

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

MESTRADO

**EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA,
NUTRICIONAL E REOLÓGICA DO AZEITE DO
COCO BABAÇU (*Orbignya spp*)**

DISSERTAÇÃO

ALESSANDRA ALMEIDA CASTRO

Campina Grande – Paraíba

Maio – 1999



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Engenharia Agrícola
Área de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

**EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICAS, NUTRICIONAL
E REOLÓGICA DO AZEITE DO COCO BABAÇU (*Orbignya spp*)**

ALESSANDRA ALMEIDA CASTRO



**Campina Grande- PB
(Maio 1999)**



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Engenharia Agrícola
Área de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

ALESSANDRA ALMEIDA CASTRO

**EXTRAÇÃO , CARACTERIZAÇÃO
FÍSICO-QUÍMICA , NUTRICIONAL E REOLÓGICA
DO AZEITE DO COCO BABAÇU (*Orbignya spp*).**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA DO CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, EM CUMPRIMENTO ÀS EXIGÊNCIAS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

ORIENTADORA : Prof.^a Dr.^a Maria Elita Duarte Braga
(DEAg /CCT/ UFPB)

**Campina Grande- PB
Maio/1999**

EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO,
FÍSICO-QUÍMICA, NUTRICIONAL E REOLÓGICA DO AZEITE DO
COCO BABAÇU (*Orbignya spp*)

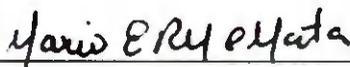
ALESSANDRA ALMEIDA CASTRO

Dissertação aprovada em 25 de Maio de 1999

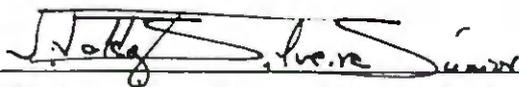
Banca Examinadora



Prof.^a. Dr.^a. Maria Elita Duarte Braga (UFPB)
(Orientadora)



Prof.^o. Dr. Mário Eduardo R. M. Cavalcanti Mata (UFPB)
(Co-orientador)



Prof.^o. Dr. Vivaldo Silveira Júnior (UNICAMP)
(Examinador)

Campina Grande-PB
Maio/1999

DIGITALIZAÇÃO:
SISTEMOTECA - UFCG

***Algo só é impossível até que alguém
duvida e acaba provando o contrário.”***

Einstein

***A DEUS,
A MEUS PAIS, RAIMUNDO CASTRO E FRANCISCA
AS MINHAS IRMÃS, CIARA, MARA E GORETH
A TODA MINHA FAMÍLIA
DEDICO***

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida e por todos os benefícios recebidos.

*A meu pai, **RAIMUNDO CASTRO**, pela apoio, amor e confiança, sem você não poderia concluir mais um etapa da minha vida. Pai sinto muito orgulho de ser sua filha. Te amo.*

*A minha mãe, **FRANCISCA**, um exemplo de mãe, mulher e amiga. Obrigada por abrir mão da minha presença perto da senhora, durante todo decorrer da minha formação profissional. Sinto muito orgulho de ser sua filha. Te amo.*

*A **CAPE**S pela concessão da bolsa de estudo.*

*A **MARIA ELITA DUARTE BRAGA**, minha orientadora pela eficiente orientação e por mostrar-me, que devemos ter sempre iniciativas, força de vontade e espírito de luta, que não devemos fraquejar no primeiro obstáculo. Obrigada.*

*Ao professor **MÁRIO EDUARDO R. M. CAVALCANTI MATA**, fonte de sabedoria e conhecimento, a minha eterna admiração.*

*A minha querida irmã **CLARA**, irmã rara, amiga preciosa, igual à você, ainda vai nascer. Obrigada por me aguentar nas horas de raiva, sem você, tudo se tornaria mais difícil.*

*Ao meu irmão **FLAÉSIO** e minha cunhada **HELLY**, pela ajuda, carinho e incentivo*

*A minha irmã **MARA** e minha sobrinha **ANA MARIA**, pelos momentos de alegria.*

*Agradeço em especial ao **GERMAN PAGANI**, por propiciar-me momentos felizes no desfecho desta dissertação.*

*Ao meu grande amigo **DAVID**, pelas traduções e por sua amizade*

*Ao amigo **BENÉ**, obrigada pelas palavras de carinho, pela companhia e pelo ombro amigo nas horas difíceis.*

*Ao amigo **MICHEL**, por sua atenção nos momentos que sempre precisei e por sua amizade.*

*A minha amiga **MARINA**, pelo seu carinho, companheirismo nas horas alegres e difíceis da minha vida, obrigada por tudo.*

*Aos meus amigos **MÁRCIA** e **LIRA**, por todos estes anos de amizade.*

*A **MARINÉVEA** e **ANA**, pelas caronas e por sua amizade.*

*A **ALDANIZA**, pela atenção, ajuda e carinho sempre expostos. Obrigada por tudo.*

*A **RIVANILDA**, por mostrar que o que é impossível para o homem e possível para Deus.*

A todas as pessoas que de forma direta ou indireta ajudaram-me.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE QUADROS	vii
ÍNDICE DE TABELAS	viii
LISTA DE SÍMBOLOS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 – Objetivos	2
2 - REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 - Histórico do babaçu	3
2.2 - Característica da planta	3
2.3 - Ciclo de vida	3
2.4 - Ocorrência dos babaçuais	5
2.5 - Caracterização e uso	6
2.5.1 – Fruto	6
2.5.2 – Folhas	7
2.5.3 – Estipe	8
2.5.4 – Casca	8
2.5.5 – Mesocarpo	8

2.6 - Importância econômico – social	9
2.7 - Sistemática de comercialização	11
2.8 - Extração	13
2.9 - Produção de oleaginosas	15
2.10 - Característica do óleo de coco	16
2.11 - Caracterização de óleos, azeites e gorduras	16
2.11.1 - Teor de água	17
2.11.2 - Índice de saponificação	17
2.11.3 - Índice de acidez	18
2.11.4 - Índice de iodo	18
2.11.5 - Índice de peróxido	19
2.11.6 - Índice de refração	20
2.11.7 - Valor calórico	21
2.11.8 - Ponto de solidificação	22
2.11.9 - Densidade.....	22
2.11.10 -pH	23
2.11.11- Colesterol	23
2.12 -Caracterização da qualidade nutricional dos óleos, azeites e gordura	23
2.12.1 – Carboidratos	24
2.12.2 – Cinzas	24
2.12.3 – Proteínas	24
2.13 - Caracterização organoléptica	25
2.14 – Viscosidade	25
3 – MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 - Coleta e extração das amêndoas	33
3.2 - Extração do azeite do coco babaçu	34
3.2.1 – Preparo da matéria – prima	34
3.2.2 – Torragem	34
3.2.3 – Trituração	35

3.2.4 – Cozimento	35
3.3 – Armazenamento	35
3.4 - Caracterização físico – química	36
3.4.1 - Teor de água	36
3.4.2 - Índice de acidez	36
3.4.3 - Índice de peróxido	37
3.4.4 - Densidade.....	37
3.4.5 - Índice de refração	38
3.4.6 - Valor calórico	38
3.4.7 – pH	39
3.4.8 – Colesterol	39
3.4.9 - Índice de saponificação	40
3.4.10 - Índice de iodo	40
3.4.11 - Ponto de solidificação	40
3.5 - Caracterização da qualidade nutricional	41
3.5.1 – Proteínas	41
3.5.2 – Carboidratos	41
3.5.3 – Cinzas	42
3.6 – Caracterização organoléptica	43
3.7 - Metodologia para obtenção da viscosidade	43
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 - Caracterização físico – química	45
4.1.1 - Teor de água	45
4.1.2 - Índice de acidez	45
4.1.3 - Índice de saponificação	45
4.1.4 - Índice de iodo	46
4.1.5 - Índice de peróxido	46
4.1.6 - Índice de refração	46
4.1.7 - Valor calórico	47

4.1.8 – Colesterol	47
4.1.9 - Ponto de solidificação	47
4.1.10 -Densidade.....	47
4.1.11 – pH	48
4.2 - Composição nutricional do azeite do coco babaçu	48
4.2.1 – Carboidratos	48
4.2.2 – Cinzas	49
4.2.3 – Proteínas	49
4.3 - Caracterização organoléptica	50
4.4 – Viscosidade	50
4.4.1 – Análise do tempo de queda da esfera em função da temperatura	50
4.4.2 – Análise da densidade do azeite de babaçu com a variação da temperatura	52
4.4.3 – Análise da viscosidade do azeite de babaçu com a variação da temperatura	54
4.4.4 – Análise do número de Reynolds, N_R	56
5 – CONCLUSÕES	59
6- LITERATURA CITADA	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Áreas de ocorrência de babaçuais	5
2	Coleta do coco babaçu para a extração das amêndoas	12
3	Classificação da reologia, quanto ao estudo da deformação e escoamento	26
4	Fluxograma das etapas do estudo realizado com o azeite de coco babaçu	32
5	Extração das amêndoas do coco babaçu	33
5a	Coco bruto, corte transversal com detalhes dos alvéolos do endocarpo, amêndoas e azeite extraído	34
6	Armazenamento do azeite do coco babaçu	35
7	Picnômetro para determinação da densidade	38
8	Potenciômetro	39
9	Análise titulométrica, utilizando uma bureta e um becker	40
10	Destilador de nitrogênio	41

11	Espectrofotômetro	42
12	Mufla, utilizada para análise de cinzas	42
13	Vicosímetro de bola	44
14	Dados experimentais e curva ajustada para os dados de tempo de queda da esfera em diferentes temperaturas do azeite de coco babaçu	52
15	Dados experimentais e a curva de tendência da densidade com a variação de temperatura.....	53
16	Curva dos dados experimentais de viscosidade em função da temperatura e ajuste segundo Andrade	55
17	Coeficiente de arraste e Número de Reynolds para partículas esféricas (Reproduzida a partir de VENNARD, 1961)	57
18	Reograma de comparação de fluidos newtonianos denominados de fino (a) e grosso (c)	58
19	Esboço do reograma do azeite de babaçu à 25 °C	58

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro		Página
1	Época da coleta e ponto máximo da safra do babaçu, nos estados que tem maior produção	4
2	Dados da esfera usada para determinação da viscosidade do azeite de coco babaçu.....	44
3	Características organolépticas do azeite de coco babaçu.....	50

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela		Página
1	Estimativas da área ocupada por babaçuais em cada estado e a participação percentual sobre o total brasileiro	6
2	Potencial energético do coco babaçu	11
3	Quantidade de amêndoas extraídas nos anos de 1980 a 1992 no Brasil	13
4	Índice de saponificação de óleos e gorduras comestíveis	18
5	Índice de iodo de óleos e gorduras comestíveis	19
6	Classificação dos óleos vegetais com relação ao índice de iodo	19
7	Tabela de calorias de azeites e óleos	22
8	Teores de proteínas, glicídios, lipídios, cálcio, fósforo e ferro de óleos vegetais	25
9	Modelos empíricos de comportamento reológico	30
10	Comparação entre as características físico-química obtidas para o azeite de coco babaçu e as constantes em literaturas para o azeite de oliva	48

11	Composição nutricional do azeite de coco babaçu	49
12	Tempo de queda da esfera, no cilindro contendo azeite, nas diversas temperaturas de teste	51
13	Coeficiente a, b e c de ajuste, e parâmetro estatísticos obtidos para regressão polinomial dos dados de tempo de queda em função da temperatura do azeite de babaçu	51
14	Densidade do azeite de babaçu nas várias temperaturas estudadas	53
15	Coeficiente a e b de ajuste e parâmetros estatísticos obtidos para regressão linear dos dados de densidade em função da temperatura do azeite de babaçu	54
16	Viscosidade e número de Reynolds, obtidos para o azeite de coco babaçu nas temperaturas de 25, 30, 35, 40, 45 e 50 °C	54
17	Parâmetros estatísticos, bem como os parâmetros A e B do Modelo exponencial proposto por Andrade	56

LISTA DE SÍMBOLOS

C_D	<i>Coeficiente de arraste</i>
μ	<i>Viscosidade</i>
ρ	<i>Densidade</i>
τ	<i>Tensão de cisalhamento</i>
γ	<i>Taxa de cisalhamento</i>
N_R	<i>Número de Reynolds</i>
K	<i>Constante</i>

RESUMO

Neste trabalho foi realizado um estudo sobre a caracterização físico-química, nutricional e reológica do azeite de coco babaçu (*Orbignya spp*). Na caracterização foram determinados, teor de água, índice de saponificação, índice de acidez, índice de iodo, índice de peróxido, índice de refração, valor calórico, ponto de solidificação, densidade, pH, colesterol, teor de proteínas, teor de carboidratos e teor de cinzas. Foi realizado uma análise sensorial para se saber a aceitação do produto. A viscosidade foi estudada nas temperaturas de 25, 30, 35, 40, 45 e 50 °C. Os valores obtidos das análises, foram, teor de água 0,296%, índice de saponificação 271 mgOKH/g_{óleo}, índice de acidez 0,002 mgOKH/g_{óleo}, índice de iodo 16 g_{iodo}/100 g_{óleo}, índice de peróxido 7 meq/100 g, índice de refração 1,472, ponto de solidificação 24,5 °C, densidade 0,920 à 25 °C, pH 6, colesterol (ausente), teor de proteínas (ausente), teor de carboidratos (ausente) e cinzas 1,33g. Os resultados encontrados da caracterização físico-química e nutricional, quando comparados com os resultados do azeite de oliva obtidos da literatura, observou-se que os valores foram próximos, caracterizando-o como um óleo de boa qualidade. Os resultados obtidos para caracterização organoléptica de odor, aspecto e cor obteve-se um índice de 85% de aceitabilidade para o azeite de coco babaçu, as viscosidades decresceram consideravelmente a altas temperaturas e estes valores foram: 26,27 cP a 25 °C; 18,66 cP a 30 °C ; 15,73 cP a 35°C; 13,55 cP a 40°C e 11,69 cP a 45°C e 9,39 cP a 50 °C. O modelo exponencial, proposto por Andrade, se ajusta bem aos dados experimentais, apresentando um coeficiente de correlação de 99,11%. Ainda com relação a viscosidade, concluiu-se que o azeite de babaçu, é apresenta comportamento Newtoniano, colocando--se entre água e óleo e portanto pode ser considerado fino.

ABSTRACT

This work is a study into the physical/chemical, nutritional and rheological characterization of babaçu coconut oil (*Orbignya spp* L.). Determined in this characterization were water content, saponification index, acidity index, iodine index, peroxide index, refraction index, calorific value, solidification point, density, pH, cholesterol, protein level, carbohydrate level and ash level. A sensory test was performed to evaluate the product's acceptance. Viscosity was studied at temperatures of 25, 30, 35, 40, 45 and 50 °C. The following results were obtained from these results: water content 0.296%, saponification index 271 mgOKH/g_{óleo}, acidity level 0.002 mgOKH/óleo, iodine index 16 giodo/100 g_{óleo}, peroxide index 7 meq/1000 g, refractive index 1.472, solidification point 24.5 °C, density 0.929 at 25C, pH 6, cholesterol (absent), protein content (absent), carbohydrate content (absent) and ash 1.33g. The results obtained for the physical/chemical and nutritional characterization when compared with the results for olive oil obtained in the literature, are similar, characterized as an oil of good quality. The results obtained for organoleptic characterization of smell, appearance and color, showed an 85% acceptance for babaçu coconut oil, the viscosities decreased considerably at high temperatures, these values being : 26.27 cP at 25°C; 18.66 cP at 30°C; 15.73cP at 35°C, 13.55 cP at 40°C e 11.69 cP at 45°C and 9.39 cP 50°C. It is concluded that the exponential model, proposed by Andrade, adjusts itself well to the experimental data, demonstrating a correlation coefficient of 99.11% and that the babaçu oil shows Newtonian behavior, placed between water and oil and therefore can be considered fine.

1- INTRODUÇÃO

O babaçu (*Orbignya spp*) é uma palmeira nativa que concentra-se na região Nordeste, Norte e Centro Oeste, merecendo maior destaque a região Nordeste, que detém, atualmente, a maior produção de amêndoas e a maior área ocupada com cocais. O Maranhão destaca-se dentre os estados do Nordeste, pois está palmeira cobre um quarto do território Maranhense e é a primeira riqueza extrativa deste Estado. Cabe ao Maranhão mais de 70% da produção de babaçu no Brasil. Minas Gerais, na região Sudeste, merece citação por ser o único estado fora das regiões citadas que possui área expressiva coberta com babaçu (BEZERRA, 1999).

