



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Dissertação de Mestrado

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE AZEITE
DE AMÊNDOA DE CASTANHA-DE-CAJU
EM FUNÇÃO DO NÍVEL DE TOSTA**

PRISCILA BESERRA DE SANTANA COSTA

**Campina Grande
Paraíba**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



DISSERTAÇÃO

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PROCESSAMENTO
E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE AZEITE DE AMÊNDOA
DE CASTANHA-DE-CAJU EM FUNÇÃO DO NÍVEL DE TOSTA**

PRISCILA BESERRA DE SANTANA COSTA

**Campina Grande, Paraíba
(Agosto, 2009)**

PRISCILA BESERRA DE SANTANA COSTA

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE AZEITE DE AMÊNDOA DE
CASTANHA-DE-CAJU EM FUNÇÃO DO NÍVEL DE TOSTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola na área de concentração em Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas.

ORIENTADORES

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

Prof. Dr. Mário Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata

Campina Grande, Paraíba

(Agosto, 2009)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

C837o

Costa, Priscila Bezerra de Santana

Obtenção e caracterização de azeite de amêndoa de castanha-de-caju em função do nível de tosta / Priscila Bezerra de Santana Costa — Campina Grande, 2009.

116 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Referências.

Orientadores: Profa. Dra. Maria Elita Martins Duarte; Prof. Dr. Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata

1. Castanha-de-caju 2. Azeite 3. Extração a Frio 4. Viscosidade 5. Novo Produto I. Título.

CDU 634.573(043)

DIGITALIZAÇÃO:

SISTEMOTECA - UFCG



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

CTRN

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

PRISCILA BESERRA DE SANTANA COSTA

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE AZEITE DE AMENDOA DE CASTANHA DE CAJU EM
FUNÇÃO DO NÍVEL DE TOSTA.

BANCA EXAMINADORA

PARECER

M. Elita Duarte

APROVADA

Dra. Maria Elita Martins Duarte – Orientadora

Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata

APROVADA

Dr. Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata – Orientador

Mercia Melo de Almeida

APROVADA

Dra. Mercia Melo de Almeida – Examinadora

Renato Fonseca Aragão

APROVADA

Dr. Renato Fonseca Aragão – Examinador

AGOSTO - 2009

Av. Aprígio Veloso, 882 – Bodocongo
CAMPINA GRANDE - PB
Fone: (83) 3310-1055 Fax: (83) 3310-1185
<http://www.deag.ufcg.edu.br/copeag>

Dedicatória

*A minha filha, Lorena, que soube
compreender e abnegadamente aceitar
minhas muitas ausências durante a
elaboração deste trabalho e a Waldemir,
pelo apoio incondicional e pelo amor e
dedicação constantes.*

**Nunca diga às pessoas como fazer as coisas. Diga-lhes
o que deve ser feito e elas surpreenderão você
com sua engenhosidade.**

(George Patton)

Agradecimentos

A conclusão de um trabalho de pesquisa é decorrente do enriquecimento de contribuições, sejam teóricas ou práticas, de pessoas que de uma maneira ou de outra estão presentes no corpo do trabalho. O agradecimento formal significa o compartilhamento com essas pessoas do produto ora apresentado.

A Deus, pelo milagre da vida, por ter me dado forças e sabedoria pra vencer os obstáculos e por se fazer presente em todos os momentos.

Aos meus orientadores Prof.^ª Dr.^ª Maria Elita Martins Duarte e Prof. Dr. Mário Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata, pela segura e competente atuação, meus sinceros reconhecimentos.

A UFCG, pela oportunidade do conhecimento.

A CAPES, pela oportunidade e concessão da bolsa de estudo.

A professora Josivanda Palmeira Gomes pela sua atenção e disponibilidade em sempre ajudar.

Aos professores Ângela Maria Santiago e Fernando Fernandes do Departamento de Química da UEPB, pelos ensinamentos científicos e pela sua disponibilidade e ajuda em parte desse trabalho e, especialmente, ao químico Antonio Jefferson pela infinita paciência e dedicação aos trabalhos realizados.

Ao Laboratório de Combustíveis e Materiais do Departamento de Química da Universidade Federal da Paraíba.

A Deyze Gouveia, pela disponibilidade e ajuda nos trabalhos.

Aos meus pais que muitas vezes tomaram para si as minhas tarefas de mãe e cuidaram com todo carinho da 'minha pequena' para que eu pudesse me dedicar às pesquisas deste trabalho, e em especial pelo amor e cuidados que sempre estão presentes em todos os dias da minha vida.

Aos meus irmãos, Pollyanna e Pablo, pelo incentivo e apoio em toda a jornada e aos meus sobrinhos Bhyanca e Matheus pelo carinho sempre presente.

A minha filha que, apesar de tão jovem, soube compreender e superar minha escassa disponibilidade de tempo, em várias ocasiões, para atender suas necessidades.

A Waldemir pelo companheirismo, incentivo, paciência, compreensão e apoio aos trabalhos, fatores decisivos para a conclusão do mesmo.

Aos membros da banca examinadora, pela colaboração.

A todos os colegas de curso, pela amizade, apoio e ajuda nos momentos difíceis.



SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
1.0- INTRODUÇÃO.....	01
1.1- Objetivos.....	03
1.1.1- Objetivos específicos.....	03
2.0- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	04
2.1- Características gerais da cultura.....	04
2.2- Amêndoa de castanha-de-caju.....	05
2.2.1- Classificação da amêndoa.....	06
2.3- Caracterização de óleos, azeites e gorduras.....	09
2.3.1- Teor de água.....	09
2.3.2- Índice de saponificação.....	09
2.3.3- Índice de acidez.....	10
2.3.1- Índice do iodo.....	11
2.3.1- Índice de peróxido.....	12
2.3.1- Índice de refração.....	12
2.3.1- Densidade.....	13
2.4- Viscosidade.....	14
2.5- Análise microbiológica.....	24
2.6- Análise sensorial.....	24

3.0- MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1- Matéria-prima.....	28
3.2- Processo de tosta.....	28
3.3- Azeite.....	30
3.3.1- Extração.....	30
3.3.2- Filtragem	30
3.3.3- Caracterização físico-química.....	30
3.3.2.1- Teor de água.....	31
3.3.2.2- Índice de acidez.....	31
3.3.2.3- Índice de peróxido.....	31
3.3.2.4- Índice de refração.....	31
3.3.2.5- Índice de saponificação.....	31
3.3.2.6- Índice de iodo.....	32
3.3.2.7- Densidade.....	32
3.4- Viscosidade.....	33
3.4.1- Procedimentos experimentais.....	33
3.4.2- Ajuste matemático dos dados experimentais reológicos.....	34
3.5- Análise Microbiológica.....	35
3.6- Análise sensorial.....	36
3.6.1- Teste de aceitação e intenção de compra.....	36
3.7- Análise estatística.....	39
4.0- RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1- Extração do azeite e rendimento.....	40
4.2- Características físico-químicas.....	44
4.2.1- Teor de água.....	45
4.2.2- Índice de acidez.....	45
4.2.3- Índice de peróxido.....	46
4.2.4- Índice de refração.....	46
4.2.5- Índice de saponificação.....	47
4.2.6- Índice de iodo.....	47
4.2.7- Densidade.....	47
4.3- Viscosidade.....	47

4.3.1- Modelo de Ostwald-de Waele(Lei da Potência).....	48
4.4- Análise microbiológica.....	56
4.5- Análise sensorial.....	56
4.5.1- Análise de atributos sensoriais por frequência.....	56
4.5.1.1- Aroma.....	56
4.5.1.2- Sabor.....	57
4.5.1.3- Cor.....	58
4.5.1.4- Aceitação global.....	60
4.5.1.5- Intenção de compra.....	61
4.5.2- Análise estatística aplicada aos parâmetros sensoriais pesquisados.....	64
5.0- CONCLUSÕES.....	71
6.0- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
APÊNDICE A.....	82
APÊNDICE B.....	102

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1-	Castanha-de-caju.....	05
FIGURA 2.2-	Classificação de amêndoas de castanha-de-caju conforme a FAO(2005), CACEX(2003) e o Ministério da Agricultura do Brasil.....	08
FIGURA 2.3-	Classificação da reologia quanto ao estudo da deformação e escoamento.....	16
FIGURA 2.4-	Fluxograma de classificação dos fluidos, segundo comportamento reológico.....	17
FIGURA 2.5-	Viscosímetro de esfera.....	18
FIGURA 2.6-	Viscosímetro capilar.....	19
FIGURA 2.7-	Viscosímetro Saybolt Universal.....	20
FIGURA 2.8-	Viscosímetro rotativo	20
FIGURA 3.1-	Fluxograma para extração, análise química reológica e sensorial do azeite de amêndoa de castanha-de-caju.....	27
FIGURA 3.2-	Forno industrial a gás.....	28
FIGURA 3.3-	Amêndoas sem tosta.....	29
FIGURA 3.4-	Amêndoas semi-douradas.....	29
FIGURA 3.5-	Amêndoas douradas.....	29
FIGURA 3.6-	Picnômetro para determinação da densidade.....	32
FIGURA 3.7-	Viscosímetro Brookfield LV- DVII.....	33
FIGURA 3.8-	Porta amostra utilizado no viscosímetro.....	34
FIGURA 3.9-	Tela com registros dos dados fornecidos nos ensaios reológicos.....	34
FIGURA 3.10-	Ficha de avaliação de aceitação global e intenção de compra.....	37
FIGURA 3.11-	Ficha de avaliação sensorial para teste de aceitação dos atributos sensoriais (aroma, sabor e cor do azeite de amêndoa de castanha-de-caju.....	38

FIGURA 4.1-	Fotografias retiradas durante os testes iniciais de extração do azeite de amêndoa de castanha-de-caju.....	41
FIGURA 4.2-	Perspectiva da matriz para a extração do azeite de amêndoas de castanha-de-caju.....	42
FIGURA 4.3-	Matriz desenvolvida(a), prensa de 10t (b).....	42
FIGURA 4.4-	Azeite de amêndoa de castanha-de-caju obtido após prensagem e filtragem.....	43
FIGURA 4.5-	Comportamento reológico para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta, descrito pelo modelo de Ostwald-de-Waele.....	49
FIGURA 4.6-	Comportamento reológico para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju semi dourada, descrito pelo modelo de Ostwald-de- Waele.....	50
FIGURA 4.7-	Comportamento reológico para o azeite de amêndoa de castanha de caju dourada, descrito pelo modelo de Ostwald-de-Waele.....	50
FIGURA 4.8-	Diagrama da viscosidade em função da taxa de cisalhamento para os azeites de amêndoa de castanha-de-caju mas temperaturas de 10 a 40 °C.....	51
FIGURA 4.9-	Valores de viscosidade para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju para diferentes níveis de tosta.....	52
FIGURA 4.10-	Valores de viscosidade para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta: experimental e ajustados pelo	54
FIGURA 4.11-	Valores de viscosidade para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju semidouradas: experimental e ajustados pelo modelo.....	55
FIGURA 4.12-	Valores de viscosidade para o azeite de amêndoas de castanha-de-caju douradas: experimental e ajustados pelo modclo.....	55
FIGURA 4.13-	Análise sensorial do parâmetro aroma de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, com três níveis de tosta, segundo avaliação de 40 provadores não treinados.....	57

FIGURA 4.14-	Análise sensorial do parâmetro sabor de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, com três níveis de tosta, segundo avaliação de 40 provadores não treinados.....	58
FIGURA 4.15-	Análise sensorial do parâmetro cor de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, com três níveis de tosta, segundo avaliação de 40 provadores não treinados.....	59
FIGURA 4.15.1-	Análise sensorial do parâmetro cor de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, com três níveis de tosta, segundo avaliação de 40 provadores não treinados, em escala de proximidade ideal.....	59
FIGURA 4.16-	Análise sobre a aceitação global de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, com três níveis de tosta, segundo avaliação de 40 provadores não treinados.....	60
FIGURA 4.17-	Análise de intenção de compra de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, com três níveis de tosta, segundo avaliação de 40 provadores não treinados.....	61
FIGURA 4.17 a-	Análise de intenção de compra de azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta, segundo avaliação de 40 provadores não treinados.....	62
FIGURA 4.17 b-	Análise de intenção de compra de azeite de amêndoa de castanha-de-caju com tosta semidourada, segundo avaliação de 40 provadores não treinados.....	62
FIGURA 4.17 c-	Análise de intenção de compra de azeite de amêndoa de castanha-de-caju com tosta dourada, segundo avaliação de 40 provadores não treinados.....	63
FIGURA 4.18-	Perfil sensorial dos atributos sensorial do azeite de amêndoa de castanha-de-caju em função do nível de tosta.....	70

FIGURA 4.14-	Análise sensorial do parâmetro sabor de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, com três níveis de tosta, segundo avaliação de 40 provadores não treinados.....	58
FIGURA 4.15-	Análise sensorial do parâmetro cor de azeite de amêndoa de	

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1-	Composição química da amêndoa da castanha de caju <i>in natura</i>	06
TABELA 2.2-	Índice de saponificação de óleos e gorduras comestíveis.....	10
TABELA 2.3-	Índice de iodo de óleos e gorduras comestíveis.....	11
TABELA 2.4-	Classificação dos óleos vegetais com relação ao índice de iodo.....	12
TABELA 2.5-	Modelos empíricos de comportamento reológicos.....	23
TABELA 4.1-	Resultados do rendimento da extração obtidos nos ensaios preliminares.....	40
TABELA 4.2-	Resultado do rendimento da extração obtido nos ensaios com o protótipo desenvolvido.....	43
TABELA 4.3-	Análise de variância das características físico-químicas do azeite de amêndoa de castanha-de-caju.....	44
TABELA 4.4-	Valores médios das características físico-químicas do azeite de amêndoa de castanha-de-caju.....	45
TABELA 4.5-	Parâmetros do modelo de Ostwald – de - Waele (Lei da Potência) para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju nas diferentes amostras estudadas.....	48
TABELA 4.6-	Valores de viscosidade medidos para os diferentes azeites de amêndoa de castanha-de-caju, em função da temperatura.....	52
TABELA 4.7-	Coefficientes dos modelos de Vogel, Guzman e Andrade para a viscosidade do azeite de amêndoas de castanha-de-caju, sem tosta e com tosta dourada e semidourada.....	53
TABELA 4.8-	Análise de variância para o fator aroma de azeite de amêndoa de castanha-de-caju em função do nível de tosta.....	64
TABELA 4.9-	Análise de variância para o fator sabor de azeite de amêndoa de castanha-de-caju em função do nível de tosta.....	65
TABELA 4.10-	Análise de variância para o fator cor de azeite de amêndoa de castanha-de-caju em função do nível de tosta.....	65

TABELA 4.11-	Análise de variância para o fator aceitação global de azeite de amêndoa de castanha-de-caju em função do nível de tosta.....	66
TABELA 4.12-	Análise de variância para o fator intenção de compra de azeite de amêndoa de castanha-de-caju em função do nível de tosta.....	66
TABELA 4.13-	Comparação entre médias dos atributos sensoriais, segundo o teste de Tukey.....	67
TABELA 4.14-	Médias dos atributos sensoriais (aroma, sabor, cor e aceitação global) de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, com três níveis de tosta e seus respectivos coeficientes de concordância.....	68

RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, a extração do azeite de amêndoas de castanha-de-caju (*Anacardium occidentale, L.*) e a obtenção de informações acerca de alterações de suas características físico químicas, reológicas e sensoriais, em função das condições de processamento da amêndoa, com vistas à sua utilização como azeite de mesa. O azeite foi extraído por meio de prensagem mecânica. Investigaram-se o rendimento da extração do azeite de amêndoas de castanha-de-caju, as características físico-químicas (teor de água, índice de acidez, índice de peróxido, índice de refração, índice de saponificação, índice de iodo e densidade) e microbiológicas (*Coliformes* a 45°C, bolores e leveduras e *Salmonella* sp), o comportamento reológico do azeite para três níveis de tosta (sem tosta, semidourada e dourada) nas temperaturas de 10, 15, 20, 30 e 40°C, além da análise sensorial para os azeites obtidos quanto aos atributos aroma, sabor, cor, aceitação global e intenção de compra. Concluiu-se que o rendimento obtido na extração de azeite de amêndoas de castanha de caju com o protótipo desenvolvido neste trabalho, utilizando-se o método de prensagem a frio, foi de 27, 33%; houve alterações na maioria das características químicas e físico-químicas dos azeites com o aumento do tempo de tosta da castanha, com diminuição no valor da acidez e do Índice de saponificação, aumento significativo do índice de iodo, enquanto a densidade permaneceu inalterada, com valor de 0,91 g.cm⁻³ à temperatura de 25°C; quanto às propriedades reológicas, para taxas baixas de cisalhamento aplicadas, menores que 5 s⁻¹, os azeites de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta, com tosta semidourada e dourada, apresentaram comportamento reológico de fluido não-newtoniano, classificando-se como fluido de Bingham, enquanto para valores de taxa de cisalhamento maiores que 5 s⁻¹, esses fluidos apresentam comportamento newtoniano e o modelo Ostwald-de-Waele (lei da potência) representa bem os dados de tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação, enquanto o modelo que melhor representa os dados de viscosidade em função da temperatura é o modelo de Vogel. As análises sensoriais revelaram que o azeite de amêndoas de castanha-de-caju com tosta dourada foi o mais aceito, com nota máxima em todos os atributos sensoriais e que, entre esses atributos, a maior aprovação foi para a cor do azeite, com índice de concordância entre os provadores, superior a 55%.

Palavras-chave: castanha-de-caju, azeite, extração a frio, viscosidade, novo produto

Abstract

This research had been done to study the extraction of the cashew nut almonds oil of (*Anacardium occidentale*, L.) and obtaining of information concerning alterations of your physico-chemical, rheological and sensorial characteristics in function of the processing conditions of the almond, with views your use as table oil. The oil was extracted through mechanical pressing. They were investigated the revenue of the extraction of the cashew nut almonds oil, the characteristics physical-chemistries (tenor of water, index of acidity, peroxide index, refraction index, soap index, iodine index and density) and microbiological (Coliform to 45°C, mould and yeasts and Salmonella sp), the behavior rheological of the oil for three toasts levels (without toasts, semigold and gold) in the temperatures of 10, 15, 20, 30 and 40 °C, besides the sensorial analysis for the oils obtained with relationship to the attributes aroma, flavor, color, global acceptance and purchase intention. It was ended that the revenue obtained in the extraction of cashew nut almonds oil with the prototype developed in this work, using the pressing method to cold, it was of 27, 33%; there were alterations in most of the chemical and physical-chemical characteristics of the oils with the increase of the time of it toasts of the chestnut, existing decrease in the acidity value and soap index, significant increase of the iodine index, while the density stayed unaffected with value of, 0,91 g.cm³ to the temperature of 25°C; as the rheological properties, for low rates of applied shear, smaller of than 5 s⁻¹, the cashew nut almonds oil without toasts, with semigold toasts and gold toasts, they presented rheological behavior of no-Newtonian fluid, being classified as fluid of Bingham, while for values of rate of larger shear than 5 s⁻¹, these fluids present Newtonian behavior and the Ostwald-of-Waele (law of the potency) model represents the data of shear tension well in function of the deformation rate, while the model that better adjust the viscosity data in function of the temperature are the model of Vogel. The sensorial analyses revealed that the cashew nut almonds oil with gold toasts was more accept, with maximum note in all the sensorial attributes and that enters these attributes the largest approval it went to the color of the cashew nut almonds oil, with agreement index larger than 55%.

Keywords: cashew nut almonds, oil, extraction, viscosity, new product

1.0- INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), planta xerófila e rústica, é típica de clima tropical, originária do litoral do nordeste brasileiro (PARENTE et al., 1991). A cultura do cajueiro encontra-se mais disseminada entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, em várias partes do mundo, sendo que as melhores condições de cultivo são encontradas nas costas leste e oeste da Índia e nas regiões litorâneas de Moçambique e na América do Sul no Nordeste brasileiro (PAULA PESSOA et al., 2003).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a produção nacional de castanha-de-caju superou, somente em junho de 2007, as 250 mil toneladas. Os estados com maior produção são o Ceará, com 136,7 mil toneladas; Piauí, com 64,1 mil; o Rio Grande do Norte, com 49,7 mil e a Bahia, com 6,6 mil toneladas; no Brasil, a produção está eminentemente voltada para a exportação (IBGE, 2007).

GARRUTI (2001) afirmou que o caju apresenta especial interesse nutricional e econômico pela qualidade de sua castanha (o verdadeiro fruto) e pela riqueza em vitamina C de seu pedúnculo avolumado, o qual corresponde à polpa comestível (pseudofruto).

O principal produto do cajueiro é a castanha e, da amêndoa, pode-se extrair um óleo nutritivo semelhante ao azeite de oliva (MEDINA et. al, 1980).

De acordo com ANDRADE NETO (2006), a amêndoa de castanha-de-caju se destaca pela riqueza em proteínas, em média 25%, gorduras 46% e carboidratos 25%; na sua composição se encontra nove dentre os dez aminoácidos essenciais; as gorduras são compostas de ácidos graxos predominantemente monoinsaturados, a exemplo de ácido oléico, cujo consumo pode influenciar na redução do teor de colesterol no sangue.

O Brasil possui uma indústria de beneficiamento de castanha-de-caju deficiente; cerca de 40% a 45% das amêndoas são quebradas durante o processamento, o que leva a uma queda no preço médio de exportação, de cerca de 27% em relação à cotação internacional (ANDRADE NETO, 2006).

As amêndoas fragmentadas, de preço bastante inferior, são vendidas sobretudo no mercado interno, mas também no exterior, especialmente os pedaços maiores, que são vendidos para as indústrias fabricantes de sorvetes, bolos e chocolates. Estabelece-se 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 (em pedaços) não perde suas características primordiais (nutricionais e organolépticas), apresentando importante valor nutritivo, calórico e sensorial.

Este “rejeito” da agroindústria pode ser usado para a fabricação de outros produtos, porque se permite ter um custo de produção reduzido sem diminuir, contudo, as características de alta qualidade do produto final. Uma das formas de se agregar valor a esses produtos, tidos como de classificação inferior, seria a produção de azeite de mesa, por meio de extração. A elaboração de novos produtos também desencadeia compromissos que se iniciam com a caracterização completa de suas propriedades nutricionais, de conservação, aceitação e características de interesse para possível industrialização.

A obtenção de dados sobre as propriedades físico-químicas e nutricionais do azeite extraído da castanha-de-caju e, em particular, sobre seu comportamento reológico, poderá determinar a possibilidade de aceitação deste produto com qualidade capaz de conquistar o paladar dos consumidores.

O estudo das propriedades reológicas é fundamental para a ciência e tecnologia dos alimentos, uma vez que essas propriedades estão intimamente relacionadas com a composição e estrutura dos mesmos. A viscosidade de cada produto está diretamente relacionada com a qualidade de alimentos que se apresentam na forma de fluidos, influenciando na textura e, portanto, na qualidade sensorial (CASTRO et. al., 2002).

Na reologia de sólidos a propriedade de maior interesse é a elasticidade, ao passo que em líquidos a viscosidade é a propriedade mais significativa. A viscosidade de um material pode ser definida como a propriedade física dos fluidos que caracterizam a sua resistência ao escoamento (PARK & LEITE, 2001). Desta forma, o conhecimento de suas

características reológicas, quando submetido a diferentes condições de temperatura, é uma informação necessária nas operações unitárias das fábricas e para o dimensionamento dos equipamentos.

Apesar da excelência da castanha-de-caju como produto estratégico, há carência de informações teóricas sobre o seu azeite, visando contribuir para o conhecimento do seu valor alimentício e para os estudos de conservação e armazenamento.

1.1 - Objetivo geral

Estudar a extração, elaboração e caracterização físico-química, reológica e sensorial do azeite da amêndoa da castanha-de-caju, com diferentes níveis de tosta.

1.2 - Objetivos específicos

- Extração e elaboração do azeite de amêndoas de castanha-de-caju a partir de pedaços de amêndoas de baixo valor comercial;
- determinar as características físico-químicas do azeite da amêndoa de castanha-de-caju (teor de água, índice de acidez, índice de peróxido, índice de refração, índice de saponificação, índice de iodo e densidade) para 3 níveis de tosta da amêndoa: sem tosta, tosta semidourada e dourada;
- estudar o comportamento reológico dos três azeites, em 5 temperaturas (10, 15, 20, 30 e 40°C);
- realizar a análise sensorial de preferência quanto aos atributos cor, sabor, aroma, aceitação global do azeite e intenção de compra.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Características gerais da cultura

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) pertencente à família Anacardiaceae; é uma planta genuinamente brasileira, perene que, em condições normais, apresenta tronco ereto e copa umbeliforme. No Nordeste do Brasil vegeta no período das chuvas (inverno) e frutifica no período de poucas chuvas (verão). As brotações podem ocorrer durante todo o ano, em regiões onde o regime pluvial é bem distribuído. Normalmente, são notados dois ou três períodos de maior brotação, em função das condições climáticas. Ocupa lugar de destaque entre as plantas frutíferas tropicais, face à crescente comercialização dos seus principais produtos.

Na natureza existem dois tipos de cajueiro bem definidos em relação ao porte, denominados comum e anão. O cajueiro comum, que é o mais difundido, possui porte mais elevado, com altura que varia de 8 a 15 m. Apresenta grande variação na distribuição dos ramos e no formato da copa, que vai desde ereta e compacta até espreada. A capacidade produtiva individual do cajueiro comum é muito variável, com plantas que produzem menos de 1 kg até cerca de 180 kg de castanha por safra. Apresenta grande variabilidade no peso do fruto, que vai de 3 a 33 g, com peso do pedúnculo variando de 20 a 500 g. A idade mínima de estabilização da produção das plantas é superior a 8 anos, sendo normal também ocorrer entre 12 e 14 anos (BARROS, 1993).

O fruto é um aquênio reniforme que se prende à panícula por um pedúnculo hipertrofiado que é confundido pela maioria da população, com o fruto verdadeiro, cuja cor varia do amarelo ao vermelho. O fruto verdadeiro é a castanha (Figura 1), que mede de 3 a 5 cm de comprimento por 2,5-3,5cm 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 se encontra 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, que pode ser consumido ao natural, tostada e salgada, ou

no preparo de bolos, doces, confeitos e farinhas, e incorporadas a sobremesas diversas (MEDINA, 1978).



Figura 2.1 – Castanha-de-caju.

Do caju tudo é aproveitado: o suco, o bagaço, a castanha, a casca da árvore, folhas, flores e a madeira; entretanto, é a amêndoa tostada de caju o artigo de grande interesse no mercado mundial, devido ao seu elevado valor nutritivo (UFLA, 2003).

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

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 petisco

A composição química da amêndoa está apresentada na Tabela 2.1.

Tabela 2-1 - Composição química da amêndoa da castanha de caju *in natura*

Determinação	Valor
Umidade (%)	2,0 – 9
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	140,0
Riboflavina (µg/100	150,0
Ácido nicotínico (µg/100 g)	2200,0

Fonte: PEIXOTO (2003)

A castanha de caju difere das outras nozes, por 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 e também servir de matéria-prima na extração de pigmentos utilizados na fabricação de tintas (PEIXOTO, 2003).

