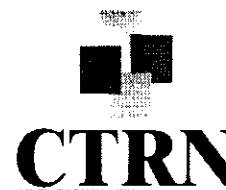




UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO DE PRODUTOS
AGRÍCOLAS



ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Extração e estabilidade do azeite de amêndoas
de castanha de caju*

Patrícia Rodrigues Pê

Campina Grande – Paraíba
(Fevereiro – 2007)

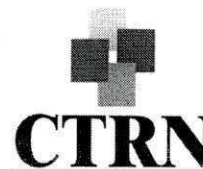


Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO DE PRODUTOS
AGRÍCOLAS



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO

PATRÍCIA RODRIGUES PÊ

*Estabilidade do azeite de amêndoas
de castanha de caju*

BANCA EXAMINADORA

PARECER

M. Elita

Maria Elita Martins Duarte
(Orientadora)

Mario R. M. Cavalcanti

Mario Eduardo R. M. Cavalcanti Mata
(Examinador)

Juarez Paz Pedroza

Juarez Paz Pedroza
(Examinador)

Aprovado

A PROVA DA

Aprovada

(FEVEREIRO/2007)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO DE PRODUTOS
AGRÍCOLAS



EXTRAÇÃO E ARMAZENAGEM DE AZEITE DE AMÊNDOAS
DE CASTANHA DE CAJU

PATRÍCIA RODRIGUES PÊ

Estágio supervisionado apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do diploma de graduação em Engenharia Agrícola.

ÁREA: Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

ORIENTADORA: Prof^ª. Dr^ª. Maria Elita Martins Duarte

Campina grande - Paraíba

Fevereiro – 2007

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me permitir vivenciar momentos de engrandecimento pessoal, pois, sem ele nada seria possível.

Aos meus pais, Irineu Diniz Pê e Genilde Rodrigues Pê, pelo amor, carinho e incentivo que sempre me deram.

A minha irmã Fabrícia pelo amor, carinho, amizade e companheirismo e ao meu cunhado Misael por ceder sua casa sempre que possível para realização de meus trabalhos.

A minha orientadora Dr., Maria Elita Martins Duarte a quem devo uma grande e valiosa contribuição, em especial pela dedicação demonstrada ao externar seu elevado conhecimento, e pela oportunidade, confiança, paciência e amizade demonstrada durante o convívio.

A professora Josivanda que se dispôs tantas vezes a me ajudar e escutar mesmo quando não lhe competia.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos de curso que me proporcionaram momentos de alegria, estudo e força na caminhada.

Em especial, meu muito obrigado a Débora, Niédja e Jofram pela amizade incondicional que dedicaram; sempre dispostos a me ouvir e a incentivar.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos.....	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Características gerais da cultura.....	5
2.2. Amêndoa de castanha de caju.....	7
2.3. Caracterização de óleos, azeites e gorduras	9
2.3.1. Conteúdo de água	9
2.3.2. Índice de saponificação	10
2.3.3. Índice de acidez.....	10
2.3.4. Índice de iodo.....	11
2.3.5. Índice de peróxido.....	12
2.3.6. Índice de refração.....	13
2.3.7. Valor calórico.....	13
2.3.8. Ponto de solidificação.....	15
2.3.9. Densidade.....	15
2.3.10. pH.....	15
2.3.11. Colesterol.....	15
2.4. Caracterização da qualidade nutricional dos óleos, azeites e gorduras.....	16
2.4.1. Carboidratos.....	16
2.4.2. Cinzas.....	17
2.4.3. Proteínas.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Extração do óleo (Azeite).....	20
3.2. Caracterização da qualidade nutricional das amêndoas semi-cruas e torradas.....	21
3.2.1. Proteínas.....	21
3.2.2. Carboidratos.....	21
3.2.3. Fibra bruta.....	21
3.2.4. Lipídeos.....	22
3.2.5. Cinzas.....	22
3.3. Caracterização físico-química.....	22
3.3.1. Teor de água.....	23
3.3.2. Índice de acidez.....	23
3.3.3. Índice de peróxido.....	23
3.3.4. Densidade.....	23
3.3.5. Índice de refração.....	24
3.3.6. Valor calórico (Kcal).....	24
3.3.7. pH.....	25
3.3.8. Índice de saponificação.....	25
3.3.9. Índice de iodo.....	25
3.3.10. Ponto de solidificação.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1. Rendimento.....	26
4.2. Caracterização química da amêndoa de castanha de caju semi-crua e tostada.....	26

4.2.1. Teor de água	26
4.2.2. Proteínas	27
4.2.3. Carboidratos	27
4.2.4. Fibra bruta	28
4.2.5. Lipídeos	28
4.2.6. Cinzas	28
4.3. Caracterização química e físico-química do azeite obtido a partir de amêndoas tostadas	29
4.3.1. Densidade	30
4.3.2. pH e acidez titulável total	30
4.3.3. Índice de peróxido	31
4.3.4. Índice de refração	31
4.3.5. Índice de saponificação	32
4.3.6. Índice de iodo	32
4.3.7. Valor calórico	33
4.3.8. Ponto de solidificação	33
4.3.9. Comparação entre azeites	33
5. CONCLUSÕES	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição química da amêndoa da castanha de caju in natura.....	8
Tabela 2	Índice de saponificação de óleos e gorduras comestíveis.....	10
Tabela 3	Índice de iodo de óleos e gorduras comestíveis.....	11
Tabela 4	Classificação dos óleos vegetais com relação ao índice de iodo,(mg/ (mg/100g).....	12
Tabela 5	Tabela de calorias de azeites e óleos.....	14
Tabela 6	Teores de proteínas, glicídios, lipídios, cálcio, fósforo e ferro de óleos vegetais.....	19
Tabela 7	Caracterização da composição centesimal da amêndoa da castanha de caju semi-crua e tostada.....	26
Tabela 8	Caracterização química e físico-química do azeite obtido a partir de amêndoas tostadas.....	29
Tabela 9	Comparação entre as características físico-químicas do azeite de amêndoas de castanha de caju tostadas e o azeite de oliva.....	34

1. INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta tropical, originária do Brasil, dispersa em quase todo o seu território. A Região Nordeste, com uma área plantada superior a 650 mil hectares, responde por mais de 95% da produção nacional (EMBRAPA, 2003).

No Brasil, a produção de amêndoa de castanha de caju destina-se, tradicionalmente, ao mercado externo, gerando, em média, divisas da ordem de 150 milhões de dólares anuais. Os Estados Unidos e o Canadá são os principais mercados consumidores da amêndoa brasileira, sendo responsáveis por cerca de 85% das importações. O agronegócio do caju no mundo movimenta cerca de 2,4 bilhões de dólares por ano (EMBRAPA, 2003).

O Brasil ocupa a posição de segundo maior produtor mundial de castanha, onde a cultura é desenvolvida com maior intensidade nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (BARROS et al., 1993; Vitor, 2003). O primeiro produtor mundial de castanha é a Índia.