O gênero *Orbignya* ocorre também em outros países das Américas, como no Sul do México, os babaçuais da Bolívia presentes em Santa Cruz de La Sierra, fronteiras com os estados brasileiros do Acre e Rondônia (EMBRAPA, 1984).

Segundo experiências efetuadas pelo Instituto de Recursos Naturais e pela Escola Técnica Federal do Maranhão, o babaçu fornece cerca de 68 subprodutos. Destacam-se entre eles: álcool, produtos químicos, glicose e gases combustíveis.

A colheita do fruto da palmeira do babaçu é realizada de maneira rudimentar, como também a retirada de sua amêndoa.

O fruto da palmeira do babaçu é tido como meio de subsistência dos pequenos agricultores da região.

As exportações do coco de babaçu elevaram-se a um máximo durante alguns anos, e depois cessaram completamente, já que as indústrias domésticas de transformação absorveram a produção total dessas matérias-primas.

O Brasil já perdeu grande parte de sua vegetação natural, constantemente, muitas palmeiras são derrubadas, ocasionando imenso prejuízo. Os babaçuais sofrem, hoje, a conseqüência das queimadas e derrubadas. Paulatinamente, as grandes áreas onde existe palmeiras vão sendo substituídas gradativamente por outras culturas como o capim. As tendências de produção e de beneficiamento de sementes oleaginosas, leva em consideração também, as tendências do crescimento da população no respectivo estado ou região.

Da palmeira do babaçu tudo pode ser aproveitado: o fruto é utilizado na fabricação de óleo, carvão, leite, ração para gado entre outros. Dela são extraídos, ainda, elementos para a fabricação de detergente, sabão, margarina e cosméticos.

O produto mais utilizado da palmeira do babaçu são as amêndoas, que são 7% do coco, de onde é extraído o óleo ou azeite para variados fins.

Os óleos e gorduras são substâncias insolúveis em água (hidrofóbicas), de origem animal, vegetal ou mesmo microbiana, formadas predominantemente de produtos de condensação entre “glicerol” e “ácidos graxos” chamados triglicerídeos.

A diferença entre óleos e gorduras reside exclusivamente na sua aparência física. As gorduras apresentam aspecto sólido e os óleos, líquido. O termo gordura, contudo, é o mais abrangente e usualmente empregado quando o estado físico não tem maior significância.

A palavra azeite é usada para os óleos provenientes de frutos, como por exemplo: azeite de oliva, azeite de dendê e azeite de babaçu.

Atribui-se, por diferentes razões, grande importância ao conteúdo de gordura dos nossos alimentos. Uma delas é a tendência de se fazer ligação entre o modo de alimentação e o aumento vertiginoso das doenças de coração e das vias circulatórias. A quantidade e principalmente a qualidade do tipo de óleo ou gordura consumidas têm uma importância real.

O consumo de óleos ou gorduras saturadas existentes na natureza é muito grande, as quais podem aumentar o nível do colesterol do sangue. Contrariamente, os óleos contendo alta porcentagem de insaturados, como o óleo de soja, milho, arroz e girassol, reduzem o nível de colesterol do sangue.

Sabendo-se que o azeite do coco babaçu, por sua composição, pode competir em importância com outros tipos de azeites vegetais, é de grande relevância o conhecimento de técnicas eficazes para a colheita, extração e a determinação das características deste produto.

1.1- Objetivos

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivos: fazer a extração, estudar as características físico-química (teor de água, índice de saponificação, índice de acidez, índice de iodo, índice de peróxido, índice de refração, valor calórico, ponto de solidificação, massa específica, pH, colesterol), estudar as características nutricionais (proteínas, carboidratos e cinzas) e a viscosidade do azeite do coco babaçu em seis temperaturas (25, 30, 35, 40, 45 e 50 °C) no seu estado extra- virgem e, também, fazer uma comparação do seu teor nutritivo com outros azeites, visando a comercialização futura do produto.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Histórico do babaçu

O babaçu é uma palmeira do gênero *Orbignya*. Sua classificação botânica está dividida em duas espécies, *Palmae Orbignya Oleifera* (babaçu do cerrado) e *Palmae Martiana* também conhecida como babaçu da floresta (PROJETO, 1980).

2.2 – Características da planta

Palmeira elegante que pode atingir até 20 m de altura. Possui estipe característico por apresentar restos das folhas velhas, mortas, em seu ápice. Folhas com até 8 m de comprimento, arqueadas. Flores creme-amareladas, aglomeradas em longos cachos. Cada palmeira pode apresentar até 6 cachos de coco (BIBLIOTECA VIRTUAL, 1998).

A palmeira de babaçu legítima tem um traço inconfundível, suas palmas formam ângulos maiores de 250° com o horizonte, permitindo uma distinção *sui-generis* com as outras palmeiras, e tem as mais variadas aplicações, que incluem o aproveitamento do estipe, folhas e frutos. A bela palmeira, muito alta e copada, recebeu dos indígenas da fala tupi, o nome *uauaçú* (BEZERRA, 1995).

2.3 - Ciclo de vida

Esta palmeira que atinge 20 m de altura, começa a frutificar entre o 7º e 8º ano de vida, alcançando plena produção no 15º ano, e tem uma vida média de 35 anos, podendo, às vezes, atingir até 100 anos de vida. Produz de 3 a 6 cachos de frutos por ano, cada cacho possui cerca de 150 a 300 cocos, e cada coco possui em média, 3 a 5 amêndoas no interior do fruto (ARAÚJO, 1997).

Segundo BEZERRA (1995), a palmeira de babaçu possui três estágios de crescimento. O primeiro constituído pelas pindovas, onde a palmeira apresenta até três folhas definitivas. O segundo denominado palmito, pode ser identificado pelo palmito, quase ao nível do solo. No terceiro, o caule já se encontra formado, correspondendo à fase anterior a adulta

O babaçu normalmente não recebe tratamentos culturais. Os diversos estágios de crescimento da palmeira, ocorrem em capoeiras, e a penetração de trabalhadores fica difícil, devido ao emaranhado da vegetação.

A época e a intensidade da safra variam com a região e de acordo com a localização dos babaçuais, populações existentes e condições meteorológicas vigentes. O Quadro 1, abaixo, mostra o período de safra do babaçu nos estados que têm maior produção.

Quadro 1 - Época da coleta e ponto máximo da safra do babaçu, nos estados que têm maior produção.

Estado	Época de Coleta	Ponto Máximo de Safra
Maranhão (1)	Julho – Dezembro	Setembro - Novembro
Piauí (2)	Agosto – Dezembro	Novembro - Dezembro
Goiás (3)	Junho – Dezembro	Agosto - Setembro

Fonte: BEZERRA (1995)

Segundo RIZZINI *et al.* (1976), não dedicou-se, até o presente momento, ao seu cultivo, dada a enorme abundância em estado silvestre. Tal abundância, na realidade, tende a crescer, pois a palmeira babaçu está entre as primeiras plantas que despontam como vegetação sucessória; depois de derrubada ou queimada a mata, para fins agrícolas, o babaçu rebrota vigorosamente em enorme quantidade. Tal peculiaridade leva muitos a encarar o babaçu como uma “praga”, pois facilmente se instala e é difícil de exterminar, o que desencoraja o estabelecimento de outras culturas.

2.4 – Ocorrência dos babaçuais

Os babaçuais brasileiros concentram-se na região Nordeste, Norte e Centro Oeste, merecendo maior destaque para a região Nordeste que detém, atualmente, a maior produção de amêndoas e a maior área ocupada com cocais (Figura 1). Minas Gerais, na região Sudeste, merece citação por ser o único estado fora das regiões citadas que possui área expressiva coberta com babaçu (EMBRAPA, 1984).



Figura 1 – Áreas de ocorrência de babaçuais

O estado do Maranhão tem sua paisagem caracterizada por belas palmeiras. A flora é rica em variadas espécies como o buriti, macaúba, tucum e outros, mas a predominância é da palmeira de babaçu (ARAÚJO, 1997).

O babaçu em sua ampla área brasileira ocorre sobre variadas unidades de solo, consorciando-se ou alternando-se com cobertura florestais primitivas ou derivadas, tais como, mata, cerrado, capoeira, pastagens e lavouras, e está submetido a climas com ampla variação de pluviosidade anual, ocorrendo em climas que vão do tipo semi-árido tropical ao tropical úmido, com ligeiro déficit hídrico (FONTELES, 1981).

O babaçu é muito encontrado nas regiões subtropical e tropical. As diversidades de fatores climáticos têm promovido o aparecimento de raças geográficas. Encontradas nas regiões tropicais úmidas, as melhores condições para o seu desenvolvimento, e conseqüentemente maior produtividade (ARAÚJO, 1997).

As estimativas da área ocupada por babaçuais, em cada estado, e a participação percentual sobre o total brasileiro pode ser visto na Tabela 1 a seguir. Essas estimativas foram feitas em relação a área geográfica de ocorrência, pois a área real ocupada com babaçu é sempre menor devido à descontinuidade dos cocais (EMBRAPA, 1984).

Tabela 1 – Estimativas da área ocupada por babaçuais em cada estado e a participação percentual sobre o total brasileiro.

Brasil e Estados	Área estimada em 1000 ha				Média aproximada das estimativas	
	1	2	3	4	Área (1000 ha)	%
Amazonas	-	-	50	200	125	0,88
Maranhão	12.000	8.500	8.665	8.665	9.455	66,70
Piauí	1.200	1.200	300	300	750	5,29
Ceará	-	-	30	30	30	0,21
Bahia	-	-	-	50	50	0,35
Mato Grosso	1.500	800	2.000	2.000	1.575	11,11
Goiás	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	7,05
Minas Gerais	1.000	-	1.000	1.000	1.000	7,05
Outros	700	40	280	480	375	2,64
Brasil	17.400	11.450	13.925	13.925	14.175	100,00

Fonte: EMBRAPA (1984)

2.5 – Caracterização e uso

2.5.1– Fruto

O fruto tem forma geralmente oblonga, medindo de 8 a 15 cm de comprimento por 5 a 7 cm de diâmetro, cor ferrugem, tendo 4 a 5 amêndoas (ARAÚJO, 1997).

De acordo com MARTINO (1998) a composição física do fruto indica quatro partes aproveitáveis: epicarpo (11%), mesocarpo (23%), endocarpo (59%) e amêndoas (7%). A casca (93%), conjunto formado pelo epicarpo, mesocarpo e endocarpo, é normalmente desperdiçado nos processos de quebra manual (EMBRAPA, 1984),

Segundo CASTRO *et al.* (1998) o leite extraído da semente do coco babaçu, através de análise laboratorial, apresentou valores nutricionais bastante satisfatórios para o consumo humano.

A principal utilidade atual do babaçu, consiste na produção de óleo, para fins culinários e industriais, a partir das amêndoas que representam apenas 7% do peso total do fruto. As demais partes do fruto oferecem perspectivas animadoras para a produção de carvão, alcatrão, gás combustível e álcool, para fins energéticos, ou de amido, de elevado valor alimentício e industrial (BEZERRA, 1995).

As amêndoas verdes, recém-extraídas, raladas e espremidas com um pouco de água em pano fino, fornecem um leite de propriedades nutritivas semelhantes às do leite humano, segundo pesquisas do Instituto de Recursos Naturais do Maranhão. Esse leite é muito utilizado na culinária local como tempero para carnes de caça e peixes, substituindo o leite de coco-da-baía e como mistura para empapar o cuscuz de milho, de arroz e de farinha de mandioca ou, até mesmo, bebido ao natural, substituindo o leite de vaca (BIBLIOTECA VIRTUAL, 1998).

2.5.2 – Folhas

Suas folhas servem de matéria-prima para a fabricação de utilitários: cestos de vários tamanhos e funções, abanos, peneiras, esteiras, cercas, janelas, portas, gaiolas e demais objetos. É usado ainda como matéria-prima fundamental na armação e cobertura de casas e abrigos. Durante a seca, essas folhas servem de alimento para os animais. (BIBLIOTECA VIRTUAL, 1998).

2.5.3 – Estipe

O estipe do babaçu, quando apodrecido, serve de adubo, se em boas condições, é usado em marcenaria rústica. Das palmeiras jovens, quando derrubadas, extrai-se o palmito e coleta-se uma seiva que, fermentada, produz um vinho bastante apreciado regionalmente (BIBLIOTECA VIRTUAL, 1998).

2.5.4 – Casca

A casca do coco, devidamente preparada, fornece um eficiente carvão, fonte exclusiva de combustível em várias regiões do nordeste do Brasil. A população, que sabe aproveitar das riquezas que possui, realiza, freqüentemente, o processo de produção do carvão de babaçu durante a noite. Este processo consiste na queima lenta, em caieiras cobertas por folhas e terra. A casca do babaçu ainda produz uma vasta fumaça a qual é aproveitada como repelente de inseto. Outros produtos de aplicação industrial podem ser derivados da casca do coco do babaçu, tais como, etanol, metanol, carvão reativo, gases combustíveis, ácido acético e alcatrão (BIBLIOTECA VIRTUAL, 1998).

Hoje, torna-se cada vez mais comum, o uso da casca na fabricação de carvão em caldeiras rústicas, tanto para fins domésticos como industriais. O carvão industrial é aproveitado na fabricação de filtros de cigarros. Como exemplo, podemos citar uma indústria na cidade de Mafra no estado de Santa Catarina, onde efetua-se a carbonização da casca de babaçu, proveniente do estado de Goiás (RIZZINI *et al.* 1976).

2.5.5 – Mesocarpo

O mesocarpo representa 20% do fruto, é composto de 60% de amido o que torna-o uma excelente fonte alimentícia. O uso do amido do babaçu na alimentação humana é potencialmente importante, mas precisa de pesquisas para purificação, clareamento e

enriquecimento nutricional. Na área farmacêutica o amido do babaçu tem sido indicado para a cura de um grande número de doenças (MARTINO, 1998).

2.6 – Importância econômico-social

O babaçu é considerado o maior recurso oleífero nativo do mundo, e um dos principais produtos extrativos do Brasil, contribuindo de maneira significativa para a economia de alguns Estados da Federação (ALVES, 1984).

O babaçu apresenta alta importância ecológica, social e política na qualidade de produto extrativo, envolvendo milhares de famílias nos estados do Maranhão, Piauí e Goiás, estados de maior produção. Sua importância social aumenta ainda mais, porque a exploração do produto ocorre no período de entre-safra das principais culturas regionais, concorrendo, portanto, para a manutenção dessas famílias, e contribuindo para conter o êxodo rural, além de exercer um papel fundamental na manutenção da fertilidade do solo.

De acordo com a Revista Atualidades do Conselho Nacional do Petróleo, o babaçu foi sempre considerado uma das maiores riquezas do país, com distância quantificada em “bilhões” de palmeiras, produzindo “milhões” de toneladas de coco. O babaçu desponta hoje como uma das melhores alternativas para acelerar nossa independência energética em termos de petróleo e carvão. Isto poderá ser conseguido num prazo não muito longo, através de um plano integrado, visando o seu aproveitamento total.

Em alguns estados, estudos neste sentido estão sendo realizados, como é o caso do estado do Piauí, onde a COMDEP (Companhia de Desenvolvimento Econômico do Piauí), investiga as possibilidades de aproveitamento integral do babaçu, do qual o estado é o segundo produtor; no estado do Maranhão, a empresa AGRIMA (Companhia Agrícola do Maranhão), com apoio do Banco Mundial, investe milhões de dólares, para encontrar fontes alternativas de energia, através da utilização do coque e do álcool, derivados do babaçu (BABAÇU, 1980).

A Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e Comércio, estimou a produção brasileira de coco babaçu em 12,4 milhões de toneladas por ano. Esse total, se industrializado integralmente, poderia gerar um bilhão de litros de álcool, dois milhões de toneladas de coque siderúrgico, meio milhão de toneladas de óleo, dois bilhões de metros cúbicos de gás combustível e um e meio milhão de toneladas de epicarpo (combustível primário) (EMBRAPA, 1984).

Um resultado imediato da industrialização integral de coco pode ser avaliado através da energia contida nos produtos acima mencionados, cujo potencial energético global poderá atingir cerca de quarenta bilhões de megacalorias por ano, o que equivale a uma potência instalada de aproximadamente, cinco mil megawatts, operando 24 horas por dia, durante todo o ano (COCO, 1983).