2.2.1 - Classificação da amêndoa

O sistema de classificação para amêndoas processadas, estabelecido pela Food and Agriculture Organization (FAO, 2005) e pela Carteira de Comércio Exterior do Banco do Brasil S/A (CACEX, s.n.) e Ministério da Agricultura, compreende as seguintes classes:

a) Special Large Wholes (SLW) - contagem inferior ou até 180 amêndoas por libra/peso:

- SLW 1 - Inteira Super Especial de 1ª
- SLW2 - Inteira Super Especial de 2ª

b) Large Wholes(LW) - contagem entre 180/210 amêndoas por libra/peso:

- LW - Inteira Especial de 1ª
- LW2 - Inteira Especial de 2ª

c) Wholes (W) - contagem entre 220/240 amêndoas por libra/peso:

- W1 - 240 - Inteira de 1ª
- W2 - 240 - Inteira de 2ª

Wholes (W) - contagem entre 300/320 amêndoas por libra/peso:

- W1 - 320 - Inteira de 1ª
- W2 - 320 - Inteira de 2ª

e) Mixed Wholes - misturada de tipos inteiros W - 210 a W- 400:

- W3 - Inteira de 3ª
- W4 - Inteira de 4ª

f) Splits (S) - metades naturais das amêndoas (cotilédones inteiros), isentos de fraturas:

- S1 - Bandas de 1ª
- S2 - Bandas de 2ª

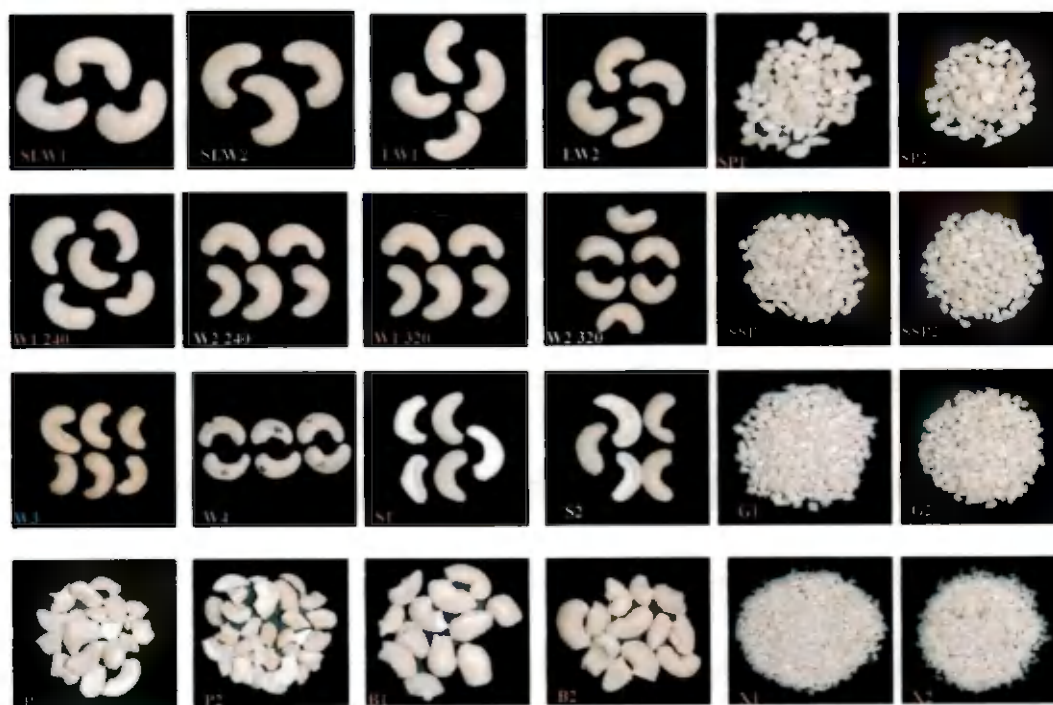
g) Butts (B) - amêndoas quase inteiras, apresentando pequena fratura transversal em um ou ambos cotilédones desde que não venha a ultrapassar mais de ¼ do tamanho da amêndoa:

- B1 - Batoques de 1ª
- B2 - Batoques de 2ª

h) Pieces (P) - fragmentos de amêndoas retidos na peneira de 4 mesh, ou seja, 4 malhas por polegada linear, arame 16 SWG:

- P1 - Pedacos grandes de 1ª
- P2 - Pedacos grandes de 2ª

- fragmentos de amêndoas retidos na peneira de malha 16 arame 18 SWG:
 - SP1 - Pedacos médios de 1ª
 - SP2 - Pedacos médios de 2ª
- fragmentos de amêndoas retidos na peneira de malha 8 arame 20 SWG:
 - SSP1 - Pedacos pequenos de 1ª
 - SSP2 - Pedacos pequenos de 2ª
- i) Grânulos - fragmentos de amêndoas retidos na peneira de malha 10 arame 20 SWG:
 - G1 - Grânulos de 1ª
 - G2 - Grânulos de 2ª
- j) Xerém (X) - fragmentos de amêndoa retidos na peneira de malha 14 arame 20 SWG:



Fonte: KROSS (2009)

Figura 2.2 – Classificação de amêndoas de castanha-de-caju conforme a FAO (2005), CACEX (2003) e o Ministério da Agricultura do Brasil

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 porcentagens 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 e densidade. São esses índices que, juntamente com as reações características, servem para identificação e avaliação da maioria dos óleos, azeites e gorduras (IAL, 2005).

2.3.1 - 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 o caracteriza como um produto de melhor qualidade com maior durabilidade (VIEIRA, 1994).

Em temperatura adequada e dentro da atividade aquosa indicada, os micro-organismos crescem mais rapidamente; no entanto, a atividade de água abaixo de 0,70 impossibilita o seu crescimento e, por isso, sua diminuição é um recurso empregado na conservação de alimentos (EVANGELISTA, 1989).

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 (1997) e os teores de água, pelo método da estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas.

2.3.2 - Índice de saponificação

Conforme RIBEIRO e SERAVALLI (2004), a reação de saponificação pode estabelecer o grau de deteriorização e a estabilidade, verificar se as propriedades dos óleos estão de acordo com as especificações e identificar possíveis fraudes e adulterações.

O índice de saponificação é definido como o número de miligramas de hidróxido de potássio (KOH) necessário para neutralizar os ácidos graxos livres, resultantes da hidrólise de um grama da amostra, sendo 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 (IAL, 2005). Os ácidos graxos livres aumentam o índice de saponificação (MORETTO E FETT, 1998); na Tabela 2.2 pode-se verificar o índice de saponificação de alguns óleos.

Tabela 2.2 – 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 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 glicerídeos é acelerada por aquecimento e pela luz e a rancidez é quase sempre acompanhada da formação de ácidos graxos livres (IAL, 2005).

A acidez livre de uma gordura decorre da hidrólise parcial dos glicerídeos, por isso não é uma constante ou característica mas é uma variável intimamente relacionada com a natureza e a qualidade da matéria-prima, com a qualidade e o grau de pureza da gordura, com o processamento e, principalmente, com as condições de conservação da gordura (MORETTO E FETT, 1998).

2.3.4 - 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. Na Tabela 2.3 pode-se verificar índices de iodo de alguns óleos:

Tabela 2.3 – 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 amostra de óleo, se faz-se a determinação do índice de iodo para verificar se o mesmo é um óleo secante, semi-secante ou não-secante. Na Tabela 2.4 se encontra a classificação dos óleos vegetais em função do índice de iodo. De acordo com MORETTO & FETT (1998), quanto maior a insaturação de um ácido graxo maior também será sua capacidade de absorção de iodo e, conseqüentemente, maior será o seu índice. Esta distinção em óleos secantes e não secantes se refere ao comportamento dos óleos quando expostos ao ar.

- Não-Secantes: Manteiga de cacau, Óleo de amêndoas, Óleo de amendoim, Óleo de arroz, Óleo de avelã, Gordura de babaçu, Óleo de bagaço, Óleo de caroço de abricó, Óleo de caroço de ameixa, Óleo de coco, Óleo de oliva, Óleo de rícino.

- Semi-secantes: Óleo de algodão, Óleo de caroços de frutas, Óleo de colza, Óleo de gergelim, Óleo de germes de cereais, Óleo de milho, Óleo de mostarda, Óleo de sementes de uva, Óleo de soja.

- Secantes: Óleo de girassol, Óleo de linhaça, Óleo de oiticica, Óleo de papoula, Óleo de tungue.

Tabela 2.4 - 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)

2.3.5 - 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 do odor, em função de sua instabilidade, está por acontecer. Quando a sua concentração atinge certo nível, mudanças complexas ocorrem formando um 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, ainda, 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 e sua formação é precedida pela degradação química do óleo/gordura, o que indica a presença de elevada concentração de uma mistura de substâncias complexas e potencialmente tóxicas (aldeídos, peróxidos e compostos cíclicos) (ARAÚJO, 1995).

Durante o armazenamento as gorduras e os alimentos que contêm peróxido se tornam, 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 é indicado para

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 óleos e gorduras é muito usado como critério de qualidade e identidade pois, quando referente a um óleo, este índice aumenta com o índice de iodo e pode ser usado no controle de processos de hidrogenação de óleos insaturados (CECCHI, 2003).

O índice de refração de uma substância pura é uma constante, se mantida às condições de temperatura e pressão e, como tal, pode ser usado como meio de identificação. Em análise de alimentos, embora não se trate de substâncias puras no estrito 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 de 1,3330. A presença de sólidos solúveis na água resulta em 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 (IAL, 2005).

2.3.7 - Densidade

Conforme MORETTO & FETT (1998), a densidade é expressa em gramas por centímetros cúbicos, simbolizada por d^{+4} , que é a relação entre a massa de uma substância e a massa de igual volume de água a 4°C. Para os triglicerídeos, quanto menor for seu peso molecular mais alto será o grau de insaturação; é uma propriedade importante na definição de equipamentos de manuseio uma vez que as forças de atração entre as moléculas determinam a densidade e outras propriedades físicas, como a viscosidade (RIBEIRO & SERAVALLI, 2004). A densidade é um parâmetro importante para compreender o poder de solvatação de uma substância nas diversas fases do solvente (QUEIROZ, 1993); por outro lado, elasfre 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.

O método mais comum de determinação de densidade consiste na medida do peso de um recipiente com volume conhecido, volume este que seja calibrado de acordo com o peso de água pura no mesmo recipiente; este recipiente é chamado picnômetro, é feito de vidro resistente, com baixo coeficiente de expansão térmica; apresenta, geralmente, 25mL ou 50mL de volume e tem precisão até a quarta casa decimal (CECCHI, 2003).

2.4 - 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).

Segundo MORETTO & FETT (1998), a viscosidade aumenta com o comprimento das cadeias dos ácidos graxos dos triglicerídeos e diminui quando aumenta a insaturação; é, portanto, função das dimensões da molécula e de sua orientação, ou seja, aumenta com a hidrogenação.

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 propriedade física significativa, 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 oportuno ressaltar que os materiais reologicamente complexos são difíceis de serem caracterizados (GEHRKE, 1996)

Os óleos que contêm ácidos graxos de baixo peso molecular são ligeiramente menos viscosos que os com alto peso molecular mas, como em outros líquidos, nos óleos também a viscosidade diminui com o aumento da temperatura havendo uma relação linear entre o logaritmo da viscosidade e o da temperatura. CASTRO (1999), ao estudar a

viscosidade do óleo de babaçu verificou que as viscosidades decresceram consideravelmente a altas temperaturas.

Tem-se, com base nos dados experimentais e em função da temperatura, diversas equações para calcular a viscosidade, que é expressa pelo coeficiente de viscosidade, η , cuja unidade é o Poiseuille (p) e correspondente à viscosidade de um fluido que escorre a velocidade de 1 cm/s quando sujeito a uma força de 1 dina/cm² ou 1 m/s para um força de 1 newton/m² (BOBBIO & BOBBIO, 1992). Existem três tipos básicos de viscosidade:

Viscosidade absoluta: É a viscosidade medida por um sistema de geometria que não está influenciada pela gravidade para obtenção dessa medida. É expressa em unidades de Poise ou centiPoise (m.Pa.s).

Viscosidade cinemática: É a viscosidade medida por um sistema de geometria que usa a gravidade para obtenção dessa medida; sua unidade é o Stokes ou centiStokes, em que o Stoke é igual ao Poise, dividido pela densidade do fluido (1 Stoke = 100 centiStokes = mm² seg⁻¹).

Viscosidade aparente: É a viscosidade de um líquido não newtoniano. É a viscosidade em um único ponto ou a uma taxa de cisalhamento única. É expressa em unidades de Poise ou centiPoise.

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 desses materiais e deve ser substituído pelo reômetro, definido como um instrumento de medida de propriedades reológicas.

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 se tem da quantidade e tipo de água presente neste alimento (BOBBIO & BOBBIO et al. 1992). A reologia se classifica segundo o esquema mostrado na Figura 3.

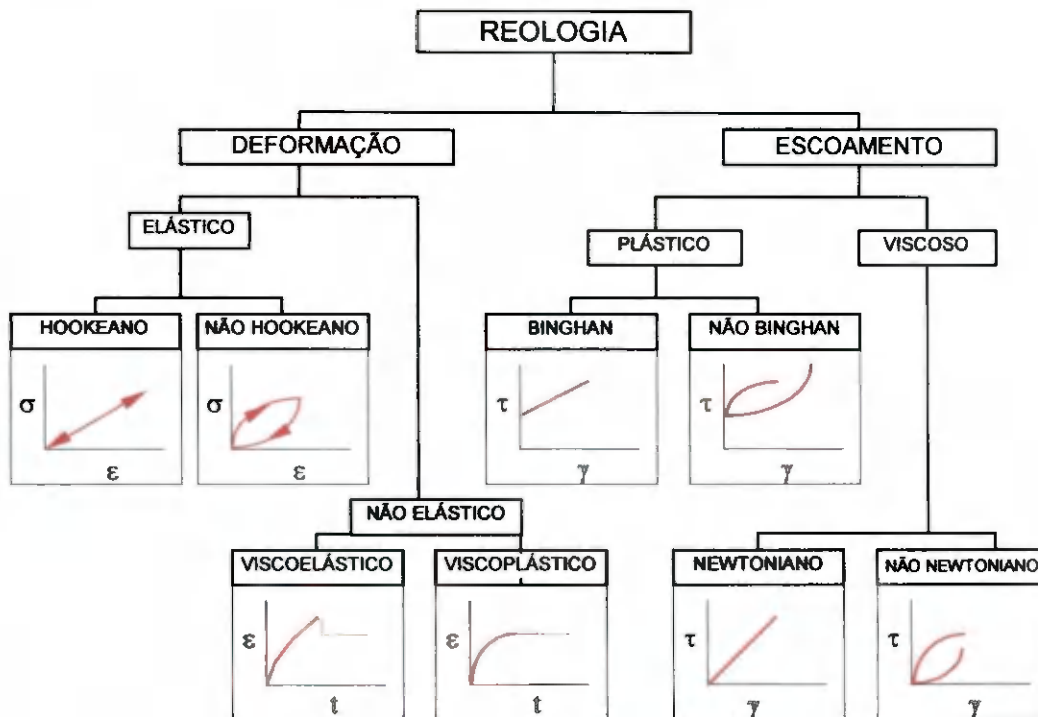


Figura 2.3 – Classificação da reologia quanto ao estudo da deformação e escoamento

Nos últimos tempos, a reologia tem ganhado um crescente significado, em consequência da elevação da concorrência e dos custos que fazem com que as indústrias busquem métodos de controle de qualidade no processamento e, se possível, prever as propriedades de novos produtos, já durante seu desenvolvimento. A qualidade e a formulação de um produto devem estar documentadas de maneira objetiva e compreensível. A caracterização das propriedades de escoamento através de modernos viscosímetros e reômetros, pode ser de grande ajuda, pois ela garante uma documentação objetiva e precisa (COSTA, 2006).

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

Conforme MACHADO (1996) os fluidos podem ser classificados, reologicamente, como newtonianos e não-newtonianos, conforme a Figura 2.4, porém não existem, naturalmente, fluidos perfeitos, cujo comportamento se aproxima do newtoniano, como é o caso de líquidos puros, soluções verdadeiras diluídas e poucos sistemas coloidais (LEITE, 2001).



Figura 2.4 - Fluxograma de classificação dos fluidos, segundo comportamento reológico

Existem vários tipos de reômetro; 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

A viscosidade é medida pela queda da esfera no líquido colocado em um cilindro cheio com o fluxo no qual se soltam a esfera de raio e a densidade conhecidos. O conjunto está inclinado a 10° da vertical, possui marcas, A e C, afastadas 100mm. O tempo ΔT gasto para percorrer o intervalo ΔL entre A e C é medido. Com o valor do tempo, ΔT , calcula-se a viscosidade dinâmica empregando-se a Equação 1, cujo princípio se baseia na lei de Stokes, que relaciona a viscosidade em queda livre no interior do fluido testado, em escoamento muito lento. Ressalta-se que este viscosímetro poderá ser utilizado apenas em líquidos newtonianos e transparentes (MACHADO, 1996).



Figura 2.5 - Viscosímetro de esfera.

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 (CASTRO, 1999).

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

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

em que,

v_q = velocidade terminal de queda da bola, $m.s^{-1}$

ΔL = espaço percorrido pela bola durante a queda, m

Δt = tempo decorrido no percurso ΔL , s

g = aceleração da gravidade, $m.s^{-2}$

ρ_b = massa específica da bola, $kg.m^{-3}$

ρ = massa específica do fluido, $kg.m^{-3}$

D_b = diâmetro da bola, m

μ = viscosidade dinâmica do fluido, Pa.s

2- Viscosímetro capilar

São os viscosímetros mais antigos, nos quais a tensão de cisalhamento é fornecida em função da pressão a que o fluido é submetido ao fluir através de um tubo capilar. Eles são precisos nas medidas de viscosidade de fluidos newtonianos, até valores de 20.000 mPa.s. Uma desvantagem desse tipo de viscosímetro é que a velocidade de cisalhamento varia de zero, no centro do capilar, a um valor máximo nas paredes (POSSA & POSSA, 2000).



Figura 2.6 - Viscosímetro capilar

3- Viscosímetro de orifício

A viscosidade é medida pelo tempo que um volume fixo de um líquido gasta para escoar, através de um orifício existente no fundo de um recipiente. Segundo MACHADO (1996), como esses equipamentos possuem uma relação relativamente pequena entre o comprimento do tubo e o seu diâmetro, isto é, entre 1/1 a 10/1, é difícil se estabelecer as equações de fluxo em razão dos efeitos de saída e ao fenômeno de transição; entretanto, eles têm sido usados na indústria devido à simplicidade e rapidez na operação, tornando-se úteis para determinações relativas de fluidos simples, principalmente os newtonianos.



Figura 2.7 - Viscosímetro Saybolt Universal

4- Viscosímetro Rotativo ou Cilindros Coaxiais

O princípio do viscosímetro rotativo se baseia na rotação de um corpo, interno ou externo, superior ou inferior, imerso em um líquido, o qual experimenta uma força de resistência viscosa (MACHADO, 1996). É indicado nas situações em que a rapidez, a simplicidade e robustez do instrumento e as facilidades de operação são mais importantes que a precisão e a exatidão na medida, por exemplo, nas fábricas de tinta, adesivos e óleos lubrificantes. É o mais indicado para se estudar líquidos não-newtonianos.



Figura 2.8 - Viscosímetro rotativo

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 não-Newtoniano, considerando-se ainda temperatura e pressão constante e escoamento laminar. Esses 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 (CASTRO, 1999).

Na derivação da Equação 2 e se considerando 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 a 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 infinita, 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. Referidas 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 2 pode ser ajustada e simplificada para a forma a seguir.

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

em que **K** é a constante do viscosímetro

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

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

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

De acordo com 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 à 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.

A reologia de quaisquer sistemas é avaliada tipicamente pela medida e análise das curvas de comportamento obtidas através de um reômetro adequado. Quando se estuda o comportamento reológico dos produtos tenta-se representá-los pelos modelos mais convenientes; desta 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 2.5.

Tabela 2.5 – Modelos empíricos de comportamento reológico

Modelo	Fórmula	Constantes empíricas	Observações
Lei da Potência ou Ostwald-de-Waele*	$\tau = k (\dot{\gamma})^n$	K, n	K e n são constante do modelo n<1 fluido pseudoplastico n>1 fluido dilatante n=1 fluido newtoniano
Andrade*	$\mu = A e^{B/T}$	A e B	μ - viscosidade dinâmica A e B – constantes T – Temperatura
Guzman**	$\ln \eta = A + \frac{B}{T}$	A e B	η - viscosidade dinâmica A, B – constantes T – temperatura
Vogel**	$\ln \eta = A + \frac{B}{C + T}$	A, B e C	η - viscosidade dinâmica A, B, C – constantes T – temperatura

Fonte: *CASTRO (1999) e ** BROCK et al. (2008)

2.5- Análise Microbiológica

A avaliação microbiológica dos alimentos é assunto de interesse, desde o início da microbiologia como ciência. Esta avaliação se constitui em um dos parâmetros mais importantes para se determinar a qualidade e a sanidade dos alimentos e é igualmente significativa para verificar se padrões e especificações microbiológicas nacionais e internacionais, estão sendo atendidas adequadamente (SILVA, 1998).

A análise microbiológica consiste na detecção e diferenciação de micro-organismos (leveduras e bactérias) e sua quantificação por cultura em meio sólido (número de unidades formadoras de colônias de leveduras, de bactérias lácteas e de bactérias acéticas por ml); deste modo e ao se recorrer à análise microbiológica, é possível seguir a fermentação alcoólica e/ou maloláctica e antever situações indesejáveis de alterações microbianas facultando, desta forma, a descoberta de eventuais anomalias que possam ocorrer não apenas no produto final mas, também, durante as distintas etapas da sua preparação (BRASIL, 2001).

Ao grupo de coliformes totais se incluem cerca de 20 espécies dentre as quais se encontram bactérias originárias do trato gastrintestinal de humanos e outros animais de sangue quente; sua presença em alimentos é considerada uma indicação útil de contaminação pós-sanitização ou pós-processo, evidenciando práticas de higiene e sanitização aquém dos padrões requeridos para o processamento de alimentos (SILVA, 1997).

2.6 - Análise sensorial

De acordo com JORDÃO (2005), os alimentos possuem composições físicas e químicas particulares que originam as características sensoriais percebidas pelo indivíduo, como aparência, sabor, aroma e textura. As diferenças individuais (personalidade relacionada ao estilo de vida, nível de conhecimento, experiências anteriores, efeitos fisiológicos ou psicológicos após a ingestão, como humor, sonolência etc) influenciam na escolha do produto. Os fatores externos englobam o contexto social e cultural. A disponibilidade, preço, embalagem, informações e propaganda do produto e, ainda,

diferenças de idade, sexo, classe social, região e grau de urbanização, são responsáveis pelas diferenças no consumo de alimentos.

A análise sensorial pode ser definida como uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações em alimentos que possam ser percebidos pelo sentido da visão, olfato, tato, sabor e audição, utilizando conhecimentos de Ciências de alimentos, Fisiologia, Psicologia e Estatística (CALEGUER, 2005).

A escolha pessoal por um alimento pode ser determinada por um grande número de fatores que podem ser relacionados a um alimento, à pessoa e ao ambiente (Dutcosky citado por ARAÚJO, 2005).

Por meio da análise sensorial pode-se determinar a aceitabilidade e a qualidade dos alimentos, constituindo-se ainda em uma poderosa ferramenta nas pesquisas para o desenvolvimento de novos produtos. Com o auxílio dos órgãos humanos dos sentidos, as sensações resultantes das interações desses órgãos com os alimentos são usadas para inferir e analisar as diferentes características organolépticas dos alimentos (TEIXEIRA et al., 1987).

De acordo com Cardello e Cardello, citados por COCOZZA (2003), os testes sensoriais que utilizam os órgãos dos sentidos humanos como 'instrumentos', devem ser incluídos como garantia de qualidade por se tratar de uma medida multidimensional integrada, que possui importantes vantagens como, por exemplo, determinar a aceitação de um produto por parte dos consumidores. Se, por um lado, os instrumentos são efetivos em detectar o surgimento de problemas durante a produção e o armazenamento de alimentos, muitas vezes são incapazes de medir alterações perceptíveis que afetam a aceitação de um produto.

A avaliação sensorial de alimentos é função primária do homem, que desde a infância os aceita ou os rejeita de acordo com a sensação ao experimentá-lo e ingeri-los; então, se é desejado avaliar a qualidade sensorial de um alimento e dizer as sensações que o homem terá ao ingeri-lo, nada mais óbvio do que perguntar a ele mesmo. A análise sensorial foi criada para que o resultado desse tipo de questionamento fornecesse uma

resposta precisa e reprodutível (CHAVES, 1993). Este aspecto de qualidade que incide diretamente na reação do consumidor, é o que se denomina qualidade sensorial e é o que, também, leva às inovações, ao sucesso ou ao fracasso.

O teste de escala hedônica pode ser realizado através de testes domiciliares e testes de localização centralizada. Nos testes de localização centralizada as avaliações podem ser feitas através de testes de laboratório ou conduzidos em um shopping ou local similar como, por exemplo, escolas, lojas ou centros comerciais, onde são acessíveis para um número maior de consumidores. Nesses testes, os indivíduos são questionados sobre um determinado atributo de amostras apresentadas, uma de cada vez, para posterior avaliação do índice do seu grau de gostar ou desgostar ou para indicar qual delas é a preferida (SIDEL & STONE, 1993).

Os dados da escala hedônica de 9 pontos seguem uma distribuição normal, podendo ser analisados pela estatística paramétrica, como a análise univariada de variância (ANOVA) que fornece informações segmentadas por atributo sensorial e também apresentados graficamente como histograma de frequência (SMITH, 1984; SIDEL & STONE, 1993).

De acordo com MEILGAARD et al (1987) a escala relativa ao ideal é usada como uma ferramenta para, em conjunto com outros testes afetivos, contribuir para uma caracterização de certo produto junto ao consumidor. Esse teste pode ser utilizado para a otimização de formulações e está intimamente relacionado com a aceitação do produto pelo consumidor.

A análise sensorial é hoje aplicada em indústrias de produtos de consumo de várias áreas. A competição entre as indústrias por parcelas de mercado leva a uma necessidade de aperfeiçoamento da qualidade de seus produtos. As técnicas de análise tem grande aplicação neste processo (CHAVES & SPROESSER, 1996).

3.0 – MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas da Universidade Federal de Campina Grande. Apresenta-se, na Figura 3.1 um fluxograma das etapas executadas neste trabalho.