O caju é segunda fruta com maior área plantada no Brasil, ocupando uma área de 704 mil hectares, perdendo da laranja, que ocupa mais de 803 mil hectares e ganhando da banana, que ocupa mais ou menos 505 mil hectares (TODA FRUTA, 2007).

O cajueiro é nativo do Brasil e ocorre naturalmente, não apenas no Nordeste como também nas regiões de cerrado do Brasil Central e da Amazônia. O seu cultivo, através das modernas técnicas desenvolvidas, pela Embrapa oferece ótima produtividade e abre perspectivas de retomada de espaço no mercado internacional, porque estudos feitos junto aos consumidores do Primeiro Mundo mostram que a castanha de caju é a mais apreciada entre todas as nozes e amêndoas (TODA FRUTA, 2007).

O fruto do cajueiro é constituído da castanha e de um pedúnculo (pseudofruto), o qual, a maior parte é deixada no campo depois da retirada da castanha (HOLANDA, 1996).

A castanha, o fruto verdadeiro do cajueiro, é constituído basicamente de três partes: a casca, a película e a amêndoa. O produto de maior expressão econômica do cajueiro é a amêndoa, que é a parte comestível, representando, em termos médios, 30% do seu peso (PAIVA et al.,2000).

Da castanha do caju ainda se extrai um líquido viscoso, acre, fenólico e cáustico, denominado LCC - líquido da casca da castanha (HOLANDA, 1988). O Líquido da casca da castanha de caju, esta sendo convertida em matéria-prima excelente para a produção de resinas e pós de fricção para a indústria automotiva. Quando a extração é feita por prensa, o LCC cru tem uma cor marrom escuro, sendo versificante, cáustico e quando descaboxilado apresenta uma cor mais escura, quase preta. O LCC é muito empregado na composição da formulação de lonas de freios, como "fillers", Há uma série enorme de outras aplicações do LCC na indústria, entre as quais: a Indústria de vernizes, plásticos, isolantes e tintas.

Os processos de beneficiamento da castanha para a extração da amêndoa são complexos, sendo consideradas três modalidades: manual, mecanizado e semimecanizado (Lopes Neto, 1981; Holanda, 1988 e Telles, 1988). Em qualquer caso, a intenção é a obtenção da maior quantidade possível de amêndoas inteiras, já que o valor comercial está diretamente relacionado com a sua integridade física, associada também a outros parâmetros como tamanho e cor. Conforme o sistema de classificação para amêndoas processadas estabelecido pela FAO-Food and Agriculture Organization (1983), pela Carteira de Comercio Exterior do Banco do Brasil S/A (CACEX, s.n.) e MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (1988).

A produção de amêndoas inteiras destina-se tradicionalmente à exportação. No período de 1996/1997, somente o estado do Ceará exportou em média o

equivalente a U\$144 milhões, que representa um montante expressivo em relação aos demais produtos agrícolas do Nordeste.

As amêndoas fragmentadas, de preço bastante inferior, são vendidas principalmente no mercado interno, mas também no exterior, especialmente os pedaços maiores, que são vendidos para as indústrias fabricantes de sorvetes, bolos e chocolates. Desta forma, estabelece-se uma escala de valor comercial, com grande amplitude de valores, compreendida entre inteiras e pedaços, grânulos, xerém e farinha.

Mesmo sendo de baixo valor comercial, o material quebrado (pedaços e bandas) não perdeu suas características primordiais (nutricionais e organolépticas), apresentando importante valor nutritivo, calórico e sensorial. Sua composição média é: umidade - 9%; Proteínas - 20%; Gorduras - 43,5%; Carboidratos - 25%; Cinzas - 2,5% (EMBRAPA, 2004). Este "rejeito" da agroindústria pode ser usado para a fabricação de outros produtos, pois se permite ter um custo de produção reduzido sem diminuir, contudo, as características de alta qualidade do produto final. O fato de ser inteira ou em pedaços não faz diferença para a transformação desde que, o tratamento dado ao produto quebrado seja adequado e no momento certo.

Vários trabalhos de pesquisa foram desenvolvidos nestas duas últimas décadas, visando ampliar o número de produtos industrializados do caju, entre os quais se destaca o de ANDRADE (1984), que trata da elaboração de creme de amêndoa de castanha de caju a partir de bandas e pedaços de amêndoas, que se assemelha ao creme de amendoim tostado, já comercializado no Brasil.

1.1Objetivos

- Determinar as características físico-químicas da amêndoa de castanha de caju crua e também da castanha tostada.
- Fazer o refino e determinar as características químicas, físico-químicas e nutricionais do azeite obtido das amêndoas tostadas e analisar sua estabilidade durante 6 meses de armazenamento em temperatura ambiente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Características gerais da cultura

O cajueiro pertence à família Anacardiaceae, Dicotyledoneae, gênero *Anacardium*, espécies *Anacardium occidentale*, L. (cajueiro comum) e – supostamente – *Anacardium occidentale*, L. var. *nanum* (cajueiro precoce) a qual inclui árvores e arbustos tropicais e subtropicais.

Na natureza existem dois tipos de cajueiro bem definidos, em relação ao porte, denominado comum e precoce. O cajueiro comum, que é o mais difundido, possui planta de porte alto (6 a 12 metros) excepcionalmente 15 e 20 metros (terrenos férteis), envergadura 10m. a 20m., copa ereta, compacta a esparramada. A primeira floração dá-se entre 3º e 5º ano de vida, o peso da castanha de 3 a 33g., peso do pedúnculo 20g. a 500g., de cor amarela ou vermelha. Produz 1,0 a 100Kg. de castanhas por safra (10.000 frutos), estabiliza a produção no 8º ano de vida; a floração dura 4 a 5 meses e a planta vive 35 anos. O cajueiro precoce, possui planta de porte baixo (4 a 6m.), copa compacta (em torno de 7 metros de envergadura), ereta; propagado por enxertia ou estaquia ou alporquia entra em floração aos seis meses, inicia floração um mês antes do que a do cajueiro comum, floração que dura 6 a 7 meses. O peso do fruto varia de 3g. a 13g., peso do pedúnculo varia de 20 a 160g., produz em torno de 43kg. De castanha /ano/árvore. O período de maior intensidade de frutificação (Ceará) é de setembro a novembro; é sensível à doença mofo preto.

O fruto verdadeiro é a castanha, um aquênio reniforme, de 3 a 5 cm de comprimento por 2,5 a 3,5 cm de largura, apresentando coloração castanho-escuro lustrosa, coriáceo, liso, com mesocarpo espesso, alveolado, cheio de um líquido viscoso, acre e cáustico, denominado LCC (líquido da casca da castanha). No interior da castanha encontra-se a amêndoa, de formato rinóide (formato de rim),

protegida por uma fina membrana (película) avermelhada, composta de dois cotilédones brancos, carnosos e oleosos, de alto valor nutritivo e que pode ser consumida ao natural, tostada e salgada, ou no preparo de bolos, doces, confeitos, farinhas e incorporadas em sobremesas diversas (Medina, 1978).