Não obstante os dados acima apresentados, a amêndoa do babaçu representou no triênio de 1975 a 1977, entre 28,9% e 30,7% do valor da produção de extrativo no país, exceto a madeira. O alcance da contribuição que o babaçu poderá dar a Nação, somente através de seus produtos energéticos derivados, é sem dúvida inestimável (EMBRAPA, 1984).

A palmeira de babaçu muito comum no Norte e Nordeste do Brasil pode ser a solução que o governo busca, bem como os ambientalistas e os pequenos agricultores que sobrevivem, durante entre-safra, desta palmeira. Graças a uma nova tecnologia denominada “aproveitamento total”, desenvolvida na tese de doutorado de Edmond Baruque Filho, do Programa de Engenharia Química (PEQ) da COPPE, o babaçu pode transformar-se em fonte de renda para a população e matéria-prima para a produção de álcool (PLANETA COPPE, 1998).

Segundo BARUQUE FILHO (1998) a exploração do babaçu pode ser uma alternativa para dois problemas cruciais da região amazônica: desemprego e degradação ambiental. A indústria do babaçu gera muitos empregos e sua produção é auto-sustentável, e não ameaça o meio ambiente.

Por conter amido, o babaçu é a única palmeira no mundo que pode ser utilizada na produção do etanol. Na floresta nativa é possível encontrar, em média, 200 palmeiras por km². Esta planta, sem receber nenhum cuidado especial, produz no mínimo 2,5 toneladas de frutos por ha/ano. Quando as plantas são tratadas, a produção chega a 7,5 toneladas por ha/ano (PLANETA COPPE, 1998).

O pesquisador José Mário Ferro Frazão, há 12 anos envolvido nas pesquisas tecnológicas sobre o babaçu vai mais longe, em declarações à imprensa maranhense, disse em tom enfático: “Os problemas que envolvem a economia do babaçu não começam nas duas últimas décadas”. Apesar da importância sócio-econômica e do potencial energético/alimentar desse recurso natural, essa atividade estagnou em processos primários de exploração extrativista. As soluções para resolver tais problemas são por demais conhecidas e dependem de uma decisão política por parte dos governos federal e estadual e que deveriam ter se empenhado em investir em pesquisas científicas, visando o melhoramento genético dessa palmeira, assim como em apoiar o desenvolvimento tecnológico para melhor aproveitamento do fantástico potencial do coco babaçu (MARTINO, 1998). A Tabela 2, expressa o potencial energético do coco babaçu (MAIA, 1981).

Tabela 2 – Potencial energético do coco babaçu.

Amêndoas	Produto	Quantidade Produzida
1 Tonelada	Alcool	80 litros
	Carvão	145kg
	Gás	174m ³
	Óleo	40kg

2.7 – Sistemática de comercialização

No relacionamento proprietário/quebrador, é comum a venda das amêndoas ao proprietário da terra, que oferece preço de 10 a 20% inferior ao vigente na região. Como segunda opção, o quebrador troca as amêndoas por mantimento no “quitandeiro” (comprador

intermediário), que as estoca, para o proprietário posterior comercializá-las junto a indústria. Isto deve-se em parte a dificuldade do quebrador comercializá-las diretamente seu produto no mercado.

A população rural dos municípios produtores de babaçu, vivem principalmente, da agricultura, comércio e extrativismo da amêndoa, que constitui uma atividade exercida geralmente por mulheres e crianças (Figura 2), visando a complementação da renda familiar (BEZERRA, 1995).



Figura 2 – Coleta do coco babaçu para extração das amêndoas.

Segundo o mesmo autor, a presença de intermediário entre o extrativista do babaçu e a indústria de processamento do produto, tem como consequência imediata uma redução drástica na renda do extrativista, pois ele vende o produto a um preço inferior ao efetivamente pago pelas usinas.

Desta maneira, a falta de incentivo para a comercialização do produto tem provocado o desmatamento dos babaçuais para dar lugar a outras culturas, prejudicando assim, aqueles trabalhadores rurais que sustentam suas famílias através da colheita e venda dos frutos do

babaçu, e para as indústrias oleaginosas que beneficiam as amêndoas (BEZERRA, 1995). As estimativas da quantidade de amêndoas de babaçu extraídas nos anos de 1980 a 1992 no Brasil pode ser visto na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 - Quantidade de amêndoas extraídas nos anos de 1980 a 1992 no Brasil.

Ano	1980	1981	1982	1985	1986	1987	1988	1989	1991	1992
Amêndoas (Ton.)	1.930	2.062	1.180	989	910	728	1.698	1.700	1.668	1.671

Fonte: BEZERRA (1995)

2.8 – Extração

Devido ao elevado valor dos óleos vegetais, não existem fábricas que possam sobreviver sem dispor da extração por solvente (MORETTO e ALVES, 1986).

Segundo REY (1970), a extração é um processo em que um dos componentes da mistura sólido ou líquido, é transferido a outro líquido, que atua como solvente. A extração com solventes tem por fundamento a difusão da matéria.

Uma das principais patentes na área de extração foi em 1967, quando na Inglaterra fez-se a extração de óleos vegetais, e em 1978 na Alemanha onde foi extraída a cafeína de grãos de café. Mais tarde fez-se a extração de lúpulo (1978) nos EUA, a recuperação e desodorização de gorduras (1973) na Holanda, (ARAÚJO, 1993).

Os processos de extração que usam o dióxido de carbono líquido ou supercrítico como solvente para isolar os componentes voláteis de frutos, condimentos e ervas têm recebido grande atenção das indústrias farmacêuticas, de cosméticos e de alimentos (HIERRO e SANTA MARIA, 1992).

As vantagens como maior rendimento, maior teor de pureza das substâncias extraídas, baixa temperatura de extração, fácil recuperação do gás de extração e remoção completa do solvente, motivaram o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas e industriais para a aplicação do processo de separação com solvente sub/supercrítico (ARAÚJO, 1993).

O solvente supercrítico mais utilizado é o dióxido de carbono, o qual possui propriedades que o tornam um solvente de aplicação ideal: não tóxico, não corrosivo, não inflamável, tem baixo custo e é facilmente separado da mistura soluto/solvente (MONTEIRO, 1995).

Segundo ARAÚJO (1994), foram estudadas sementes de doze genótipos de girassol. Após a extração do óleo das sementes, procedeu-se a sua caracterização físico-química, bem como a determinação do teor percentual de óleo. As sementes descortinadas apresentaram maior teor percentual em óleo do que as sementes íntegras. Os valores encontrados quanto ao índice de refração, iodo e saponificação se situaram dentro das faixas determinadas por outros autores.

Na Guatemala, os nativos extraem o óleo da polpa de abacate por prensagem, após o aquecimento para evaporar a água, utilizando métodos rudimentares de extração, isto é, colocando a polpa em sacos e prensando-a entre duas pesadas pedras. Devido a natureza pastosa da polpa e ao seu alto teor de água, não se pode extrair eficientemente o óleo por prensagem sem uma secagem prévia, a não ser que se utilize musgo ou outra material fibroso: ainda assim, a perda de óleo é muito grande. Na Califórnia, emprega-se, em pequenas escalas, a extração por meio de prensagem da polpa cortada em pequenos pedaços e que é colocada em estufa a 55 °C para desintegração, e a parte resultante centrifugada para a separação do óleo (TANGO, 1964).

2.9 - Produção de oleaginosas

A produção de oleaginosas no mundo é bastante grande. O Brasil tem várias espécies de oleaginosas que contribui com uma percentagem desta produção. Como exemplo tem-se o óleo de palma (dendê) com 18% do mercado mundial, é o segundo no ranking, ficando somente atrás do óleo de soja, com 21%, segundo o Instituto de Pesquisa Alemão Ista Mielke. O Brasil, que tem somente no Pará, uma área considerável para o cultivo da palma, é responsável por apenas 0,5% da produção mundial (REVISTA ÓLEOS e GRÃOS, 1995).

Outra oleaginosa bastante produzida no Brasil é o caroço de algodão. Segundo MARKLEY (1959), sob o ponto de vista de tonelagem, o caroço de algodão é a principal fonte de óleo vegetal no Polígono das Secas. Nos últimos anos, a produção dessa oleaginosa excedeu a todas as outras combinadas e foi mais de duas vezes maior do que sua competidora mais próxima, ou seja, a semente de mamona. Esta semente concorre com quase toda a produção de óleos comestíveis na área, mas não é a fonte de maior volume de óleo. A produção de óleo por tonelada de caroço de algodão é a mais baixa entre todas as sementes oleaginosas comercialmente beneficiadas.

Ainda de acordo com o autor acima, o gergelím é uma planta que tem uma resistência relativamente boa ante à seca. Uma das plantas há mais tempo cultivadas pelo homem. O gergelím é de origem asiática e africana e é cultivada em quase todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, especialmente na Índia, Sul da China, Oriente Médio, África, e no Hemisfério Ocidental do Texas a Venezuela (EMBRAPA, 1984).

A Embrapa de Campina Grande-PB, está realizando testes com o óleo da semente do gergelím, até o atual momento os testes apresentaram resultados esperados pelos pesquisadores.

Segundo FURTADO (1997), há 30 anos, no mapa da produção de óleos e gorduras, o território do óleo de palma (dendê), era equivalente a apenas 4% do total. Hoje essa participação alcança 17%. O óleo de soja ainda é maior, com 20% do volume global. Mas

pode perder esta posição, dentro de cinco a seis anos, de acordo com projeções recentes de institutos especializados. O óleo de palma (dendê) é procurado por ser estável, ou seja, mantém suas propriedades numa larga faixa de temperaturas. Na indústria de frituras, por exemplo, ainda que seja muito aquecido, não deixa qualquer odor no produto final.

Segundo BENTES (1998), cerca de 80% da produção mundial de óleos e gorduras, são utilizados no setor de alimentos, como constituinte básico ou na forma de aditivos, os outros 20% são aplicados nas indústrias de cosméticos, sabões, detergentes e outros.

2.10 - Características do óleo de coco

Segundo ARGENTIÉRI, (1992) o óleo de coco tem aspecto de uma gordura branca e branda ou de um óleo branco como água, ainda que turvo, segundo o clima em que se encontra. Sua densidade oscila entre 0,92 e 0,93. Funde-se entre 28 e 35 °C. Solúvel no álcool e na água, pode saponificar-se ao frio com lixívia concentradas. É raramente falsificado em virtude da facilidade que oferece para que se descubra a falsificação, ou seja, seu cheiro característico.

ANGELUCCI *et al.* (1987), afirma que a rancidez oxidativa é, sem dúvida, a principal causa da deterioração de óleos e gorduras e é a característica que define a vida útil destes tipos de produtos. Portanto, a estabilidade (resistência a oxidação) vem a ser um dos fatores que mais preocupam os produtores, assim como um dos principais critérios de qualidade em óleos e gorduras.

2.11 – Caracterização de óleos, Azeite e gorduras

As determinações feitas na análise de óleos e gorduras são, geralmente, as dos chamados índices, que são expressões de propriedades físicas ou químicas dos mesmos e não as percentagens de seus constituintes. Assim, são determinados o teor de água, o índice de

acidez, índice de saponificação, índice de iodo, índice de peróxido, índice de refração, valor calórico, ponto de solidificação, densidade, pH e colesterol. São estes índices que, juntamente com as reações características, servem para identificação e avaliação da maioria dos óleos, azeites e gorduras, sendo o resultado da análise baseado neste conjunto de dados (ADOLFO LUTZ, 1976).

2.11.1 – Teor de água

O teor de água é a quantidade de água não combinada na amostra, pois a existência de uma porcentagem mínima de água, caracteriza-o como um produto de melhor qualidade com maior durabilidade (VIEIRA, 1994).

PEDROZA *et al.* (1997), objetivando avaliar os efeitos do tipo e do período de armazenagem sobre os teores de óleo e os teores de água, armazenaram sementes de urucum (*Bixa orellana*, L.), em silos de zinco e em sacos de nylon, durante oito meses. Os teores de óleo foram determinados pelo método de Soxhlet e os teores de água pelo método da estufa à $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas. Os teores de óleo diminuíram com o período de armazenagem tanto para as sementes armazenadas em silos como também para as armazenadas em sacos, e os teores de água oscilaram de acordo com as estações do ano, também para os dois tipos de armazenagem.

2.11.2 – Índice de saponificação

O índice de saponificação é definido como o número de miligramas de hidróxido de potássio necessário para neutralizar os ácidos graxos livres, resultantes da hidrólise de uma grama da amostra, é inversamente proporcional ao peso molecular médio dos ácidos graxos dos glicerídios presentes. É importante, para demonstrar a presença de óleos ou gorduras de alta proporção de ácidos graxos, de baixo peso molecular, em mistura com outros óleos e

gorduras (ADOLFO LUTZ, 1976). Na Tabela 4, pode-se verificar alguns índice de saponificação.

Tabela 4 – Índice de saponificação de óleos e gorduras comestíveis.

<i>Oleos</i>	<i>Índice de saponificação</i>
Coco	256
Oliva	190
Amendoim	156
Algodão	193
Milho	191
Girassol	132
soja	192

Fonte: ARAÚJO (1995)

2.11.3 – Índice de acidez

A acidez é definido como o número de miligramas de hidróxido de potássio necessário para neutralizar os ácidos graxos livres de 1 g da amostra, o índice de acidez revela o estado de conservação do óleo ou azeite. A decomposição dos glicerídios é acelerada por aquecimento e pela luz, e a rancidez é quase sempre acompanhada pela formação de ácido graxo livres (ADOLFO LUTZ, 1976)

2.11.4 - Índice de iodo

O índice de iodo (I.I), é a medida da insaturação de óleos e/ou gorduras, expressa em número de gramas de iodo absorvido por 100 g da amostra. Por conseguinte, um índice de

iodo elevado significa alto grau de insaturação (ARAÚJO, 1995). Na Tabela 5, pode-se verificar alguns índices de iodo de vários óleos:

Tabela 5 – Índice de iodo de óleos e gorduras comestíveis.

<i>Óleos</i>	<i>Índice de iodo</i>
Coco	7-10
Oliva	76-90
Amendoim	84-102
Algodão	99-121
Milho	110-128
Girassol	122-139
soja	125-138

Fonte: ARAÚJO (1995)

Em uma determinada amostra de óleo, faz-se a determinação do índice de iodo, para verificar, se o mesmo é um óleo secante, semi-secante ou não-secante. Na Tabela 6 encontra-se a classificação dos óleos vegetais em função do índice de iodo.

Tabela 6 - Classificação dos óleos vegetais com relação ao índice de iodo:

	Secante	Semi-secante	Não-secante
Faixa do Índice de Iodo	130 a 200	$100 < I.I < 130$	< 100

Fonte: ARAÚJO (1995)

2.11.5 – Índice de peróxido

O índice de peróxido é um indicador muito sensível do estágio inicial da oxidação, e sua presença é indicio de que a deterioração do sabor e odor, em função de sua instabilidade,

está por acontecer. Quando a sua concentração atinge certo nível, mudanças complexas ocorrem, formando composto de baixo peso molecular, oriundo de sua degradação. Durante o processo de oxidação, os valores de peróxidos alcançam determinada concentração e, posteriormente, diminuem. Sua degradação é influenciada por diversos fatores, tornando imprevisível sua retenção no óleo, ou na gordura, ou sua conversão em voláteis. Em nível industrial, o índice de peróxido é um indicador comumente utilizado para determinar o fim da vida útil do óleo/gordura. A formação destes é precedida pela degradação química do óleo/gordura, o que indica a presença de elevada concentração de uma mistura de substância complexas e potencialmente tóxicas (aldeídos, peróxidos e compostos cíclicos) (ARAÚJO, 1995).

Durante o armazenamento, as gorduras e os alimentos que contém peróxido tornam-se, às vezes, rançosos. A velocidade com que essa mudança ocorre, depende da natureza do alimento e das condições de armazenamento (ANGELUCCI *et al.* 1987).