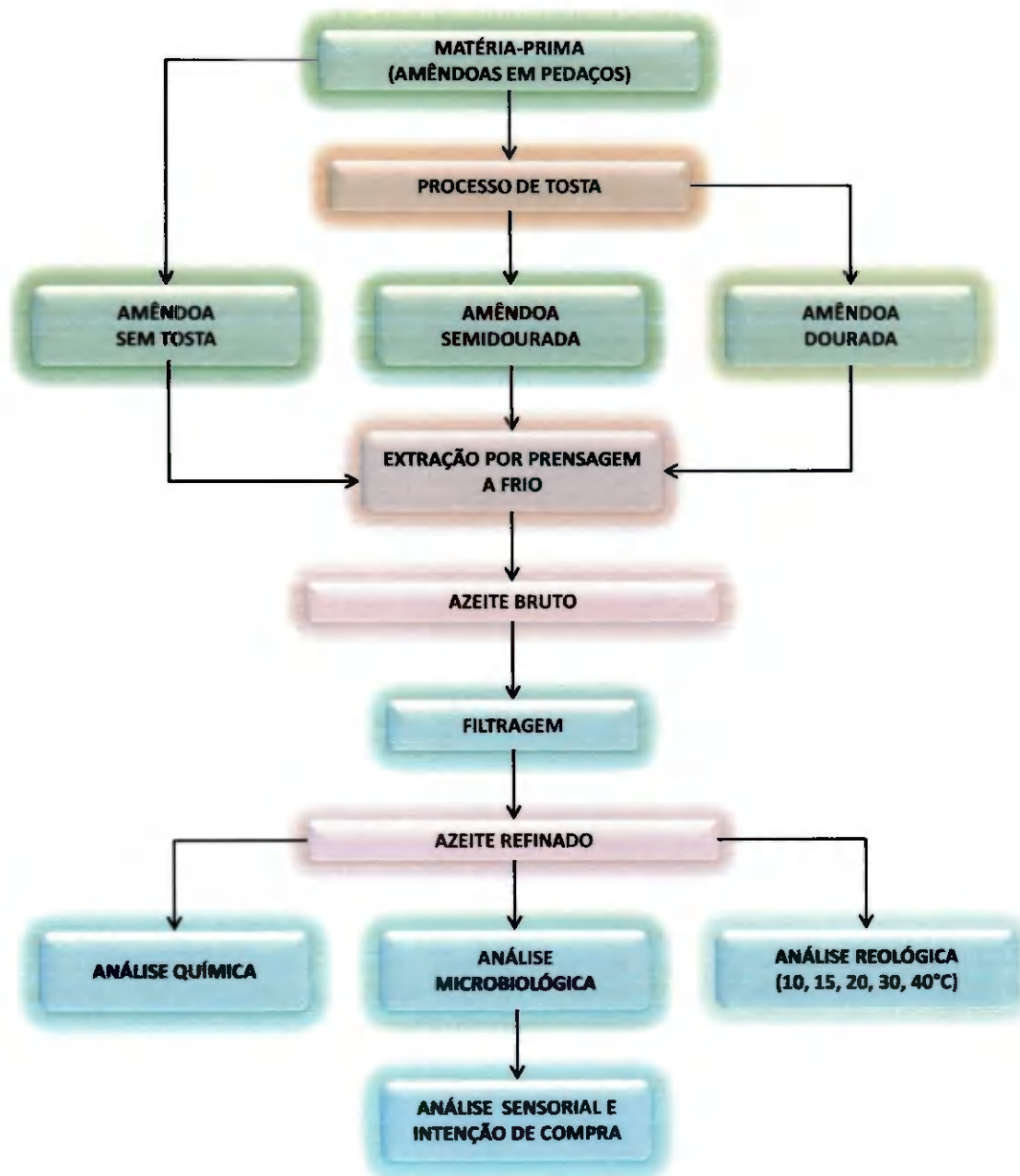


Figura 3.1 – Fluxograma para extração, análise físico-química, reológica e sensorial do azeite da amêndoa de castanha-de-caju

3.1 - Matéria-prima

As amêndoas de castanha-de-caju (em pedaços) foram adquiridas da Indústria Iracema Ltda., localizada no município de Fortaleza, estado do Ceará. Utilizaram-se amêndoas de baixo valor comercial, P1 e P2 (descritos no Item 2.2.1 - Classificação da amêndoa). As amêndoas foram adquiridas brancas, tendo passado apenas pelo processo de cozimento, feito comumente para liberação da casea.

3.2 - Processo de tosta

Selecionaram-se 30 kg de amêndoas; em seguida, foram divididos em três lotes: um permaneceu sem tosta (com teor de água 5% b.u.); o segundo foi destinado a tosta semidourada (secagem a 220 °C até teor de água de 2% b.u.) e o terceiro destinado a tosta dourada (secagem a 220 °C até teor de água de 1 % b.u.).

As amêndoas de castanha-de-caju foram colocadas em bandejas de alumínio, com fundo em tela de arame com malha fina e dimensões de 50 cm de largura por 68 cm de profundidade e altura de 1 cm e, em seguida, submetidas ao aquecimento, para realização do processo de tosta. O ponto final de tosta foi definido pela aparência das amêndoas e teor de água. Foi utilizado um forno industrial a gás com capacidade de 109 L, com dimensões de 30 cm de altura por 52 cm de largura e 70 cm de profundidade (Figura 3.2). O processo de tosta para os resultados esperados (amêndoas semidourada e dourada) dependeu apenas do tempo de exposição das amêndoas visto que as condições do forno foram mantidas em 220 °C e velocidade de ar 0,5 m/s, no interior do forno.



Figura 3.2 – Forno industrial a gás

As Figuras 3.3, 3.4 e 3.5 ilustram a aparência das amêndoas obtidas em cada lote e que geraram as três variações de azeite extraídas.



Figura 3.3 – Amêndoas sem tоста



Figura 3.4 – Amêndoas semidouradas

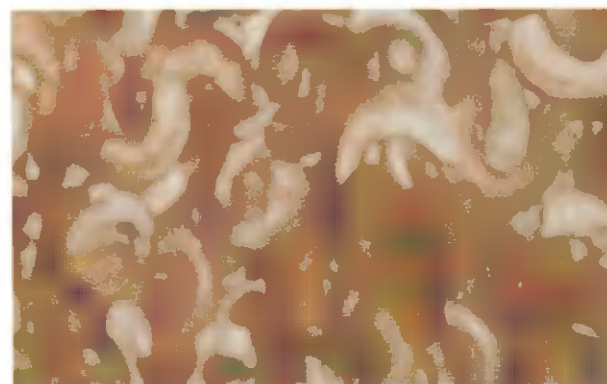


Figura 3.5 – Amêndoas douradas

3.3 - Azeite

3.3.1 - Extração

O azeite foi extraído a frio, sem a necessidade de solventes. Foram realizados testes iniciais onde foram utilizadas 3 prensas; uma de 50 ton pertencente a UAEM (Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica da UFCG) onde também se fizeram os ensaios, utilizando-se cargas de 40 ton., 35 ton. e 30 ton., com amostras de aproximadamente 600 g; uma prensa de 30 ton pertencente à UAEAg (Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da UFCG), na qual se realizaram testes utilizando-se 20 e 10 ton; por fim, uma miniprensa MPE-40, da EMBRAPA-ALGODÃO, formada por um eixo helicoidal com passo e diâmetro variáveis, que gira dentro de um cesto de compressão composto por 12 anéis, produzida pela ECIRTEC (Equipamentos e Acessórios Industrial Ltda.), com capacidade para esmagar de 40 a 60 kg de amostra por hora. Após todos esses testes, chegou-se ao protótipo de bancada desenvolvido unicamente para extração do azeite de amêndoa de castanha-de-caju, para desenvolvimento desta pesquisa.

3.3.2 - Filtragem

Após a obtenção do azeite efetuou-se a filtragem para separação de sólidos que são arrastados com azeite no processo da extração mecânica. Realizou-se a filtragem do azeite utilizando-se filtros de papel, por cinco vezes consecutivas, depois de aguardar o tempo necessário para que se depositasse o máximo de sólidos no fundo do recipiente.

3.3.3 - Caracterização físico-química

As análises de caracterização do azeite de amêndoas de castanha-de-caju (teor de água, índice de acidez, índice de peróxido, índice de refração, índice de saponificação, índice de iodo e densidade) foram realizadas no Laboratório de Análises Químicas do Departamento de Química do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba.

3.3.3.1 - Teor de água

O teor de água foi determinado em estufa a temperatura de 105°C até peso constante de acordo com o método descrito por IAL (2005).

3.3.3.2 - Índice de acidez

Definiu-se o índice de acidez pelo método que utiliza como solução titulante, o hidróxido de sódio 0,1N e fenoftaleína como indicador, de acordo com metodologia descrita por IAL (2005).

3.3.3.3 - Índice de peróxido

Para determinação do índice de peróxido empregou-se o método titulométrico, tendo como solução titulante o tiosulfato de sódio 0,1N, obedecendo à metodologia descrita por IAL (2005).

3.3.3.4 - Índice de refração

Determinou-se o índice de refração foi determinado pelo método instrumental utilizando-se o refratômetro de Abbe. Inicialmente, ajustou-se o refratômetro com água destilada em temperatura de 25 °C; em seguida, duas gotas da amostra foram colocadas entre os prismas do refratômetro procedendo-se, por fim, a leitura (IAL, 2005).

3.3.3.5 - Índice de saponificação

Para determinação do índice de saponificação usou-se o método titulométrico, através da fenoftaleína como indicador e a solução de ácido clorídrico a 0,5N, como titulante, conforme metodologia descrita por IAL (2005).

3.3.3.6 - 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 por IAL (2005).

3.3.3.7 - Densidade

Realizaram-se determinações de densidade nas temperaturas de 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 °C, utilizando-se um picnômetro de 50 ml equipado com termômetro, visto que esses dados serão utilizados nas determinações dos parâmetros reológicos. Os picnômetros foram lavados com acetona, secados e tarados em seguida, 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. Obteve-se o volume do picnômetro utilizando-se água destilada. A densidade das amostras foi calculada pela razão entre a massa da amostra e a massa de água do picnômetro, como expresso na Equação 3.



Figura 3.6 – Picnômetro para determinação da densidade

$$\rho = \left(\frac{A - B}{C - B} \right) \rho_{\text{água}} \quad (3)$$

em que:

ρ – Densidade a 25°C do azeite (g/cm^3)

A – Massa do picnômetro + amostra (g)

B – Massa do picnômetro (g)

C – Massa do picnômetro + água destilada (g)

$\rho_{\text{água}}$ – Densidade da água a 25 °C (g/cm^3)

3.4 - Viscosidade

3.4.1 - Procedimentos experimentais

Avaliaram-se as propriedades reológicas dos azeites de amêndoa-de-castanha de caju foram avaliadas utilizando um viscosímetro Brookfield, modelo LV-DVII com spindle nº31, fabricado por Brookfield Engineering Laboratories, Inc., E.U.A. De acordo com a Figura 3.7, além de ser provido de suporte para pequenas amostras no qual era colocado um porta-amostra que comportava pequenas quantidades (cerca de 20 mL), este equipamento era acoplado a um banho-maria termostático digital, o que possibilitou controlar as temperaturas das amostras durante os ensaios.



Figura 3.7- Viscosímetro Brookfield LV- DVII

As amostras eram postas no porta amostra que, por sua vez, era colocado no suporte do viscosímetro (Figura 3.8) e o banho era ligado a temperatura desejada; em seguida, dava-se início às leituras, realizadas sempre em escala ascendente e imediatamente descendente de velocidade de rotação.



Figura 3.8 - Porta-amostra utilizado no viscosímetro Brookfield LV- DVII

As determinações reológicas foram realizadas nas temperaturas de 10, 20, 30 e 40 °C. Para obtenção dos parâmetros variou-se a taxa de cisalhamento de 0,34 a 68 s⁻¹, utilizando-se as velocidades de 1, 5, 10, 15, 30, 60, 90, 120, 150, 180 e 200 rpm.

As leituras de velocidade de rotação, torque, viscosidade, tensão de cisalhamento, taxa de cisalhamento, temperatura e tempo, foram registradas em um computador PC 486 conectado ao viscosímetro via porta serial RS232, com auxílio de um software de aquisição de dados do equipamento (Figura 3.9).



Figura 3.9- Tela com registro dos dados fornecidos nos ensaios reológicos

3.4.2- Ajuste matemático

Às curvas de tensão de cisalhamento versus taxa de cisalhamento, foi ajustado o Modelo de Ostwald-de-Waele (Lei da Potência). Para a realização do ajuste do modelo matemático aos dados experimentais procedeu-se à análise de regressão não linear, pelo

método Quasi-Newton, utilizando-se o software STATISTICA 8.0. O coeficiente de correlação (R) e o erro padrão (SE) dado pelo software e o desvio médio absoluto percentual $DMA(\%)$ calculado pela Equação 4, foram tidos como base para a avaliação do ajuste de cada modelo aos dados experimentais.

$$DMA(\%) = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|\gamma_e - \gamma_t|}{\gamma_e} \quad (4)$$

em que:

$DMA(\%)$ = desvio médio absoluto percentual

n = número de dados experimentais

γ_e = valor experimental

γ_t = valor teórico

3.5 - Análise microbiológica

As análises de caracterização do azeite de amêndoas de castanha-de-caju foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Departamento de Química do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, PB.

Realizaram-se análises microbiológicas no azeite; os micro-organismos determinados foram *Coliformes* a 45°C, bolores e leveduras e *Salmonella* sp.

Para determinação desses micro-organismos empregou-se a metodologia descrita na Instrução Normativa nº 62/2003, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2003). Os resultados foram expressos em “número mais provável por grama da amostra” (NMP/g) para *Coliformes* a 45 °C, em “unidades formadoras de colônia por grama da amostra” (UFC/g) para bolores e leveduras e em “presença ou ausência em 25g da amostra” (PRESENÇA ou AUSÊNCIA/25 g) para *Salmonella* sp.

3.6 - Análise sensorial

3.6.1 - Testes de aceitação, intenção de compra

A aceitação das amostras com relação ao aroma, sabor, cor, aceitação global e intenção de compra foi avaliada utilizando-se testes sensoriais afetivos, segundo VICKERS (1988) e SIDEL & STONE (1993).

Os provadores não treinados foram alunos de graduação, pós-graduação e funcionários da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande.

Para os testes sensoriais foram servidas três amostras de azeite identificadas por 3 dígitos dispostos aleatoriamente, uma porção de torradas, além de água e biscoito água e sal, esses últimos com o intuito de eliminar sabor residual entre uma prova e outra; assim cada provador recebeu uma porção de torradas ou salada, de acordo com sua preferência, e uma embalagem, identificada por três números aleatórios - e contendo azeite de amêndoas de castanha-de-caju - e um copo com água mineral a temperatura ambiente para enxágüe bucal. O provador foi orientado a colocar, no alimento, a quantidade de azeite de amêndoa de castanha que achasse adequada, para então degustá-la. Cada provador avaliou todas as amostras em uma única sessão de teste. A ordem com que as amostras foram servidas obedeceu ao delineamento de blocos completos balanceados de acordo com SIDEL & STONE (1993).

A aceitação das amostras foi avaliada através da escala hedônica estruturada de nove pontos, em que os provadores indicaram quanto gostaram ou desgostaram de cada amostra e a intenção de compra foi avaliada utilizando-se a escala de atitude de cinco pontos (Figura 3.10), segundo metodologia proposta por SIDEL & STONE (1993).

Quanto aos atributos sensoriais realizou-se, também, outra análise, que avalia o quanto ideal está a cor, o aroma e o sabor do azeite (Figura 3.11).

ACEITAÇÃO GLOBAL E INTENÇÃO DE COMPRA

VOCÊ ESTÁ RECEBENDO UMA AMOSTRA DE AZEITE DE AMÊNDOA DE CASTANHA-DE-CAJU PARA DEGUSTAÇÃO. ESCREVA O CÓDIGO DA AMOSTRA E INDIQUE, USANDO A ESCALA ABAIXO, O QUANTO VOCÊ GOSTOU OU DESGOSTOU DA AMOSTRA.

- 9-GOSTEI MUITÍSSIMO
- 8-GOSTEI MUITO
- 7-GOSTEI MODERADAMENTE
- 6-GOSTEI LIGEIRAMENTE
- 5-NÃO GOSTEI, NEM DESGOSTEI
- 4-DESGOSTEI LIGEIRAMENTE
- 3-DESGOSTEI MODERADAMENTE
- 2-DESGOSTEI MUITO
- 1-DESGOSTEI MUITÍSSIMO

CÓDIGO DA AMOSTRA	VALOR

COM BASE EM SUA IMPRESSÃO GERAL SOBRE A AMOSTRA, INDIQUE NA ESCALA ABAIXO, O GRAU DE CERTEZA COM QUE VOCÊ COMPRARIA OU NÃO CADA AMOSTRA:

SE ESSA AMOSTRA ESTIVESSE À VENDA EU:

- 5-CERTAMENTE COMPRARIA
- 4-POSSIVELMENTE COMPRARIA
- 3-TALVEZ COMPRASSE/TALVEZ NÃO COMPRASSE
- 2-POSSIVELMENTE NÃO COMPRARIA
- 1-CERTAMENTE NÃO COMPRARIA

CÓDIGO DA AMOSTRA	VALOR

POR FAVOR, PERMANEÇA NA CABINE PARA AVALIAR A SEGUNDA AMOSTRA. TOME UM POUCO DE ÁGUA E REPITA TODA A AVALIAÇÃO COM A 2ª AMOSTRA E DEPOIS COM A 3ª AMOSTRA. OBRIGADA POR SUA COLABORAÇÃO.

Figura 3.10 - Ficha de avaliação de aceitação global e intenção de compra

AVALIAÇÃO DE COR - O QUANTO IDEAL ESTÁ CADA AMOSTRA

NOME: _____ IDADE: _____

INDIQUE, NA ESCALA, ABAIXO O QUÃO IDEAL VOCÊ ACHA QUE ESTEJA A COR DESTA AMOSTRA

A COR DESTA AMOSTRA ESTÁ:

+4 EXTREMAMENTE MAIS ESCURA QUE O IDEAL
 +3 MUITO MAIS ESCURA QUE O IDEAL
 +2 MODERADAMENTE MAIS ESCURA QUE O IDEAL
 +1 LIGEIRAMENTE MAIS ESCURA QUE O IDEAL
 0 IDEAL
 -1 LIGEIRAMENTE MAIS CLARA QUE O IDEAL
 -2 MODERADAMENTE MAIS CLARA QUE O IDEAL
 -3 MUITO MAIS CLARA QUE O IDEAL
 -4 EXTREMAMENTE MAIS CLARA QUE O IDEAL

CÓDIGO DA AMOSTRA	COR DO AZEITE

INDIQUE, NA ESCALA ABAIXO, O QUANTO VOCÊ GOSTOU DE CADA AMOSTRA QUANTO AO AROMA SABOR E COR DE CADA AMOSTRA

ESCALA HEDÔNICA PARA AVALIAÇÃO DO AROMA, SABOR E COR

9-GOSTEI MUITÍSSIMO
 8-GOSTEI MUITO
 7-GOSTEI MODERADAMENTE
 6-GOSTEI LIGEIRAMENTE
 5-NÃO GOSTEI, NEM DESGOSTEI
 4-DESGOSTEI LIGEIRAMENTE
 3-DESGOSTEI MODERADAMENTE
 2-DESGOSTEI MUITO
 1-DESGOSTEI MUITÍSSIMO

CÓDIGO DA AMOSTRA	SABOR DO AZEITE	AROMA DO AZEITE	COR DO AZEITE

POR FAVOR, PERMANEÇA NA CABINE PARA AVALIAR A SEGUNDA AMOSTRA. COMA BISCOITO E TOME UM POUCO DE ÁGUA, REPITA CADA AVALIAÇÃO COM A 2ª AMOSTRA, DEPOIS COM A 3ª AMOSTRA. OBRIGADA POR SUA COLABORAÇÃO.

Figura 3.11- Ficha de avaliação sensorial para teste de aceitação dos atributos sensoriais (aroma, sabor e cor do azeite de amêndoas de castanha-de-caju)

3.7 - Análise estatística

Realizaram-se as análises estatísticas dos parâmetros físico-químicos e sensoriais utilizando-se o programa Assistat (SILVA & AZEVEDO, 2006). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado e aplicou-se o teste de Tukey para comparação entre médias, a 5% de probabilidade, quando o teste F da análise de variância foi significativo.

4.0 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Extração do azeite e rendimento

Foram testadas prensas de diferentes capacidades em que eram colocados, aproximadamente, 600g de amêndoas por batelada, porém os rendimentos obtidos na extração do azeite não foram satisfatórios, como mostrados na Tabela 4.1. Ressalta-se que a extração foi efetuada em 2 etapas para uma mesma amostra, ou seja, a extração era seguida de uma segunda extração da torta.

Conforme diversos autores (SOUZA FILHO et al., 1998; PEIXOTO, 2003; EMBRAPA, 2004), o teor de óleo das amêndoas de castanha-de-caju estão entre 43 e 48%, fatos que demonstram o quão longe de uma extração eficiente estão os dados apresentados na Tabela 4.1. Os motivos de um rendimento muito baixo foram atribuídos principalmente aos seguintes fatos: recipiente (copo) utilizado para extração não era adequado para amêndoas de castanha-de-caju; apesar da prensa possuir capacidade considerável, não se podia efetuar esforço maior que 2,5 kN, porque ocorria o escoamento de uma massa (goma) pelos furos do recipiente não permitindo a prensagem e permaneciam, ainda, muitas amêndoas praticamente inteiras. O diâmetro do recipiente ($D=0,15m$), isto é, a área superficial de contato com a prensa era muito pequena, considerando-se a altura (H) da camada da amostra dentro do recipiente ($0,05 < H < 0,10m$), desta forma, a eficiência da prensa se reduz visto que a porosidade do leito durante a prensagem diminui, desfavorecendo o escoamento do óleo.

Tabela 4.1- Resultados do rendimento da extração obtidos nos ensaios preliminares.

Capacidade da prensa (ton)	Massa (g)	Tempo de extração (h/kg)	Volume de azeite (mL)	Rendimento kg/kg (%)
40	4398,5	0,5	210,0	4,68
35	4990,7	0,5	238,0	4,64
30	4862,5	0,5	162,0	3,26
20	5188,0	0,5	198,0	3,72
10	2102,8	0,5	95,0	4,40

A porosidade do leito pode ser visualizada nas Figuras 4.1(a) e 4.1(b). Neste caso, quando a porosidade diminuía, o óleo começava a escoar por cima do copo ao invés de escoar para baixo e sair pelo duto de escoamento diretamente dentro do recipiente de coleta. A Figura 4.1(c), ilustra bem este fato, que causava perda significativa provocada pelo escoamento do azeite por cima do copo, inundando a região acima do êmbolo da prensa, local em que dificilmente poderia ser recolhido, além das condições higiênico sanitárias da região onde se acumulava, que o tornava impróprio para consumo, por se tratar de uma região de manuseio e constantemente exposta ao ambiente.

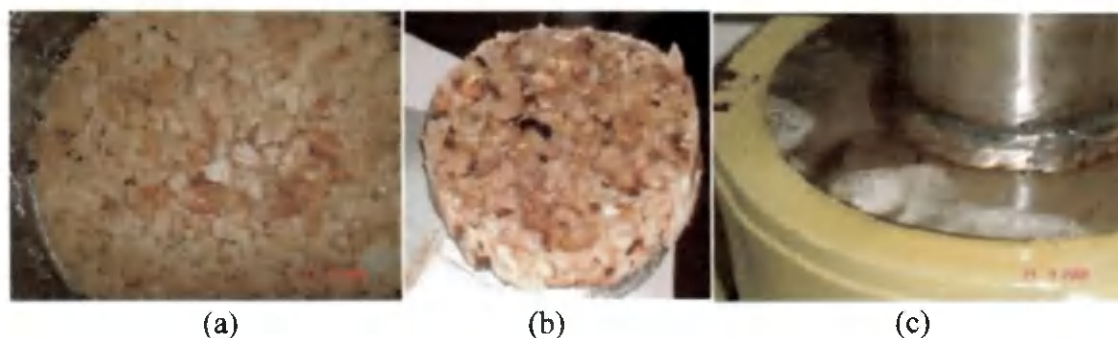


Figura 4.1 – Fotografias retiradas durante os testes iniciais de extração do azeite de amêndoa de castanha-de-caju

Esses ensaios forneceram dados indispensáveis para se chegar ao desenvolvimento de um protótipo eficiente, para extração em pequena escala (100 gramas por batelada), de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, como mostrado nas Figuras 4.2 e 4.3

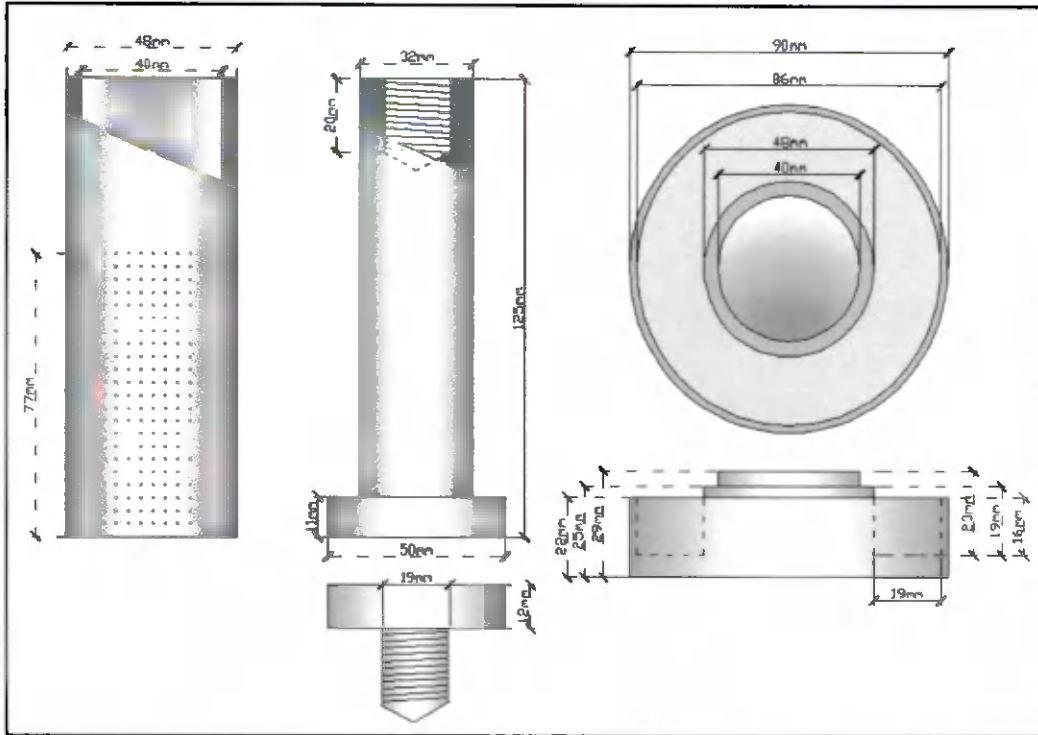


Figura 4.2- Perspectiva da matriz para extração de azeite de amêndoa de castanha-de-caju

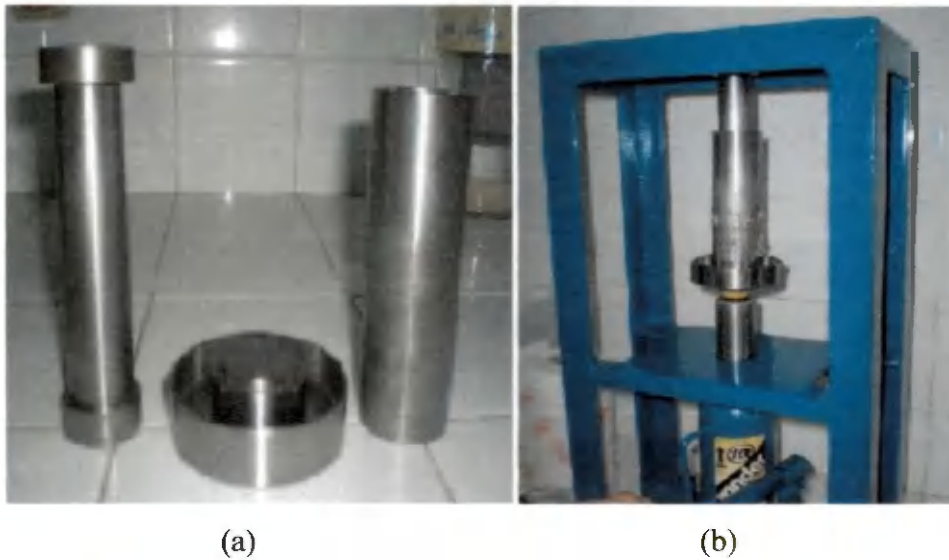


Figura 4.3 - Matriz em aço, para extração do azeite (a), prensa de 10 ton (b)

A Figura 4.4 representa o azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta, obtido após a prensagem e filtragem.