No Brasil, a produção de amêndoa de castanha de caju destina-se, tradicionalmente, ao mercado externo, gerando, em média, divisas da ordem de 150 milhões de dólares anuais. Os Estados Unidos e o Canadá são os principais mercados consumidores da amêndoa brasileira, sendo responsáveis por cerca de 85% das importações. O agronegócio do caju no mundo movimenta cerca de 2,4 bilhões de dólares por ano (EMBRAPA,2003).

A importância social do caju no Brasil traduz-se pelo número de empregos diretos que gera, dos quais 35 mil no campo e 15 mil na indústria, além de 250 mil empregos indiretos nos dois segmentos. Para o Semi-Árido nordestino, a importância é ainda maior, pois os empregos do campo são gerados na entressafra das culturas tradicionais como milho, feijão e algodão, reduzindo, assim, o êxodo rural (EMBRAPA, 2003).

Segundo Casimiro et al. (1995) essa cultura é uma das mais expressivas na economia do estado do Ceará, que a explora na forma de sucos, doces, refrigerantes e amêndoas.

Além do aspecto econômico, os produtos derivados do caju apresentam elevada importância alimentar. O caju contém cerca de 156 mg a 387 mg de vitamina C, 14,70 mg de cálcio, 32,55 mg de fósforo e 0,575 mg de ferro por 100 ml de suco.

2.2 Amêndoa de castanha de caju

O produto de maior expressão econômica do cajueiro é a amêndoa, que é a parte comestível da castanha. A principal forma de consumo da amêndoa é torrada e salgada, usada no acompanhamento de coquetéis e como tira-gosto (Santos, citado por Peixoto, 2003).

A amêndoa da castanha de caju é um alimento nutritivo e saboroso. Atualmente, seu alto valor calórico tem despertado interesse. A amêndoa contém cerca de 46,5% de lipídeos sendo responsável por 70,5% de suas calorias. Somente 100 g da amêndoa contém aproximadamente 600 calorias (LAMEIRA et al, 1997).

A amêndoa de castanha de caju Produzida no Brasil constitui-se em produto de exportação, sendo 90% da população destinada ao mercado internacional. As exportações de amêndoas de castanha de caju movimentam, em nível mundial, em torno de meio bilhão de dólares anualmente, ocupando o terceiro lugar entre as nozes (amêndoas comuns, avelãs, pecãs, macadâmias e outras) que participam deste mercado.

A composição química da amêndoa está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química da amêndoa da castanha de caju in natura

Determinação	Valor
Umidade (%)	2,0 – 9,0
Proteína bruta (N x 6,25) (%)	20,0 – 21,0
Sais minerais (%)	1,7 – 3,1
Fibra bruta (%)	1,2
Extrato etéreo (%)	45,0 – 47,0
Carboidratos totais (%)	22,0 – 27,2
Cálcio (mg/100g)	165,0 – 550,0
Fósforo (mg/100g)	450,0 – 490,0
Ferro (mg/100 g)	1,8 – 5,0
Tiamina (µg/100 g)	140,0
Riboflavina (µg/100 g)	150,0
Ácido nicotínico (µg/100 g)	2200,0

Fonte: PEIXOTO (2003)

A castanha de caju difere das outras nozes por ter casca rija e conter um líquido fenólico e cáustico (LCC). Da transformação industrial da castanha de caju resultam como produtos principais a amêndoa e o líquido da casca, e como produtos secundários a película e a casca residual. Somente os produtos primários têm valor econômico no mercado internacional, sendo que a amêndoa apresenta uma cotação bem mais alta. A película pelo seu valor alimentar pode ser usada na preparação de rações animais, podendo também servir de matéria-prima na extração de pigmentos utilizados na fabricação de tintas (ESTEVES, citado por PEIXOTO, 2003).

A amêndoa é responsável por cerca de 1/3 da castanha, a sua análise revela um teor de óleo de 55 a 60%, 15 a 205 de proteínas e em torno de 5% de açúcares (TODA FRUTA, 2003).

2.3 Caracterização de óleos, azeites 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 desses produtos e não as percentagens de seus constituintes. Assim, são determinados o conteúdo 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 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976).

2.3.1 Conteúdo de água

O conteúdo de água é a quantidade de água não combinada na amostra, pois a existência de uma porcentagem mínima de água, caracterizá-lo 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 conteúdos 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 da AOAC (1990) e os conteúdos 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 conteúdos de água oscilaram de acordo com as estações do ano, também para os dois tipos de armazenagem.

2.3.2. Índice de saponificação

É definido como o número de miligramas de hidróxido de potássio necessário para neutralizar os ácidos graxos resultantes da hidrólise completa de 1 g de amostra (PARK e ANTONIO, 2006), é inversamente proporcional ao peso molecular médio dos ácidos graxos dos glicerídeos 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 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976).

Na Tabela 2 pode-se verificar o índice de saponificação de alguns óleos:

Tabela 2– Índice de saponificação de óleos e gorduras comestíveis.

Óleos	Índice de saponificação
Coco	256
Oliva	190
Amendoim	156
Algodão	193
Milho	191
Girassol	132
soja	192

Fonte: ARAÚJO (1995)

2.3.3 Índice de acidez

A acidez é definida como a massa de hidróxido de potássio, em miligramas, gasta na neutralização dos ácidos livres presentes em um grama de amostra de óleo (VASCONCELOS & GODINHO, 2002), o índice de acidez revela o estado de

aquecimento e pela luz, e a rancidez é quase sempre acompanhada pela formação de ácidos graxos livres.

2.3.4 Índice de iodo

Método utilizado para determinar o grau de insaturação de um óleo ou gordura e para controlar alguns processamentos. Este índice é baseado no fato de que o iodo e outros halogênios se adicionam numa dupla ligação da cadeia insaturada dos ácidos graxos (PARK e ANTONIO, 2006).

Por conseguinte, um índice de iodo elevado significa alto grau de instauração (ARAÚJO, 1995). Na Tabela 3, pode-se verificar índices de iodo de alguns óleos:

Tabela 3 – Índice de iodo de óleos e gorduras comestíveis.

Óleos	Índice de iodo
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 4 encontra-se a classificação dos óleos vegetais em função do índice de iodo.



Tabela 4 - Classificação dos óleos vegetais com relação ao índice de iodo, (mg/100g):

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

Fonte: ARAÚJO (1995)

2.3.5 Índice de peróxido

O índice de peróxido é um indicador muito sensível do estágio inicial da oxidação, e sua presença é indício 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 contêm 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).

2.3.6 Índice de refração

Os óleos e gorduras possuem poder de refringência 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 & 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 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976).

2.3.7 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 5 são mostradas as quantidades de calorias de determinados óleos e azeites:

Tabela 5 – Tabela de calorias de azeites e óleos.

<i>Óleos e Azeites</i>		
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

2.3.8 Ponto de solidificação

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

2.3.9 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.

2.3.10 pH

pH é o símbolo para a grandeza físico-química "potencial hidrogeniônico".

Essa grandeza (potencial hidrogeniônico) é um índice que indica o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer (WIKIPÉDIA, 2007). 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 nas análises organolépticas.