2.11.6 – Índice de refração

Os óleos e gorduras possuem poder de refrigência diferentes e de acordo com sua natureza, desviam com maior ou menor intensidade os raios luminosos que os atravessam. O índice de refração, tanto para os óleos como para as gorduras, são indicados à temperaturas de 40 °C. O índice de refração de uma gordura aumenta com o comprimento das cadeias hidrogenadas, e aumenta ainda, com o grau de insaturação dos ácidos graxos constituintes dos triglicerídeos (MORETTO e ALVES, 1986)

O índice de refração de uma substância pura é uma constante, se mantida às condições de temperatura e pressão e, como tal, pode ser usada como meio de identificação. Em análise de alimentos, embora não se trate de substâncias puras no estreito sentido, em certos casos, como o de óleos, gorduras, óleos essenciais e azeites, o índice de refração apresenta variação pequena e é então usado para uma avaliação do produto. O índice de refração da água a 20 °C é 1,3330. A presença de sólidos solúveis na água resulta numa

alteração do índice de refração. É possível determinar a quantidade de soluto pelo conhecimento do índice de refração da solução aquosa. Esta propriedade é utilizada para determinar a concentração de sólidos solúveis de soluções de açúcar (ADOLFO LUTZ, 1976).

2.11.7 - Valor calórico

Segundo ANGELUCCI *et al.* (1987), caloria é uma medida de energia, que equivale a quantidade de calor necessária para se elevar de um grau centígrado um grama de água (no passado costumava-se definir caloria como a quantidade de calor necessária para se elevar de 14,5 °C para 15,5 °C um grama de água, mas medidas recentes mostraram que de 8 °C a 80 °C, este calor é constante, com uma precisão de 0,2%). Como esta unidade de energia é muito pequena, utiliza-se, na prática, uma unidade mil vezes maior, ou seja, a quilo-caloria, abreviada pelas letras kcal. As calorias podem ser obtidas dos carboidratos (açúcares), das proteínas, das gorduras e do álcool. O teor calórico dos alimentos não tem nada a ver com o seu teor de vitaminas e sais minerais. Uma dieta bem balanceada deve então, considerar a necessidade calórica de cada indivíduo.

O valor energético fornecido pelos nutrientes dos alimentos, segundo determinado por Atwater, é o seguinte:

- 1g de proteína fornece, em média, (4kcal).
- 1g de gordura fornece, em média, (9kcal).
- 1g de carboidratos fornece, em média, (4kcal).

O valor calórico calculado do alimento será a soma das calorias fornecidas por esses nutrientes. Na Tabela 7 são mostradas as quantidades de calorias de determinados óleos e azeites:

Tabela 7 – Tabela de calorias de azeites e óleos.

Óleos e Azeites		
PRODUTO	QUANTIDADE	kcal.
Azeite de dendê	10g	89
Azeite de oliva	10g	90
Óleo de amendoim	10g	90
Óleo de bacaba	10g	90
Óleo de algodão	10g	90
Óleo de coco	10g	135
Óleo de gergelim	10g	90
Óleo de girassol	10g	90
Óleo de milho	10g	90
Óleo de pequi	10g	90
Óleo de soja	10g	90
Óleo de germe de trigo	10g	89

Fonte: Revista Saúde e Vida On Line (1996)

2.11.8 – Ponto de solidificação

Define-se como, o ponto em que os ácidos graxos nos óleos solidifica-se, passando do estado líquido para o sólido (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976).

2.11.9 – Densidade

A densidade é a relação entre a massa “m” de um líquido e o seu volume unitário “v”, a uma determinada temperatura. É um parâmetro importante para compreender o poder de solvatação de uma substância nas diversas fases do solvente (QUEIROZ, 1993).

Esta sofre influência direta da pressão e temperatura, aumenta com o aumento da pressão à temperatura constante, e diminui com o aumento da temperatura à pressão constante.

2.11.10 – pH

Segundo CHITARRA e CHITARRA (1990), para uma faixa de concentração de ácidos entre 2,5 e 0,5%, o pH aumenta com a redução da acidez. Uma pequena variação nos valores de pH, é detectado nos testes organolépticos.

2.11.11 – Colesterol

Colesterol é um tipo de gordura sintetizada no fígado, necessário ao funcionamento normal do organismo. O colesterol que tem-se no sangue, depende da quantidade de gordura saturada existente em alimentos de origem animal (carnes, leite, gema de ovo) ou de origem vegetal (manteiga, óleo de amendoim) que comemos (IKEMORI e MOREIRA, 1998).

Os óleos vegetais não possuem colesterol, mas esteróis (sitosterol, campesterol, brasicasterol), os quais podem ser oxidados durante o aquecimento à temperatura elevada, formando compostos indesejáveis (ARAÚJO, 1995).

2.12 – Caracterização da qualidade nutricional dos óleos, azeites e gorduras.

As quatro maiores classes de compostos essenciais à vida são os ácidos nucléicos, as proteínas, os lipídeos e os carboidratos (ANGELUCCI *et al.* 1987).

2.12.1 – Carboidratos

Principal fonte energética dos alimentos, estão presentes nas frutas frescas e secas, mel, açúcar, cereais (arroz, aveia, cevada e centeio) e vegetais (RODRIGUES, 1997).

Nas dietas com alto teor de carboidratos, o organismo procurando manter o nível normal de açúcar do sangue, transforma este último em triglicerídeos. Muitos pesquisadores tem prevenido contra o uso de dietas ricas em carboidratos e de baixo teor de gorduras, porque um forte aumento na ingestão de carboidratos pode causar elevação nos níveis de triglicerídeos no sangue e causar arteriosclerose (MORETTO e ALVES, 1986).

2.12.2 – Cinzas

Cinzas em alimento se refere ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica, sem resíduo de carvão. A composição da cinza obtida não corresponde, necessariamente, à soma das substâncias minerais presentes no alimento em si, devido às perdas por volatilização ou mesmo pela interação entre componentes. O perfil da cinza pode ser considerado como medida geral de qualidade e freqüentemente é utilizado como critério na identificação dos alimentos. A cinza contém, geralmente, cálcio, magnésio, ferro, fósforo, chumbo, sódio e outros componentes minerais (ANGELUCCI *et al.* 1987).

2.12.3 – Proteínas

As proteínas são fontes de energia e tal como os carboidratos, cada grama de proteína fornece 4 kcal, que, se não forem consumidas pelo organismo, serão convertidas em reserva de gordura do corpo. Os nutricionistas determinaram teores mínimos de proteínas para se ingerir diariamente. Estes teores são da ordem de 10% do valor calórico total. Não existe nenhuma vantagem em se ingerir mais do que se necessita pois todo o excesso será convertido em gorduras, como já foi explicado (BORATTO, 1997).

A Tabela 8 mostra os teores de proteínas, glicídios, lipídios, cálcio, fósforo e ferro de alguns óleos vegetais.

Tabela 8 – Teores de proteínas, glicídios, lipídios, cálcio, fósforo e ferro de óleos vegetais.

Produto 100 gramas	Proteínas (g)	Glicídios (g)	Lipídios (g)	Cálcio (mg)	Fósforo (mg)	Ferro (mg)
Óleo de Algodão	0,00	0,00	100	0,00	0,00	0,00
Óleo de amendoim	0,00	0,00	100	0,00	0,00	0,00
Óleo de bacaba	0,00	0,00	100	0,00	0,00	0,00
Óleo de babaçu	0,00	0,00	99	0,00	0,00	0,00
Óleo de dendê	0,00	0,00	98	0,00	0,00	0,00
Óleo de gergilim	0,00	0,00	100	0,00	0,00	0,00
Óleo de milho	0,00	0,00	83	0,00	0,00	0,00
Óleo de oliva	0,00	0,00	100	0,00	0,00	0,00
Óleo de pequi	0,00	0,00	100	0,00	0,00	0,00
Óleo de soja	0,00	0,00	100	0,00	0,00	0,00

Fonte : Revista Nutrição (1998)

2.13 – Caracterização Organoléptica

O consumo de um alimento conhecido ou não do consumidor, depende em primeira instância da sua cor e de seu aspecto. Quando o alimento é conhecido, o apelo primordial não é mais somente devido a cor e aspecto, pois aroma e sabor passam a ser importantes na sua aceitação (CHAVES, 1993).

2.14 – Viscosidade

A viscometria é a prática experimental de medir a resposta reológica de materiais submetidos a uma força. Ela trata da caracterização de um fluido através de instrumentos e métodos (MACHADO, 1996).

Reologia pode ser genericamente definida como o estudo da deformação da matéria ou, ainda, o estudo da mobilidade dos fluidos. O estudo da deformabilidade de um alimento está relacionado com o conhecimento que tem-se da quantidade e tipo de água presente nesse alimento (BOBBIO, *et al.* 1992). A reologia classifica-se segundo o esquema mostrado na Figura 3.

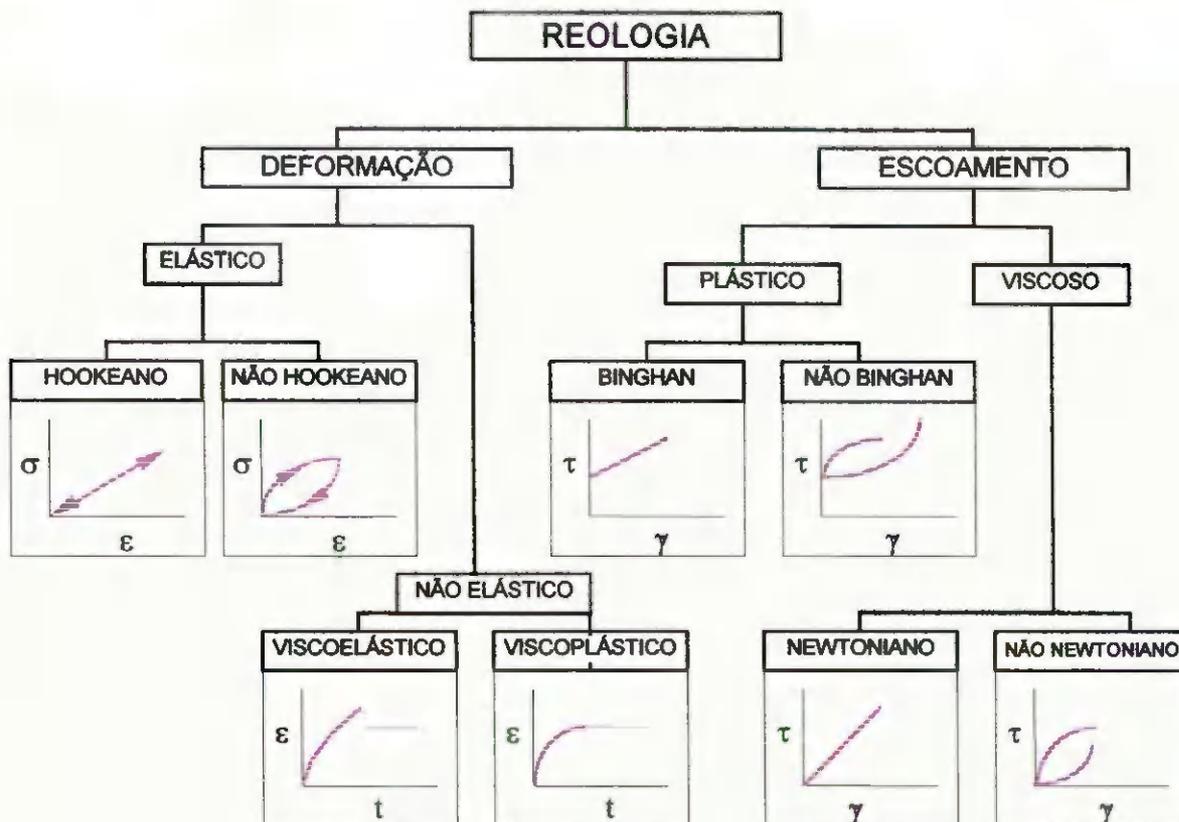


Figura 3 – Classificação da reologia quanto ao estudo da deformação e escoamento.

A avaliação da viscosidade é importante no estudo das taxas de transferência de massa (BRUNNER, 1994) e a escolha do método na sua determinação está relacionada com a pressão de operação e com a densidade do sistema.

A viscosidade é uma importante propriedade física relacionada com a qualidade de produtos alimentícios fluidos. Dados reológicos são também essenciais para o projeto e avaliação dos equipamentos da indústria de processamento de alimentos, como bombas, trocadores de calor, evaporadores, esterilizadores, filtros e misturadores. É importante ressaltar que os materiais reologicamente complexos são difíceis de serem caracterizados.

Um coeficiente de viscosidade constante é suficiente para determinar o comportamento de fluidos Newtonianos incompressíveis sobre quaisquer condições de movimento e tensão. A medida do coeficiente de viscosidade envolve o uso de um viscosímetro, definido simplesmente como instrumento de medida de viscosidade. A viscosidade de um fluido não Newtoniano, pode ser dependente da taxa de deformação. O viscosímetro é, todavia, inadequado para caracterizar o comportamento destes materiais e deve ser substituído pelo reômetro, definido como um instrumento de medida de propriedades reológicas.

A reologia de qualquer sistema é avaliada tipicamente pela medida e análise das curvas de comportamento, obtidas usando um reômetro adequado. Quando estuda-se o comportamento reológico dos produtos, tenta-se sempre representá-lo pelos modelos mais convenientes e preferencialmente aqueles já em uso, dessa maneira é possível comparar resultados obtidos por diferentes pesquisadores.

Existe vários tipos de reômetros, cada um possui uma metodologia específica, como também, técnicas experimentais e interpretação das medidas e das propriedades reológicas dos materiais.

Os projetos dos viscosímetros mais usuais se baseiam nos seguintes tipos de fluxos permanente laminar, amplamente estudados e conhecidos da mecânica dos fluidos: (a) em torno de uma esfera, (b) entre placas planas paralelas, (c) entre cilindros coaxiais, (d) através de tubos de secção circular, (e) entre cone e placa plana, e (f) entre placas circulares. Deste modo, são seis os tipos básicos de viscosímetros:

- 1 – Viscosímetro de bola
- 2 – Viscosímetro tubular ou de tubo-capilar
- 3 – Viscosímetro capilar de vidro
- 4 – Viscosímetro de orifício
- 5 – Viscosímetro Rotativo ou Cilindros Co-axiais
- 6 – Viscosímetro de cone-placa ou placa plana

O viscosímetro de bola é um equipamento de fácil operação. O princípio do projeto se baseia na lei de Stokes, que relaciona a viscosidade de um fluido com a velocidade terminal de queda de uma esfera em queda livre, no interior do fluido testado, em escoamento muito lento ($N_R < 1$). Este viscosímetro entretanto, está limitado ao estudo e caracterização dos fluidos Newtonianos.

A equação, decorrente da lei de Stokes que representa este modelo de escoamento é:

$$V_q = \Delta L / \Delta t = g (\rho_b - \rho) D_b^2 / 18\mu \quad (1)$$

Os fluidos são considerados Newtonianos, quando a viscosidade só é influenciada pela temperatura e pressão. Portanto, no escoamento de um fluido Newtoniano, em regime laminar, existe uma relação linear entre a tensão cisalhante e a taxa de cisalhamento. Uma única determinação experimental é suficiente para definir o único parâmetro reológico do fluido Newtoniano, a sua viscosidade absoluta, pois a razão entre a tensão cisalhante e a taxa de cisalhamento é constante.

Todo fluido cuja relação entre tensão cisalhante e taxa de cisalhamento não é constante é denominado de não-Newtoniano, considerando ainda temperatura e pressão constante e escoamento laminar. Estes fluidos são classificados conforme o aspecto do reograma e correlação com alguma equação ou modelo matemático. A viscosidade desses fluidos não é única e varia com a magnitude da taxa de cisalhamento.

Onde V_0 é a velocidade de queda da bola, ΔL é o espaço percorrido pela bola, Δt é o tempo de queda da bola, g é a aceleração da gravidade, ρ_b a massa específica da bola, ρ é a massa específica do líquido, D_b é o diâmetro da bola, e μ é a viscosidade dinâmica do líquido.

Na derivação da Equação 1, considerou-se que a esfera se move a uma velocidade constante muito pequena, isto é, número de Reynolds inferior a 1, no interior de um fluido dentro de um recipiente de extensão infinita. Uma vez que, esta condição ideal não é encontrada nos viscosímetros reais, existe a necessidade de se proceder correções para se calcular a viscosidade absoluta. Estas correções estão relacionadas com três efeitos: (i) do fluxo ou de número de Reynolds finito até o valor de duas unidades, (ii) da parede, uma vez que, a relação entre o raio da esfera e o raio do cilindro não é infinito, e (iii) da borda, uma vez que, a relação entre o raio da esfera e a distância do fundo do cilindro também é finita.