Figura 4.4 - Azeite de amêndoa de castanha-de-caju obtido após a prensagem e filtragem.

Na Tabela 4.2 se encontra o resultado do rendimento obtido na extração utilizando-se o protótipo desenvolvido nesta pesquisa.

Tabela 4.2 – Resultado do rendimento da extração obtido nos ensaios com o protótipo desenvolvido.

Capacidade da prensa(ton)	Massa (g)	Tempo de extração (h/kg)	Volume de azeite (mL)	Rendimento kg/kg (%)
10	1000	1,5	280,0	27,33

Percebe-se, comparando-se os resultados obtidos da extração feita nos ensaios preliminares com o rendimento obtido com o protótipo, que o tempo de extração aumenta consideravelmente; no entanto, considerando-se o preço das amêndoas, os resultados do rendimento compensam; ademais, fica fácil o controle das condições higiênico-sanitárias da extração com um protótipo de bancada, além de que o volume de extração atende muito bem aos propósitos de pesquisa.

4.2 – Caracterização físico-química

Os resultados da análise de variância obtidos para caracterização físico-química do azeite de amêndoa de castanha-de-caju com três níveis de tosta – sem tosta, tosta semidourada e dourada – se encontram na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Análise de variância das características físico-químicas do azeite de amêndoa de castanha-de-caju

FV	GL	QUADRADO MÉDIO						
		Teor de água	Densidade	Índice de acidez	Índice de saponificação	Índice de iodo	Índice de refração	Índice de peróxido
Tratamento	2	0,005**	0 ns	0,007*	2504,46**	534,84**	0,00*	3,01**
Resíduo	6	0,000	0,00	0,001	2,06	0,85	0	0,02
Total	8	0,005	0,00	0,008	2506,52	535,69	0	3,03
CV%		4,91	0,32	2,91	0,757	1,11	0,00	1,51

* Significativo ao nível 5% de probabilidade, ** Significativo a 1% de probabilidade, ns= não significativo
F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; CV% = Coef.e de variação em %

Verifica-se, para todas as variáveis estudadas, que a precisão experimental foi boa, medida pelos coeficientes de variação obtidos. Todos os parâmetros analisados, exceto a densidade, apresentaram diferenças significativas.

Na Tabela 4.4 estão as médias das análises físico-químicas (teor de água, índice de acidez, índice de peróxido, índice de saponificação, índice de iodo e índice de refração) do azeite de amêndoa de castanha-de-caju. Verificando-se esta tabela, constata-se que as médias obtidas experimentalmente para as características físico-químicas estão próximas do azeite de oliva, utilizado como padrão.

Tabela 4.4 - Valores médios das características físico-químicas do azeite de amêndoa de castanha-de-caju para diferentes níveis de tosta

Determinações	Azeite de Oliva*	Azeite de castanha de caju			DMS
		Sem tosta	Semidourada	Dourada	
Teor de água (%)	-	0,18 a	0,11 b	0,10 b	0,01658
Densidade	0,918	0,913 a	0,913 a	0,913 a	0,00740
Índice de acidez (mgKOH/g _{óleo})	-	0,96 a	0,92 ab	0,87 b	0,06693
Índ. de saponificação (mgKOH/g _{óleo})	186 – 196	212,89 a	198,38 a	157,20 b	3,5946
Índice de iodo (g _{iodo} /100g _{óleo})	79 – 88	69,27 c	83,66 b	95,95 a	2,31045
Índice de refração	1,45	1,4686 b	1,4687 b	1,469a	0,00008
Índice de peróxido	12	9,18 c	10,28b	11,17a	0,38660

Fonte: *VILLAVECHIA(1989)

DMS = Diferença mínima significativa

OBS: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a nível de 1% de probabilidade

4.2.1 – Teor de água

Os azeites de amêndoa de castanha-de-caju, sem tosta, semidourada e dourada analisados possuem teores de água de 0,18%, 0,11% e 0,10%, respectivamente. É evidente o seu decréscimo após o processo de tosta. De acordo com DANTAS (2006) o teor de água para o óleo de milho deve ser inferior a 0,5%; portanto os teores de água obtidos para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju para diferentes níveis de tosta, estão dentro da faixa de aceitabilidade, por também ser um óleo vegetal.

4.2.2 – Índice de acidez

O valor da acidez diminuiu à medida em que se aumentou o nível de tosta, com média de 0,96 mgKOH/g_{óleo} para o azeite da castanha sem tosta; de 0,92 mgKOH/g_{óleo} para o azeite da castanha semidourada e 0,87 mgKOH/g_{óleo} para o azeite da amêndoa de castanha-de-caju dourada. Segundo ANGELUCCI et al. (1987), o aumento da acidez de um óleo bruto aumenta a perda da neutralização, podendo ser também indicador de sementes de baixa qualidade, de manuseio e armazenamento impróprios ou de um

processamento insatisfatório. A boa qualidade das sementes utilizadas é fator preponderante para o processamento, haja vista que a elevada acidez pode dificultar processos de transesterificação em virtude da formação de sabão. Conforme SANTOS et al. (2001), o óleo com acidez inferior a 1% é classificado, comercialmente, como óleo industrial do tipo 1. O azeite proveniente da amêndoa de castanha-de-caju pode ser classificado comercialmente como óleo do tipo 1. Os índices reduzidos de acidez também evidenciam a potencialidade do óleo na indústria de cosméticos.

4.2.3 – Índice de peróxido

O resultado do índice de peróxido do azeite de amêndoa de castanha-de-caju para a amêndoa sem tosta, semidourada e dourada foi, respectivamente, 9,18, 10,28 e 11,17 meq/kg. Segundo ARAÚJO (1995), nos óleos ocorrem alterações no índice de peróxido após serem aquecidos justificando, assim, para os dados analisados, o aumento do índice de peróxido após o processo de tosta

4.2.4 – Índice de refração

Com um índice de refração de 1,4686 para o azeite da castanha sem tosta, 1,4687, para o azeite da castanha semidourada e 1,469 para a castanha dourada na temperatura de 25°C, conclui-se que o azeite de amêndoa de castanha-de-caju apresenta pouca presença de sólidos solúveis, apresentando valores próximos aos do azeite de oliva, de 1,45. Embora os valores do índice de refração sejam bastante próximos, pode-se observar o aumento do índice de refração com o nível de tosta. A presença de sólidos solúveis na água resulta em uma 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 IAL (2005), em análises de alimento, embora não se trate de substâncias puras no sentido restrito, 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.

4.2.5 – Índice de saponificação

O índice de saponificação do azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta foi de 212,89 mgKOH/g_{óleo}, para o azeite da castanha semidourada, 198,38 mgKOH/g_{óleo} e para a castanha dourada foi de 157,20 mgKOH/g_{óleo}. Nota-se que houve uma diminuição significativa com o aumento do nível de secagem da amêndoa e esses teores foram maiores que o azeite de oliva, como mostrado na Tabela 4.4, que é 186, exceto para o azeite extraído da castanha com tosta dourada. 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 de amêndoas de castanha de caju possui índice de saponificação considerado bom para a indústria de cosméticos.

4.2.6 – Índice de iodo

O índice de iodo observado para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta foi de 69,27 g_{iodo}/100g_{óleo}, para o azeite da castanha semidourada, 83,66 g_{iodo}/100g_{óleo} e para a castanha dourada foi de 95,95 g_{iodo}/100g_{óleo}. Ocorreu aumento significativo do índice de iodo com o aumento do nível de tosta. 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 4.4 caracteriza os três como não-secantes.

4.2.7 – Densidade

A densidade do azeite de amêndoa de castanha-de-caju não apresentou diferença significativa em função do nível de tosta, resultando em valor de 0,913 g/cm³ a temperatura de 25°C, ou seja, muito próximo ao do azeite de oliva, que é 0,918 g/cm³.

4.3 - Viscosidade

Os valores experimentais obtidos para cada amostra a diferentes temperaturas foram correlacionados através de quatro modelos empíricos de comportamentos reológicos: Ostwald-de-Waele (Lei da Potência), Andrade, Vogel e Guzman.

4.3.1 - Modelo de Ostwald-de-Waele (Lei da Potência)

Na Tabela 4.5 se encontram os parâmetros obtidos para o modelo de Ostwald-de-Waele (Lei da Potência) e os parâmetros estatísticos dos ajustes.

Tabela 4.5 - Parâmetros do modelo de Ostwald-de-Waele (Lei da Potência) para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju nas diferentes amostras estudadas

Amostra	T (°C)	K (Pa.s ⁿ)	n	SE _k	SE _n	R
Sem tosta	10	0,13098	0,9887	0,00092	0,0018	0,9999
	15	0,09650	0,9967	0,00074	0,0019	0,9999
	20	0,08029	0,9876	0,00093	0,0029	0,9999
	30	0,05424	0,9861	0,00058	0,0027	0,9999
	40	0,01748	1,1567	0,00432	0,0457	0,9983
Com tosta semi dourada	10	0,11532	1,0130	0,00084	0,0018	0,9999
	15	0,09834	1,0011	0,00734	0,0014	0,9999
	20	0,07944	0,9999	0,00056	0,0018	0,9999
	30	0,05689	0,9822	0,00070	0,0031	0,9999
	40	0,01841	1,1421	0,00493	0,0527	0,9977
Com tosta dourada	10	0,11453	1,0140	0,00133	0,0029	0,9999
	15	0,11395	0,9663	0,00191	0,0042	0,9999
	20	0,07958	0,9985	0,00068	0,0022	0,9999
	30	0,05696	0,9800	0,00104	0,0046	0,9997
	40	0,01929	1,1297	0,00487	0,0502	0,9978

Analisando-se os resultados na Tabela 4.5, nota-se haver uma diminuição nos valores do parâmetro **K** (índice de consistência) com o aumento da temperatura em todas as amostras. Os valores do erro padrão (SE_k) para todas as amostras variaram entre 0,00058 a 0,00734 nas temperaturas de 10 a 30 °C e de 0,00432 a 0,00493 para a temperatura de 40 °C.

O parâmetro **n** (índice de comportamento de fluxo) apresentou valores em torno da unidade, característica de comportamento newtoniano.

Observando-se os parâmetros estatísticos, verifica-se que os valores do coeficiente de correlação (**R**), oscilaram acima de 0,99 para todas as amostras. Os valores de (SE_n)

para todas as amostras, variaram entre 0,0014 a 0,0527 nas temperaturas de 10 a 40 °C, configurando ajustes satisfatórios.

Nas Figuras 4.5, 4.6 e 4.7 estão os resultados dos diagramas de tensão de cisalhamento (Pa) em função da taxa de cisalhamento (s^{-1}), nas temperaturas de 10 a 40 °C, ajustadas pelo modelo de Ostwald-de-waele para os azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta, com tosta semidourada e dourada, respectivamente. Observa-se, nessas figuras, que as curvas representando todas as amostras em todas as temperaturas apresentaram comportamento idêntico, redução nas viscosidades e valores de tensão de cisalhamento com o aumento da temperatura.

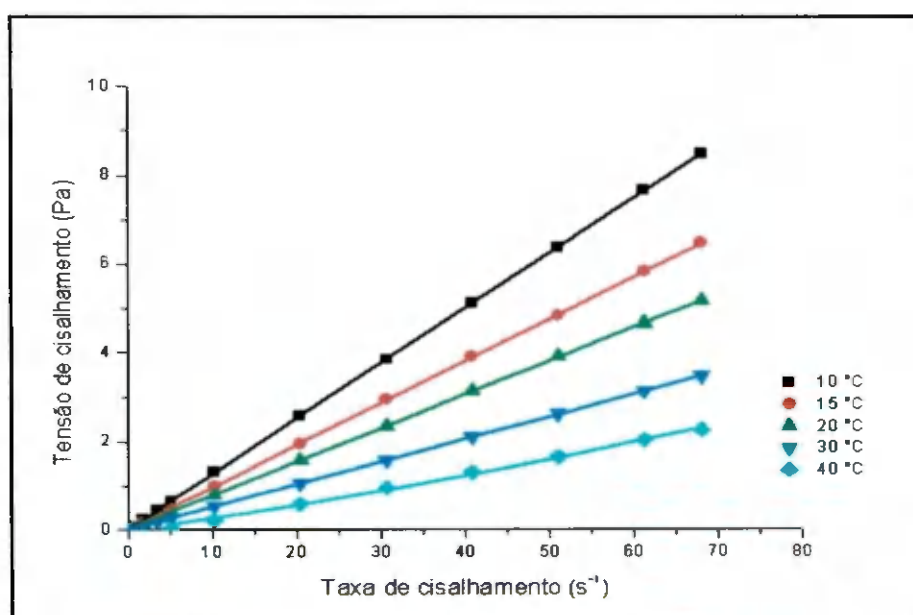


Figura 4.5 - Comportamento reológico para o azeite de amêndoa-de-caju sem tosta, descrito pelo modelo de Ostwald-de-Waelle (Lei da Potência)

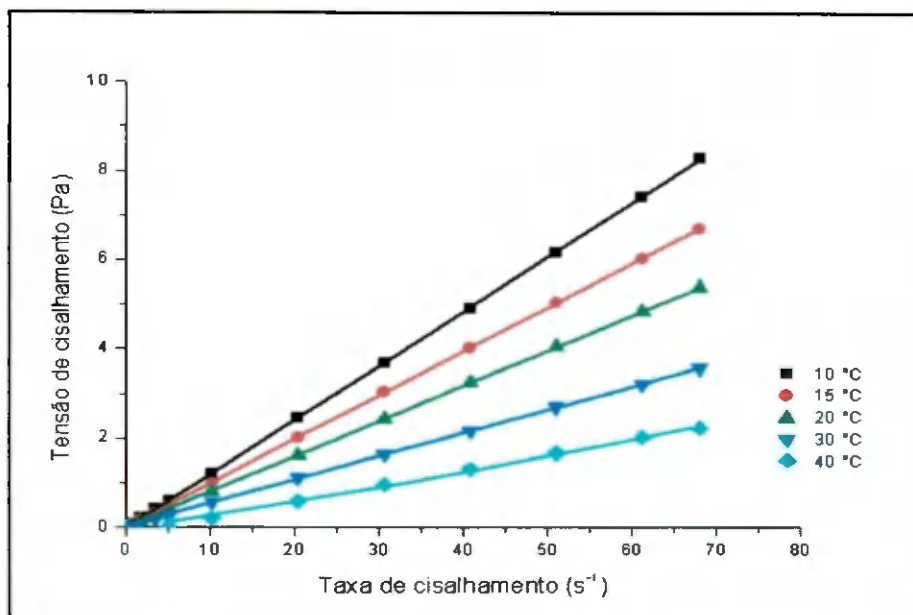


Figura 4.6 - Comportamento reológico para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju com tosta semidourada, descrito pelo modelo de Ostwald-de-Waele (Lei da Potência)

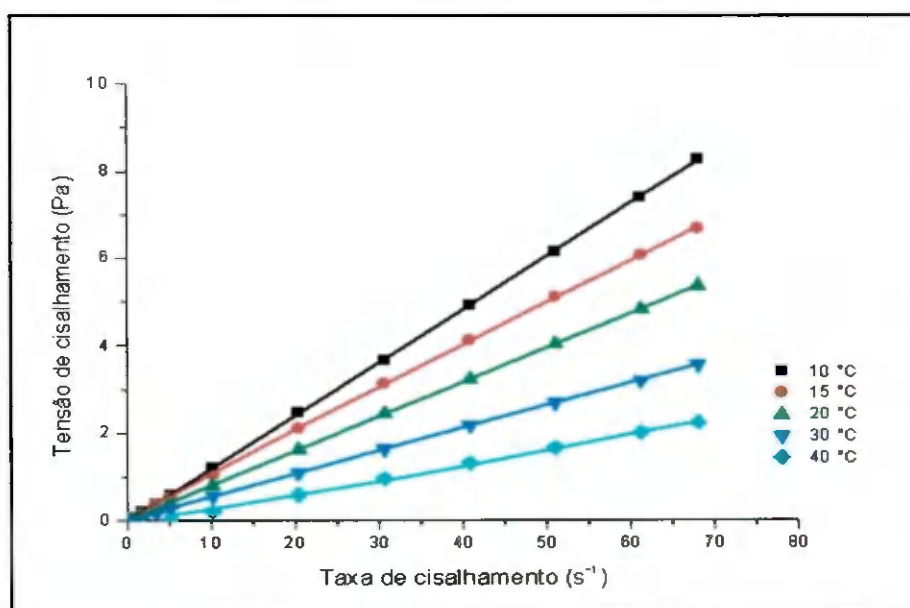


Figura 4.7 - Comportamento reológico para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju com tosta dourada, descrito pelo modelo de Ostwald-de-Waele (Lei da Potência)

Tem-se, na Figura 4.8, o diagrama da viscosidade em função da taxa de cisalhamento para todas as amostras nas temperaturas de 10 a 40 °C. A partir desta figura pode-se observar uma variação significativa nos valores de viscosidade para baixas taxas de cisalhamento aplicadas, inferiores a 5 s^{-1} , indicando um comportamento reológico de fluido não-newtoniano dos azeites de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta, com tosta semidourada e dourada ou, ainda, classificação como fluido de Bingham. Para valores de taxa de cisalhamento superiores a 5 s^{-1} , esses fluidos se comportam como newtonianos, uma vez que não ocorre variação da viscosidade para qualquer valor de taxa de cisalhamento. CONCEIÇÃO et al. (2005), SANTOS (2005) e DANTAS (2006) descrevem este mesmo comportamento reológico para alguns óleos vegetais.

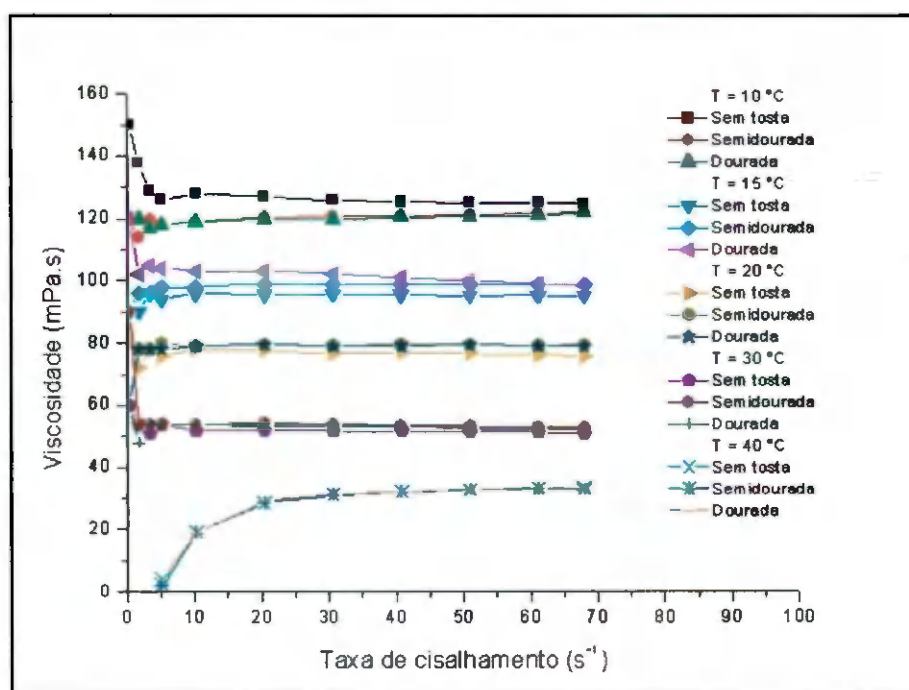


Figura 4.8 - Diagrama da viscosidade em função da taxa de cisalhamento para os azeites de amêndoa de castanha-de-caju nas temperaturas de 10 a 40 °C

Na Tabela 4.6 se encontram os valores de viscosidade medidos para os diferentes azeites de amêndoa de castanha-de-caju no intervalo de temperatura de 10 a 40 °C, obtidos a uma taxa de cisalhamento de 200 s^{-1} .

Tabela 4.6 - Valores de viscosidade medidos para os diferentes azeites de amêndoa de castanha-de-caju em função da temperatura

T (°C)	Viscosidade (mPa.s)		
	Sem tosta	Com tosta	
		Semidourada	Dourada
10	124,9	122,1	121,9
15	95,1	98,7	98,5
20	76	79,5	79
30	51	52,8	52,3
40	33,4	32,8	32,8

A Figura 4.9 proporciona visualização adequada dos valores de viscosidade dos azeites de amêndoa de castanha-de-caju, em função da temperatura, apresentados na Tabela 4.6.

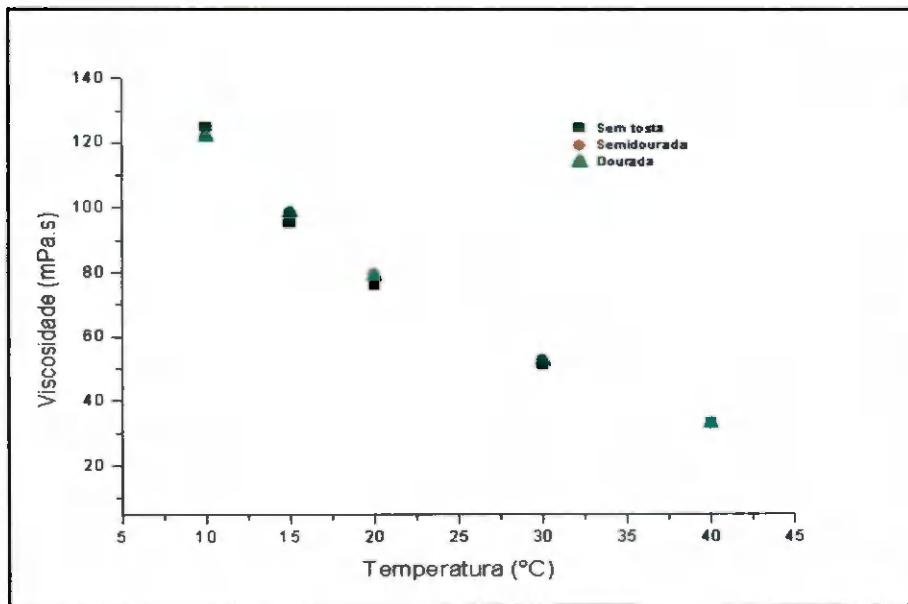


Figura 4.9 - Valores de viscosidade para os diferentes azeites de amêndoa de castanha-de-caju

Pode-se observar, a partir da Figura 4.9, sempre uma diminuição acentuada na viscosidade de todas as amostras investigadas à medida que a temperatura é acrescida, além ainda, que, para valores de baixa temperatura, ocorre uma diferença mais nítida entre os valores de viscosidade quando comparados com as temperaturas mais elevadas.

Encontram-se na Tabela 4.7, os coeficientes dos modelos de Andrade, Vogel e Guzman e os parâmetros estatísticos dos ajustes aos valores experimentais de viscosidade, que estão na Tabela 4.6.

Tabela 4.7 - Coeficientes dos modelos de Vogel, Guzman e Andrade para a viscosidade do azeite de amêndoas de castanha-de-caju, sem tosta e com tostas dourada e semidourada.

Azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta					
Modelo	A	B	C	DMA(%)	R
Vogel	11,95	1313,35	-193,53	4,8	0,9942
Guzman	3,54	13,32	--	15,45	0,9544
Andrade	34,41	13,32	--	15,45	0,9544
Azeite de amêndoa de castanha-de-caju com tosta semidourada					
Modelo	A	B	C	DMA(%)	R
Vogel	-0,51	542,85	91,99	4,3	0,9968
Guzman	3,6	12,58	--	18,36	0,9316
Andrade	36,64	12,58	--	18,36	0,9316
Azeite de amêndoa de castanha-de-caju com tosta dourada					
Modelo	A	B	C	DMA(%)	R
Vogel	-1,5	916,82	136,49	1,95	0,9989
Guzman	3,59	12,54	--	18,28	0,9304
Andrade	36,54	12,54	--	18,28	0,9304

Comparando-se os parâmetros estatísticos dos ajustes para os três modelos, Tabela 4.7, observa-se que o modelo de Vogel proporcionou os melhores ajustes em toda a faixa de temperatura estudada, apresentando os maiores valores para o coeficiente de correlação (R) acima de 0,99 e baixos valores percentuais de desvio médio absoluto (DMA) inferiores a 5%, com os modelos de Guzman e de Andrade indicando os valores de

coeficiente de correlação (R) de até 0,9544 e valores percentuais de desvio médio absoluto (DMA) acima de 15%.

Ao estudar o comportamento reológico do azeite de babaçu, CASTRO (1999), utilizou o modelo proposto por Andrade para se ajustar aos dados experimentais de viscosidade em função da temperatura, apresentando um coeficiente de correlação de 99,11%; enquanto BROCK et al. (2008) utilizaram os modelos de Vogel e de Guzman para expressar os valores experimentais da viscosidade para o óleo de soja e obtiveram valores de desvio médio absoluto percentual de 3,1 e 15,6%, respectivamente, embora o modelo de Vogel tenha sido usado para representar os dados de viscosidade de diferentes óleos vegetais, apresentando valores de desvio médio absoluto percentual entre 2,8 a 6,4%.

Nas Figuras 4.10, 4.11 e 4.12 se encontram a comparação entre os valores experimentais da viscosidade para todas as amostras de azeite de amêndoa de castanha-de-caju e as curvas dos modelos ajustados.

