desta vitamina em vegetais quando armazenados à temperatura ambiente, após tratamento térmico ou armazenados congelados.

Durante o armazenamento da polpa de tamarindo congelada, foi verificada uma perda no conteúdo de ácido ascórbico de 85,80%; tal perda foi atribuída ao prolongado período de armazenamento (150 dias a -10°C). Resultados similares foram reportados por FENNEMA¹⁶ para vários vegetais.

Estas perdas são particularmente mais acentuadas quando considerável espaço livre é deixado dentro da lata⁸⁵.

No caso da polpa armazenada à temperatura ambiente, após o tratamento térmico, as perdas de ácido ascórbico foram ainda mais consideráveis (100% de perda após 120 dias de armazenamento), possivelmente devido ao efeito degradativo adicional do calor e da temperatura mais alta de armazenamento sobre a vitamina C²⁹. A degradação do ácido ascórbico em alimentos processados está associada à sua relativa instabilidade ao calor e ao oxigênio; nestas condições o ácido ascórbico é degradado para ácido dehidroascórbico e eventualmente para ácido 2,3-dicetogulônico, estado no qual a atividade da vitamina está irreversivelmente perdida²⁸.

4.2.2. Análises microbiológicas

Nas polpas processadas por alta e baixa temperatura, não foi evidenciado desenvolvimento de nenhum grupo de microrganismos nas análises microbiológicas realizadas após o pro-

cessamento assim como durante o período de 150 dias de armazenamento; desse modo ambos os tratamentos empregados foram igualmente efetivos na preservação do produto, podendo as polpas se enquadrarem na resolução nº 12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos⁸.

Segundo a CNNPA a polpa de frutas envasadas e que receberam tratamento térmico adequado deve apresentar as seguintes características microbiológicas:

a) Após 10 dias de incubação a 35°C, não se devem observar sinais de alterações das embalagens (estufamento, alterações, vazamento, corrosões internas) bem como quaisquer modificações de natureza física ou organoléptica do produto.

b) Os demais tipos de polpa devem obedecer ao seguinte padrão:

- Bactérias do grupo coliforme: máximo, $10^2/g$
- Bactérias do grupo coliforme de origem fecal, ausência em 1 g.
- *Salmonellas*: ausência em 25g.

Deverão ser efetuadas determinações de outros microrganismos e/ou substâncias tóxicas de origem microbiana, sempre que se tornar necessária a obtenção de dados adicionais sobre o estado higiênico sanitário dessas classes de alimentos, ou quando ocorrerem toxi-infecções alimentares.

4.2.3. Análise estatística

Como mostra a Tabela 17 a comparação entre os tratamentos da polpa preservada por alta e baixa temperatura não apresenta diferença significativa a nível de 1%.

TABELA 17 - Resultados estatísticos entre as médias das determinações analíticas da polpa de tamarindo com diferentes métodos de preservação.

Determinações*	Média (\bar{x})		Desvio padrao (s)		Coeficiente de Variação (C.V.)		"t" de Student
	A	B	A	B	A	B	
pH	2,84	2,92	0,54	0,51	18,68	17,18	N.S.
Sólidos solúveis (g/100g)	19,17	19,25	0,41	0,27	2,14	1,41	N.S.
Acidez titulável em ácido tartárico (%)	4,48	4,42	0,58	0,48	12,95	10,84	N.S.
Açúcares totais (%)	17,63	17,66	0,34	0,64	1,93	3,62	N.S.
Açúcares redutores (%)	9,23	9,32	0,43	0,41	4,66	4,40	N.S.
Açúcares não-redutores (%)	8,40	8,36	0,23	0,27	2,74	3,23	N.S.
Ácido ascórbico (%)	0,69	1,18	0,93	1,08	134,78	91,52	N.S.

(*) Média de 6 determinações.

A = alta temperatura

B = baixa temperatura

N.S. = Não significativo

5 - CONCLUSÕES

Comprovou-se através dos resultados das análises físico-químicas e químicas que a polpa de tamarindo preservada por alta e baixa temperatura apresentava alta acidez, alto teor de umidade, alto conteúdo de proteínas, próximo ao de frutos tropicais considerados ricos em proteínas; baixo conteúdo de gordura, boa fonte de glicídios, excelentes taxas de ferro, fósforo e cálcio e muito baixo conteúdo de vitamina C.

Ambas as polpas apresentaram excelente estabilidade durante os 150 dias de vida de prateleira, exceto no que diz respeito ao conteúdo de ácido ascórbico que reduziu-se a traços na polpa congelada, enquanto na polpa submetida a alta temperatura foi verificada ausência.