Todas as correções citadas anteriormente devem ser aplicadas quando se quer determinar a viscosidade absoluta a partir de cilindros e esferas de dimensões conhecidas e o tempo de queda. Estas correções envolvem equações de correlação trabalhosas. Entretanto, quando se deseja obter apenas um valor relativo da viscosidade ou o viscosímetro está calibrado com um líquido de viscosidade conhecida, então a equação 1 pode ser ajustada e simplificada para a forma a seguir.

$$\mu = K (\rho_b - \rho)\Delta t \quad (2)$$

Onde K é a constante do viscosímetro, Δt é o tempo de queda entre as duas marcas no tubo cilíndrico, ρ_b é a massa específica da esfera, ρ é a massa específica da amostra e μ é a viscosidade dinâmica em milipascal por segundo.

A reologia de qualquer sistema é avaliada tipicamente pela medida e análise das curvas de comportamento obtidas usando um reômetro adequado. Quando estuda-se o comportamento reológico dos produtos tenta-se sempre representá-los pelos modelos mais

convenientes e preferencialmente aqueles já em uso, dessa maneira é possível comparar resultados obtidos por diferentes pesquisadores.

Os modelos empíricos surgiram para relacionar diretamente as magnitudes da tensão de cisalhamento com a taxa de deformação. Os modelos mais utilizados são mostrados na Tabela 9.

Tabela 9 – Modelos empíricos de comportamento reológico.

Modelo	Forma	Constantes empíricas	Observações
Lei da Potência ou Ostwald -de Waele	$\tau = k (\dot{\gamma})^n$	K, n	K e n são constante do modelo
Plástico de Bingham	$\tau - \tau_0 = \eta (\dot{\gamma})$	τ_0, η	τ_0 – tensão inicial de cisalhamento η – viscosidade aparente
Herschel-Bulkley	$\tau - \tau_0 = [\eta (\dot{\gamma})]^{1/n}$	τ_0, η, n	τ_0 tensão inicial de cisalhamento η -viscosidade aparente n – constante do modelo
Mizrahi Berk	$\tau^{0,5} = K_{OM} + K_M \dot{\gamma}^n$	K_{OM}, K_M, n	Fluidos Newtonianos em sol. c/ suspensão dil. de partículas
Casson	$\tau^{0,5} = K_{OC} + K_C \dot{\gamma}^{0,5}$	K_{OC}, K_C	Fluidos Newtonianos c/ suspensão diluída de partículas
Reiner-Philippoff	$\tau = [\eta_\infty + \eta_0 - \eta_\infty / (1 + (\tau/A)^2)] \dot{\gamma}$	A, η_0, η_∞	A – constante do modelo η_0 – viscosidade limite para $\dot{\gamma} \rightarrow 0$ η_∞ – viscosidade limite para $\dot{\gamma} \rightarrow \infty$
Andrade	$\mu = A \cdot e^{B/T}$	$\mu, e, B e T$	μ -viscosidade dinâmica A e B – constantes T - Temperatura

Fonte: GEHRKE et al. (1995)

Segundo BOBBIO *et al.* (1995), muitos alimentos têm consistência que somente lhes permitem fluir ou escorrer com dificuldade do recipiente que os contém, isto é, esses alimentos comportam-se como líquidos de baixa fluidez, tal como a maionese. Outros têm alta fluidez e escorrem facilmente como sucos naturais não concentrados.

LIMA *et al.* (1994), verificaram que, durante o processo de aquecimento do óleo de soja, houve um aumento na viscosidade, cor e índice de peróxido, observando uma redução do índice de iodo e acidez.

SARAVACOS *et al.* (1970), fizeram medidas em sucos e purês de frutas, na faixa de temperatura de 20-70 °C. O suco de maçã despectizado e o suco de uva “Concord”, mostraram comportamento Newtoniano em todas as concentrações e suas viscosidades decresceram consideravelmente a altas temperaturas.

Segundo GEHRKE *et al.* (1995), todos os fluidos estão sujeitos a diferentes temperaturas durante o processamento, estocagem, transporte e consumo. Em aplicações industriais envolvendo sistemas aquosos, o interesse está restrito a faixa de 0 a 100 °C. Óleos lubrificantes e graxas são usados em temperaturas entre -50 e 300 °C. Polímeros fundidos são manuseados na faixa de 150 a 300 °C, e vidro fundido é processado acima de 500 °C.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

A Figura 4 representa o fluxograma das etapas realizadas nesta pesquisa experimental.

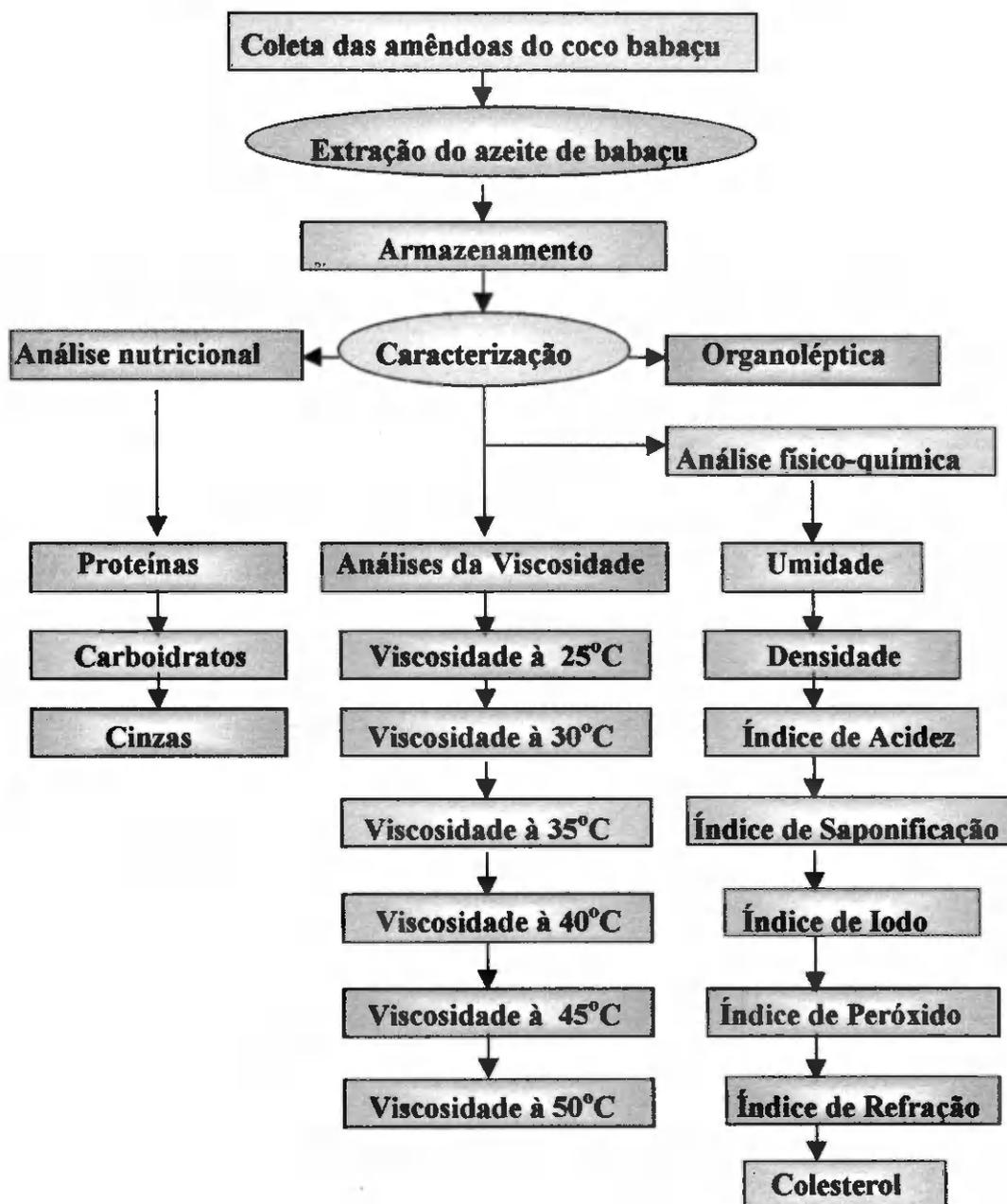


Figura 4 – Fluxograma das etapas do estudo realizado com o azeite de coco babaçu.

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise Química de Alimentos do Departamento de Engenharia Agrícola no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba em Campina Grande – PB.

3.1 – Coleta e extração das amêndoas

As amêndoas do coco babaçu foram coletadas e extraídas com a ajuda de agricultoras da Fazenda Vereda Grande, situada no município de Chapadinha-MA. A coleta foi feita apanhando-se o fruto maduro, que cai naturalmente da palmeira, e também pela derrubada, com a ajuda de uma vara de bambu, ou mesmo com a retirada do coco na palmeira, fazendo-se o corte do cacho. Após a colheita do fruto, o trabalho seguinte foi transportar os frutos até os locais onde se procedeu a quebra dos mesmos para extração das amêndoas (Figura 5). Esta quebra foi realizada apoiando-se o fruto sobre o gume do machado, aplicando-se sobre este um golpe de macete, o qual resulta no fendilhamento do fruto, que expõe suas amêndoas, facilitando a extração nos alvéolos (Figura 5.a) do endocarpo.



Figura 5 – Extração das amêndoas do coco babaçu



Figura 5.a – Coco bruto, corte transversal com detalhes dos alvéolos do endocarpo, amêndoas e azeite extraído.

3.2 – Extração do azeite do coco babaçu

Alguns óleos e azeites desenvolvem sabores e odores estranhos, visando evitar estes problemas, a extração do azeite do coco babaçu, foi realizada em quatro etapas:

1- Preparo da matéria prima: As amêndoas, extraídas previamente, foram passadas por um processo de seleção, separando-se as mais íntegras, pois na coleta das amêndoas há incidência de material estranho, amêndoas quebradas e ardidas.

2-Torragem - As amêndoas foram torradas em bandejas.

3-Trituração – As amêndoas foram trituradas em pilões de madeira.

4- Cozimento – Este processo, visa o rompimento das paredes das células para facilitar a saída do azeite do coco babaçu. Este processo foi realizado em um aparelho chamado “cozinhador” ou “caldeirão”. Dessa forma, obteve-se a separação do azeite da água. O azeite da superfície foi coletado e em seguida transferido para outro caldeirão, onde o processo foi repetido para retirada da água remanescente. Para obtenção de 1 litro de azeite do coco babaçu foram necessários 1,5 kg de amêndoas.

3.3 – Armazenamento

O azeite de coco babaçu, após ser extraído, foi armazenado em garrafas de vidro de 1 litro e tampadas com pedaços de sabugo de milho. Este armazenamento é realizado há bastante tempo pelas fabricantes de azeite de coco babaçu da zona rural, para serem levadas para zona urbana e serem comercializadas nas feiras livres (Figura 6).



Figura 6 – Armazenamento do azeite de coco babaçu

3.4 – Caracterização físico-química

Todas as análises de caracterização do azeite do coco babaçu foram desenvolvidas no Laboratório de Análises Químicas de Alimentos do Departamento de Engenharia Agrícola, no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, em Campina Grande – PB.

Os reagentes utilizados nas análises foram do grau analítico (P.A) de diversas procedências. Todas as análises foram feitas em triplicatas e calculada a média.

3.4.1 – Teor de água

A determinação do teor de água foi feita pelo método gravimétrico de volatilização, usando-se a estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, método sugerido por VIEIRA (1994), e a percentagem de água existente na amostra foi calculada pela Equação 3.

$$H_2O = (M_{cu} - M_{cs}) / (M_{cu} - M_c) * 100 \quad (3)$$

em que,

M_c – Massa da cápsula de porcelana + bastão de vidro

M_{cu} – Massa da cápsula de porcelana + bastão de vidro + amostra úmida

M_{cs} – Peso da cápsula de porcelana + bastão de vidro + amostra seca

3.4.2 – Índice de acidez

O método utilizado para medir o índice de acidez, baseou-se na titulação com solução padronizada de alcali da acidez do alimento, empregando a fenolftaleína como indicador do ponto final da titulação (CARVALHO *et al.* 1990).

3.4.3 – Índice de peróxido

Para a determinação do índice de peróxido, usou-se o método titulométrico e como solução titulante, o tiosulfato de sódio a 0,01N (BOBBIO *et al.*, 1995).

3.4.4 – Densidade

A determinação da densidade foi realizada nas temperaturas de 25, 30, 35, 40, 45 e 50 °C, utilizando um picnômetro de vidro de 50 ml equipado com termômetro. Os picnômetros foram lavados com acetona, secos e tarados. Os picnômetros cheios da amostra em estudo (azeite do coco babaçu), foram colocados em banhos aquecidos à temperaturas controladas e pesados em balança analítica. O volume do picnômetro foi obtido utilizando-se água destilada. A densidade das amostras foi calculada pela razão entre a massa da amostra e o volume do picnômetro, Figura 7, como representado pela Equação 4.

$$\rho = (C - A) / (B - A) \times 1 / \rho_{\text{agua}} \quad (4)$$

em que,

ρ – Densidade (g/cm³)

A – Massa do Picnômetro

B – Massa Picnômetro + amostra

C – Massa Picnômetro + água destilada

ρ_{agua} - Densidade da água



Figura 7 – Pícnômetro para determinação da densidade

3.4.5 – Índice de refração

O índice de refração foi determinado pelo método instrumental, utilizando o refratômetro de Abbe. Primeiramente ajustou-se o refratômetro com água destilada à temperatura de 25 °C , em seguida colocou-se duas gotas da amostra entre os prismas do refratômetro e procedeu-se a leitura (INSTITUTO ADOLFO LUTZ , 1976).

3.4.6 – Valor calórico (kcal)

O valor calórico do alimento foi calculado com a soma das calorias fornecidas pelos seguintes nutrientes (ANGELUCCI *et al.* 1987).

- 1g de proteína fornece, em média, (4kcal).
- 1g de gordura fornece, em média, (9kcal).
- 1g de carboidratos fornece, em média, (4kcal).

Foi utilizado uma amostra de 10g do azeite do coco babaçu e determinado o teor de proteína, carboidrato e gordura.

3.4.7 – pH

As medidas de pH foram determinadas pelo método potenciométrico, que consiste em aferir o pH metro Analyser, modelo 300M usando soluções tampão (pH 4,0 e 7,0) à temperatura de 25 °C. Imergindo o eletrodo no becker que contém a amostra, faz-se a leitura direta em unidade de pH (Figura 8).



Figura 8 - Potenciômetro

3.4.8 – Colesterol

A determinação da existência ou não de colesterol no azeite de babaçu foi realizada segundo metodologia descrita pelo Adolfo Lutz (ADOLFO LUTZ, 1976).

3.4.9 – Índice de saponificação

Para determinação do índice de saponificação, usou-se o método titulométrico, usando como titulante a solução alcoólica de KOH e como indicador a fenolftaleína. (VIEIRA, 1994).

3.4.10 – Índice de iodo

A determinação do índice de iodo, Figura 9, foi feita pelo método de Hubl, que utiliza a solução de iodo e cloreto de mercúrio, método descrito pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).

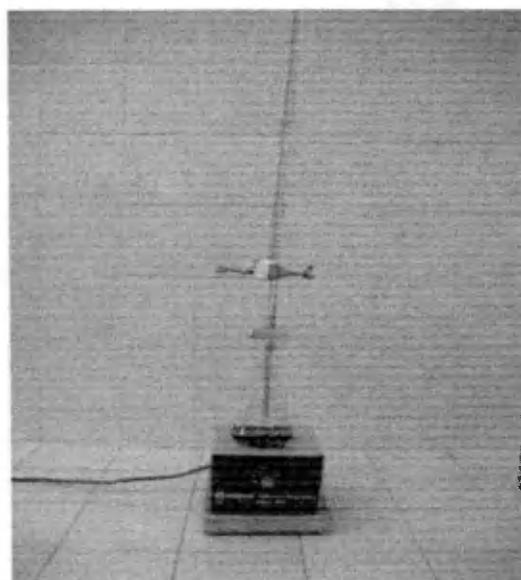


Figura 9 – Análise titulométrica, utilizando uma bureta e um becker

3.4.11 – Ponto de solidificação

O ponto de solidificação foi determinado pelo método sugerido pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).

3.5 – Caracterização da qualidade nutricional

3.5.1 – Proteínas

As proteínas foram determinadas avaliando-se o nitrogênio total da amostra pelo método Kjeldahl, segundo a AOAC 991.20. A proteína total foi calculada pela multiplicação da porcentagem de nitrogênio total pelo fator de conversão 6,38 (Figura 10).