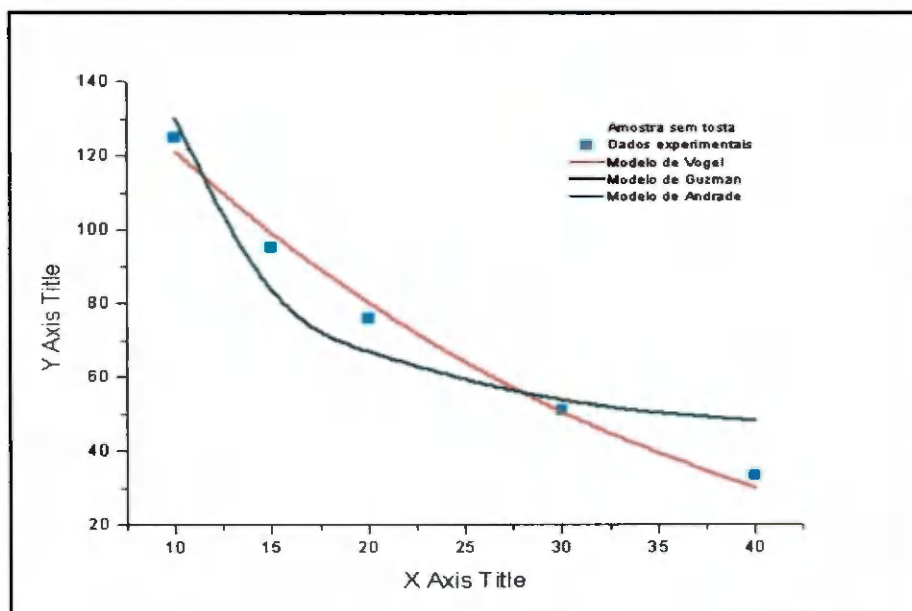


Figura 4.10 - Valores de viscosidade para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta, experimental e modelos ajustados

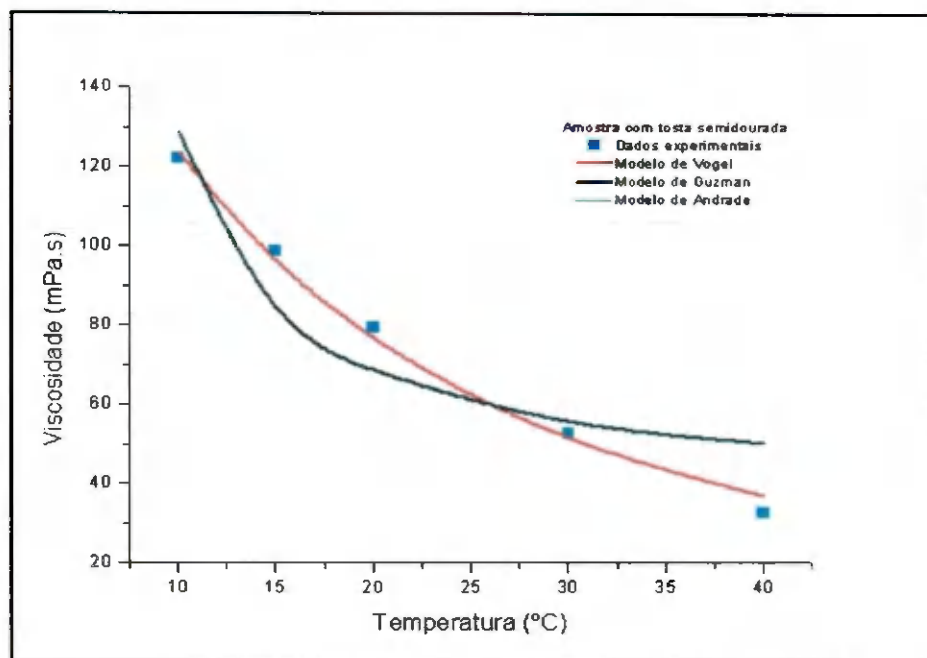


Figura 4.11 - Valores de viscosidade para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju semidourada, experimental e modelos ajustados

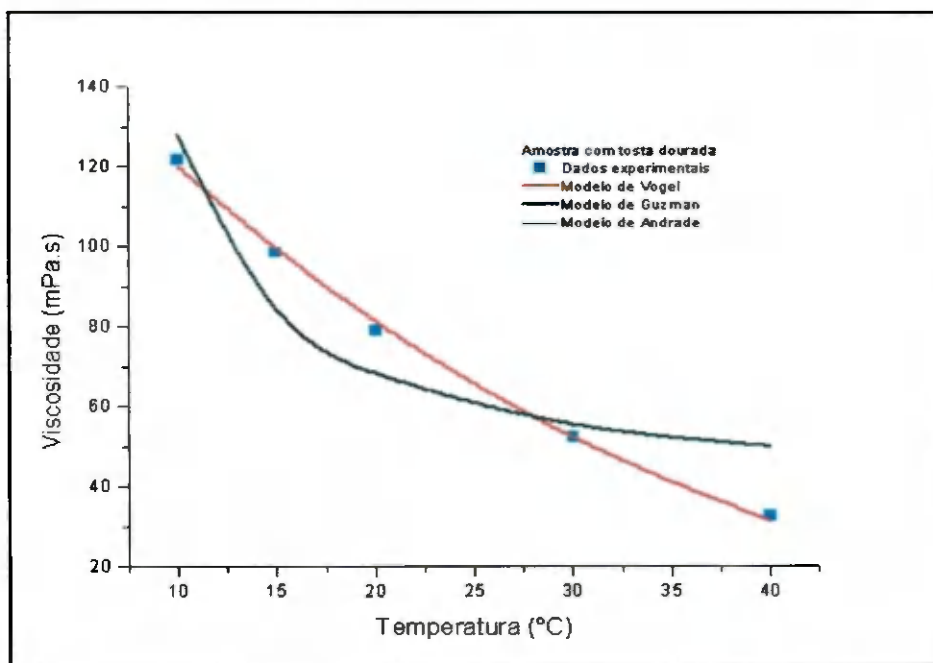


Figura 4.12 - Valores de viscosidade para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju dourada, experimental e modelos ajustados

4.4. Análise microbiológica

Assim como para as *Salmonellas sp.*, a presença de *Coliformes* a 45 °C não foi detectada nas amostras de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, para bolores e leveduras verificou-se um volume de $2,0 \times 10^{-4}$ UFC/g da amostra.

O azeite de amêndoa de castanha-de-caju extraído atende aos padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução nº12, de 02 de janeiro de 2001 (ANVISA, 2001). Esta resolução estabelece, para o azeite de dendê e similares, que *Salmonellas sp* estejam ausentes em 25g da amostra e que o limite permitido de Coliformes a 45 °C é de no máximo 5NMP/g da amostra e não estabelece limites para bolores e leveduras.

4.5. Análise sensorial

4.5.1 – Análise de atributos sensoriais por frequência

4.5.1.1 -Aroma

Nas Figuras 4.13, 4.14, 4.15 e 4.15.1 tem-se os resultados obtidos da análise de preferência quanto aos atributos aroma, cor, sabor e aparência global, realizada para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju. Os azeites analisados foram obtidos de castanhas com três níveis de tosta (sem tosta, semidourada e dourada).

Percebe-se pela Figura 4.13 que, quanto ao atributo aroma, o azeite obtido da castanha com maior nível de tosta dourada foi o azeite que despertou a maior aceitação por parte dos provadores, com 23 de um total de 40 degustadores, atribuindo a nota “gostei muito”, que corresponde a 8 na escala hedônica; 8 degustadores atribuíram a nota gostei muitíssimo, que corresponde à nota máxima, totalizando 31 provadores de 40, o que corresponde a 77,5% de aprovação. A boa aceitação dessa amostra é devido ao aroma característico da amêndoa de castanha, que é uma iguaria de excelente aceitação no Brasil e até em outros países e, nesta amostra, foi totalmente repassado ao azeite; com a segunda maior aceitação, quanto ao aroma, aparece o azeite obtido da amêndoa com tosta semidourada, também pelo mesmo motivo, por apresentar, embora em uma intensidade bem menor, o aroma característico da amêndoa comercializada. Quanto à amêndoa cozida,

sem tosta, o aroma agradou menos embora não tenha apresentado grau elevado de rejeição, pois apenas 4 degustadores de 40, 10 %, deram nota mínima.

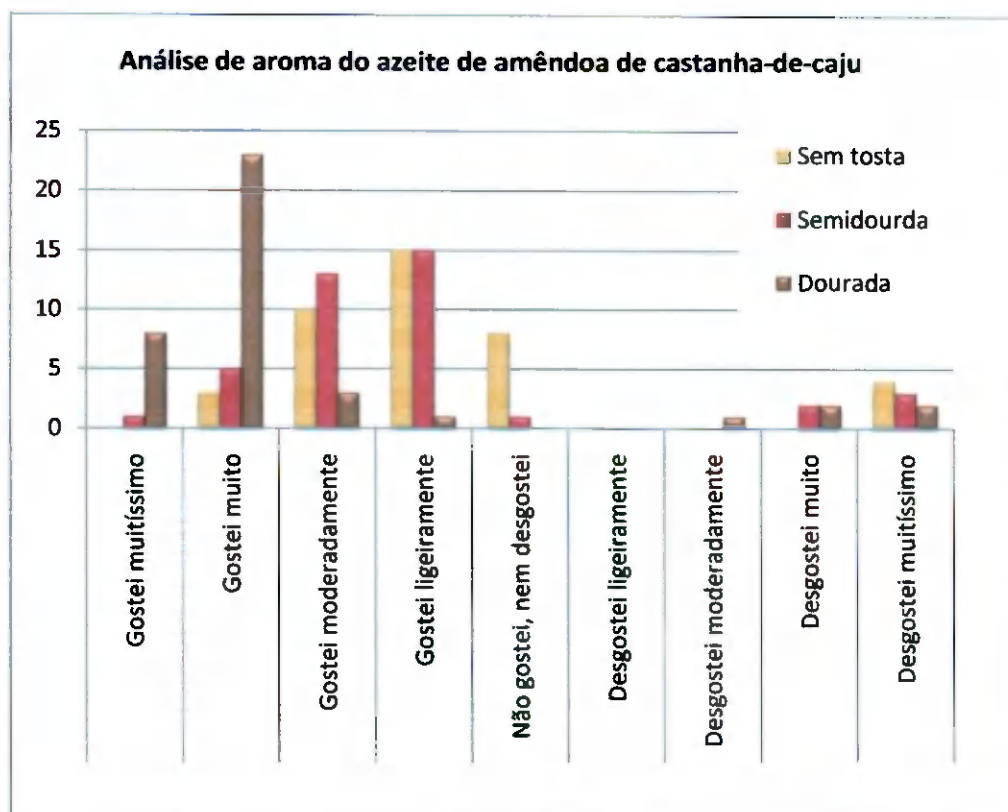


Figura 4.13 - Análise sensorial do parâmetro Aroma de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, com três níveis de tosta, segundo avaliação de 40 provadores não treinados

4.5.1.2 - Sabor

Pela análise da Figura 4.14 percebe-se, quanto ao atributo sabor, que as amostras de azeite de amêndoa *sem tosta* e de tosta *dourada* provocaram reações equivalentes, ou seja, a maioria dos provadores atribuiu médias maiores ou iguais a 5, enquanto a amêndoa com tosta *semidourada* não obteve boa aceitação, com a maioria dos provadores atribuindo notas iguais ou menores que cinco; no entanto, 10 provadores atribuíram notas iguais aos três azeites, ou seja, nota cinco, mostrando-se indiferente ao sabor dos três.

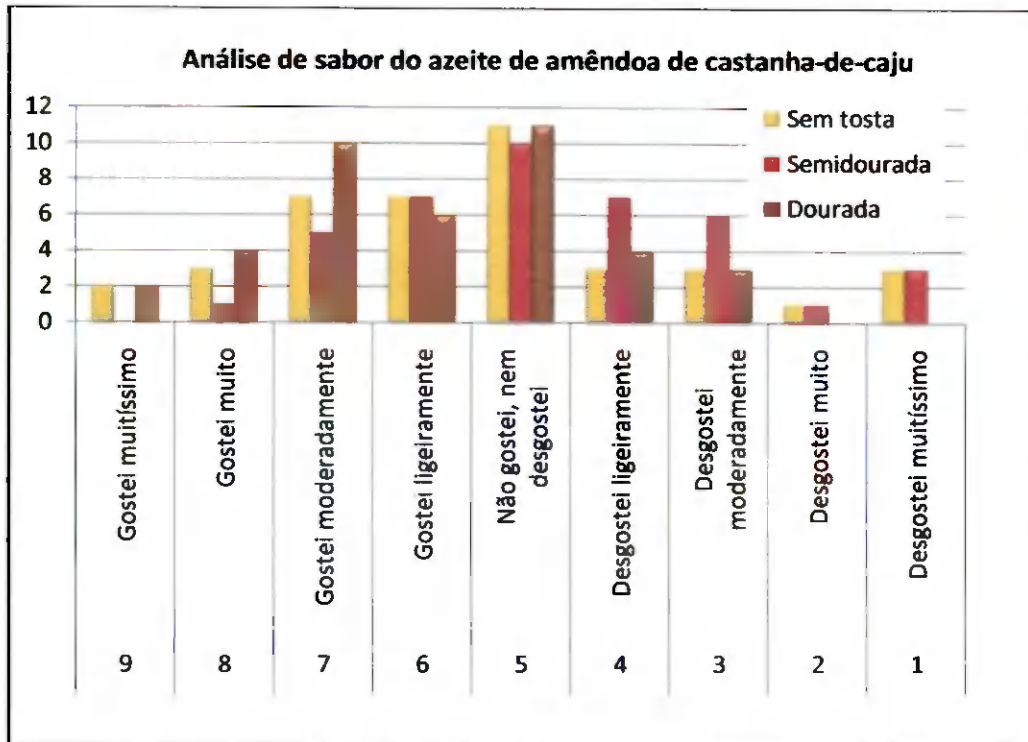


Figura 4.14 - Análise sensorial do parâmetro Sabor de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, com três níveis de tosta, segundo avaliação de 40 provadores não treinados

4.5.1.3 - Cor

Analisando-se a Figura 4.15, constata-se que entre os parâmetros sensoriais analisados a cor foi o parâmetro com maior aceitação, visto que as cores dos três azeites agradaram igualmente aos provadores uma vez que a maior concentração de votos aparece na casa cinco, apontando a cor dos três azeites como ideal.

A Figura 4.15.1 se refere ao questionário em que foi perguntado, ao degustador, o quanto ideal estava a cor de cada azeite. A resposta obtida está de acordo com a análise de preferência feita com a escala hedônica de 9 pontos, em que a maioria dos provadores declarou que todas as amostras possuem cor ideal ou ligeiramente mais escura que a ideal.

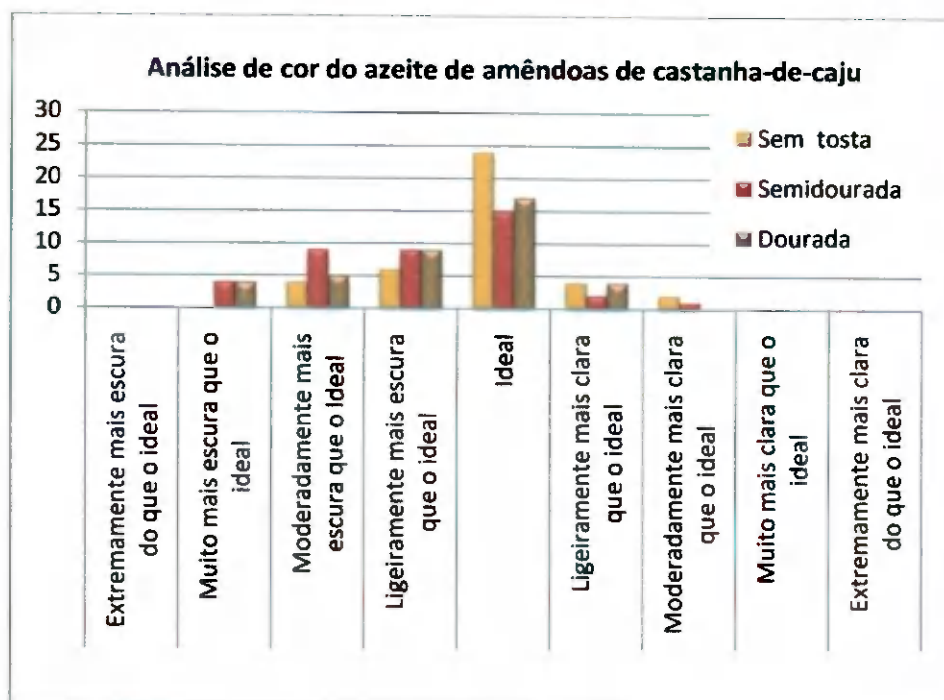


Figura 4.15 - Análise sensorial do parâmetro Cor de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, com três níveis de tosta, segundo avaliação de 40 provadores não treinados

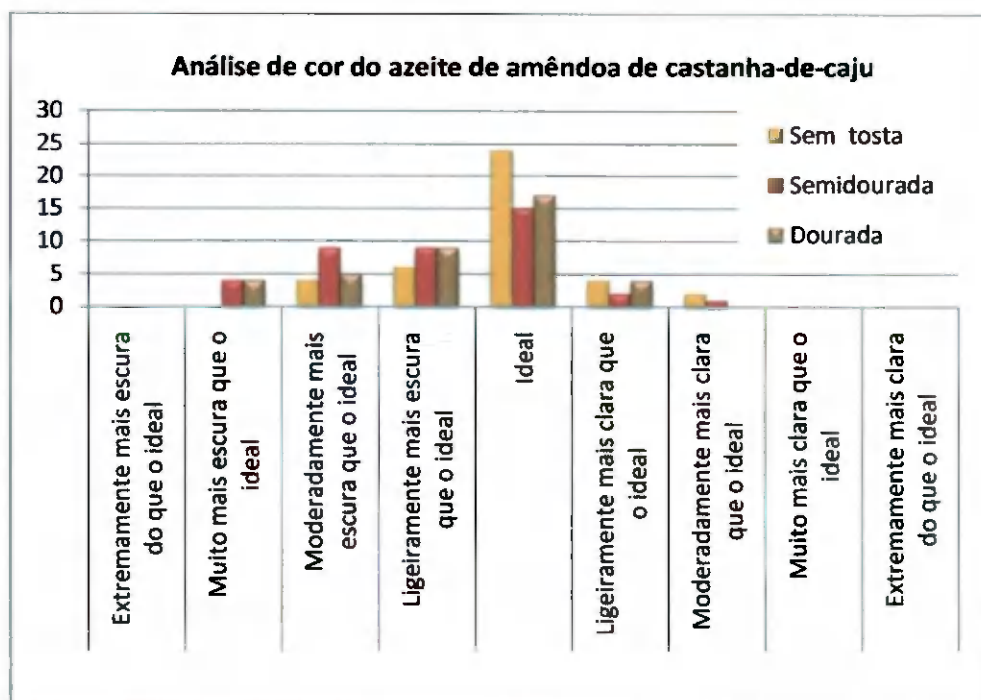


Figura 4.15.1 - Análise sensorial do parâmetro Cor de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, com três níveis de tosta, segundo avaliação de 40 provadores não treinados, em escala de proximidade ideal

4.5.1.4 -Aceitação Global

No teste de aceitação global, o degustador emite sua opinião em relação a todos os atributos analisados, mas atribui uma nota para o conjunto de atributos do produto. Os resultados desta análise estão na Figura 4.16.

Percebe-se pela análise da Figura 4.16, que na opinião dos provadores ao avaliarem o conjunto de atributos, houve grande aceitação dos três azeites destacando-se com notas um pouco maiores, os azeites provenientes das amêndoas sem tosta e com tosta dourada, que concentram a maioria dos degustadores nas classes gostei muito e gostei muitíssimo, enquanto o azeite proveniente de amêndoas com tosta semidourada não obteve nenhuma nota máxima; no entanto, o índice de aprovação foi elevado, com a maioria dos votos, 28 entre 40, que representa 70% dos provadores, atribuindo-lhe nota entre gostei ligeiramente a gostei muito.

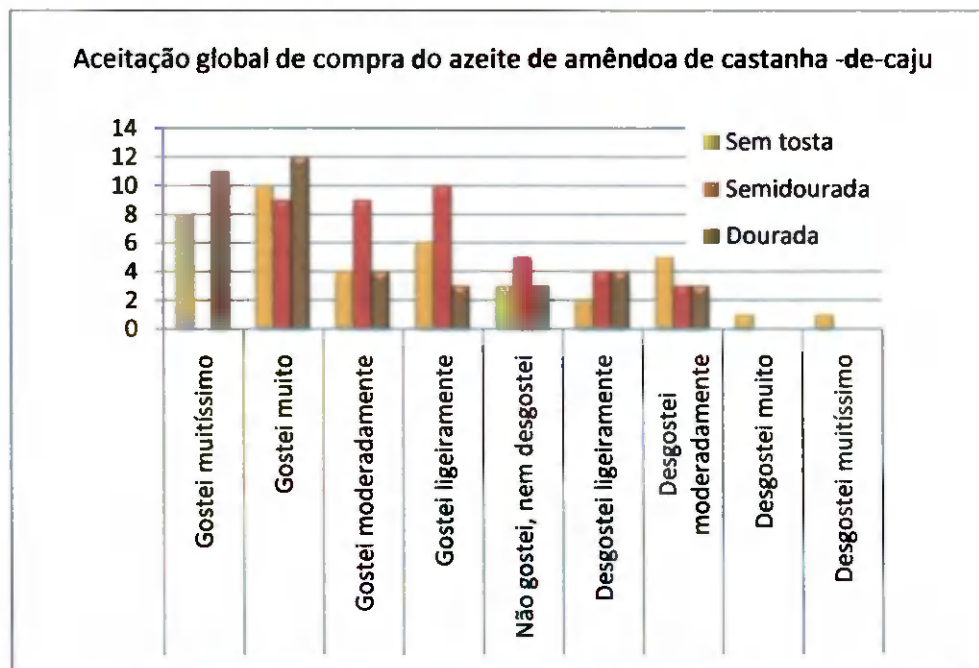


Figura 4.16 - Análise sobre a aceitação global de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, com três níveis de tosta, segundo avaliação de 40 provadores não treinados

4.5.1.5 - Intenção de compra

Na Figura 4.17 se encontram ilustrados os resultados da intenção de compra do produto nas três versões apresentadas aos degustadores.

A análise global desta figura pode causar imprecisões na avaliação, pois se percebe que são altos os números dos que comprariam o produto, valores acima de 3, e também é alto o índice dos que não o comprariam. Analisando a avaliação feita para cada azeite, separadamente, a impressão é outra, ou seja, o comprador que opinou que com certeza, compraria o produto proveniente da amêndoa sem tosta, respondeu que não o compraria ou talvez não comprasse os outros dois produtos; isto fica evidente quando se avalia que os três azeites obtiveram 55%, 45% e 45% de respostas positivas à intenção de compra, para os azeites de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta, com tosta semidourada e com tosta dourada, respectivamente. Para melhor compreensão desta análise, fez-se a interpretação individual de cada azeite, que se encontra representada nas Figuras 4.17a; 4.17b e 4.17c.

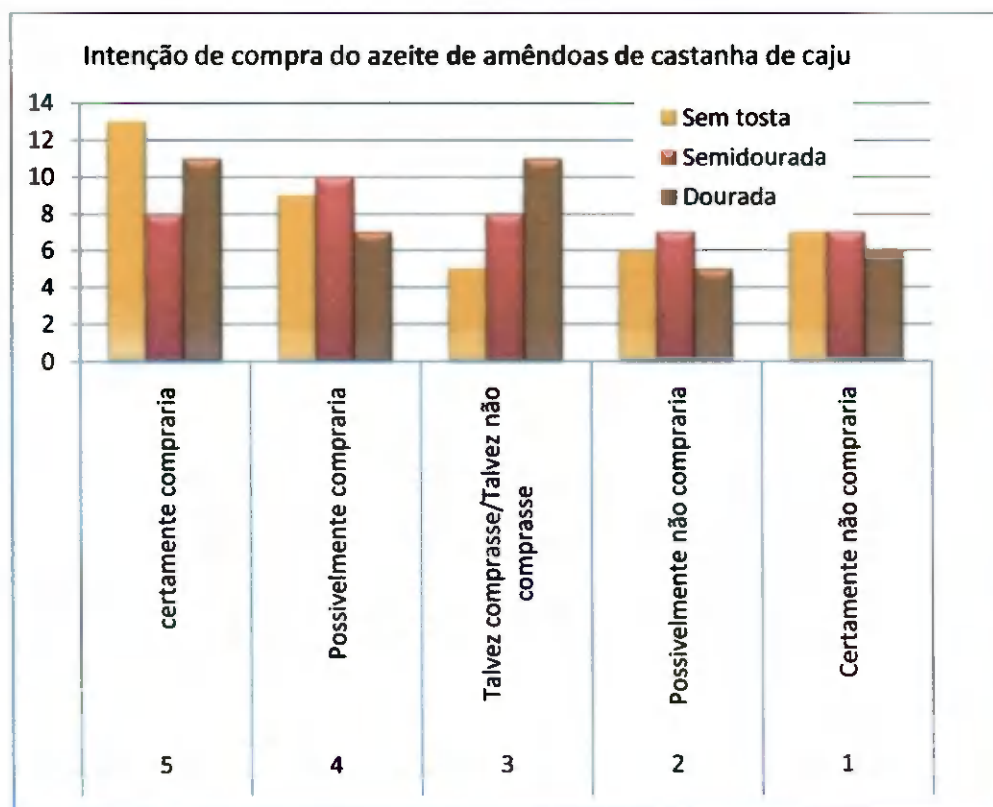


Figura 4.17 - Análise de intenção de compra de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, com três níveis de tosta, segundo avaliação de 40 provadores não treinados

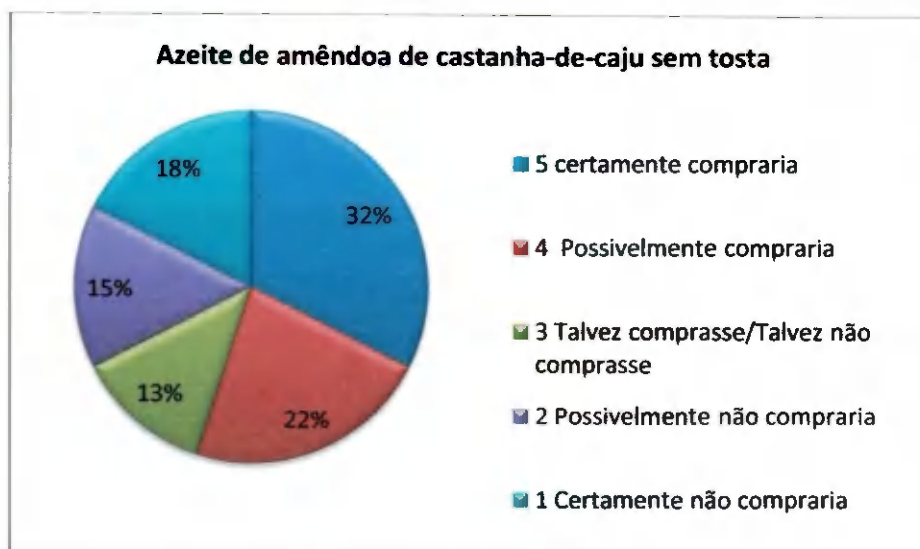


Figura 4.17a - Análise de intenção de compra de azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta, segundo avaliação de 40 provadores não treinados

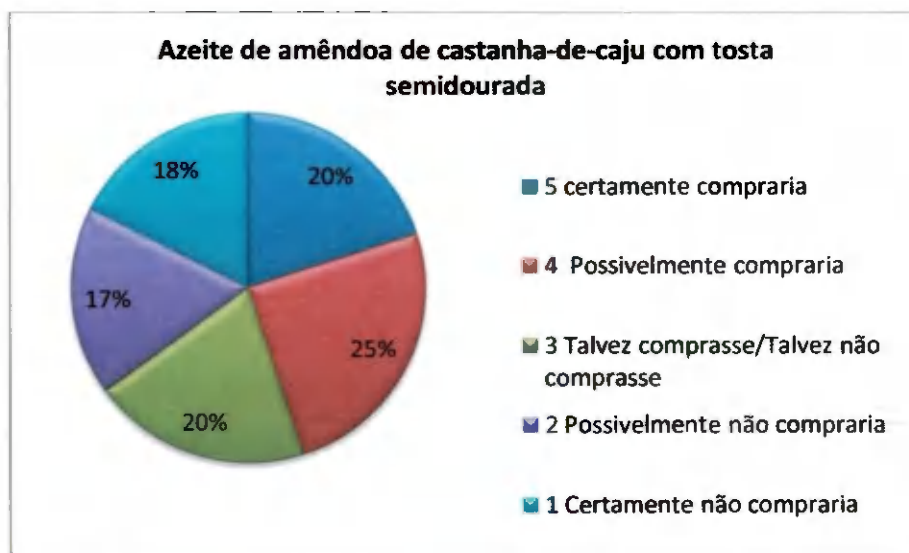


Figura 4.17b - Análise de intenção de compra de azeite de amêndoa de castanha-de-caju com tosta semidourada, segundo avaliação de 40 provadores não treinados

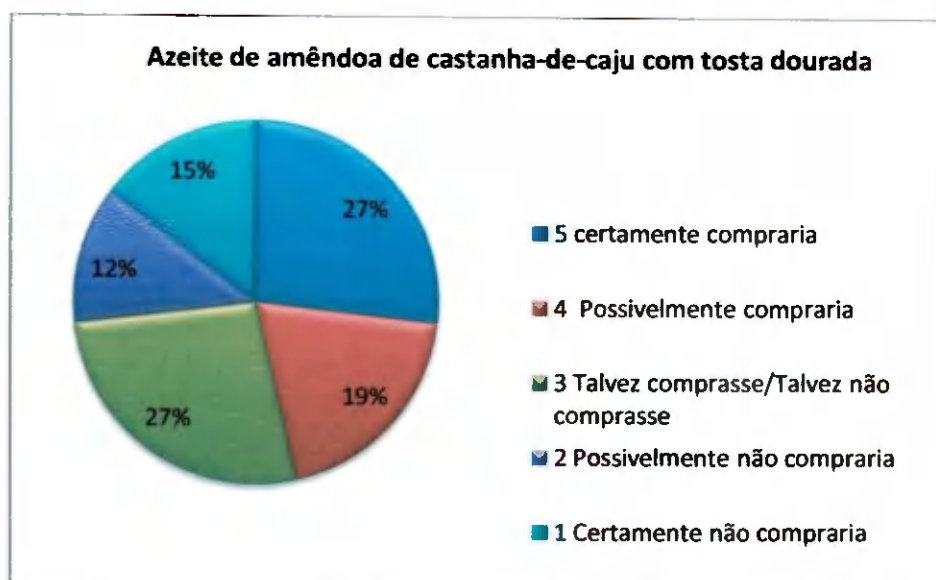


Figura 4.17c - Análise de intenção de compra de azeite de amêndoa de castanha-de-caju com tosta dourada, segundo avaliação de 40 provadores não treinados

Com o exposto e com respeito aos atributos sensoriais, pode-se concluir que os três azeites foram bem aceitos e que, diante da provável comercialização deste produto, os três poderiam ser disponibilizados e o consumidor faria sua escolha dentro das variações disponibilizadas. Sempre que o consumidor se torna mais exigente, tanto quanto ao paladar como em relação à qualidade dos alimentos que consome, mais interessante se torna a disponibilidade de alimentos com relação às variações de seus atributos; desta forma, o produto alcançará maiores possibilidades de sucesso pois, além de estar colocando no mercado o produto que agradou a 55% do público consumidor, estará ali, também, vizinho na prateleira o produto que agradou os outros 45%, como mais uma alternativa; assim, as chances de se obter sucesso com o novo produto são mais elevadas; também se pode estudar a possibilidade de incorporar o aroma que mais agradou naquele produto em que o sabor agradou mais, pois é exatamente para esses fins que as pesquisas de análise sensorial são realizadas.