Nas polpas processadas pelos dois métodos foi evidenciada ausência total de microrganismos durante 150 dias de armazenagem; portanto, os métodos de preservação aplicados foram totalmente eficazes sob o ponto de vista microbiológico, garantindo ao produto condições normais de consumo, assegurando sua qualidade e salubridade.

A análise estatística na comparação dos dois métodos de preservação não apresentou diferença significativa a nível de 1%, donde se conclui que a tecnologia empregada na preservação da polpa de tamarindo por alta e por baixa temperatura apresenta iguais vantagens podendo ser aplicada na indústria de alimentos, garantindo o suprimento desta durante a entressafra.

Como o processo de preservação por baixa temperatura envolve considerável gasto de energia elétrica, economicamente torna-se mais viável a escolha do método de preservação com alta temperatura e armazenagem a temperatura ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- 1 ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 20. ed. Washington, 1975. 1094 p.
- 2 BARAGANO DE MOSQUEDA, M. Tecnologia del jugo de tamarindo clarificado. *Mem. Soc. Cienc. Natur.* La Salle, (73): :62-8, 1966.
- 3 BAZORI, K., ROBBINS, C.R. Some fruits of Hawaii: their composition, nutritive value and use in tested recipes. *Hawaii Agr. Exp. Sta. Bull.* (77), 1936, apud GUIMARÃES, F.F. *Considerações Físicas, Químicas e Tecnológicas no aproveitamento Industrial da Pitanga (Eugenia uniflora, L.)*. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1981, Texe: (M.Sc.).
- 4 BENERO *et alii*. A mechanical method for extracting tamarind pulp. *J. Agric. Univ. Puerto Rico*, 56(2):185-6, 1972.
- 5 BENERO, J.R. *et alii*. Studies on the preparation and shelf-life of soursop, tamarind and blended soursop - tamarind soft drinks. *J. Agric. Univ. Puerto Rico*, 58(1):99-104, 1974.
- 6 BERHAAR, G. Tartaric acid and other constituents in the fruits of *Tamarindus indica* L. *Chronica Natural*, 104 (1):8-12, 1948.
- 7 BRAGA, R. *Plantas do Nordeste*. 2.ed. Fortaleza-CE. Imprensa Oficial, 1960. 940p.
- 8 BRASIL. Ministério da Saúde Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução nº 12/78 de 03.11.78. *Diário Oficial* (Sec.I - Part.I), Brasília, 24.7.1978.
- 9 CHATURVEDI, M.D. The tamarind is prized for its shade and shelter. *Indian Farming*, 5(11):16-7, 1956.
- 10 CORRÊA, M.P. *Dicionário das plantas úteis do Brasil*. Rio

- de Janeiro, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1976.v.6.p.185.
- 11 CRUZ, G.L. *Dicionário das plantas úteis do Brasil*. Rio de Janeiro. Editora Civilização Brasileira, 1979, p.545-6.
- 12 CZYHRINCIW, W. Tropical fruit technology. In: *Advances in Food Research*, New York and London, Academic Press, v. 17, p. 153-207.
- 13 DAMODARAN, M. & RANGACHARI, P.N. *Curr.Sci.*, 14:203, 1945, apud SAVUR, G.R. Tamarind "pectin" industry of India. *Chem.and Industry*, 13:212-4, apr., 1956.
- 14 DAMODARAN, M. & RANGACHARI, P.N. *J.Sci.Industr.Res.* 4:298, 1954 apud LEWIS, Y.S. *et alii*. Utilization of Tamarind pulp. *J.Sci. Industr.Res.*
- 15 DUCKWORTH, R.B. *Frutas y Verduras*. Zaragoza, Acribia , 1968. C.1, p. 16-48.
- 16 FENNEMA, O. Loss of vitamins in fresh and frozen foods . *Food Technology*, 15(12):320-5, 1977.
- 17 GAVA, A.J. *Princípios de tecnologia de alimentos*. São Paulo, Nobel, 1978.
- 18 GHOSE, T.P. & KRISHNA, S. *F.Indian Chem. Soc., Industr . Edn.*, 5:114, 1942 apud SAVUR, G.R. Tamarind "pectin" industry of India. *Chem. and Industry*, 13:212-4, apr., 1956.
- 19 GOMES, R.P. *Fruticultura Brasileira*, 2.ed.São Paulo, Nobel, 1975.
- 20 GUEDES, Z.B., ORIÃ, H.F. Valor nutritivo de frutos comestíveis do Ceará. *Revista Brasileira de Farmácia*, 59: :91-7, jul/dez., 1978.
- 21 HENNEBERG, G. *Landw.Vers.Sta.* 6:1900-64, 1974. Apud WINTON, A.L. & WINTON, K.B. *Analisis de alimentos*, Buenos Aires, Editorial Hispano, 1947. 76p.
- 22 HILTH BULL Ministry of Health, Government of India, New