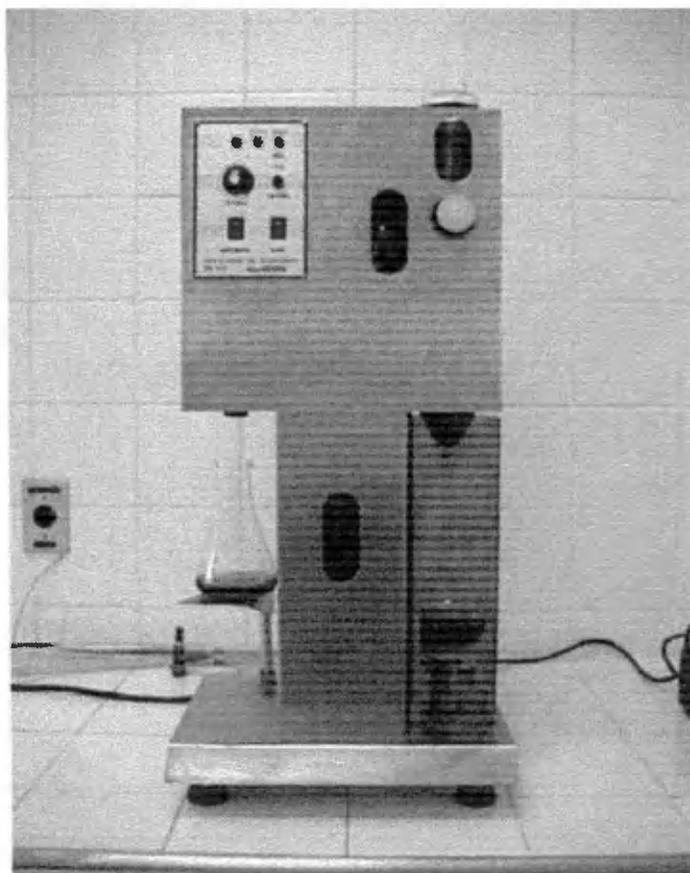


Figura 10 – Destilador de nitrogênio

3.5.2 – Carboidratos

O método utilizado para determinação de carboidratos foi sugerido por CAVALCANTI MATA (1997), usando o espectrofotômetro (Figura 11).

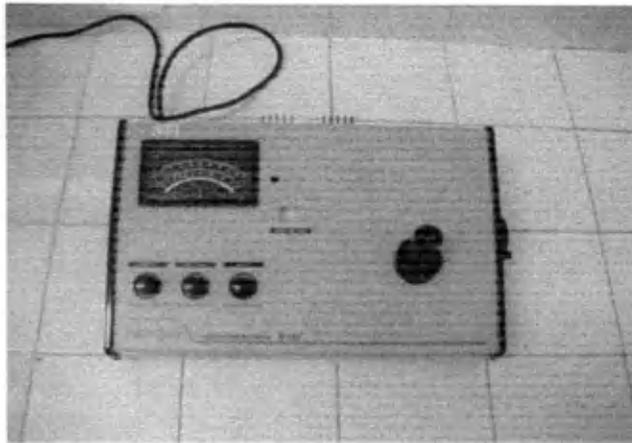


Figura 11 - Espectrofotômetro

3.5.3 – Cinzas

Para esta determinação foi utilizado o método da mufla à 550 °C ,descrito pela AOAC (1980), nº 11.019 e os resultados foram expressos em porcentagem (Figura 12).

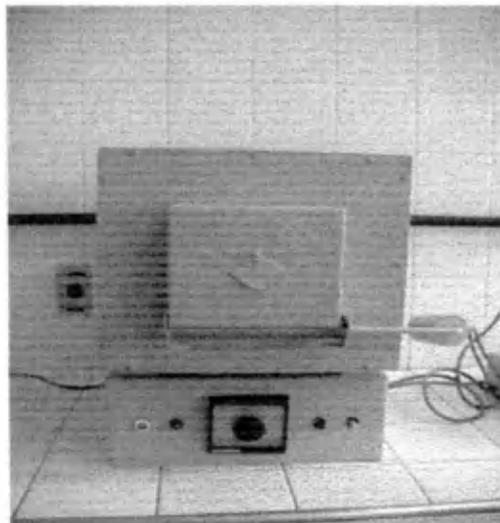


Figura 12- Mufla utilizada para análise de cinzas

3.6 – Caracterização Organoléptica

Os testes de odor, aspecto e cor foram feitos com auxílio de pessoas na faixa de 25 a 60 anos sendo 15 mulheres e 15 homens. O teste para o sabor, tem o objetivo de saber a aceitabilidade do produto. Este teste da aceitabilidade proporcional foi conduzido utilizando-se uma escala hedônica de 7 pontos, e foram feitos com a ajuda das mesmas pessoas. Usou-se a Equação 5, TEIXEIRA *et al.* (1987), para o teste de aceitabilidade quanto ao sabor.

$$AP = M * 100\% / 7 \quad (5)$$

em que :

AP – aceitabilidade proporcional

M – média das notas obtidas

7 – nota máxima

3.7 - Metodologia para obtenção da viscosidade

Nesta prática foi utilizado o viscosímetro de bola, Figura 13, instrumento equipado com termômetros e um jogo de esferas de diferentes diâmetros e feitas de diferentes materiais. Os dados da esfera utilizada nesta análise do azeite do coco babaçu estão no Quadro 2. O conjunto está inclinado a 10° da vertical e possui três marcas, cuja a distância de medição percorrida pela esfera é de 50mm, entre as marcas anulares A e B e de 100mm entre as marcas A e C. A esfera desliza em queda entre a parede do tubo e do líquido em teste.

Realizou-se ensaios do azeite de coco babaçu, em cinco diferentes temperaturas: 25, 30, 35, 40, 45 e 50 °C. A amostra líquida foi colocada no tubo de vidro central, ao qual estava adaptado um termostato de circulação, mediu-se então, com auxílio de um cronômetro, o tempo Δt necessário para a bola percorrer a distância ΔL , através da amostra (azeite de coco babaçu). Com o valor obtido para o tempo de queda, calculou-se a viscosidade empregando-se a Equação 2.

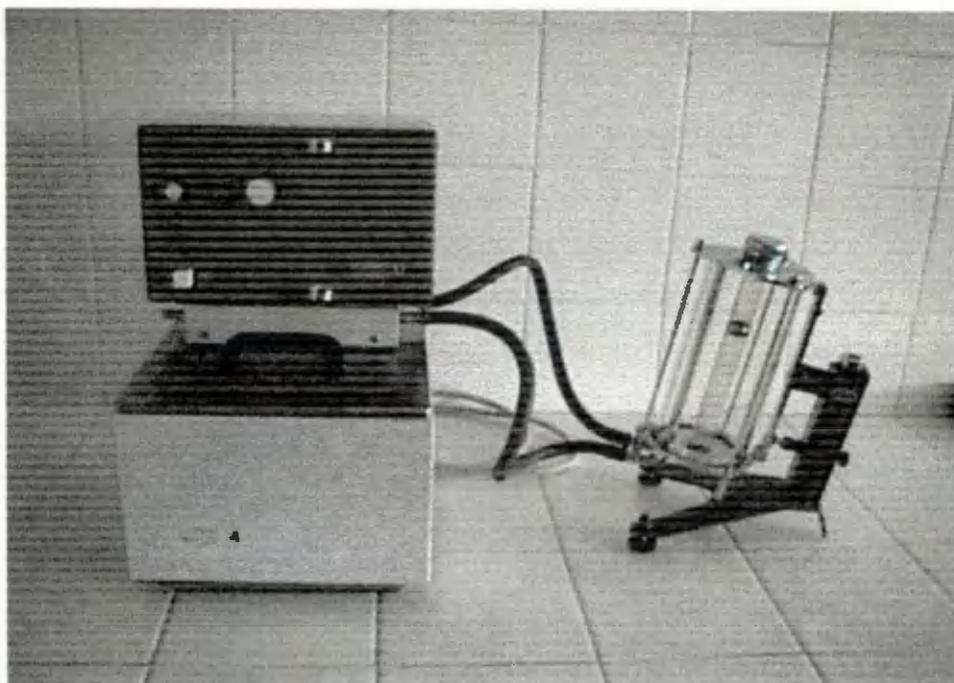


Figura 13 – Viscosímetro de bola

Quadro 2 – Dados da esfera usada para determinação da viscosidade do azeite de coco babaçu.

N ^o da esfera	ρ_b (g/cm ³)	K (mPa/cm ³)	Peso (g)	Diâmetro (mm)	Tolerância (%)
1	8,144	0,132	16,067	15,560	± 0,5

Fonte: Folheto instrutivo VEB MLW (1983)

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1– Caracterização físico-química

Os resultados obtidos para caracterização físico-química do azeite do coco babaçu estão na Tabela 10, os quais foram comparados com os resultados do azeite de oliva, obtidos na literatura, por este servir de padrão para outros azeites.

4.1.1 – Teor de água

O azeite do coco babaçu analisado possui um teor de água 0,2%. De acordo com MARTINENGI (1948), o teor de água máximo para azeites ou óleos é de 0,5%, portanto o teor de água obtido está dentro da faixa de aceitabilidade.

4.1.2 – Índice de acidez

O resultado do teor de acidez do azeite de babaçu foi de 0,002. De acordo com ANGELUCCI *et al.* (1987), um óleo é considerado de baixa qualidade, quando o teor de acidez for maior que 1%. Segundo ainda o mesmo autor, um alto teor de acidez em um óleo bruto, não só aumenta a perda na neutralização, como é um indicador da baixa qualidade, mostrando ser proveniente de sementes de baixa qualidade, de manuseio e armazenamento impróprios ou de um processamento insatisfatório. Deste modo, o teor de acidez de um óleo bruto é um bom indicador da qualidade do óleo.

4.1.3 – Índice de saponificação

O índice de saponificação do azeite de coco babaçu, foi de 271, sendo superior ao azeite de oliva, como mostrado na Tabela 10, que é de 186. Para a indústria de sabão, o índice

de saponificação é um bom indicador de que o óleo pode produzir um sabão de boa qualidade. Portanto o azeite do coco babaçu possui um índice de saponificação considerado bom para indústria de cosméticos.

4.1.4 – Índice de iodo

O índice de iodo observado para o azeite de babaçu foi 16. Com a determinação do índice de iodo sabe-se qual o tipo de óleo, ou seja, se o óleo é secante, semi-secante ou não secante, o resultado apresentado na Tabela 10, caracteriza-o como não secante.

4.1.5 – Índice de peróxido

O resultado do índice de peróxido do azeite de babaçu foi de 7meq/kg. Segundo ARAÚJO (1995), nos óleos ocorrem alterações no índice de peróxido, após serem aquecidos. De acordo com o mesmo autor ocorreu alterações no índice de peróxido no óleo de girassol de 1-8 para 18-45meq/kg, durante a fritura da batata.

4.1.6 – Índice de refração

Com um índice de refração de 1,472 na temperatura de 25 °C, conclui-se que o azeite de babaçu apresenta pouca presença de sólidos solúveis. A presença de sólidos solúveis na água, resulta numa alteração do índice de refração, no óleo ocorre o mesmo, se ocorre uma alteração no índice de refração, sabe-se que há presença de sólidos solúveis. Segundo o INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976), em análise de alimentos, embora não se trate de substâncias puras no estreito sentido, em certos casos, como de óleos, gorduras, óleos essenciais e azeites, o índice de refração apresenta variação pequena e é então usado para uma avaliação do produto. O índice de refração da água a 20 °C é 1,3330.

4.1.7 – Valor calórico

O resultado do valor calórico do azeite de babaçu foi de 90 kcal, o qual é igual ao azeite de oliva e a vários outros azeites, como pode ser visto na Tabela 10.

4.1.8 – Colesterol

O azeite de babaçu não apresentou colesterol na sua composição. Segundo ARAÚJO (1995), os óleos vegetais não possuem colesterol, mas estéreis (sitosterol, campesterol, brasicasterol), os quais podem ser oxidados durante o aquecimento à temperatura elevada, formando compostos indesejáveis. Análises realizadas no laboratório de pescado da UFPB, confirmou está teoria (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976).

4.1.9 – Ponto de Solidificação

Ao atingir 24,5 °C, o azeite de babaçu solidifica-se. Este fato apresenta-se como uma desvantagem à sua comercialização, principalmente no que se refere ao tipo de embalagem, visto que em determinadas épocas do ano, tem-se no Brasil, diversos locais com temperaturas inferiores a 24 °C, como também em ambiente de supermercados, na presença de ar condicionado tem-se temperaturas inferiores a esta. Conclui-se portanto, que diante da comercialização em grande escala, haverá que se estudar, uma mudança dessa propriedade, seja por tratamento ou por aditivos.

4.1.10 – Densidade

A densidade do azeite de babaçu, foi de 0,920 g/cm³ à 25 °C, ou seja, praticamente igual ao do azeite de oliva que é 0,918 g/cm³.

4.1.11 – pH

O pH obtido para o azeite de coco babaçu foi 5, ou seja, mais ácido que o azeite de oliva, com pH 6, como observado na Tabela 10.

Tabela 10 – Comparação entre as características físico-química obtidas para o azeite de coco babaçu e as constantes em literatura para o azeite de oliva

Determinações	Azeite de Oliva*	Azeite de Babaçu
Teor de água (%)	-	0,296
Densidade g/cm ³ 25 °C	0,918	0,920
Índice de Acidez (mgKOH/g _{óleo})	-	0,002
Índice de Saponificação (mgKOH/g _{óleo})	186 - 196	271
Índice de Iodo (g _{Iodo} /100g _{óleo})	79 - 88	16
Índice de Refração	1,450	1,472
Índice de Peróxido meq/1000g	12	10
Ponto de solidificação °C	6	24,5
Colesterol	ausente	ausente
Gordura* (%)	25 - 30	60-65
Valor calórico (Kcal)	90	90
pH	6	5

* Fonte: VILLAVECCHIA (1989)

4.2 – Composição nutricional do azeite do coco babaçu

4.2.1 – Carboidratos

A análise de teor de carboidratos, pode ser visto na Tabela 11, onde se constata a não existência de carboidratos no azeite de babaçu. Muitos pesquisadores têm prevenido contra o

uso de dietas ricas em carboidratos e de baixo teor de gorduras, porque um forte aumento na ingestão de carboidratos pode causar elevação nos níveis de triglicerídeos no sangue e causar arteriosclerose (MORETTO e ALVES, 1986).

4.2.2 – Cinzas

Na Tabela 11, também é mostrado o teor de cinzas existente no azeite do coco babaçu, que foi de 1,33 g, resultado este superior ao azeite de oliva que é de 1,22 g. O perfil de cinza pode ser considerado como medida geral de qualidade e freqüentemente é utilizado como critério na identificação dos alimentos. As cinzas contêm, geralmente, cálcio, magnésio, ferro, fósforo, chumbo, sódio e outros componentes minerais (ANGELUCCI *et al.*, 1987).

4.2.3 – Proteínas

De acordo com a Tabela 8, Item 2.12.3, constata-se que vários óleos não possuem proteínas. Através da determinação do teor de proteína do o azeite de coco babaçu, constatou-se que, o mesmo, também não possui proteínas, como apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 – Composição nutricional do azeite de coco babaçu.

Composição (g)	Azeite de oliva	Azeite de babaçu
Carboidratos	0,00	0,00
Cinzas	1,22	1,33
Proteínas	0,00	0,00

4.3 – Caracterização Organoléptica

Os resultados obtidos para caracterização organoléptica estão no Quadro 3. Com os testes de odor, aspecto e cor realizados com pessoas na faixa de 25 a 60 anos, sendo 15 mulheres e 15 homens, obteve-se um índice de 85% de aceitabilidade para o azeite de coco babaçu.

Quadro 3 – Característica organoléptica do azeite de coco babaçu

Característica organoléptica	Azeite de babaçu
Odor	Característico do fruto (agradável)
Aspecto	Líquido > 25 °C e Sólido < 24,5 °C
Cor	Amarelo pardo
Sabor	85% de aceitabilidade

4.4 – Viscosidade

4.4.1 – Análise do tempo de queda da esfera em função da temperatura

Na Tabela 12 encontram-se os resultados obtidos para queda da esfera, no cilindro contendo azeite de coco babaçu, nas temperaturas 25, 30, 35, 40, 45, 50 °C, conforme metodologia para obtenção da viscosidade, utilizando viscosímetro de bola, descrito no Item 3.7 de Material e Métodos.