Atualmente, se investe muito nas variações de um produto, a exemplo do café, em que uma mesma marca disponibiliza versões forte, extra forte, suave, descafeinado,

gourmet, mentolado e orgânico, entre outros, aumentando as chances de se alcançar uma fatia maior do mercado.

A questão se resumiria na discriminação minuciosa de cada rótulo, deixando claras as condições de processamento e as qualidades preservadas e componentes mais presentes em cada caso, com base nas características químicas e físico-químicas avaliadas. Esses cuidados possibilitam a escolha inteligente do consumidor, seja por questões de paladar, nutricionais ou até de saúde.

4.5.2 Análise estatística aplicada aos parâmetros sensoriais pesquisados

Aos dados de análise sensorial coletados também foram aplicadas análises de variância (ANOVA), segundo o experimento inteiramente casualizado, e a comparação entre as médias foi feita por meio do teste de Tukey a níveis de 1 e 5% de probabilidade. Analisou-se também o índice de concordância entre provadores utilizando-se o programa CONSENSOR (SILVA et al., 2009).

Os resultados da análise de variância dos atributos sensoriais estão apresentados nas Tabelas de 4.8 a 4.11. Percebe-se, através dessas análises que os parâmetros aroma, sabor e cor foram significativamente diferentes pelo teste de Tukey.

Tabela 4.8 - Análise de variância para o fator aroma de azeite de amêndoa de castanha-de-caju em função do nível de tosta

Análise de variância para o aroma em função do nível de tosta				
F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	2	51,21667	25,60833	11,3330 **
Resíduo	117	264,37500	2,25962	
Total	119	315,59167		
GL: 2, 117	F-krit(1%) = 4.7913		F = 11.333	p < .00100

F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estat. do teste F;

** significativo a nível de 1% de probabilidade (p < 0.01)

Tabela 4.9 - Análise de variância para o fator sabor de azeite de amêndoa de castanha-de-caju em função do nível de tosta

Análise de variância para o sabor em função do nível de tosta				
F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	2	25,81667	12,90833	3,9531 *
Resíduo	117	382,05000	3,26538	
Total	119	407,86667		
GL: 2, 117	F-krit(5%) = 3,073		F = 3,9531	p = 0,02181

F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estat. do teste F;

* significativo a nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < .05$)

Tabela 4.10 - Análise de variância para o fator cor de azeite de amêndoa de castanha-de-caju em função do nível de tosta

Análise de variância para o cor em função do nível de tosta				
F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	2	27,95000	13,97500	3,4108 *
Resíduo	117	479,37500	4,09722	
Total	119	507,32500		
GL: 2, 117	F-krit(5%) = 3,0738		F = 3,4108	p = 0,03633

F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estat. do teste F;

* significativo a nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < .05$)

Tabela 4.11 - Análise de variância para o fator aceitação global de azeite de amêndoa de castanha-de-caju em função do nível de tosta

Análise de variância para o fator aceitação global em função do nível de tosta				
F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	2	16,21667	8,10833	2,2324 ns
Resíduo	117	424,95000	3,63205	
Total	119	441,16667		
GL: 2, 117	F-krit(5%) = 3,0738		F = 2,2324	p > 0,10000

F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estat. do teste F;
ns - não significativo ($p \geq .05$)

Tabela 4.12 - Análise de variância para o fator intenção de compra de azeite de amêndoa de castanha-de-caju em função do nível de tosta

Análise de variância para o fator intenção de compra em função do nível de tosta				
F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	2	1,31667	0,65833	0,3181 ns
Resíduo	117	242,15000	2,06966	
Total	119	243,46667		
GL: 2, 117	F-krit(5%) = 0,0253		F = 0,3181	p > 0,10000

F.V. = Fonte de variação; G.L. = Graus de liberdade; S.Q. = Soma de quadrado; Q.M. = Quadrado médio; F = Estat. do teste F;
ns - não significativo ($p \geq .05$)

Na Tabela 4.13 se encontram os resultados da comparação entre as médias dos atributos sensoriais, segundo o teste de Tukey.

Tabela 4.13- Comparação entre médias dos atributos sensoriais, segundo o teste de Tukey

Comparação entre médias dos atributos sensoriais, segundo teste de Tukey				
	Aroma	Sabor	Cor	Aceitação Global (ns)
Amêndoas s/ tosta	6.00000 b	5.22500ab	8.10000 a	6.60000 a
Amêndoa semi-dourada	6.20000 b	4.52500 b	7.00000 b	6.12500 a
Amêndoa dourada	7.47500a	5.65000 a	7.17500 ab	7.02500 a
	DMS = 0.79884 MG = 6.55833 CV% = 22.9204	DMS = 0.96030 MG = 5.13333 CV% = 35.202	DMS = 1.07569 MG = 7.42500 CV% = 27.2614	DMS = 0.96030 MG = 5.13333 CV% = 35.202

As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo o Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Percebe-se, pela análise da Tabela 4.13, que para os atributos analisados o azeite obtido de amêndoas com tosta dourada, recebeu as maiores notas no teste sensorial. O azeite das amêndoas sem tosta aparece em segundo lugar, apresentando diferença significativa apenas no atributo aroma, com média inferior à do azeite de amêndoas douradas. O azeite de amêndoa com tosta semidourada obteve menor preferência que a amêndoa com tosta dourada nos atributos aroma e sabor e foi igual nos parâmetros cor e aceitação global.

A análise sensorial de produtos fornece indicações fundamentais para a produção e comercialização de produtos, no tocante às preferências e exigências do consumidor, porém essas indicações obtidas pela nota média de aceitação atribuída a cada uma das propriedades como cor, aroma, sabor e aparência de um produto, ou de diferentes marcas, ou ainda de variações de um produto, se tornam pouco consistentes, ou de interpretação duvidosa, se não estiverem condicionadas à concordância entre os julgadores.

Pode-se, também, avaliar a concordância entre julgadores com base na correlação entre as notas de cada julgador e as notas médias de todos os julgadores. Este método é mais objetivo que a ACP (Análise de Componentes Principais), haja vista que o grau de concordância se reflete no coeficiente de correlação de forma que, quanto mais concordantes os julgadores, mais suas notas se aproximam das notas médias e, maior seria o coeficiente de correlação entre cada julgador e sua média; entretanto, se os julgadores estiverem discordantes, um ou mais julgadores poderão estar muito concordantes com as notas médias, mesmo que totalmente discordantes dos demais. Salienta-se, também, que a

correlação requer pelo menos cinco repetições para cada indivíduo; Desta forma, nem a ACP nem a correlação entre notas são ideais para se avaliar a concordância entre os julgadores, já que a correlação entre notas pode ensejar um falso alto coeficiente de concordância para um ou mais julgadores, enquanto a ACP enseja uma apreciação da concordância ou falta dela, que é totalmente subjetiva. Na ACP, além do gráfico Y2 versus Y1, pode-se ter diferentes grupos de indivíduos devidamente identificados mas isto não enseja qualquer medida objetiva de concordância ou de discordância. Para avaliar a concordância entre julgadores desta análise sensorial, obteve-se o índice de concordância aplicando-se o programa CONSENSOR (SILVA et al., 2009). Estes testes se encontram no Apêndice B, Quadros B1 a B5, e os resultados de concordância para as médias obtidas para os atributos, aroma, sabor, cor e aceitação global, se acham na Tabela 4.14

Tabela 4.14 - Médias dos atributos sensoriais (aroma, sabor, cor e aceitação global) de azeite de amêndoa de castanha de caju, com três níveis de tosta e seus respectivos coeficientes de concordância.

Azeite de amêndoa sem tosta	Atributos Sensoriais			
	aroma	sabor	cor	aceitação global
Média	6,0	5,23	7,95	6,6
Coef. de concordância (%)	40,76	22,53	55,89	26,28
Desvio padrão (SD)	1,09	2,08	1,69	2,13
Azeite de amêndoa semi dourada	Atributos Sensoriais			
	aroma	sabor	cor	aceitação global
Média	6,2	4,53	7,08	6,13
Coef. de concordância (%)	40,06	27,07	36,81	30,72
Desvio padrão (SD)	1,57	1,68	1,94	1,54
Azeite de amêndoa Dourada	Atributos Sensoriais			
	aroma	sabor	cor	aceitação global
Média	7,48	5,65	7,08	7,03
Coef. de Concordância (%)	55,25	29,03	36,81	32,06
Desvio Padrão (SD)	1,77	1,63	1,94	1,99

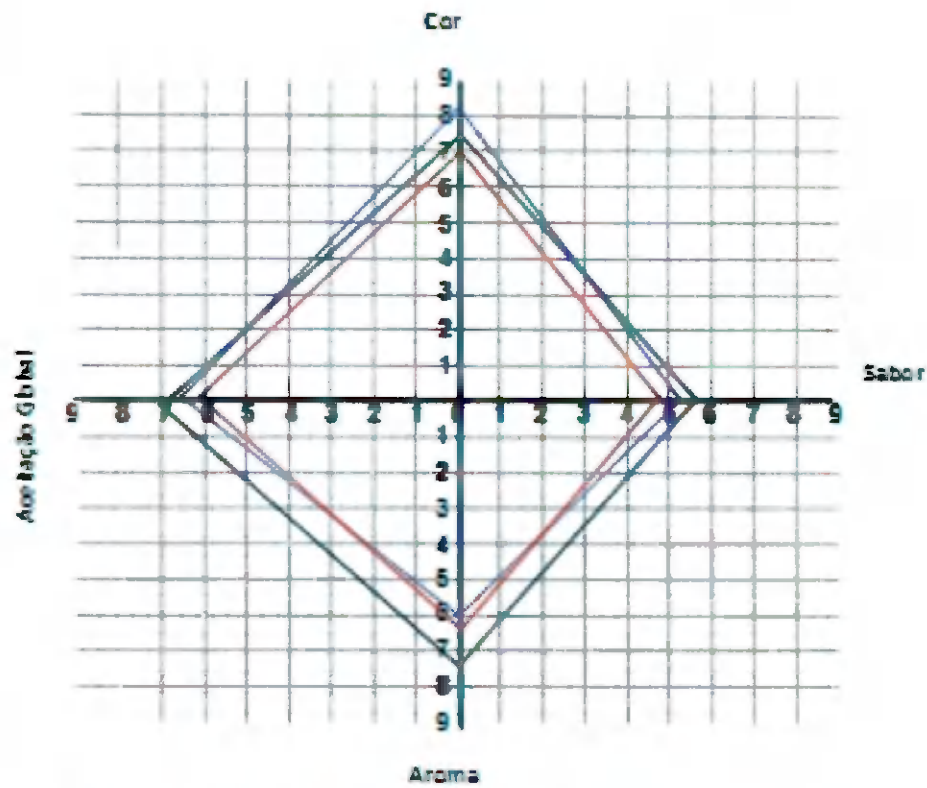
Percebe-se, observando a Tabela 4.14, que todos os coeficientes de concordância (CC) das médias de atributos analisadas são maiores que 22,53%, o que significa que mais de 9 examinadores concordam com o conceito referente à média.

Os maiores coeficientes de concordância (CC) encontrados foram $CC = 55,89\%$ para o atributo aroma do azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta, cuja média foi

7,95 que se refere ou fica muito próximo, ao conceito gostei muito e $CC = 55,25\%$ para a média de 7,48 do atributo aroma do azeite de amêndoa de castanha-de-caju, que fica entre o conceito gostei moderadamente e gostei muito. Em outras palavras, significa dizer que mais de 22 pessoas de um grupo de 40, concordam com a avaliação obtida para aquele atributo. Conclui-se, com isto, que os atributos que mais agradaram os consumidores foram os atributos aroma, no azeite de amêndoa, com tosta dourada e a cor no azeite de amêndoa sem tosta.

A maior média obtida para sabor foi 5,65, próximo de gostei moderadamente, com coeficiente de concordância de 29, 03% para o azeite de amêndoas com tosta dourada. Como o índice de concordância foi próximo a 30%, significa que houve divergência entre os provadores, ou seja, não há uma boa concordância com relação a esta média obtida, existindo um grupo que classificou melhor o sabor e outros, pior e, ainda, que houve dispersão de preferência entre os azeites analisados, o que fica claro na análise de aceitação global, em que se observa que não houve diferença significativa entre os azeites e a média ficou entre 6 e 7, o mesmo ocorrendo para a análise de intenção de compra.

Para ilustrar o conjunto das médias dos atributos sensoriais de cada azeite fez-se um gráfico do perfil sensorial desses azeites que estão apresentados na Figura 4.18. Percebe-se, através desta Figura, que quando se analisam, em conjunto, todos os atributos, o azeite mais aceito foi o elaborado com amêndoas de castanha-de-caju com tosta dourada.



- Azeite de amêndoa de castanha de caju sem tosta
- Azeite de amêndoa de castanha de caju com tosta semidourada
- Azeite de amêndoa de castanha de caju com tosta dourada

Figura 4.18 – Perfil sensorial dos atributos sensorial do azeite de castanha-de-caju em função do nível de tosta

5.0- CONCLUSÕES

Quanto ao processo de extração

- ✓ O rendimento obtido na extração de azeite de amêndoa de castanha de caju com o protótipo desenvolvido neste trabalho utilizando-se o método de prensagem a frio, foi de 27,33%, considerando-se o óleo filtrado;
- ✓ A velocidade de extração foi de $0,67\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, obtendo-se 280mL de azeite de amêndoa de castanha-de-caju, sem filtragem, por hora de processo.

Quanto às características físico-químicas

- ✓ O teor de água do azeite de amêndoa sem tosta, semidourada e dourada foi de 0,18; 0,11 e 0,10% (b.u), respectivamente;
- ✓ O valor da acidez diminuiu à medida em que se aumentou o nível de tosta, com média de $0,96\text{ mgKOH/g}_{\text{óleo}}$ para o azeite da amêndoa de castanha-de-caju sem tosta; $0,92\text{ mgKOH/g}_{\text{óleo}}$ para o azeite da amêndoa semidourada e $0,87\text{ mgKOH/g}_{\text{óleo}}$ para o azeite da amêndoa dourada;
- ✓ Ocorreu diminuição significativa do Índice de saponificação do azeite com o aumento do nível de secagem da amêndoa e esses valores foram $212,89\text{ mgKOH/g}_{\text{óleo}}$, para o azeite da castanha semidourada $198,38\text{ mgKOH/g}_{\text{óleo}}$ e para a castanha dourada foi $157,20\text{ mgKOH/g}_{\text{óleo}}$;
- ✓ Houve aumento significativo do índice de iodo com o aumento do nível de tosta cujo valores encontrados foram $69,27\text{ g}_{\text{iodo}}/100\text{g}_{\text{óleo}}$ para o azeite da castanha semidourada, $83,66\text{ g}_{\text{iodo}}/100\text{g}_{\text{óleo}}$ e para a castanha dourada foi $95,95\text{ g}_{\text{iodo}}/100\text{g}_{\text{óleo}}$;
- ✓ O azeite de amêndoas de castanha-de-caju apresenta pouca presença de sólidos solúveis. Os índices de refração encontrados foram 1,4686; 1,4687 e 1,469, para o

azeite da amêndoa de castanha sem tosta, com tosta semidourada e a castanha dourada, respectivamente, na temperatura de 25°C;

- ✓ A densidade do azeite de amêndoas de castanha-de-caju não apresentou diferença significativa em função do nível de tosta, resultando em valor de 0,912 a 0,913 g.cm⁻³ a temperatura de 25°C.

Quanto às propriedades reológicas

- ✓ Para baixas taxas de cisalhamento aplicadas menores que 5 s⁻¹, os azeites de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta, com tosta semidourada e dourada, apresentaram comportamento reológico de fluido não-newtoniano, classificando-se como fluido de Bingham, enquanto para valores de taxa de cisalhamento maiores que 5 s⁻¹, esses fluidos apresentam comportamento newtoniano;
- ✓ O modelo Ostwald-de-Waele (lei da potência) representa bem os dados de tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação;
- ✓ Para representar os dados de viscosidade em função da temperatura, o modelo de Vogel é mais adequado, indicando os maiores valores para o coeficiente de correlação (R), acima de 0,99 e baixos valores percentuais de desvio médio absoluto (DMA), inferiores a 5%.

Quanto às análises microbiológicas

- ✓ Os três azeites de amêndoa de castanha-de-caju extraídos atendem aos padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução nº12, de 02 de janeiro de 2001 (ANVISA, 2001).

Quanto às análises sensoriais

- ✓ O aroma do azeite obtido da castanha com maior nível de tosta, dourada, foi o mais aceito por parte dos examinadores, com 77% de notas entre gostei muito e gostei muitíssimo. Na avaliação pelo método de médias de notas da escala hedônica para este atributo, obteve-se média 7,95, muito próximo ao conceito *gostei muito* na escala hedônica, com coeficiente de concordância alto, $CC = 55,25\%$;
- ✓ Quanto ao sabor, as amostras de azeite de amêndoas sem tosta e de amêndoa com tosta dourada foram as mais aceitas. Na avaliação pelo método de médias de notas da escala hedônica, para este atributo, obtiveram-se 5,23 e 5,65, porém os Coeficientes de Concordância entre os julgadores foram baixos 22,53 % e 29,03 %, respectivamente;
- ✓ A cor foi o atributo sensorial com maior aceitação nos três azeites, com também maior concentração de votos na casa cinco na escala de proximidade ideal, apontando-a como ideal. Na avaliação pelo método de médias de notas da escala hedônica, obteve-se a maior média para o azeite sem tosta, 7,95 com alto coeficiente de concordância, 55,89%;
- ✓ Quanto à aceitação global, a avaliação do conjunto dos atributos sensoriais, houve boa aceitação dos três azeites, com 55%, 45% e 45% de respostas positivas à intenção de compra para os azeites de amêndoas de castanha-de-caju sem tosta, com tosta semidourada e tosta dourada, respectivamente;
- ✓ Na análise de perfil sensorial o azeite de amêndoas de castanha-de-caju com tosta dourada foi o mais aceito, com nota máxima em todos os atributos sensoriais. Entre os atributos sensoriais analisados a maior aceitação foi para a cor, com nota média igual a 7,90 com concordância entre os provadores, maior que 55%.

7.0- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE NETO, J.C. **Competitividade na pequena produção agroindustrial: estudo na agroindústria de caju**. 2006. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

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.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 de janeiro de 2001. n.7. Seção 1, p. 45-53.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 4th.ed. Washington, DC, 1997.

ARAÚJO, E.A.F. **Estudo do processo de desidratação osmótica e secagem de nectarina (*Prunus persica*)**, 2005. [s.n.]. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**; Viçosa : U.F.V. Imprensa Universitária, 1995, 335p.

BARROS, L. M.; PIMENTEL, C.R.M.; CORREA, M.P.F.; MESQUITA, A.L.M., **Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro anão precoce**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1993. 65p. (EMBRAPA-CNPAT - Circular Técnica, 1).

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

BOBBIO, F.O., BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. 2.ed. São Paulo : Varela, 1992. 222p.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Apoio Rural e cooperativismo. Instrução Normativa conjunta SARC/ANVISA/INMETRO Resolução RDC nº. 12, de 2 de janeiro de 2001. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2 jan. 2001. Disponível em: <http://www.vigilanciasanitaria.gov.br/anvisa.html>. Acesso em: 12 fev.2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 62/2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para o Controle de Produtos de Origem Animal e Água. 26 de agosto de 2003. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 18 de set. 2003. Seção 1, p.14.

BROCK, J.; NOGUEIRA, M. R.; ZAKRZEVSIC.; CORAZZA, F. C.; CORAZZA, M. L.; OLIVEIRA, J. V., Determinação experimental da viscosidade e condutividade termica de óleos vegetais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 28, n.3, p.564-570, jul.-set. 2008.

BRUNNER, G.: **Gas extraction – An Introduction to Fundamentals of Supercritical Fluids and the Application to Separation Processes**, Germany, 1994.

CACEX - Carteira do Comércio Exterior/Banco do Brasil S.A. - **Tipos exportáveis de amêndoas de castanha de caju**. CACEX/BB/Departamento Geral de Exportação. 3p. (s.n), mimeografado, 2003

CALEGUER, V.F. **Avaliação sensorial de preparados sólidos para refresco sabor laranja: análise descritiva, aceitabilidade e impacto da embalagem na intenção de compra**. Londrina, 2005, 159f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina.

CASIMIRO, A R. S.; CAMPOS, J.O.S.; BRINGEL, M.H.F.; BORGES, M.F. Avaliação de leveduras industriais na fermentação do suco de caju - II; Aspectos cinéticos. In:

Simposio Íbero-Americano de Engenharia de Alimentos,1. Campinas, SP. **Anais...** Campinas: SIEA/UNICAMP, 1995.

CASTRO, A. A.; BRAGA M.E.D.; CAVALCANTI MATA M.E.R.M., Comportamento reológico do azeite de coco babaçu em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v.6, n.1, p.457-463, jan-abr. 2002.

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

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

CHAVES, J.B.P. **Análise sensorial: Histórico e desenvolvimento**. Viçosa : Imprensa Universitária - UFV, 1993. 31p.

CHAVES, J.B.P., SPROESSER, R.L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1996.81p.

COCOZZA, F.D.M. **Maturação e conservação de manga ‘tommy atkins’ submetida à aplicação pós-colheita de 1- metilciclopropeno** 2003, 198f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Faculdade de Engenharia Agrícola-UNICAMP, Campinas

CONCEIÇÃO, M.M., CANDEIA, R.A., DANTAS, H.J., SOLEDADE, L.E.B., FERNANDES Jr., V.J., SOUZA, A.G., Rheological behavior of castor oil biodiesel. **Energy & Fuels**, v. 19, n. 5, p. 2185-2188, 2005.

COSTA, T.L. **Características físicas e físico-químicas do óleo de duas cultivares de mamona**. 2006. f. 113. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande.

DANTAS, M. B. **Obtenção, caracterização e estudo termoanalítico de biodiesel de milho.** 2006. 133f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal da Paraíba..

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Agronegócio do caju.** 2004. Disponível em:<www.cnpmf.embrapa.br>. Acesso em: julho de 2008.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos** 2 ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1989. 652 p.

FAO. Food and agriculture organization of the united nations. **Commodities and trade technical paper. small island developing states agricultural production and trade, preferences and policy.** Rome 2005. 70p.

GARRUTI, Deborah dos S. **Composição de voláteis e qualidade de aroma do vinho de caju.** Campinas, 2001. 218 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

GEHRKE, T. **Reometria de suco concentrado de frutas.** Campinas, 1996. 103p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola.** 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em: 24 de agosto de 2009

IAL- Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018p.

JORDÃO, F.G. **Perfil sensorial e aceitabilidade de suco de laranja integral pasteurizado e suco de laranja reconstituído.** 2005, 57f. Dissertação (Mestrado em Ciências e tecnologia de alimentos). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ-USP, Piracicaba.

KROSS, R.K. **Processamento de amêndoas de castanha de caju: secagem, extração e estabilidade do azeite**. 2009. 99 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

LEITE, J. T de C. **Obtenção de extrato de insulina de chicória (Cichorium Intybus) por abaixamento de temperatura e secagem por spray**. 2001. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

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

MEDINA, J.C. Cultura do cajueiro. In: MEDINA, J.C.; BLEINTOTH, E.W.; BERNHARDT, L.W. **Caju: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas. Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1978. p.5–66. (INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Série Frutas Tropicais, 4).

MEDINA.J.C Goiaba. Cultura. In: **Série frutas tropicais, 6** São Paulo: Secretária de Agricultura e Abastecimento- ITAL,1980. p.1-120.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. Florida: CRC Press, Inc 1987. 281p.

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

MORETTO, E.; FEET, R. **Óleos e gorduras vegetais, na indústria de alimentos**. Florianópolis : Ed. Livraria Varela, 1998. 146p.

PARENTE, J.I.G.; PESSOA, P.F.A.P.; NAMEKATA, Y. **Diretrizes para recuperação da cajucultura no Nordeste**. Fortaleza: EMBRAPA, 1991. (Documento n.4).

PARK, K.J.; LEITE, J.T.C. **Reologia**. Disponível em: < <ftp://ftp.agr.unicamp.br/pub/disciplinas/fa-20/> >. Reologia. UNICAMP. Última atualização em abril de 2001.

PAULA PESSOA, P.F.A.; PAIVA, F. F. A.; SILVA NETO, R. M.; LEITE, L. A. de S. O Caju. **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: castanha de caju**. SEBRAE/EMBRAPA, p.11-38, 2003.

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.

POSSA, M. V.; POSSA, J. R. B. de L. **Comportamento reológico de polpas de minério**, Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 37p. 2000. (Série Tecnologia Mineral, 77).

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.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**. 2004. 194 p.

SANTOS, R. F. dos.; BARROS, A. L.; MARQUES, F. M.; FIRMINO, P. de T.; REQUIÃO, L. E. G. Análise Econômica. In: AZEVEDO, D.M.P. de.; LIMA, E.F. (eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**: EMBRAPA-SPI, p.17-35. 2001.