2.3.11 Colesterol

O colesterol é um composto orgânico (lípidos e esteróis) que está presente em todos os tecidos animais (em sua forma completa, apenas nesses, pois existem

formas clivadas de colesterol em células vegetais), além de fazer parte da estrutura das membranas celulares e ser um reagente necessário à biossíntese de vários hormônios, da vitamina D e do ácido biliar (WIKIPÉDIA, 2007). O colesterol que se tem 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).

2.4 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).

2.4.1 Carboidratos

Também chamados hidratos de carbono, glicídios, ou mais comumente, açúcares, os carboidratos são compostos ternários formados de carbono, hidrogênio e oxigênio em geral, na proporção de um carbono para dois hidrogênio para um oxigênio ou seja: $C(H_2O)$ (2007). Os nomes carboidratos e hidratos de carbono explicam-se pelo fato de serem substâncias constituídas, basicamente de carbono e água. Em alguns casos, podem também apresentar nitrogênio (N) ou enxofre (S) na sua composição (WIKIPÉDIA, 2007).

Principal fonte energética dos alimentos está presente nas frutas frescas e secas, mel, açúcar, cereal (arroz, aveia, cevada e centeio) e vegetal (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 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).

2.4.2 Cinzas

A cinza de uma amostra de alimento é o resíduo inorgânico que permanece após a queima de matéria orgânica de uma amostra. A cinza é constituída principalmente de grandes quantidades de K, Na, Ca e Mg; pequenas quantidades de Al, Fe, Cu, Mn e Zn e traços de Ar, I, F e outros elementos.

A cinza obtida não é necessariamente da mesma composição que a matéria mineral presente originalmente no alimento, pois pode haver perda por volatilização ou alguma interação entre os constituintes da amostra. Os elementos minerais se apresentam na cinza sob a forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos e cloretos, dependendo das condições de incineração e da composição do alimento. Algumas mudanças podem ocorrer como oxalatos de cálcio podem ser transformados em carbonatos, ou até em óxidos. A composição da cinza vai depender da natureza do alimento e do método de determinação utilizado.

Amostras com alto teor de umidade devem sofrer secagem antes da incineração, e, portanto muitas vezes é vantajoso combinar a determinação direta de umidade e a determinação de cinzas.

A presença de largas quantidades de cinzas em produtos como açúcar, amido, gelatina, frutas ácidas ou pectina é indesejável e, portanto cuidados especiais devem ser tomados durante seus processos produtivos (PARK e ANTONIO, 2006).

O perfil da cinza pode ser considerado como medida geral de qualidade e freqüentemente é utilizado como critério na identificação dos alimentos (Angelucci et al., 1987).

2.4.3 Proteínas

As proteínas são extremamente importantes na nutrição porque fornecem aminoácidos essenciais ao organismo. Os aminoácidos são chamados essenciais, pois o organismo não é capaz de sintetizá-los, na digestão há a quebra da cadeia de proteínas e os aminoácidos livres são absorvidos e usados na síntese de novas proteínas. São aminoácidos essenciais: valina, leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, triptofano, treonina, lisina, arginina, histidina.

No processamento de alimentos as proteínas também apresentam propriedades importantes como a capacidade de gelificação (gelatina), capacidade de emulsificação (proteína da gema do ovo), capacidade de retenção de água (proteína da soja) (PARK e ANTONIO, 2006).

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 (CASTRO, 1999).

A Tabela 6 contém os teores de proteínas, glicídios, lipídios, cálcio, fósforo e ferro de alguns óleos vegetais.

A Tabela 6 contém os teores de proteínas, glicídios, lipídios, cálcio, fósforo e ferro de alguns óleos vegetais.

Tabela 6 – 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 : Castro (1992)

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas da Universidade Federal de Campina Grande.

3.1 Extração do óleo (Azeite)

A extração do óleo foi realizada na mini-usina do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Embrapa-Algodão), as características físico-químicas no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas do Centro de Ciências e Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, PB.

Utilizaram-se amêndoas cruas provenientes da Iracema Indústria e Comércio de Castanha de Caju Ltda. As sementes foram beneficiadas pelo método de extração por prensagem a frio, com quatro percolações, para esta obtenção utilizou-se uma prensa hidráulica manual adaptada (Figura 2) desenvolvida pela Embrapa Algodão. O cálculo do rendimento foi obtido pela relação entre a quantidade das sementes que entraram na prensa, em gramas, pela quantidade de óleo obtido por prensagem.

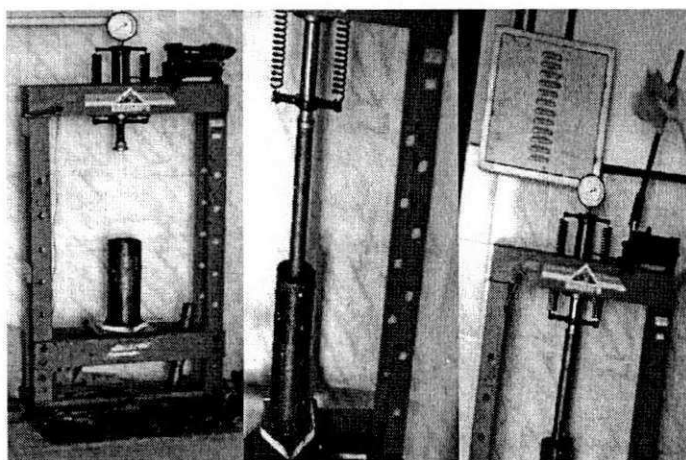


Figura 2 - Prensa hidráulica manual para extração do óleo de mamona

Após o processo de extração, o óleo bruto obtido foi colocado em centrífuga para separação das impurezas do óleo; gomas (fosfatídeos hidratáveis), ceras e substâncias coloidais.

3.2 Caracterização da qualidade nutricional das amêndoas semi-cruas e torradas

3.2.1 Proteínas

O teor de proteínas foi determinado pelo método kjedahl, empregando-se como fator de conversão de nitrogênio o valor de 6,25; com três repetições para cada lote, conforme procedimento da AOAC- Association of Official Analytical Chemists (1990) os resultados foram expressos em porcentagem (gramas de proteínas por 100 gramas de amostra "in natura").

3.2.2 Carboidratos

O teor de carboidratos, com três repetições para cada lote, foi calculado pela diferença:

$\% \text{ carboidratos} = 100 - (\% \text{ proteínas} + \% \text{ lipídios} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ umidade} + \% \text{ fibra})$.

3.2.3 Fibra bruta

A determinação do teor de fibra bruta, com três repetições para cada lote, foi realizada utilizando-se o método AOAC - Association of Official Analytical Chemists (1990). Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.2.4 Lipídios

O teor de lipídios foi determinado com três repetições para cada lote, utilizando-se o método Soxhlet da AOAC - Association of Official Analytical Chemists (1990), segundo o qual amostras de $\pm 2,0\text{g}$, são colocadas em um papel de filtro, no mesmo recipiente utilizado para a extração da gordura. Com o aquecimento e volatilização do éter de petróleo e posterior condensamento e circulação através da amostra ocorrem o carregamento do material que nele se solubiliza. Esse processo foi repetido até que não restasse nenhum material a ser extraído. O éter foi destilado e coletado em outro recipiente, o lipídio remanescente foi pesado e os resultados expressos em porcentagem. O tempo utilizado para extração foi de, aproximadamente, seis horas.