Percebe-se por esta tabela que, como esperado, o tempo de queda diminui com o aumento da temperatura do azeite, revelando um comportamento típico de um fluido Newtoniano, cujas viscosidades decrescem consideravelmente a altas temperaturas.

Para representar este fato, foi feita uma análise de regressão dos dados, utilizando o pacote estatístico STATISTICA, cujo ajuste pode ser representado, com boa precisão ($R^2 = 0,997$) por uma equação polinomial de 2^o grau. Na Tabela 13 são mostrados os coeficientes de ajuste bem como os parâmetros estatísticos obtidos, enquanto que a análise está representada na Figura 14.

Tabela 12 – Tempo de queda da esfera, no cilindro contendo azeite, nas diversas temperaturas de teste

Temperatura (°C)	Tempo de queda da esfera (10 repetições) (segundos)										Tempo Médio (Seg.)
25	27,30	27,53	28,07	27,88	27,20	27,21	27,72	27,27	26,80	26,89	27,39
30	19,41	19,49	19,50	19,00	19,70	19,69	19,40	19,17	19,58	19,50	19,44
35	16,69	16,67	16,63	16,47	16,38	16,52	16,57	16,47	16,18	16,27	16,38
40	13,66	14,01	14,13	14,67	14,61	13,73	13,77	13,83	14,72	14,00	14,11
45	12,33	12,35	12,01	12,03	12,18	12,39	11,78	11,93	12,41	12,34	12,17
50	9,53	9,67	9,69	9,53	9,80	10,07	9,77	9,86	9,76	10,00	9,76

Tabela 13 - Coeficientes a, b e c de ajuste, e parâmetros estatísticos obtidos para regressão polinomial dos dados de tempo de queda em função da temperatura do azeite de babaçu

REGRESSÃO POLINOMIAL $T = a + b.t + c.t^2$					
Parâmetros	Erro	R^2	SD	N	p
a = 86,00585	2,814	0,997	0,656	6	1,6012E-4
b = -4,39642	0,324				
c = 0,07904	0,008				

SD – desvio padrão
N – grau de liberdade
P – probabilidade

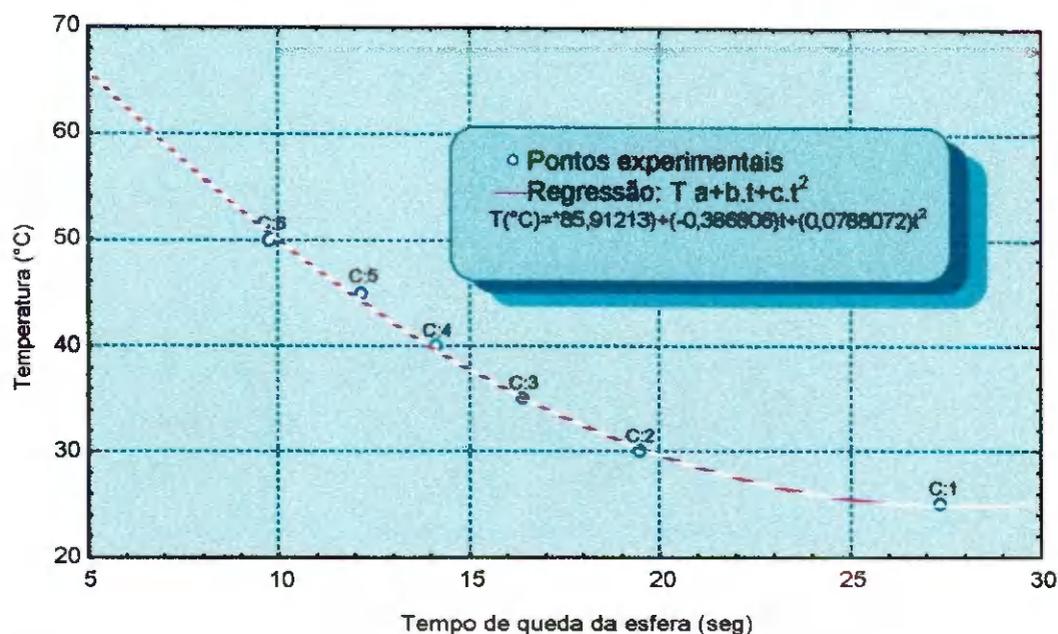


Figura 14- Dados experimentais e curva ajustada para os dados de tempo de queda da esfera em diferentes temperaturas do azeite de coco babaçu.

4.4.2 – Análise da densidade do azeite de babaçu com a variação da temperatura

Para cada temperatura em estudo, foram determinadas as densidades do azeite de babaçu, os resultados estão apresentados na Tabela 14. Considerando se tratar de líquido, o comportamento da densidade foi como esperado, ou seja, diminui com o aumento da temperatura.

Para representar este fato, foi feito uma análise de regressão linear dos dados, utilizando o pacote estatístico STATISTICA, cujo ajuste pode ser representado, com boa precisão ($R^2 = 0,997$). Na Figura 15, é mostrado os dados experimentais e a curva de tendência da densidade com a variação de temperatura. Observando esta figura, percebe-se que para a faixa de temperatura estudada, 25 a 50 °C, a densidade apresenta um comportamento linear, obedecendo uma regressão do tipo $y = a + bx$, o que não implica que este comportamento seja estendido para temperaturas inferiores ou superiores à faixa estudada, uma vez que abaixo de 25 °C, o azeite de coco babaçu começa a solidificar-se.

Tabela 14 – Densidade do azeite de babaçu nas várias temperaturas estudadas

Temperatura (°C)	Densidade do azeite de babaçu, D (10 repetições)										Densidade média D
25	0,921	0,921	0,920	0,921	0,920	0,921	0,921	0,920	0,921	0,921	0,921
30	0,920	0,915	0,916	0,920	0,915	0,915	0,916	0,920	0,915	0,920	0,917
35	0,916	0,915	0,916	0,914	0,915	0,914	0,915	0,916	0,915	0,916	0,915
40	0,912	0,909	0,912	0,909	0,912	0,909	0,912	0,912	0,909	0,912	0,910
45	0,907	0,909	0,911	0,910	0,909	0,909	0,911	0,910	0,909	0,907	0,909
50	0,905	0,906	0,906	0,905	0,906	0,905	0,906	0,906	0,905	0,905	0,905

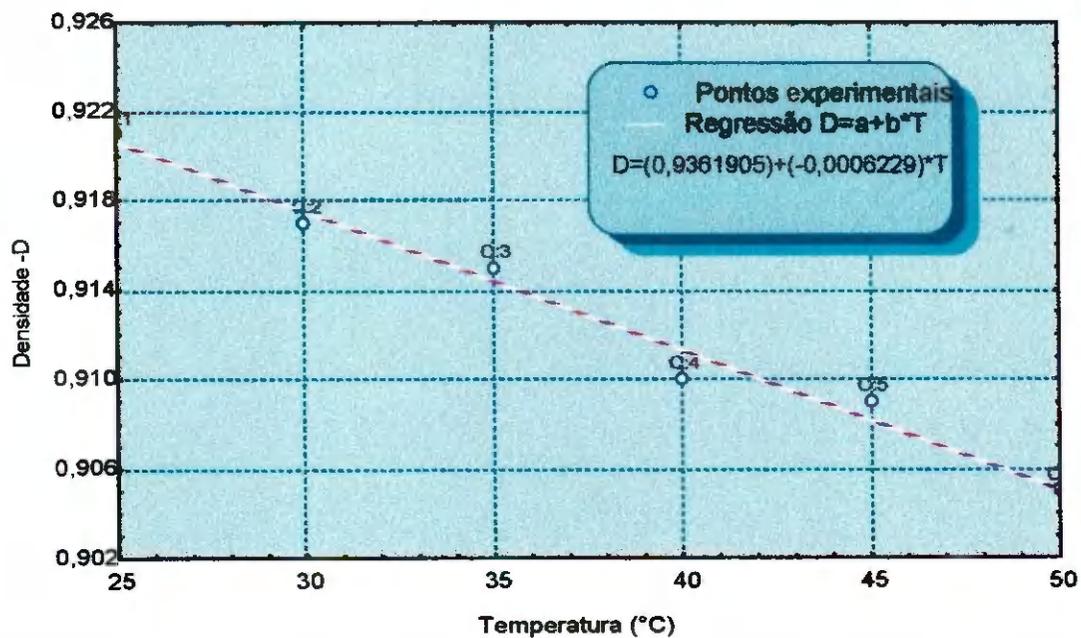


Figura 15- Dados experimentais e a curva de tendência da densidade com a variação de temperatura

Tabela 15 - Coeficientes **a** e **b** de ajuste e parâmetros estatísticos obtidos para regressão linear dos dados de densidade em função da temperatura do azeite de babaçu

REGRESSÃO POLINOMIAL			$D = a + b.T$	
Parâmetros	Std. Err.	R^2	N	p
$a = 0,9362$	0,0016	0,982	6	0,0000
$b = -0,9362$	0,0000		6	0,0000

Std. Err. - erro padrão

N - grau de liberdade

P - probabilidade

4.4.3 -Análise da viscosidade do azeite de babaçu com a variação da temperatura

A viscosidade, obtida segundo Equação 6, calculada com base no tempo de queda da esfera, bem como o número de Reynolds, nas temperaturas de 25, 30, 35, 40, 45 e 50 °C estão apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Viscosidade e número de Reynolds, obtidos para o azeite de coco babaçu nas temperaturas de 25, 30, 35, 40, 45 e 50 °C

Temperatura (°C)	Tempo de queda $p/\Delta s=5,0\text{cm}$ (s)	Velocidade de queda (m/s)	Massa específica do azeite, ρ (g/cm ³)	Viscosidade μ /Eq. 3 $\mu=k(\rho_b-\rho)\Delta t$ (mPa.s)	Núm de Reynolds, N_R ($v.D_b \rho/\mu$)
25	27,39	1,83E-3	0,921	26,27	0,96
30	19,44	2,57E-3	0,917	18,66	1,89
35	16,38	3,05E-3	0,915	15,73	2,66
40	14,11	3,54E-3	0,910	13,55	3,56
45	12,17	4,11E-3	0,909	11,69	4,79
50	9,76	5,12E-3	0,905	9,39	7,40

ρ_b - massa específica da bola = 8,144 (g/cm³)

k - constante da bola = 0,13281 (mPa.s.cm³/g)

D_b - diâmetro da bola = 15,5mm

Observa-se pela Tabela 16 que a viscosidade varia inversamente com a temperatura, ou seja, um aumento da temperatura provoca uma redução na viscosidade dos líquidos, apresentando um comportamento exponencial. Com o viscosímetro de bola, a viscosidade é calculada a partir do tempo de queda da esfera, e mesmo tendo-se trabalhado com um fluido Newtoniano, é difícil, com os dados obtidos, calcular a taxa de deformação, dado este requerido para a maioria dos modelos. Portanto, resolveu-se trabalhar com a equação estatística proposta por Andrade, citado por MACHADO (1996), uma vez que os parâmetros A e B estimados, pela Equação 6 de Andrade, dependem apenas da temperatura e viscosidade.

$$\mu = A.e^{B/T} \quad (6)$$

em que,

μ = viscosidade dinâmica do fluido

A e B = são constantes que dependem da natureza de cada líquido

T = temperatura (°C)

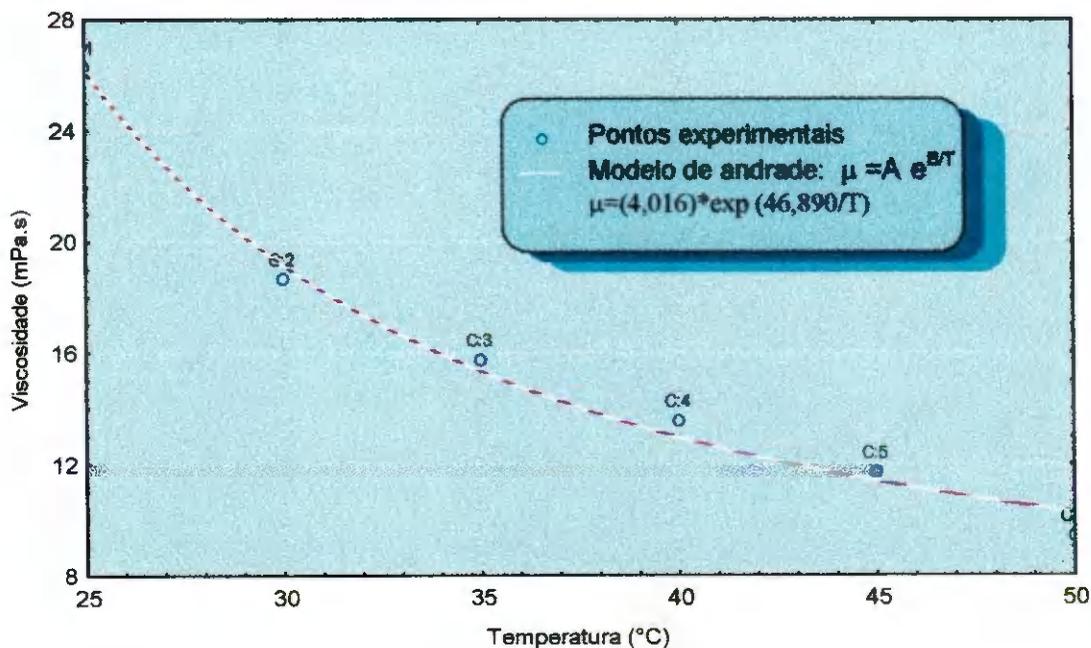


Figura 16- Curva dos dados experimentais de viscosidade em função da temperatura e ajuste segundo o Modelo de Andrade.

Como visto na Figura 16, a equação de Andrade apresenta um bom ajuste aos dados experimentais de viscosidade. Os parâmetros estatísticos bem como, os parâmetros A e B do Modelo exponencial, proposto por Andrade, encontram-se na Tabela 18.

Tabela 17 – Parâmetros estatísticos, bem como os parâmetros A e B do Modelo exponencial proposto por Andrade.

Parâmetros de ajuste estatísticos				Parâmetros estimados pela equação de Andrade		
média		SD		Equação de Andrade $\mu = A.e^{BT}$		
μ (mPa.s)	T (°C)	μ (mPa.s)	T (°C)	A	B	R ²
15,882	37,5	6,013	9,354	4,0163	46,8909	99,11

4.4.4 – Análise do numero de Reynolds, N_R

Segundo MACHADO (1996), a viscosidade de um fluido Newtoniano pode ser obtida com boa precisão pela Equação 3, utilizando o viscosímetro de bola, quando a velocidade for inferior a 1cm/s. Percebe-se pela Tabela 16, que a velocidade de queda, temperaturas estudadas, coloca-se na faixa de $1,83 \times 10^{-3}$ a $5,12 \times 10^{-3}$ m/s, ou seja, 0,183 a 0,512 cm/s. Isto assegura que os dados de viscosidade foram obtidos dentro de uma boa faixa de precisão.

Numa segunda análise, com relação ao número de Reynolds, verifica-se, ainda pela Tabela 16, que este se encontra na faixa $0,94 < N_R < 7,44$, faixa esta que, com base em referências citadas, confere ao regime laminar de escoamento. A Figura 17 representa a relação entre coeficiente de arraste e número de Reynolds para queda de uma esfera nos diversos regimes de escoamento, laminar, de transição e turbulento. Os pontos, em preto, representam o número de Reynolds, obtido em cada temperatura do azeite de babaçu, constatando-se o regime de escoamento tratado neste estudo.