SANTOS, J. C. O.; SANTOS, I. M. G.; SOUZA, A. G. effect of heating and cooling on rheological parameters of edible vegetable oils. **Journal of Food Engineering**, v. 67, n.4, p.401-405,2005.

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.

SILVA, F. DE A. S. E; DUARTE M. E. M.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M. Nova metodologia para interpretação de dados de análise sensorial de alimento. **Revista Engenharia Agrícola**. Jaboticabal. 2009. (Aceito, no prelo)

SILVA, F. de A. S. e; AZEVEDO, C. A. V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: **Anais...** Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 2006. p.393-396.

SILVA, J.A. Microorganismos patogênicos em carne de frango. **Revista Higiene Alimentar**. Nº. 58. Outubro 1998. Disponível em: <<http://www.bichoonline.com.br/artigos/ha0019.htm> > Acesso em 12/02/2008.

SILVA, N. da. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1997. ISBN: 85-85519-33-9.

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.

STATSOFT, Inc. STATISTICA for Windows (data analysis software system), version 8.0. **Computer program manual**. Tulsa: Statsoft, 2008.

SOUZA FILHO, M.S.M.; GARRUTI, D.S.; NASSU, R.T.; BASTOS, M.S.R.; ABREU, F.A.P.; MACHADO, T.F.; LIMA, A.C.; PAIVA, F.F.A.; SILVA NETO, R.M.; OLIVEIRA, M.E.B. Aproveitamento industrial do caju. In: SILVA, V.V. da (Org.). **Caju**:

o produtor pergunta e a Embrapa responde. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1998. p.163-212.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.M.; BARBETTA, P.A. **Análise sensorial de alimentos.** Florianópolis: Editora da UFSC, 1987. 180p.

UFLA – Núcleo de Estudo. **Características do caju.** 2003. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=1380>. Acesso em 27/06/08.

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

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.

VILLAVECCHIA, V. **Tratado de química analítica aplicada**, 3ª ED. Barcelona, 1989, 1012p.

APÊNDICE A

(Dados referentes ao estudo reológico do azeite de amêndoa de castanha-de-caju em função do nível de tosta)

Tabela A1 - Valores de tempo, taxa de cisalhamento, tensão de cisalhamento e viscosidade aparente do azeite de amêndoa de castanha-de-caju, sem tosta, nas temperaturas de 10, 15, 20, 30, 40 °C

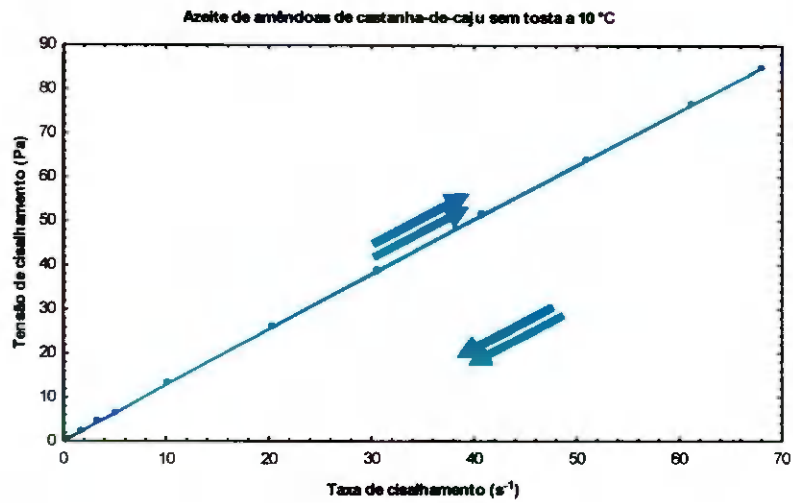
Temperatura (°C)																			
10				15				20				30				40			
t	$\dot{\gamma}$	τ	η	t	$\dot{\gamma}$	τ	η	t	$\dot{\gamma}$	τ	η	t	$\dot{\gamma}$	τ	η	t	$\dot{\gamma}$	τ	η
(s)	(s ⁻¹)	(Pa)	(mPa.s)	(s)	(s ⁻¹)	(Pa)	(mPa.s)	(s)	(s ⁻¹)	(Pa)	(mPa.s)	(s)	(s ⁻¹)	(Pa)	(mPa.s)	(s)	(s ⁻¹)	(Pa)	(mPa.s)
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
29	0,34	0,005	150	42	0,34	0,031	90	73	0,34	0,031	90	34	0,34	0,02	60	37	0,34		
44	1,7	0,235	138	57	1,7	0,153	90	88	1,7	0,122	72	49	1,7	0,092	54	52	1,7		
59	3,4	0,439	129	72	3,4	0,326	96	103	3,4	0,265	78	64	3,4	0,173	51	67	3,4		
74	5,1	0,642	126	87	5,1	0,479	94	118	5,1	0,388	76	79	5,1	0,275	54	82	5,1	0,02	4
89	10,2	1,310	128	102	10,2	0,979	96	133	10,2	0,795	78	94	10,2	0,53	52	97	10,2	0,194	19
104	20,4	2,590	127	117	20,4	1,95	95,5	148	20,4	1,58	77,5	109	20,4	1,06	52	112	20,4	0,581	28,5
119	30,6	3,850	126	132	30,6	2,93	95,6	163	30,6	2,35	76,7	124	30,6	1,58	51,7	127	30,6	0,948	31
134	40,8	5,120	125,5	147	40,8	3,9	95,5	178	40,8	3,14	77	139	40,8	2,11	51,7	142	40,8	1,31	32
149	51	6,380	125,2	162	51	4,85	95,2	193	51	3,91	76,6	154	51	2,62	51,4	157	51	1,66	32,6
164	61,2	7,660	125,1	177	61,2	5,83	95,3	208	61,2	4,67	76,3	169	61,2	3,14	51,3	172	61,2	2,04	33,3
179	68	8,490	124,9	192	68	6,47	95,1	223	68	5,17	76	184	68	3,47	51	187	68	2,27	33,4
199	68	8,500	125,1	220	68	6,48	95,2	243	68	5,17	76	204	68	3,46	50,8	216	68	2,25	33,1
214	61,2	7,670	125,3	235	61,2	5,86	95,8	258	61,2	4,67	76,3	219	61,2	3,12	51	231	61,2	2,02	33
229	51	6,410	125,8	250	51	4,89	96	273	51	3,9	76,4	234	51	2,59	50,8	246	51	1,65	32,4
244	40,8	5,150	126,2	265	40,8	3,94	96,5	288	40,8	3,13	76,7	249	40,8	2,07	50,7	261	40,8	1,26	31
259	30,6	3,880	126,6	280	30,6	2,97	97	303	30,6	2,36	77	264	30,6	1,57	51,3	276	30,6	0,928	30,3
274	20,4	2,600	127,5	295	20,4	1,99	97,5	318	20,4	1,59	78	279	20,4	1,05	51,5	291	20,4	0,551	27
289	10,2	1,310	128	310	10,2	0,979	96	333	10,2	0,795	78	294	10,2	0,52	51	306	10,2	0,184	18
304	5,1	0,653	128	325	5,1	0,51	100	348	5,1	0,398	78	309	5,1	0,255	50	321	5,1		
319	3,4	0,449	132	340	3,4	0,337	99	363	3,4	0,255	75	324	3,4	0,173	51	336	3,4		
334	1,7	0,224	132	355	1,7	0,163	96	378	1,7	0,143	84	339	1,7	0,082	48	351	1,7		

Tabela A2 - Valores de tempo, taxa de cisalhamento, tensão de cisalhamento e viscosidade aparente do azeite de amêndoa de castanha-de-caju, semidourada, nas temperaturas de 10, 15, 20, 30, 40 °C

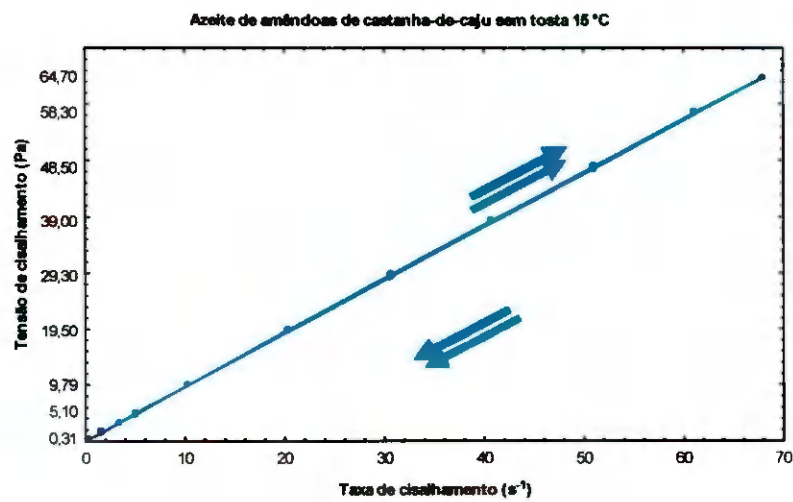
Temperatura (°C)																			
10				15				20				30				40			
t (s)	$\dot{\gamma}$ (s ⁻¹)	τ (Pa)	η (mPa.s)	t (s)	$\dot{\gamma}$ (s ⁻¹)	τ (Pa)	η (mPa.s)	t (s)	$\dot{\gamma}$ (s ⁻¹)	τ (Pa)	η (mPa.s)	t (s)	$\dot{\gamma}$ (s ⁻¹)	τ (Pa)	η (mPa.s)	t (s)	$\dot{\gamma}$ (s ⁻¹)	τ (Pa)	η (mPa.s)
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
48	0,34	0,041	120	55	0,34	0,031	90	30	0,34	0,02	60	31,00	0,34	0,031	90,00	50	0,34		
63	1,7	0,194	114	70	1,7	0,163	96	45	1,7	0,133	78	46,00	1,70	0,092	54,00	65	1,7		
78	3,4	0,408	120	85	3,4	0,326	96	60	3,4	0,265	78	61,00	3,40	0,184	54,00	80	3,4		
93	5,1	0,602	118	100	5,1	0,5	98	75	5,1	0,408	80	76,00	5,10	0,275	54,00	95	5,1	0,01	2
108	10,2	1,210	119	115	10,2	0,999	98	90	10,2	0,806	79	91,00	10,20	0,551	54,00	110	10,2	0,194	19
123	20,4	2,460	120,5	130	20,4	2,02	99	105	20,4	1,62	79,5	106,00	20,40	1,11	54,50	125	20,4	0,581	28,5
138	30,6	3,690	120,6	145	30,6	3,02	98,6	120	30,6	2,43	79,3	121,00	30,60	1,64	53,70	140	30,6	0,948	31
153	40,8	4,930	120,7	160	40,8	4,03	98,7	135	40,8	3,24	79,5	136,00	40,80	2,17	53,20	155	40,8	1,31	32
168	51	6,180	121,2	175	51	5,04	98,8	150	51	4,06	79,6	151,00	51,00	2,71	53,20	170	51	1,67	32,8
183	61,2	7,440	121,6	190	61,2	6,05	98,8	165	61,2	4,85	79,3	166,00	61,20	3,23	52,80	185	61,2	2,03	33,2
198	68	8,300	122,1	205	68	6,71	98,7	180	68	5,4	79,5	181,00	68,00	3,59	52,80	200	68	2,23	32,8
219	68	8,360	123	225	68	6,73	99	200	68	5,42	79,6	232,00	68,00	3,55	52,20	285	68	2,19	32,2
234	61,2	7,570	123,6	240	61,2	6,09	99,5	215	61,2	4,88	79,8	247,00	61,20	3,19	52,20	300	61,2	1,97	32,2
249	51	6,340	124,4	255	51	5,09	99,8	230	51	4,1	80,4	262,00	51,00	2,66	52,20	315	51	1,61	31,6
264	40,8	5,110	125,2	270	40,8	4,1	100,5	245	40,8	3,3	81	277,00	40,80	2,12	52,00	330	40,8	1,25	30,7
279	30,6	3,840	125,6	285	30,6	3,08	100,6	260	30,6	2,48	81	292,00	30,60	1,6	52,30	345	30,6	0,897	29,3
294	20,4	2,590	127	300	20,4	2,06	101	275	20,4	1,67	82	307,00	20,40	1,07	52,50	360	20,4	0,54	26,5
309	10,2	1,310	128	315	10,2	1,03	101	290	10,2	0,826	81	322,00	10,20	0,54	53,00	375	10,2	0,163	16
324	5,1	0,653	128	330	5,1	0,51	100	305	5,1	0,418	82	337,00	5,10	0,275	54,00	390	5,1		
339	3,4	0,449	132	345	3,4	0,337	99	320	3,4	0,286	84	352,00	3,40	0,173	51,00	405	3,4		
354	1,7	0,235	138	360	1,7	0,153	90	335	1,7	0,133	78	367,00	1,70	0,082	48,00	420	1,7		
369	0,34	0,041	120	375	0,34	0,031	90	350	0,34	0,031	90	382,00	0,34	0,02	60,00	435	0,34		

Tabela A3 - Valores de tempo, taxa de cisalhamento, tensão de cisalhamento e viscosidade aparente do azeite de amêndoa de castanha-de-caju, dourada, nas temperaturas de 10, 15, 20, 30, 40 °

Temperatura (°C)																			
10				15				20				30				40			
t (s)	$\dot{\gamma}$ (s ⁻¹)	τ (Pa)	η (mPa.s)	t (s)	$\dot{\gamma}$ (s ⁻¹)	τ (Pa)	η (mPa.s)	t (s)	$\dot{\gamma}$ (s ⁻¹)	τ (Pa)	η (mPa.s)	t (s)	$\dot{\gamma}$ (s ⁻¹)	τ (Pa)	η (mPa.s)	t (s)	$\dot{\gamma}$ (s ⁻¹)	τ (Pa)	η (mPa.s)
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
31	0,34	0,041	120	65	0,34	0,041	120	32	0,34	0,02	60	30,00	0,34	0,02	60,00	31	0,34		
46	1,7	0,204	120	80	1,7	0,173	102	47	1,7	0,133	78	45,00	1,70	0,08	48,00	46	1,7		
61	3,4	0,398	117	95	3,4	0,357	105	62	3,4	0,265	78	60,00	3,40	0,18	54,00	61	3,4		
76	5,1	0,602	118	110	5,1	0,53	104	77	5,1	0,398	78	75,00	5,10	0,28	54,00	76	5,1	0,02	4
91	10,2	1,210	119	125	10,2	1,05	103	92	10,2	0,806	79	90,00	10,20	0,55	54,00	91	10,2	0,194	19
106	20,4	2,450	120	140	20,4	2,1	103	107	20,4	1,62	79,5	105,00	20,40	1,09	53,50	106	20,4	0,591	29
121	30,6	3,670	120	155	30,6	3,13	102,3	122	30,6	2,42	79	120,00	30,60	1,63	53,30	121	30,6	0,959	31,3
136	40,8	4,920	120,5	170	40,8	4,12	101	137	40,8	3,23	79,2	135,00	40,80	2,18	53,50	136	40,8	1,31	32
151	51	6,160	120,8	185	51	5,1	100	152	51	4,05	79,4	150,00	51,00	2,68	52,60	151	51	1,66	32,6
166	61,2	7,400	121	200	61,2	6,07	99,1	167	61,2	4,84	79,1	165,00	61,20	3,20	52,30	166	61,2	2,01	32,8
181	68	8,290	121,9	215	68	6,7	98,5	182	68	5,37	79	180,00	68,00	3,56	52,30	181	68	2,23	32,8
205	68	8,360	123	241	68	6,64	97,6	203	68	5,38	79,2	199,00	68,00	3,54	52,00	205	68	2,22	32,7
220	61,2	7,580	123,8	256	61,2	5,98	97,6	218	61,2	4,86	79,5	214,00	61,20	3,17	51,80	220	61,2	1,99	32,5
235	51	6,360	124,8	271	51	4,97	97,4	233	51	4,05	79,4	229,00	51,00	2,64	51,80	235	51	1,62	31,8
250	40,8	5,130	125,7	286	40,8	3,99	97,7	248	40,8	3,25	79,7	244,00	40,80	2,09	51,20	250	40,8	1,25	30,7
265	30,6	3,880	126,6	301	30,6	2,99	97,6	263	30,6	2,46	80,3	259,00	30,60	1,59	52,00	265	30,6	0,897	29,3
280	20,4	2,600	127,5	316	20,4	2,01	98,5	278	20,4	1,64	80,5	274,00	20,40	1,06	52,00	280	20,4	0,551	27
295	10,2	1,320	129	331	10,2	0,999	98	293	10,2	0,806	79	289,00	10,20	0,53	52,00	295	10,2	0,184	18
310	5,1	0,653	128	346	5,1	0,52	102	308	5,1	0,408	80	304,00	5,10	0,26	50,00	310	5,1	0,01	2
325	3,4	0,449	132	361	3,4	0,337	99	323	3,4	0,275	81	319,00	3,40	0,17	51,00	325	3,4		
340	1,7	0,224	132	376	1,7	0,173	102	338	1,7	0,133	78	334,00	1,70	0,08	48,00	340	1,7		
355	0,34	0,041	120	391	0,34	0,031	90	353	0,34	0,02	60	349,00	0,34	0,01	30,00	355	0,34		

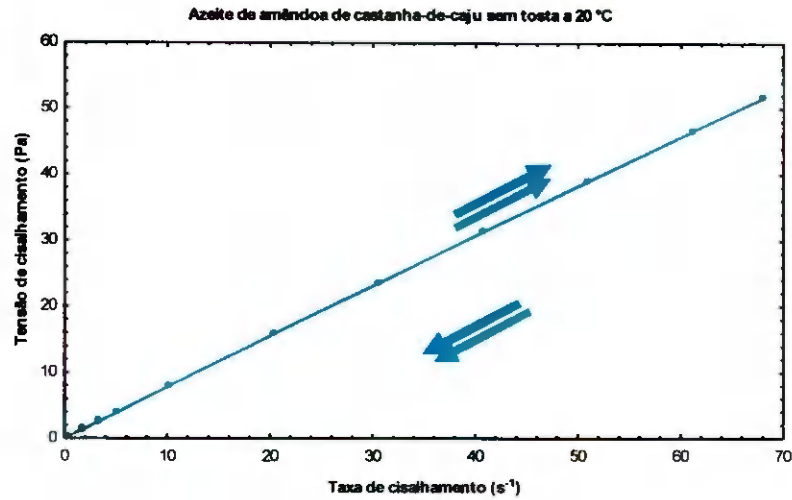


(a)

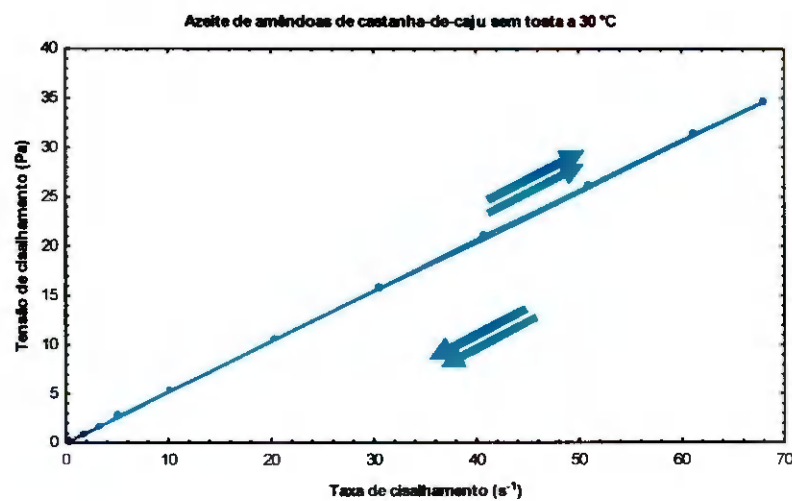


(b)

Figura A1 – Curvas de tensão de cisalhamento em função da taxa de cisalhamento, obtidas a partir das medidas realizadas com taxas de cisalhamento crescentes e decrescentes para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta: (a) a 10 °C e (b) a 15 °C

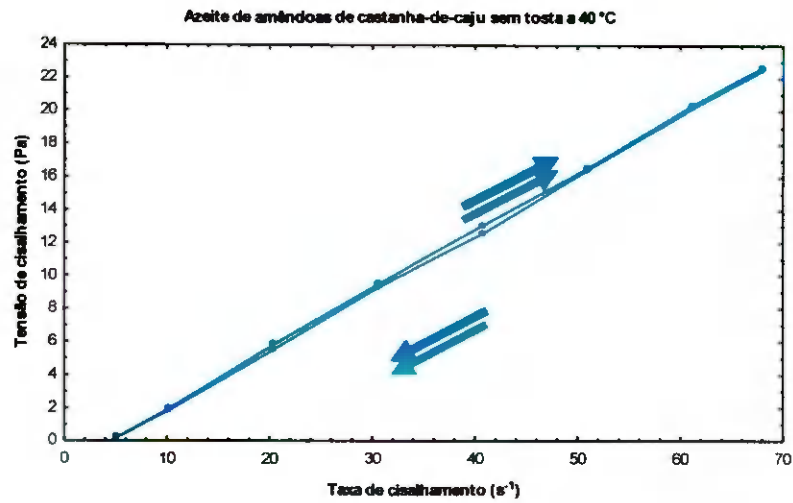


(a)

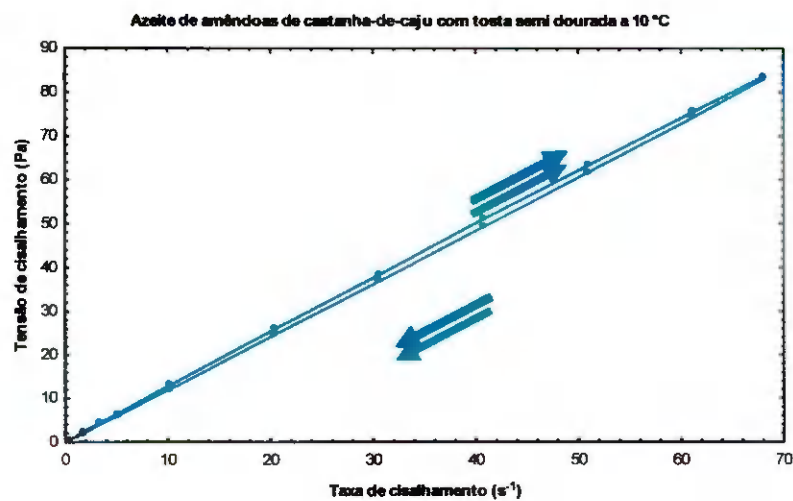


(b)

Figura A2 – Curvas de tensão de cisalhamento em função da taxa de cisalhamento, obtidas a partir das medidas realizadas com taxas de cisalhamento crescentes e decrescentes para o azeite de amêndoas de castanha-de-caju sem tosta: (a) a 20 °C e (b) a 30 °C

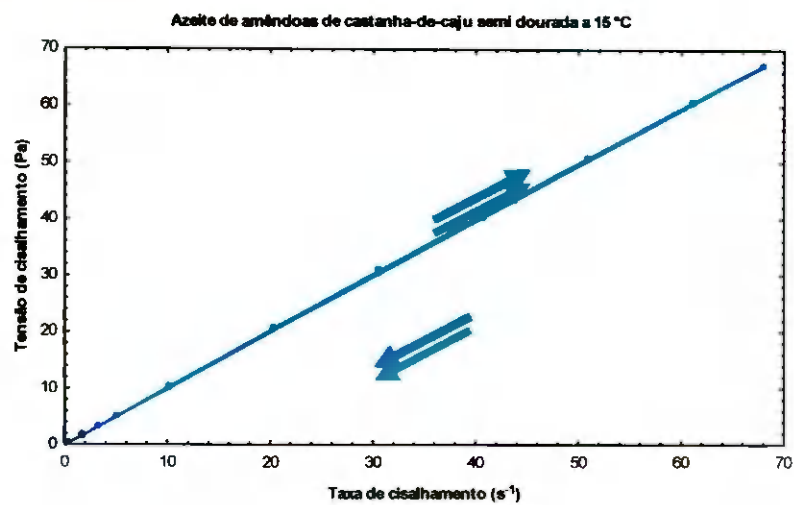


(a)

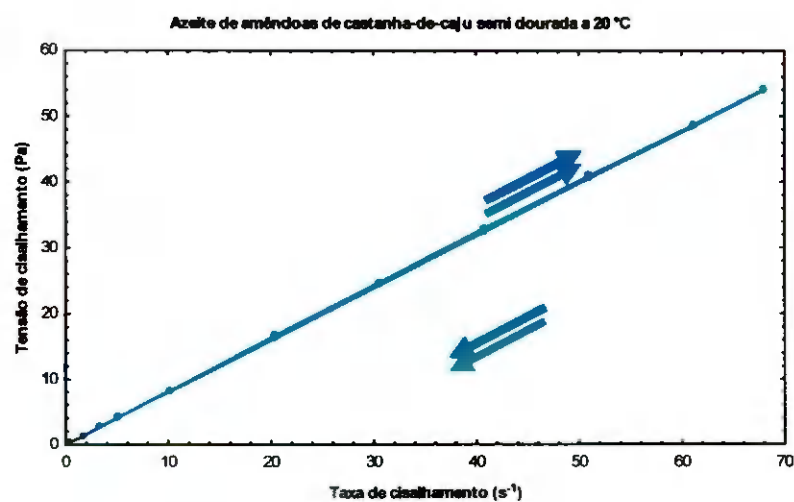


(b)

Figura A3 – Curvas de tensão de cisalhamento em função da taxa de cisalhamento, obtidas a partir das medidas realizadas com taxas de cisalhamento crescentes e decrescentes para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta: (a) a 40 °C e (b) para o azeite de amêndoa de castanha de caju semidourada a 10 °C

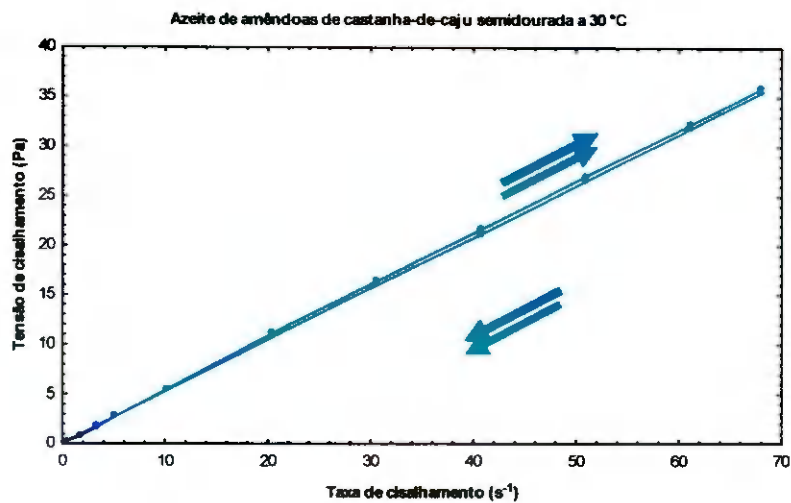


(a)