3.2.5 Cinzas

O teor de cinzas foi determinado pelo método da AOAC - Association of Official Analytical Chemists (1990), com três repetições para cada lote. As cinzas residuais foram calculadas pela diferença entre o peso do cadinho, previamente tarado mais o peso da amostra, e o peso com a amostra calcinada. Os resultados foram expressos em porcentagem (g/100g).

3.3 Caracterização físico-química do azeite

Todas as análises de caracterização do azeite de amêndoas de castanha de caju foram desenvolvidas no Laboratório de Análises Químicas de Alimentos da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande – PB.

tarado mais o peso da amostra, e o peso com a amostra calcinada. Os resultados foram expressos em porcentagem (g/100g).

3.3 Caracterização físico-química do azeite

Todas as análises de caracterização do azeite de amêndoas de castanha de caju foram desenvolvidas no Laboratório de Análises Químicas de Alimentos da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande – PB.

3.3.1 teor de água

A determinação do conteúdo de água foi realizada pelo método gravimétrico de volatilização, usando-se a estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, método sugerido por Vieira (1994), e a porcentagem de água existente na amostra foi calculada pela Equação 1.

$$\text{H}_2\text{O} = (\text{Mcu} - \text{Mcs}) / (\text{Mcu} - \text{Mc}) * 100 \quad (1)$$

em que:

Mc – Massa da cápsula de porcelana + bastão de vidro

Mcu – Massa da cápsula de porcelana + bastão de vidro + amostra úmida

Mcs – Peso da cápsula de porcelana + bastão de vidro + amostra seca

3.3.2 Índice de acidez

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

Foram realizadas determinações de densidade nas temperaturas de 25°C, utilizando um picnômetro de 50 ml equipado com termômetro. Os picnômetros foram lavados com acetona, secos e tarados. Os picnômetros cheios da amostra em estudo (azeite de amêndoa de castanha de caju) foram colocados em banhos aquecidos com temperatura controlada 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, como representado pela Equação 48.

$$\rho = (B - A) / (C - A) \times 1 / \rho_{\text{água}} \quad (2)$$

em que,

ρ – Densidade (g/cm³)

A – Massa do Picnômetro

B – Massa Picnômetro + amostra

C – Massa Picnômetro + água destilada

$\rho_{\text{água}}$ - Densidade da água

3.3.5 Índice de refração

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

3.3.6 Valor calórico (kcal)

O valor calórico do alimento foi calculado pela 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).

Foram utilizadas amostras de 10g do azeite e delas foram determinados o teor de proteína, carboidrato e gordura.

3.3.7 pH

As medidas de pH foram determinadas pelo método potenciométrico, que consiste em aferir o pHâmetro 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.

3.3.8 Índice de saponificação

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

3.3.9 Índice de iodo

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

3.3.10 Ponto de solidificação

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

3.3.9 Índice de iodo

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

3.3.10 Ponto de solidificação

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

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Rendimento

O cálculo do rendimento foi obtido pela relação entre a quantidade das sementes que entraram na prensa, em gramas, pela quantidade de óleo obtido por prensagem (também em gramas).

Foi obtido para a castanha crua um rendimento aproximado de 5,15 % e para a castanha tostada, o rendimento foi um pouco maior, de 5,98 %.

4.2 Caracterização química da amêndoa de castanha de caju semi-crua e tostada

Na Tabela 7 encontram-se os resultados obtidos da caracterização físico-química para a amêndoa de castanha de caju crua e tostada.

Tabela 7 - Composição centesimal da amêndoa da castanha de caju semi-crua e tostada

evidentemente, esperado desde que o processo de tosta não deixa de ser um processo de secagem. A diferença observada foi significativa ao nível de 5% de probabilidade.

A perda de umidade durante a tostagem da castanha é um fato bem relatado e varia de trabalho para trabalho, dependendo do teor de água inicial, tempo de tosta e temperatura de exposição (CAVALCANTE, 1983; ANDRADE, 1984; MAIA et al., 1971; MELO, 1989 e QUEIROGA NETO, 1993)

4.2.2 Proteínas

Entre os valores de proteínas das amêndoas semi-cruas e tostadas, Tabela 7 não foram obtidas diferenças significativas. Estes valores de proteínas, tanto em amêndoas semi-cruas como em amêndoas tostadas estão muito próximos aos encontrados na literatura por (CAVALCANTE, 1983) que foram 22,30% e 20,58% para amêndoas cruas e tostadas, respectivamente e próximos também, dos valores de 21,25% para a castanha crua e 20,56% para a castanha tostada, encontrados por ANDRADE ((1984)

4.2.3 Carboidratos

O valor do teor de carboidratos aumentou após a tostagem, Tabela 6. Apesar de significativo, este aumento foi bem pequeno, o que pode ter ocorrido é que este valor se manteve estável ou até diminuiu um pouco, porém como ele é obtido em termos percentuais e houve uma diminuição no teor de água, logicamente o teor de carboidratos apresentará um percentual maior em 100 gramas do produto (agora com 3,83% de água a menos).

4.2.4 Fibra bruta

Para o teor de fibra bruta, Tabela 7, também observou-se um pequeno decréscimo em relação ao valor da castanha semi-crua, estes fatos também devem retratar a diminuição no conteúdo de água obtido com a tostagem da amêndoa.

4.2.5 Lipídios

O teor de lipídios, Tabela 7, obtido para a amêndoa semi-crua (46,21 %) foi semelhante ao encontrado por MAIA et al. (1971), que obtiveram variação de 45,18 % a 47,58 % quando pesquisaram amêndoas de diferentes localidades do Ceará. Este valor foi ainda comparável ao relatado por Melo (1989), que foi de 46,5 %. Resultados inferiores a este (42,25%) foram obtidos por QUEIROGA NETO (1993). Na amêndoa tostada, a média encontrada foi de 47,76 %. Comparando-se os teores de lipídeos obtidos, para as amêndoas semi-cruas e tostadas, constata-se uma diferença significativa em nível de 5%. Este resultado era esperado, já que a amêndoa possui um menor teor de água, como verificado para carboidratos e fibras. O trabalho de CAVALCANTE (1983) relatada diferença superior, 44,52% de lipídios nas amêndoas cruas e 57,20% nas tostadas. FRANCO (1992) encontrou 37 % para a amêndoa crua e 47,20% para a tostada, enquanto ANDRADE (1984) encontrou diferença menor 45,30% e 45,71% para a amêndoa crua e tostada, respectivamente. Em relação a base seca, a diferença nos teores de lipídios encontrados não se apresentou significativa. Os valores obtidos foram de 49,04 % para a amêndoa crua e 49,15 % para a tostada

4.2.6 Cinzas

As médias observadas para teores de cinzas, Tabela 7, das amêndoas de castanha semi-cruas e tostadas foram, respectivamente, 2,40 % e de 2,43 % em

base úmida. Estatisticamente, a diferença não é significativa e estes valores são próximos aos encontrados na literatura. CAVALCANTE (1983) encontrou para amêndoas cruas um teor de cinzas totais de 2,60 %, e um teor 2,30 % para amêndoas tostadas. MELO (1989) verificou valor próximo ao encontrado no presente trabalho para a amêndoa crua, 2,2%, enquanto que QUEIROGA NETO (1993) obteve o teor de cinzas igual a 2,66%. MAIA et al. (1971), estudando amêndoas de diversas procedências, constataram valores de teores de cinzas entre 2,36% e 2,62 %, e valor médio de 2,43 %.