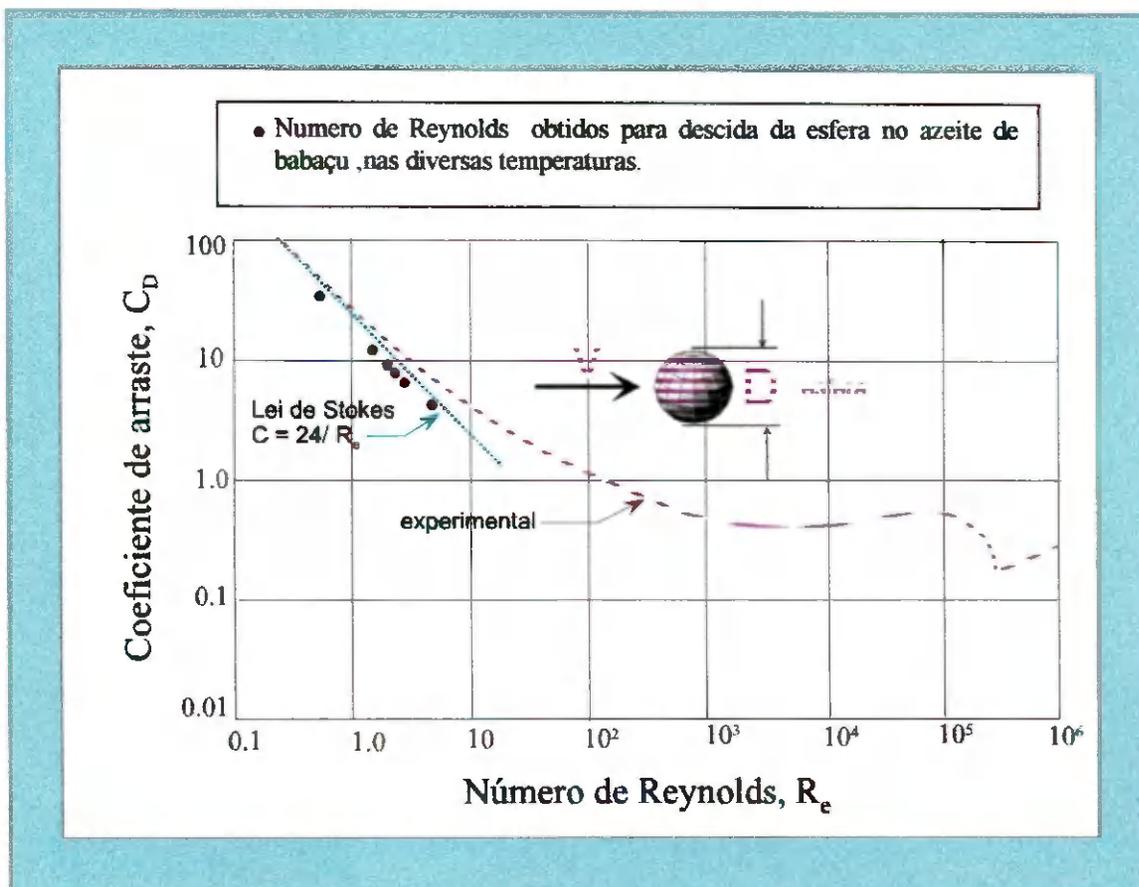


Figura 17 - Coeficiente de arraste e Numero de Reynolds para partículas esféricas. (Reproduzida a partir de VENNARD, 1961)

Uma vez constatado o regime de escoamento e sabendo-se que em regime laminar, a viscosidade de um fluido Newtoniano é influenciado apenas pela temperatura e pressão, uma única determinação experimental é suficiente para definir completamente as propriedades viscosas do fluido, pois a razão entre a tensão de cisalhamento, τ , e a taxa de cisalhamento, γ , é uma constante denominada de viscosidade absoluta do fluido. Em termos matemáticos seria:

$$\frac{\tau}{\gamma} = cte = \mu \quad (7)$$

em que,

τ = tensão de cisalhamento

γ = taxa de cisalhamento

A representação gráfica, para água, óleo e glicerina, em coordenadas cartesianas, seriam retas, com diferentes inclinações, passando pela origem, (Figura 18).

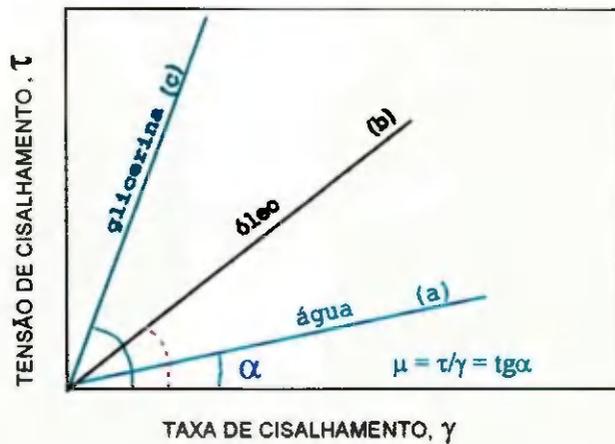


Figura 18 – Reograma de comparação de fluidos newtonianos denominados de fino (a) e grosso (c).

Baseado no exposto e diante da dificuldade de se calcular a tensão e taxa de cisalhamento, com o viscosímetro de bola, foi feito um cálculo do ângulo, α , a partir da viscosidade dinâmica obtida para o azeite de babaçu. Traçou-se então um esboço, esta representação é mostrada na Figura 19. Segundo este esboço, o azeite de babaçu está entre a água e óleo, classificando-se, portanto, como fino.

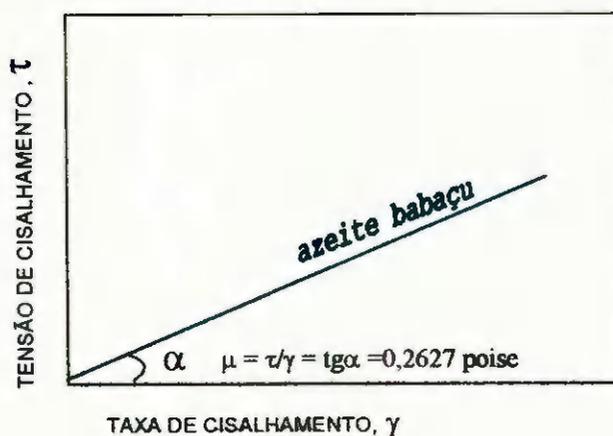


Figura 19 – Esboço do reograma do azeite de babaçu à 25 °C.

5 - CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa experimental, onde analisou-se as características físico-químicas, nutricionais e viscosidade do azeite de coco babaçu, pode-se concluir que:

- O teor de água encontrado foi 0,2%, índice considerado aceitável para azeites.
- A acidez foi 0,002 mgKOH/g_{óleo}, o que classifica este azeite como de alta qualidade
- O índice de saponificação encontrado, e que é considerado como excelente, foi 271 mgKOH/g_{óleo}.
- O índice de iodo observado para o azeite de babaçu foi 16g_{Iodo}/100g_{óleo}, caracterizando-o como não secante.
- O índice de peróxido encontrado está na mesma faixa dos demais azeites e seu valor foi de 7meq/1000g.
- Na temperatura de 25 °C, o índice de refração foi 1,472, o que indica pouca presença de sólidos solúveis.
- O valor calórico do azeite de babaçu foi de 90 kcal e o mesmo não apresentou colesterol na sua composição.
- O azeite de babaçu solidifica-se a 24,5 °C, o que pode ser considerado como uma dificuldade à sua comercialização em escala.
- A densidade do azeite de coco babaçu, foi de 0,920 à 25 °C e o pH obtido foi 5.

Quanto a análise nutricional concluiu-se que:

- O azeite de babaçu não contém carboidratos; o seu teor de cinzas foi de 1,33 g, e verificou-se ainda a ausência de proteínas.
- Os resultados obtidos para caracterização organoléptica de odor, aspecto e cor obteve-se um índice de 85% de aceitabilidade para o azeite de coco babaçu.

Analisando-se a viscosidade concluiu-se que:

- As viscosidades decresceram consideravelmente a altas temperaturas e estes valores foram: 26,27 cP a 25 °C; 18,66 cP a 30 °C ; 15,73 cP a 35°C; 13,55 cP a 40°C e 11,69 cP a 45°C e 9,39 cP a 50 °C. O mesmo fato foi observado com relação a sua densidade.
- O modelo exponencial, proposto por Andrade $\mu = A e^{B/T}$, com A=4,0163 e B=46,8909, ajustou-se bem aos dados experimentais, apresentando um coeficiente de correlação de 99,11%.
- O azeite de babaçu, apresenta comportamento Newtoniano, colocando-se entre água e óleo e portanto pode ser considerado fino.

6 – LITERATURA CITADA

- ALVES, E.R.A. Departamento de orientação e apoio à pesquisa. **Babaçu: Programa Nacional de Pesquisa**. Brasília, 1984, p.3.
- ANGELUCCI, E.; CARVALHO, L.R.; CARVALHO, N.R.P.; FIGUEIREDO, B.I.; MANTOVANI, B.M.D.; MORAES, M.R. **Análise química de alimento: Manual Técnico**. Campinas, SP. 1987, 123p.
- ARAÚJO, C.N.L.; MAIA, G.A.; NUNES, R de P.; GUEDES, Z.B de L.; MONTEIRO, J.C.S. Caracterização de doze genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) obtidos sob condições climáticas do estado do ceará . **Pesquisas Agropecuária Brasileira**. v.29, n.6, p.901-906, 1994.
- ARAÚJO, D.Z.O. **O coco babaçu, um fator importante na economia de Coroatá**. São Luís - MA : UEMA, 1997. 17p.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**; Viçosa : U.F.V. Imprensa Universitária, 1995, 335p.
- ARAÚJO, M.E. **Extração com gás supercrítico e suas aplicações na indústria de alimentos**. Campinas-SP : UNICAMP, 1993, 84p. (Monografia)
- ARGENTIERI, R. **Novíssimo receituário industrial**. Enciclopédia de Fórmulas e Receitas para Pequenas, Médias e Grandes Indústrias. 4ª ed. São Paulo, SP : Editora Ícone, 1992, 411p.
- BABAÇU do álcool ao coque siderúrgico. **Planejamento e desenvolvimento**. Brasília, v.7, n.80, p.20-21, set./out. 1980.
- BARUQUE, F. **Revista Planeta Coppe**. <http://www.coppe.ufri/planeta>

- BENTES, M.H.S. **Os óleos vegetais da amazônia e suas perspectivas de industrialização.** 1998, UFPA, 10p. (apostila).
- BEZERRA, O.B. **Localização de postos de coleta para apoio ao escoamento de produtos extrativistas – um estudo de caso aplicado ao babaçu.** Florianópolis: UFSC, 1995. 67p. (Tese Mestrado).
- BEZERRA, A. J.; Revista globo rural. **As guerreiras do mearim** ed. Globo, n.161, p.40-45, 1999.
- BIBLIOTECA Virtual do Estudante Brasileiro. **Frutas do Brasil – Babaçu.** 1998, p.4
<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/acervo/paradidat/frutas/babacu/babacu.html>
- BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Manual de laboratório de química de alimentos.** São Paulo : Livraria Varela, 1995. 126p.
- BOBBIO, P.A.; BOBBIO, O.F. **Química de processamento de alimentos.** 2ª ed. São Paulo : Varela, 1992. 146p.
- BORATTO, F. **Proteínas.** 1997, 3p. (Apostila).
- BRUNNER, G. **Gás Extraction na Introduction to Fundamentals of Supercritical Fluids and the application to separation processes.** Hanburg : Ed Springer, 1994. 386p.
- CASTRO, A.A; OLIVEIRA, M.M.; DUARTE, M.E.; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. Análise da qualidade nutricional do leite de coco babaçu (*Orbignya spp*), através da extração laboratorial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27. Poços de Caldas, **Anais...** Poços de Caldas : SBEA, 1998. p.10-11.

- CARVALHO, R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAIS, R.M. **Análise química de alimentos**. Campinas, SP : ITAL,, 1990, 121p.
- CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. **Análise química**. 1997, UFPB, 4 p. (Apostila).
- CHAVES,J.B.P. **Análise sensorial: Histórico e desenvolvimento**. Viçosa : Imprensa Universitária - UFV, 1993. 31p.
- CHITARRA, M.I.F; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras : ESAL./FAEPE, 1990. 293p.
- CICCO, L.H.S. **Tabela de calorias**. Revista saúde e vida On Line. <http://www.nib.unicamp.br/svol/calor12.htm>
- COCO de Babaçu: **Matéria-prima para produção de álcool e carvão**. **Atualidades do conselho nacional de petróleo**. Brasília, v.9, n.85, p.29-49, nov./dez. 1983.
- EMBRAPA. **Babaçu: Programa nacional de pesquisa**. Departamento de orientação e apoio a programação e pesquisa. Teresina : EMBRAPA – UEPAE, 1984. 89p.
- FONTELES, M.M. O Babaçu no Piauí: Ocorrência, produtividade e produção. **Carta CEPRO**. Teresina, v.7, n.1, p.57-64, jan./jun. 1981.
- FURTADO, R. Combate na selva. **Revista Globo Rural**.. São Paulo, SP : Editora Globo n.143, p.30-34, 1997.
- GEHRKE, T.; GASPARETO, C.A., **Reologia**., Campinas : UNICAMP, 1995. p.20. (Apostila).
- HIERRO, M.T.G & SANTA-MARIA, G.; Supercritical fluid extraction of vegetable and animal fats with CO₂ – a mini review. **Food Chemistry**, n.45, p.189 – 192, 1992.

- INSTITUTO Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2ª ed, São Paulo, 1976, 371p.
- IKEMORI, E.A; MOREIRA, A.P.R.F. **Controle dos níveis de colesterol**. Fundação Antônio Prudente, 1997. <http://www.hcanc.org.br/colest1.html>
- LIMA, J.R.; GONÇALVES, A.G. Parâmetro de avaliação da qualidade de óleo de soja utilizado para fritura. **Revista Química Nova**. Campinas : UNICAMP, v.7, n.5, jul./ago. 1994.
- MAIA, J.L.M. Matéria-prima. In: Encontro do Babaçu. **Anais...** Teresina, 1981. p.27-30.
- MACHADO, J.C.V. **Reologia, viscosimetria e escoamento**. SEREC/CEN/NOR. 1996, 86p. (Apostila).
- MARKLEY, K.S.; **A indústria de óleos, ceras e gorduras vegetais no polígono das secas**. Banco do Nordeste. Fortaleza, 1959, p.45.
- MARTINO, D.B. Versatilidade do babaçu garante sua sobrevivência no mercado. **Revista óleos e grãos**. n.45, nov./dez. 1998.
- MORETTO, E.; ALVES, R.F. **Óleos e gorduras vegetais, processamento e análises**; Florianópolis : Ed. UFSC, 1986. 179p.
- MONTEIRO, A.R.; **Estudo da cinética de extração dos solúveis da casca do fruto bacuri (*Platonia insignis*) com CO₂ líquido**. Campinas : UNICAMP, 1995. 66p. (Tese Mestrado)
- NASCIMENTO, M.N.; CARNEIRO, D.D.M. **Maranhão, terra das palmeiras**. 2ª ed, Editora Ática. 1996. 153p.

- PREDOZA, J.P.; SILVA, M.G.; SILVA, F.A.S.; FIRMINO, P.T. Avaliação dos teores de óleos e umidade em sementes de urucum (*Bixa orellana*, L.) durante o armazenamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 24, Campina Grande, PB. **Resumo expandido...** Campina Grande: SBEA/UFPB, 1997.
- PROJETO. **Babaçu integral**. São Paulo : CNPQ/FTI/INT/IPT, 1980.
- QUEIROZ, F. **Estudo da cinética de extração do óleo essencial de capim – limão com dióxido de carbono líquido**. Campinas : UNICAMP, 1993. 70p. (Tese de Mestrado).
- SARAVACOS, G.D. Effect of temperature on viscosity of fruit juices and purees. **Journal of Food Science**, 1970. p.35.
- REY, A.B. **Física-química moderna: Química tecnológica fundamental**. São Paulo : Ed. Fortaleza, 1970. vol.5.
- REVISTA ÓLEOS E GRÃOS. **Oleaginosas**. São Paulo, n.26, p.40. 1995.
- REVISTA NUTRIÇÃO. **Calorias – Letra B**. 1998. <http://www.clinica-humana.com.br/calorias-b.htm>
- PLANETA COPPE. 1998. <http://www.coppe.ufri/planeta>
- RIZZINI, C.T. **Botânica econômica brasileira**. São Paulo : EPU, 1976, p.18-20.
- RODRIGUES, C. **Alimentação natural**. 1997, 12p. (Apostila).
- TANGO, J.S. **Extração de óleo de abacate**. Campinas,1964. v.16, p.1-2.(Publicação em CD).
- VENNARD, J.K. - Fluid mechanics. 4th. Ed. New York : John Wiley and Sons, Inc., 1961.
- VILLAVECCHIA, V. **Tratado de química analítica aplicada**, 3^a Ed. Barcelona,1989,1012p.
- VIEIRA, F.F. **Análise de óleos vegetais**. U.E.P.B. Campina Grande, 1994, p.7. (Apostila).