- Delhi (23), 1941 apud LEWIS, Y.S. & NEELAKANTAN, S. The chemistry, biochemistry & technology of tamarind. *J.Sci.Industr.Res.*, Mysore, 23:204-6, may, 1964.
- 23 ICMSF. International Commission of Microbiological Specifications for Foods. *Microorganisms in foods; Their significance and methods of enumeration*. 2.ed. Toronto, Canadá, University of Toronto Press, 1978.v.1.434p.
- 24 INCAP-ICNND. *Tabla de composición de alimentos para uso en America Latina*. Guatemala, 1961. p. 46.
- 25 INSTITUTO ADULFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz; métodos químicos e físicos para análises de alimentos*. 2.ed. S.Paulo, 1976. vol. I.
- 26 JANARDHANAN, P. and RAMAKRISHNAN, A. Studies on the nutritive value of certain unconventional feeds of special importance to Kerala. *The Kerala Vet*, 3(1):15-20, 1964.
- 27 KRISHNA, B.H. *Indian Pat*, 29393, 1943 apud LEWIS, Y.S. *et alii*. Utilization of tamarind pulp. *J.Sci.& Indus.Res.* 13:284-6, 1954.
- 28 LATHROP, P.J. and LEUNG, H.K. Rates of ascorbic acid degradation during thermal processing of cannel peas. *Journal of Food Science*, 45(3):25-9, 1980.
- 29 LATHROP, P.J. and LEUNG, H.K. Thermal degradation and Leaching of vitamin C from green peas during processing. *Journal of Food Science*, 45(8):82-61, 1980.
- 30 LATIF, M., IMLI (*Tamarindus indica*) its uses and composition. *Punjab Fruit J.* 14(48):23-5, 1950.
- 31 LEE, P.L. *et alii*. Volatile constituents of tamarind (*Tamarindus indica* L.). *J.Agric.Food Chem.*, 23(6):1195, 1975.
- 32 LEFEVRE, J.C. Revue de la littérature sur le tamarinier. *Fruits.*, 26(10):687-95, 1971.
- 33 LESLIE, R.E. Dosagem de vitamina C em frutas brasileiras. *SAPS*, (15), jan., 1946.

- 35 LEWIS, Y.S. *et alii*. Further studies on red tamarind. *Curr. Sci.*, (12):394-5, 1957.
- 36 LEWIS, Y.S. *et alii*. Tamarind concentrate. *Indian Food Packer*, 24(1):1-3, 1970.
- 37 LEWIS, Y.S. *et alii*. Utilization of tamarind pulp. *J. Sci. & Indus. Res.*, 13:284-86, 1954.
- 38 LEWIS; Y.S. *et alii*. *J. Sci. Industr. Res.*, 13A, 1954 apud LEWIS, Y.S. & NEELAKANTAN, S. The chemistry, biochemistry & technology of tamarind. *J. Sci. Industr. Res.*, Mysore, 23:204-6, may, 1964.
- 39 LEWIS, Y.S. *et alii*. *Curr. Sci.*, 325, 1956 apud LEWIS, Y. S. & NEELAKANTAN, S. The chemistry, biochemistry & technology of tamarind. *J. Sci. Industr. Res.*, 23:204-6, may, 1964.
- 40 LEWIS, Y.S. *et alii*. *Curr. Sci.*, 26:394, 1957 apud LEWIS, Y.S. & NEELAKANTAN, S. The chemistry, biochemistry & technology of tamarind. *J. Sci. Industr. Res.*, 23:204-6, may, 1964.
- 41 LEWIS, Y.S. & JOHAR, D.S. *J. Sci. Industr. Res.*, 13 B: 815, 1954 apud LEWIS, Y.S. & NEELAKANTAN, S. The chemistry, biochemistry & technology of tamarind. *J. Sci. Industr. Res.*, Mysore, 23:204-6, may, 1964.
- 42 LEWIS, Y.S. & NEELAKANTAN, S. The chemistry, biochemistry & technology of tamarind. *J. Sci. Industr. Res.*, Mysore, 23:204-6, may, 1964.
- 43 LEWIS, Y.S. & NEELAKANTAN, S. *Curr. Sci.*: 31:508, 1962 , apud LEWIS, Y.S. & NEELAKANTAN, S. The chemistry, biochemistry & technology of tamarind. *J. Sci. Industr. Res.* 23:204-6, may, 1964.
- 44 MARSDEN, J. *Indian Inst. Sci.*, 5(9):157, 1923 apud LEWIS Y.S. *et alii*. Utilization of tamarind pulp. *J. Sci. & Indus. Res.*, 13:284-6, 1954.
- 45 MITCHELL, H.S. Recommended dietary allowances 'up to date:

- a symposium. *J.Amer.diet.Assoc.*, 64:149-50, 1954.
- 46 MONTHLY STATISTICS OF THE FOREIGN TRADE OF INDIA (Government of India, New Delhi), March 1961 apud LEWIS, Y. S. & NEELAKANTAN, S. The chemistry, biochemistry & technology of tamarind. *J.Sci.Industr.Res.*, Mysore, 23:204-6, may, 1964.
- 47 MORGAN, A.I.JR. *Food Engng*, 31 (9):86, 1965 apud NANJUNDA, S.A. *et alii*. Drying of fruit juices and pulps by the foaming technique. *J.Food Sci.Technology*, Mysore, 2(2):63-5, 1965.
- 48 MORGAN, A.I.JR. *Food Technol.*, 15(1):37, 1961 apud NANJUNDA, S.A. *et alii*. Drying of fruit juices and pulps by the foaming technique. *J.Food.Sci.Technology*. Mysore, 2(2):63-5, 1965.
- 49 MORTON, J.F. The tamarind (*Tamarindus indica* L.) its food, medicinal and industrial uses. *Proc.Florida State Horticultural Society*, 71:288-94, 1958.
- 50 MUKHERJEE, D. and LALORAYA, M.M. Keto acids in leaves, developing flowers and fruits of *Tamarindus indica*. *Plant Biochemical Journal*, 1(2):53-8, 1974.
- 51 MUKHERJEE, D. and LALORAYA, M.M. Metabolism of -methyl-ketoglutaric acid, -methylene- -ketoglutaric acid and other keto acids during the seedling growth in *Tamarindus indica*. *Biochem.Physiol.Pflanzen* (BPP), Bd. 1966, S. 429-436, 1974.
- 52 NANJI, H.R. *et alii*. *Curr.Sci.*, 14:125, 1949 apud SAVUR, G.R. Tamarind "pectin" industry of India. *Chem. and Industry*, 212-4, apr., 1956.
- 53 NANJUNDA, S.A.M. *et alii*. Drying of fruit juices and pulps by the foaming technique. *J.Food Sci.Technology*, Mysore, 2(2):63-5, 1965.
- 54 NARAIN, R. and DUTT, S. Chemical examination of the seeds of *Tamarindus indica*. *Indian J.Agric.*, 15: 209-23, 1945.

- 55 NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *Tropical legumes: Resources for the future*. Washington, 1979.
- 56 OVIEDO, A de L. El tamarindo. *Suelo Tico*, 1:492-5, 1949.
- 57 PATNAIK, K.K. Seasonal pattern of tartaric acid metabolism underlying the phasic development in *Tamarindus indica* L. *Biologia Plantarum*, 16(1) 1-6, 1974.
- 58 PEARSON, D. *Laboratory techniques in food analysis*. London, Butterworths, 1973.
- 59 POPE, C.G. & STEVENS, M.F. *Biochem.J.*, 33:1070, 1939 apud RAO, M.V.L. *et alii*. Free amino acids in tamarind pulp. *J. Sci. Industr. Res. India*, 13:377-8, 1954.
- 60 POTTER, N.N. *Food Science*. Wesport. Avi, 1973, p.489-516.
- 61 PRASAD, A. Studies on pollen germination in *Tamarindus indica*. *Madras Agric.J.*, 50:202-3, 1963.
- 62 RAO, M.V.L. *et alii*. Free amino acids in tamarind pulp. *J. Sci. Indistr. Res. Indie*, 13:377-8, 1954.
- 63 RAO, P.S. *Proc. Indian Acad. Sci.*, 27A:52, 1948 apud LEWIS, Y.S. & NEELAKANTAN, S. The chemistry, biochemistry & technology of tamarind. *J. Sci. Industr. Res.*, 23:204-6, may, 1964.
- 64 RAO, P.S. & KRISHNA, S. *Curr. Sci.*, 16:356, 1947 apud SAVUR, G.R. Tamarind "pectin" industry of India. *Chem. and Industry*, 13:212-14, april, 1956.
- 65 RAO, P.S. & KRISHNA, S. *Curr. Sci.*, 15:133, 1946. Apud SAVUR, G.R. Tamarind "pectin" industry of India. *Chem. and Industry*, 212-14, april, 1956.
- 66 RONCADA, M.J. *et alii*. Concentração de ácido ascórbico em sucos de diversas frutas brasileiras e sua relação com o preço e necessidades diárias recomendadas de vitamina C. *Rev. Saúde Publ.*, S. Paulo, 11:39-46, 1977.
- 67 SASISONDHI, F. Sweetvariety of tamarind. *Kasikorn*, 37(5): :421-7, 1964.