4.3 Caracterização química e físico-química do azeite obtido a partir de amêndoas tostadas

Na Tabela 8, encontram-se os resultados das características observadas para o azeite durante 180 dias de armazenamento.

Tabela 8 - Caracterização química e físico-química do azeite obtido a partir de amêndoas tostadas

Características do Azeite	Período de Armazenamento (dias) (Temperatura ambiente, 27 °C ± 3°C)				
	0	60	120	180	DMS
Conteúdo de água (% b.u.)	0,25a	0,25a	0,23a	0,22a	0,4
Densidade a 25 °C	0,928a	0,927a	0,927a	0,928a	0,001
pH	5,28a	5,20b	5,21b	5,20b	0,02
Índice de acidez (mgKOH/g _{óleo})	0,02b	0,02b	0,03a	0,03a	0,01
Índice de peróxido (meq/kg)	0,4a	0,4a	0,5a	0,6a	0,03
Índice de refração	1,5002a	1,5001a	1,5002a	1,5001a	0,001
Índice de saponificação (mgKOH/g _{óleo})	186,1a	186,2a	186,1a	186,2a	0,4
Índice de iodo (g Iodo/100g)	86,1a	86,3a	86,9a	87,1a	1,3
Ponto de solidificação (°C)	7a	7a	7a	7a	1

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de Probabilidade

Pelos valores contidos na Tabela 7, percebe-se que o período de 180 dias de armazenamento não foi suficiente para causar alterações significativas nas principais características do azeite, podendo-se concluir que o azeite de amêndoas de castanha de caju tostadas, até uma teor de água de, aproximadamente, 1,25% se mantém estável por um período de 6 meses. É, no entanto, necessário observar o comportamento desse óleo por período maior de armazenagem.

4.3.1 Densidade

A densidade média do óleo de amêndoas de castanha de caju tostada a 25°C foi 0,928, este valor é um pouco superior ao azeite de oliva que é 0,918 a 25°C. A densidade se manteve estável durante o período verificado.

4.3.2 pH e acidez titulável total

O valor do pH foi em média de 5,28, caindo um pouco até o período final de armazenamento quando apresentou aos 180 dias um valor 5,20. A diferença foi significativa em nível de 1 % pelo teste de Tukey, no entanto permaneceu com valor de pH considerado neutro, o que é um aspecto positivo em se tratando de azeites, com a finalidade de uso como azeite de mesa.

Quanto aos valores encontrados para acidez titulável total, estes apresentaram diferença significativa. Observaram-se valores de 0,02 mgKOH/g_{óleo} no início do armazenamento a 0,03 mgKOH/g_{óleo} ao final do armazenamento. O limite observado para óleos brutos é 0,6 – 4 mg KOH.g⁻¹. Portanto os valores obtidos estão próximos do índice de acidez de óleos refinados, cujo valor é inferior a 0,6 mg KOH.g⁻¹.

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.

4.3.3 Índice de peróxido

O resultado do índice de peróxido do azeite de amêndoas de castanha de caju foi 0,4 no início do armazenamento chegando até 0,6 ao final do período de 180 dias de armazenamento, no entanto estas diferenças não foram significativas. Segundo ARAÚJO (1995), nos óleos ocorrem alterações no índice de peróxido, após serem aquecidos, estes fatos são muito bem observados durante a fritura de alimentos ao se analisar o óleo utilizado nessas frituras. No estudo em questão o azeite foi mantido à temperatura ambiente em embalagem de vidro de 120mL.

4.3.4 Índice de refração

O índice de refração observado foi de 1,502 na temperatura de 25°C no início do armazenamento, permanecendo estável até o final do armazenamento. Nos óleos vegetais, esse índice é muito usado como critério de qualidade e identidade (CECCHI, 2003). Conclui-se ainda que o azeite amêndoas de castanha de caju 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.

4.3.6 Índice de saponificação

O índice de saponificação foi de 182 mgKOH/g_{óleo} e manteve-se estável até o final do período de armazenamento. Segundo MORETTO e FETT (1998) quanto menor for o peso molecular do ácido graxo, tanto maior será o índice de saponificação. Ainda segundo estes mesmos autores, os ácidos graxos livres aumentam o índice de saponificação grosseiramente, para as gorduras vegetais, quanto mais alto for o índice de saponificação mais se prestam para fins alimentares.

4.3.7 Índice de iodo

O índice de iodo observado para o azeite de amêndoa de castanha de caju, foi 86,1 a 87,1 em média, não apresentando diferenças significativas até o final do período de armazenamento. 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 8, caracteriza-o como semi-secante, ou seja, índice de iodo na faixa 80 a 140 g iodo/100g. Segundo CECCHI (2003), esta determinação é relevante para a classificação de óleos e gorduras e para alguns tipos de processamento.

Na classificação lipídica do óleo de amêndoas de castanha de caju, cerca de 61,21% dos ácidos graxos pertencem ao grupo do ácido oleico (C18:1) e 18,86% pertencem ao grupo do ácido linoleico (C18:2)

Grupo do ácido oleico (C18:1) – a maioria destes óleos tem um índice de iodo compreendido entre 80 e 110, sendo por isso insaturados (exemplo: azeite, amendoim, colza e panqueira).

Grupo do ácido linoleico (C18:2) – inclui óleos com índice de iodo geralmente superior a 110 sendo considerados insaturados (exemplos: girassol, soja e algodão).

4.3.8 Valor calórico

O resultado do valor calórico do azeite de amêndoas de castanha de caju foi de 90 kcal para cada 10 gramas do produto, o qual é igual ao azeite de oliva e a vários outros azeites, como pode ser visto na Tabela 7.

4.3.9 Ponto de solidificação

O azeite de amêndoa de castanha de caju inicia o processo de solidificação numa temperatura média de 7°C.

4.4 Comparação entre azeites

Na Tabela 9 encontram-se as principais características físicas do azeite de amêndoas de castanha de caju e do azeite de oliva. Constata-se por esta Tabela uma proximidade das características físico-químicas do azeite mais consumido no mundo, o azeite de oliva, com o azeite obtido nesta pesquisa. Percebe-se uma diferença entre os valores de índice de peróxido, e que se constitui no fator positivo, pois um valor muito elevado do índice de peróxido significa ação fortemente oxidante, favorecendo a rancificação dos ácidos graxos.

Tabela 9 - Comparação entre as características físico-químicas do azeite de amêndoas de castanha de caju tostadas e o azeite de oliva

Características físico-químicas	Azeite de amêndoas de castanha de caju	Azeite de oliva
Conteúdo de água (% b.u.)	0,25	-
Densidade a 25 °C	0,928	0,918
pH	5,28	6
Índice de acidez (mgKOH/g _{óleo})	0,02	-
Índice de peróxido (meq/kg)	0,4	12
Índice de refração	1,5002	1,450
Índice de saponificação (mgKOH/g _{óleo})	186,1	186 - 196
Índice de iodo (g Iodo/100g)	86,1	79 - 88
Ponto de solidificação (°C)	7	6
Valor Calórico (Kcal/10g)	90	90
Colesterol	ausente	ausente

5- CONCLUSÕES

- A tostagem realizada nas amêndoas de castanha de caju não foram suficientes para causar grandes alterações em sua composição química.
- O azeite de amêndoas de castanha de caju possui características químicas e físico-químicas semelhantes às de outros azeites vegetais, principalmente, o de oliva.
- O azeite de amêndoas de castanha de caju inicia o processo de solidificação numa temperatura média de 7°C.
- O azeite de amêndoas de castanha de caju manteve a maioria de suas características químicas e físico-químicas estáveis durante os 180 dias de armazenagem em temperatura ambiente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. S. **Aspectos da industrialização da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.)**. Fortaleza, 1984. 187f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, 1984.

ALVES, R. A. **Desenvolvimento de um secador por microondas para secagem de grãos em camada espessa**. 2003. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Unidade Acadêmica de engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

ANGELUCCI, E.; CARVALHO, L. R.; CARVALHO, N. R. P.; FIGUEIREDO, B. I.; MANTOVANI, B. M. D.; MORAES, M. R. **Análise química de alimentos: Manual Técnico**. Ed. Campinas, São Paulo, 1987, 123p.

AOAC-Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington, 1990. 684p.

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**. 1993, 84f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas- Campina -SP

CEPPA, B.; LIMA, J. R.; SOUSA, M. M. M. **Influência do tipo de óleo utilizado para fritura na estabilidade de amêndoas de castanha de caju**. Curitiba, PR, v. 19, n. 1, jan./dez. 2001

BARROS, L. M. et al. **Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro anão precoce**. Fortaleza, CE, EMBRAPA-CNPAT, 1993. 65p. (EMBRAPA-CNPAT - Circular Técnica, 1).

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, O.F. **Química de processamento de alimentos**. 2ª ed. São Paulo : Varela, 1992. 146p.

BOSS, E. A. **Análise do desempenho de plantas de extração de óleo convencionais e de processos supercríticos**. 2000. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP

CACEX - Carteira do Comércio Exterior/Banco do Brasil S.A. - **Tipos exportáveis de amêndoas de castanha de caju**. CACEX/BB/Departamento Geral de Exportação. 1988. 3p. (s.n), mimeografado. CACEX/BB.

CAJUEIRO. *Anacardium occidentale* L. Família Anacardiaceae. Disponível em:
< <http://www.herbario.com.br/dataherb13/0302caju.htm#Aspectos%20Gerais>>.
Acesso em: 29 jan. 2007.

CARVALHO, R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAIS, R.M. **Análise química de alimentos**. Campinas, SP: ITAL, 1990, 121p

CASIMIRO, A R. S. Avaliação de leveduras industriais na fermentação do suco de caju - II; Aspectos cinéticos. In: Simpósio Íbero-Americano de Engenharia de Alimentos, 1, 1995. Campinas, SP. **Anais...** Campinas: SIEA/UNICAMP, 1995.

CASTRO, A. A. **Extração, caracterização físico – química, nutricional e viscosidade do azeite de coco babaçu (*Orbignya spp*)**. 1999. 65f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

CASTRO, A. L. S. **Desenvolvimento de um protótipo de secador por microondas**. 1994. 47 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pará, Belém, 1994.

CAVALCANTE, J. F. M. **Une contribution a l'etude de la valeur nutritive de la noix de cajou (*Anacardium occidentale* L.) an Bresil**. 1983. 61f. Dissertação (Mestrado em Sciences Naturelles Appliquees), Universite Catholique de Louvain, Bélgica.

CAVALCANTI MATA, M. E. R. M. **Efeito da secagem em altas temperaturas por curtos períodos de tempo em camada estacionária, sobre a armazenagem de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*L.) variedade “carioca”**.1997. 229f. Tese (Doutorado em

Engenharia de Alimentos) - Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1997.

CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M.;DUARTE, M. E. M.;. Porosidade intergranular de produtos agrícolas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p. 83-97, 2002.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Editora da UNICAMP: 2º Ed. rev.- Campinas, SP, editora da UNICAMP, 207p. 2003.

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.

EMBRAPA.**Cultivodocajueiro**. Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Caju/CultivodoCajueiro/index.htm> > Acesso em 30 jan. 2007.

FELÍCIO, P.E. **Qualidade de carne e competitividade no MERCOSUL e mercado exterior**. Piraçununga, São Paulo: USP/ Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, 1993. p.57-59.

FAO/WHO - Food and Agriculture Organization/World Helth Organization. **Proposed draft standard for cashew kernels**. Rome: Codex Alimentarius Comission, 1983. 8p. (mimeografado).

FAO/OMS/UNU. **Necessidades de energia y de proteínas**. Ginebra: Organization Mundial de la Salud Mundial, 1985. 65p. (Informe Técnico).

FORTES, M. ; OKOS, M. R. Drying theories: Their bases and advances in drying. **Science press**, USA, p.59-67, 1983.

FRANCO, G. **Nutrição: texto básico e tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1992. 307p.

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.

HOLANDA, J. S., FURUSHO, I.F.; LIMA, G.F. da C.; NOBRE, F. V. Perspectiva de uso do pedúnculo de caju na alimentação animal. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, Natal, 1996. **Anais...** Natal, Sociedade Nordestina de Produção Animal, p. 155-161, 1996.

HOLANDA, L. F. F. **Castanha de caju (*Anacardium occidentale*, L.): processo mecânico de extração da amêndoa**. 1988. 216 f. Tese (Professor Titular) - Departamento de Tecnologia de Alimentos, CCA, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1988.

HUKILL, W. V. Drying of grain. In: CHRISTEN, C. M. **Storage of cereal grains and their products**. ed .St. Paul, Minn: American Society of Cereal Chemists, 1974, cap.13, p.481-508.

IKEMORI, E.A; MOREIRA, A.P.R.F. **Controle dos níveis de colesterol**. Fundação Antônio Prudente. Disponível em dezembro de 1998.<<http://www.hcanc.org.br/colest1.htm1>>Acesso em: 22 dez. 2006.

INSTITUTO Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2^a ed, São Paulo, 1976, 371p.

KOBORI, C.N.;JORGE, N.**Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais**.Cienc.agrotec.,Lavras, v. 29, n.5, p. 1008-1014, set./out., 2005.

LAMEIRA, C. P.; COELHO, G. L. V.; MOTHE, C. G. Extração de lipídeos da amêndoa de castanha de caju com co₂ supercrítico. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 17, n. 4, 1997.

LAWLESS, H. T. Getting results you can trust from sensory evaluation. **Cereal Foods World**, v.39, n.11, p.809-814, 1994.