- 68 SAVUR, G.R. *Indian Patent*, 53429, 1954 apud SAVUR, G. R. Tamarind "pectin" industry of India. *Chem. and Industry* 13:212-4, apr., 1956.
- 69 SAVUR, G.T. Tamarind "pectin" industry of India. *Chem. and Industry*, 13:212-4, apr., 1956.
- 70 SAVUR, G.R. & SREENIVASAN, A. *Curr.Sci.*, 15:43, 1946 apud SAVUR, G.R. Tamarind "pectin" industry of India. *Chem. and Industry*, 13:212-4, apr., 1956.
- 71 SAVUR, G.R. & SREENIVASAN, A. *Curr.Sci.*, 15:134, 1946 apud SAVUR, G.R. Tamarind "pectin" industry of India. *Chem. and Industry*, 13:212-4, apr., 1956.
- 72 SAVUR, G.R. & SREENIVASAN, A. *Curr.Sci.*, 15:168, 1946 apud SAVUR, G.R. Tamarind "pectin" industry of India. *Chem. and Industry*, 13:212-4, apr., 1956.
- 73 SAVUR, G.R. & SREENIVASAN, A. *F.Soc.Chem.Ind.*, London, 67:190, 1948 apud SAVUR, G.R. Tamarind "pectin" industry of India. *Chem. and Industry*, 13:212-4, apr., 1956.
- 74 SAVUR, G.R. & SREENIVASAN, A. *F.Biol.Chem.*, 14:501, 1948 apud SAVUR, G.R. Tamarind "pectin" industry of India. *Chem. and Industry*, 13:212-4, apr., 1965.
- 75 SAVUR, G.R. & SREENIVASAN, A. *J.Sci.Res.*, 5:41, 1946 apud LEWIS, Y.S. *et alii*. Utilization of tamarind pulp. *J. Sci. & Indus.Res.*, 13:284-86, 1954.
- 76 SHARF, J.M. *Exame microbiológico de alimentos*. S. Paulo, Polígono, 1972. 257 p.
- 77 SHUPHAN, W. *Calidad y valor nutritivo de los alimentos vegetales*. Zaragoza, Acribia, 1968.
- 78 SILVEIRA, A.H. O tamarindo e seus produtos. *Agricultura e Pecuária*, 18(285/286):13, 1947.
- 79 SILVEIRA, A.H. Vinho e polpa de tamarindo. *Chac. e Quint.* (77):470-1, abr., 1948.
- 80 SPIEGEL, M.R. *Estatística*. 12.éd. São Paulo, McGraw-Hill

- do Brasil, 1977. p. 310-30
- 81 SUDBOUGH, J.J. & VRIDHACHALAM, P.N. *J. Indian Inst.Sci.*, 3:61, 1920 apud LEWIS, Y.S. & NEELAKANTAN, S. The chemistry, biochemistry & technology of tamarind. *J.Sci. Industr.Res.*, Mysore, 23:204-6, may, 1964.
- 82 THATCHER, F.S. & CLARK, D.S. *Analisis microbiologicas de los alimentos*. Espanha, Zaragoza, Acribia, 1973, 271p.
- 83 TRESSLER, D.K. & JOSLYN, M.A. *Fruit and vegetable juice processing technology*, Westport, AVI, 1961 p. 586.
- 84 VARADE, P.A. & BADHE, N.N. Use of tamarind seed and viscospore as seil conditioners. *Nagpur Agric.College Mag.*, 41:47-51, 1969.
- 85 WAGNER, J.R. *et alii*. Nutritive value of canned foods. *Industrial and Engineering Chemistry*, 39(8), aug., 1947.
- 86 WUHRMANN, J.J. et PATRON, A. Evaluation de quelques fruits tropicaux peu connus. *Fruits*, 20(11):615-24, 1965.