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.

LOPES NETO, A. **A agroindústria do caju no nordeste do Brasil e em outros grandes países produtores**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1981. 472p.

JONHSON D.V. **O caju do Nordeste no Brasil – Um estudo geográfico**, Tradução de José Alexandre Robatto Orrico, Fortaleza : BNB, 1974. 134p.

MACHADO, J.C.V. **Reologia, viscometria e escoamento**. SEREC/CEN/NOR. 1996, 86p.

MAIA, G. A, HOLANDA, L. F. F., MARTINS, C. B. Características químicas e físicas da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Ciên. Agron.**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 39 - 46, jul. 1971.

MAIA, G. A. **Lipids of the cashew (*Anacardium occidentale*, L.)**. 1974. 95 f. Thesis (Agronomy Ph. D.). University of Arizona, Tucson, 1974.

MEDINA.J.C Goiaba. Cultura. In: **Série frutas tropicais**, 6 São Paulo: Secretária de Agricultura e Abastecimento- ITAL, p.1-120.1988.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**, Florida: CRC Press, Inc 1988. 281p.

MEISELMAN, H. L. Consumer studies of food habits. In: PIGGOT, J. R. **Sensory analysis of foods**. New York: Elsevier Applied Science, p.243-303.1984.

MELO, M. S. O. N. **Antioxidantes naturais da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*, H.B.R.), da castanha do caju (*Anacardium occidentale*, L.) e do fruto do dendezeiro (*Elaeis guineensis*, Jacq)**. São Paulo, 1989. 85p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos alimentos), Universidade de São Paulo.

METAXAS, A. C.; MEREDITH, R. J. **Industrial microwave heating**. United Kingdom: Peter Peregrinus Ltda, 1988. 105p.

MONTEIRO, A.R.; **Estudo da cinética de extração dos solúveis da casca do fruto bacuri (*Platonia insignis*) com CO₂ líquido**. 1995. 66 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Departamento de tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

MORETTO, E.; ALVES, R.F. **Óleos e gorduras vegetais, processamento e análises**. Florianópolis : Ed. UFSC, 1986. 179p.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. Ed. Varela, 1998.150p.

MUDGETT, R. E. Dielectric properties of food. In: DECAREAU, R. V. **Microwaves in the food industry**. London: Academic Press Food – Technology, 1985. p.15-37.

PAIVA, F.F.A.; GARRUTTI, D. S.; SILVA NETO, R.M. **Aproveitamento industrial do caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 85p.

PARK, K.J., Antonio, G.C. **Análises de materiais biológicos**. Campinas: UNICAMP, 2006. 21p.

PEDROZA, 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. **Anais...** Campina Grande: SBEA/UFPB, 1997.

PEIXOTO, D. O. **Elaboração de um creme de amêndoas de castanha de caju e otimização do tempo de tostagem da amêndoa**. 2003. 61 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003

QUEIROGA NETO, V. **Efeito do processamento térmico sobre propriedades funcionais de proteínas de amêndoas de castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.)**. João

Pessoa, 1993. 94p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba.

QUEIROZ, F. **Estudo da cinética de extração do óleo essencial de capim – limão com dióxido de carbono líquido**. 1993. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Departamento de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas 1993.

REVISTA NUTRIÇÃO. **Calorias – Letra B**. Disponível em abril 2000. < <http://www.clinicahumana.com.br/calorias-b.htm>> Acesso em: 21 nov. 2005.

REVISTA SAÚDE E VIDA. Disponível em março de 2004. < <http://www.nib.unicamp.br/svol/edit.htm>> Acesso em: 02 dez. 2006.

REY, A.B. **Física-química moderna: Química tecnológica fundamental**. São Paulo: Ed. Fortaleza, 1970. v.5.

RISVIK, E. Sensory properties and preferences. **Meat Science**, Barking, v.36, p.67-77, 1994.

ROCHA, C. R. **Aplicação de microondas na parboilização de arroz**. 1998. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

SHEPHERD, R. Attitudes and beliefs as determinants of food choice. In: MCBRIDE, R. L., MACFIE, H. J. H. **Psychological basis of sensory evaluation**. New York: Elsevier Applied science, 1990. p.141-161.

SHIFFMANN, R. F. Microwave and dielectric drying. In: MUJUNDAR, A. S. (ed.). **Handbook of industrial drying**. New York: Marcel Deker, 1987, cap.10, p.327-356.

SIDEL, J.L. Establishing a sensory specification. IN: THOMSON, D.M.H. **Food Acceptability**. London: Elsevier Applied Science, 1988. p.43-54.

SIDEL, J.L., STONE, H. The role of sensory evaluation in the food industry. **Food Qual. Prefer.**, v.4, n.1/2, p.65-73, 1993.

SIEGEL, S. F., RISVIK, E. Cognitive set and food acceptance. **Journal Food Science**. v.52, n.3, p.825-826, 1987.

SMITH, G. L. Statistical analysis of sensory data. In: PIGGOTT, J. R. **Sensory Analysis of Foods**. New York: Elsevier Applied Science, 1984. p.305-349.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. New York: Academic Press, 1985. 311p.

TELLES, P.R.S. Industrialização do pseudofruto e da castanha. In: LIMA, V.P.M.S. (Org) **Cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil/Escritório de Estudos Econômicos do Nordeste, 1988, cap.13, p.357-401. (Estudos Econômicos e Sociais, 35).

TODA FRUTA. **CAJU (Anacardium occidentale L.)**. Disponível em:<
http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=1380>.
Acesso em 29 jan. 2007.

TODA FRUTA. **Castanha de caju**. Disponível em <
http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=14673>.
Acesso em 30 jan. 2007.

THOMPSON, T. L.; PEART, R. M.; FOSTER, G. H. Mathematical simulation of corn drying. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, Mich, v.11, n.4, p.582 – 586. 1968.

VAN REST, D. J.; ISAACS, G. W. Exposed layer drying rater of grain. **Trasactions of the ASAE**, St. Joseph, v.11, n.2, p.236 – 237 e 239, mar/apr., 1968.

VASCONCELOS, Antônio Francisco Fernandes de; GODINHO, Oswaldo Espirito Santo. Use of classical analytical methods to investigate the authenticity of copaiba oil. **Quím. Nova.**, São Paulo, v. 25, n. 6b, 2002.

VIEIRA, F.F. **Análise de óleos vegetais**. U.E.P.B. Campina Grande, 1994, p.7. (Apostila).

VON HIPPEL, A. R. **Dielectrics and waves**. Massachusetts: Mit Press, 1992, 108p

VICKERS, Z: Sensory specific satiety in lemonade using a just right scale for sweetness. **J. Sens. Stud.**, v.3, n.1, p.1-8, 1988.

WIKIPÉDIA. **Carboidrato**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Carboidratos>>. Acesso em 01 jan. 2007.

WIKIPÉDIA. **Colesterol**. Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Colesterol>> . Acesso em 01 jan.2007.

WIKIPÉDIA. **pH**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/PH>>. Acesso em 01 jan. 2007.