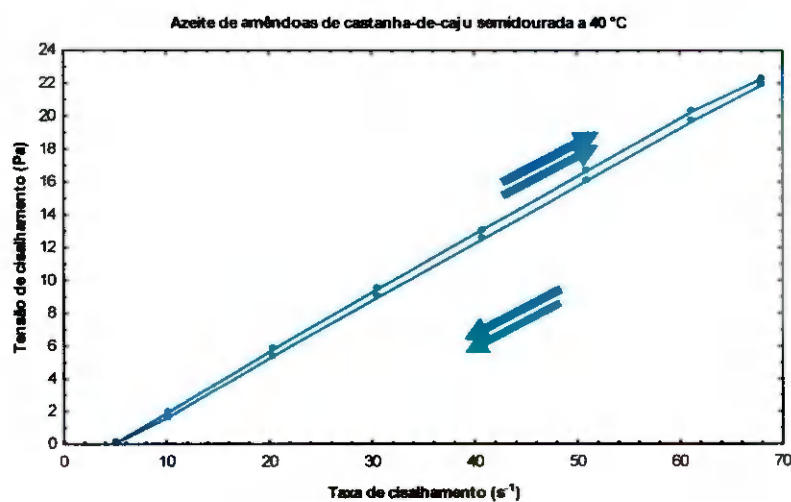


(b)

Figura A4 – Curvas de tensão de cisalhamento em função da taxa de cisalhamento, obtidas a partir das medidas realizadas com taxas de cisalhamento crescentes e decrescentes para o azeite de amêndoa-de-castanha de caju semidourada: (a) a 15 °C e (b) a 20 °C

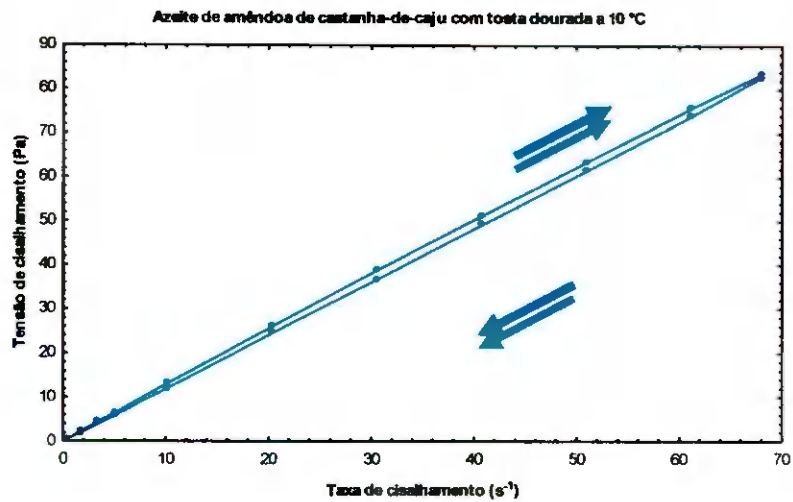


(a)

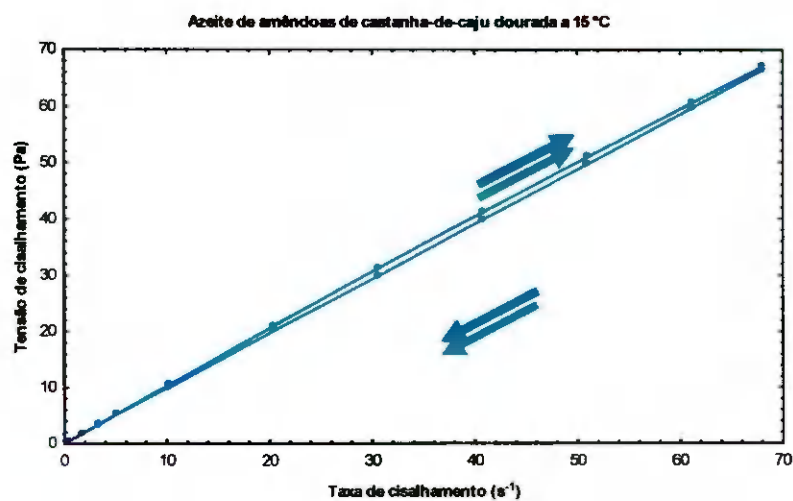


(b)

Figura A5 – Curvas de tensão de cisalhamento em função da taxa de cisalhamento, obtidas a partir das medidas realizadas com taxas de cisalhamento crescentes e decrescentes para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju semidourada: (a) a 30 °C e (b) a 40 °C

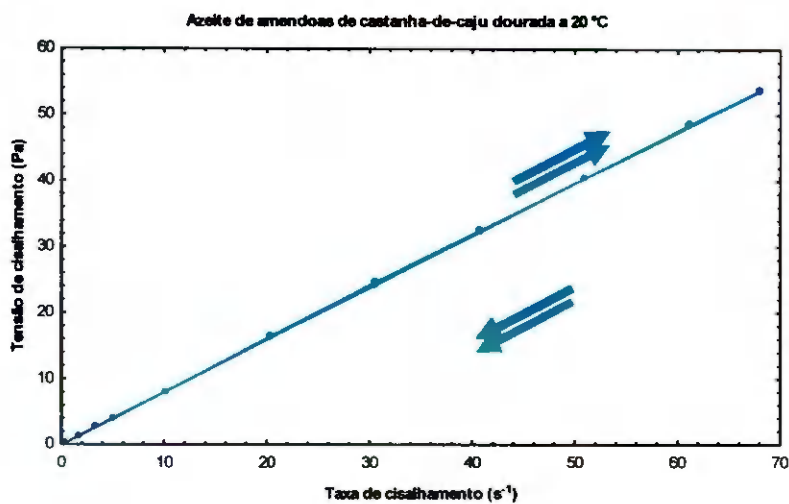


(a)

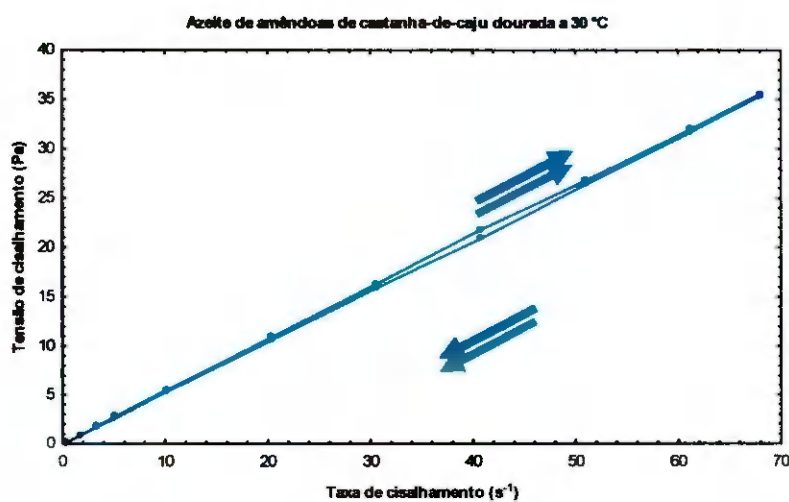


(b)

Figura A6 – Curvas de tensão de cisalhamento em função da taxa de cisalhamento, obtidas a partir das medidas realizadas com taxas de cisalhamento crescentes e decrescentes para o azeite de amêndoas de castanha-de-caju dourada: (a) a 10 °C e (b) a 15 °C



(a)



(b)

Figura A7 – Curvas de tensão de cisalhamento em função da taxa de cisalhamento, obtidas a partir das medidas realizadas com taxas de cisalhamento crescentes e decrescentes para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju dourada: (a) a 20 °C e (b) a 30 °C

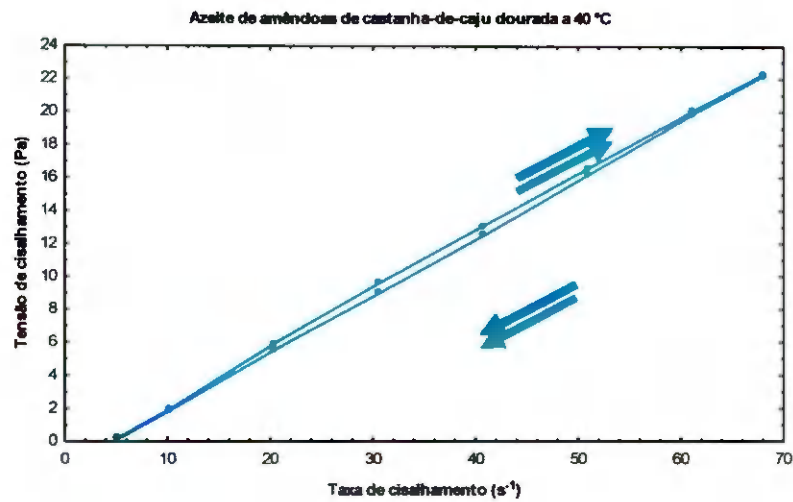
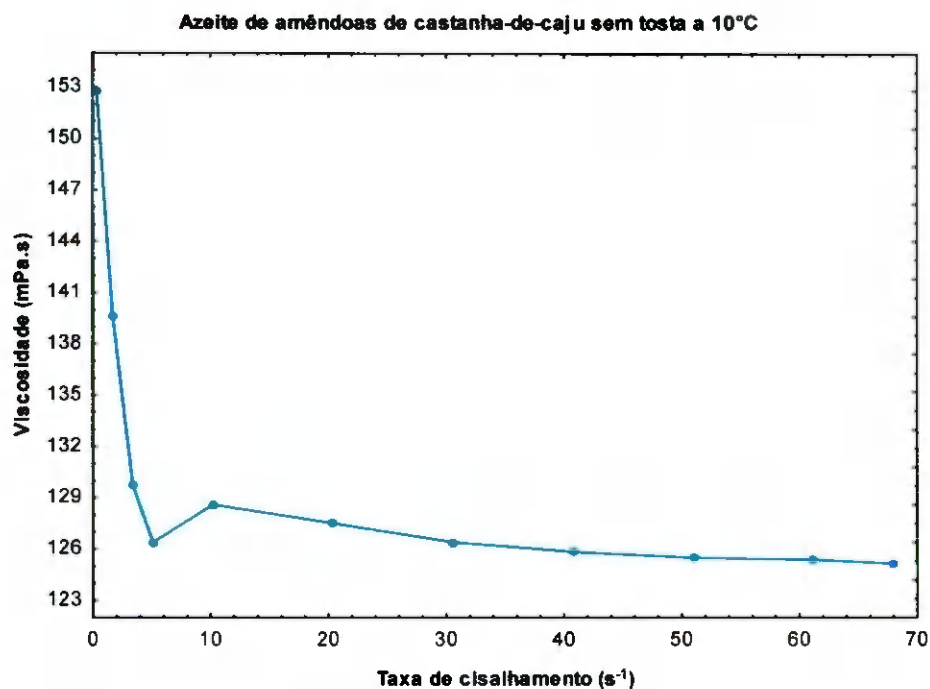
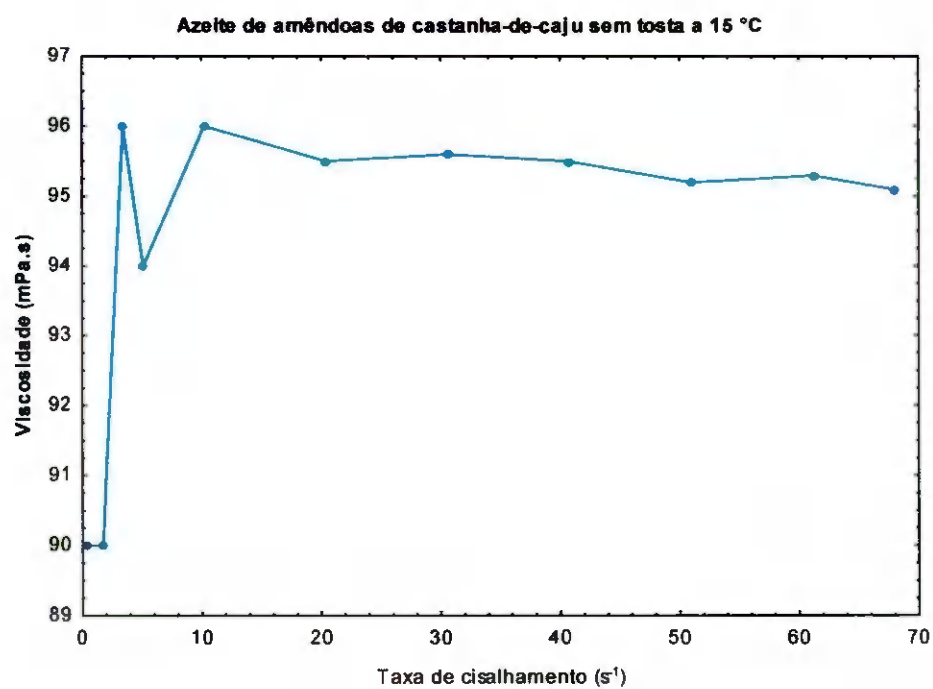


Figura A8 – Curvas de tensão de cisalhamento em função da taxa de cisalhamento, obtidas a partir das medidas realizadas com taxas de cisalhamento crescentes e decrescentes para o azeite de amêndoas de castanha-de-caju dourada a 40 °C

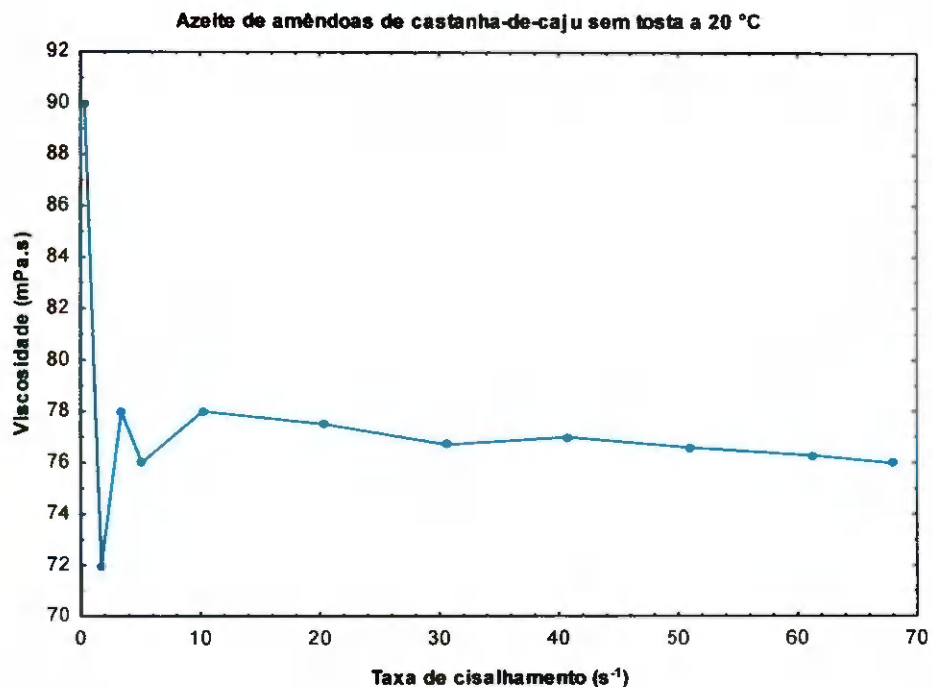


(a)

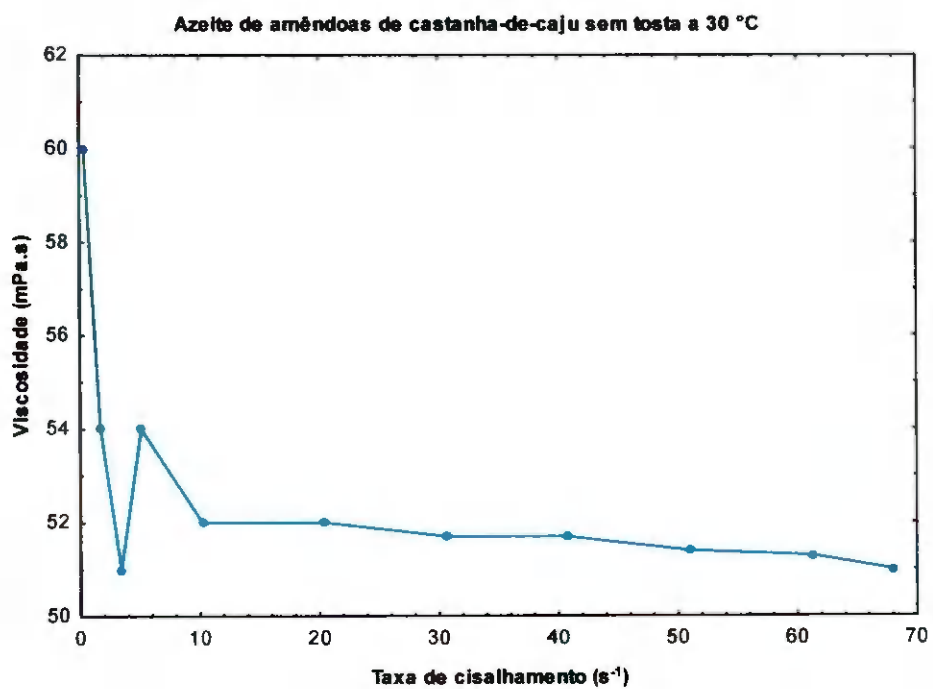


(b)

Figura A9 – Diagrama de viscosidade em função da taxa de cisalhamento, para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta: (a) a 10 °C e (b) a 15 °C

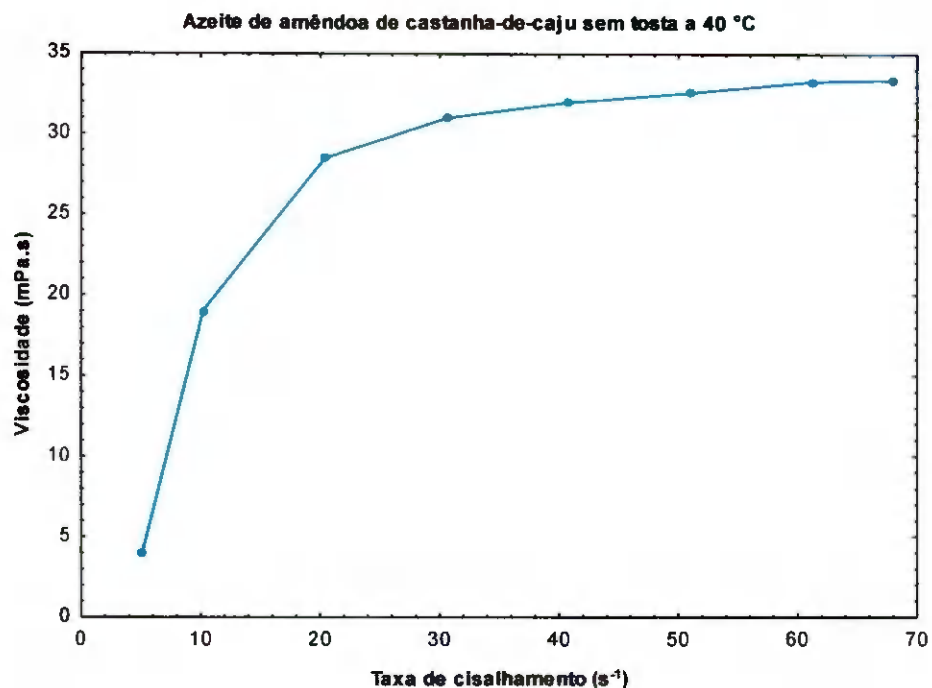


(a)

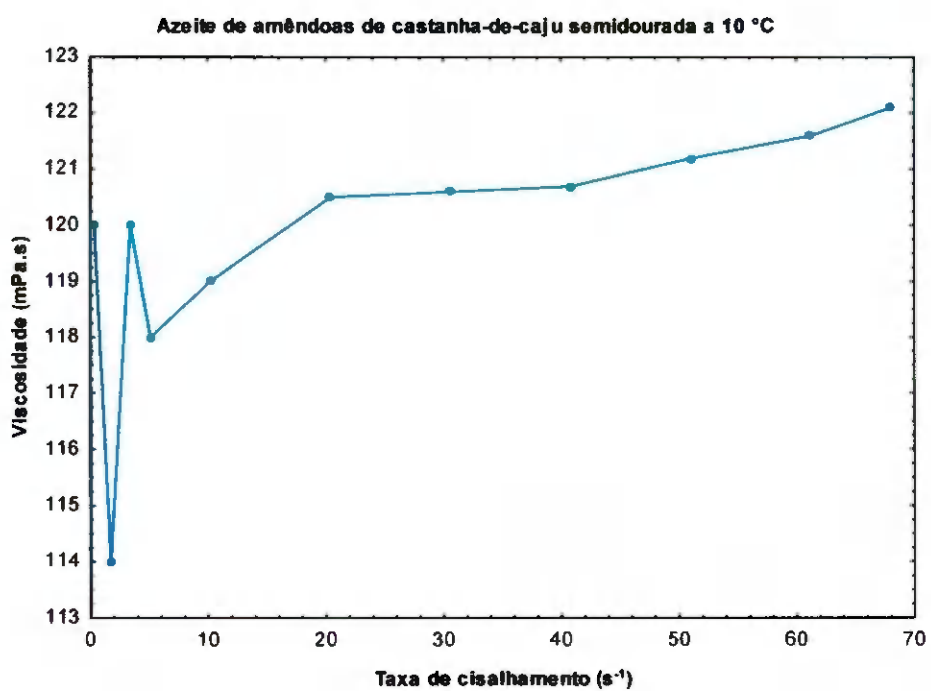


(b)

Figura A10 – Diagrama de viscosidade em função da taxa de cisalhamento, para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta: (a) a 20 °C e (b) a 30 °C

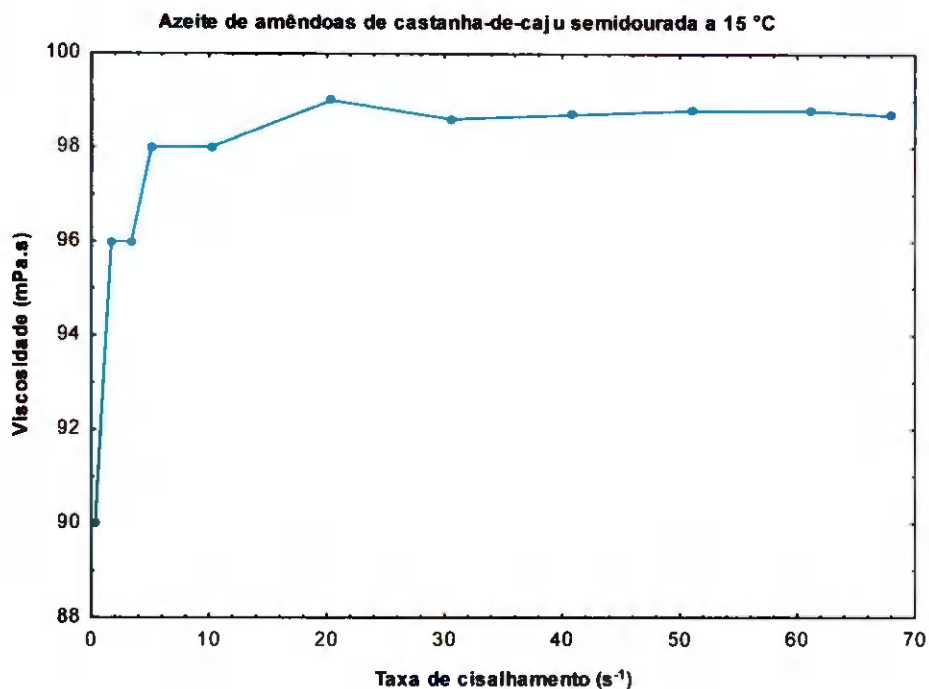


(a)

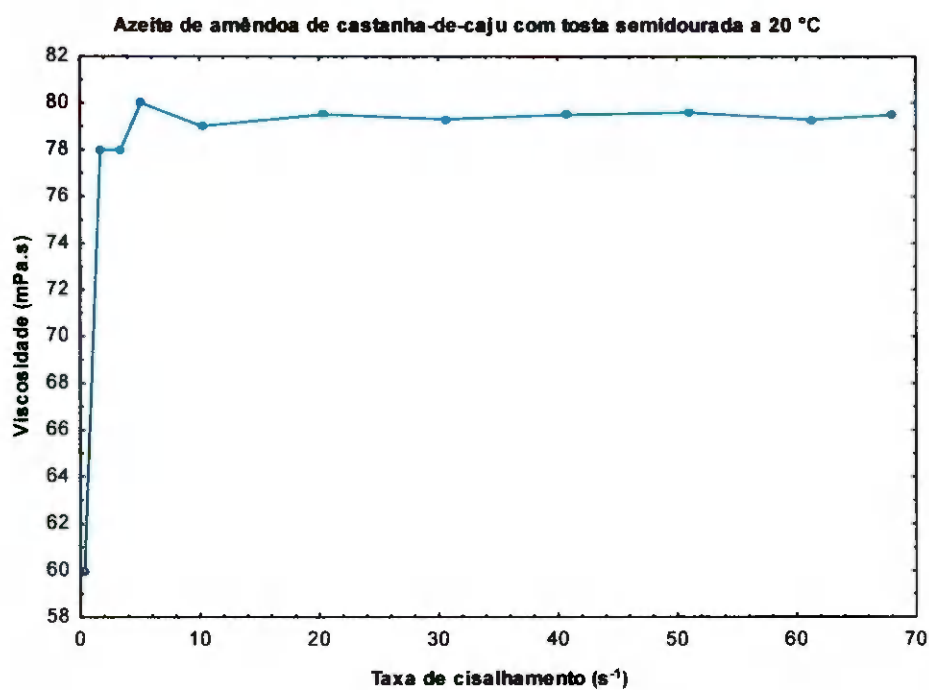


(b)

figura A11 – Diagrama de viscosidade em função da taxa de cisalhamento, para o azeite de amêndoas de castanha-de-caju sem tosta (a) a 40 °C e (b) semidourada a 10 °C

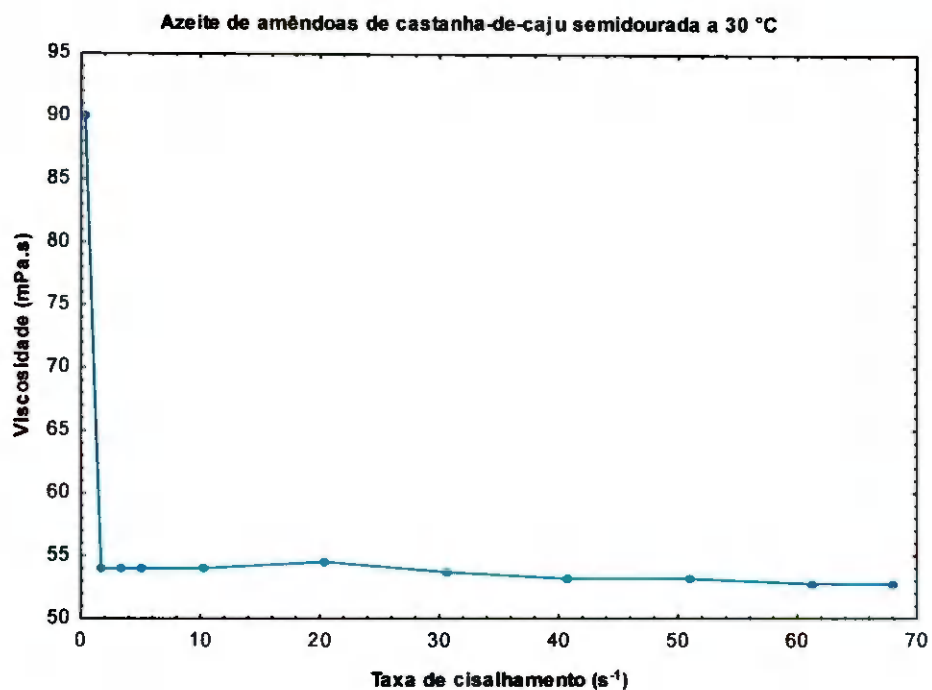


(a)

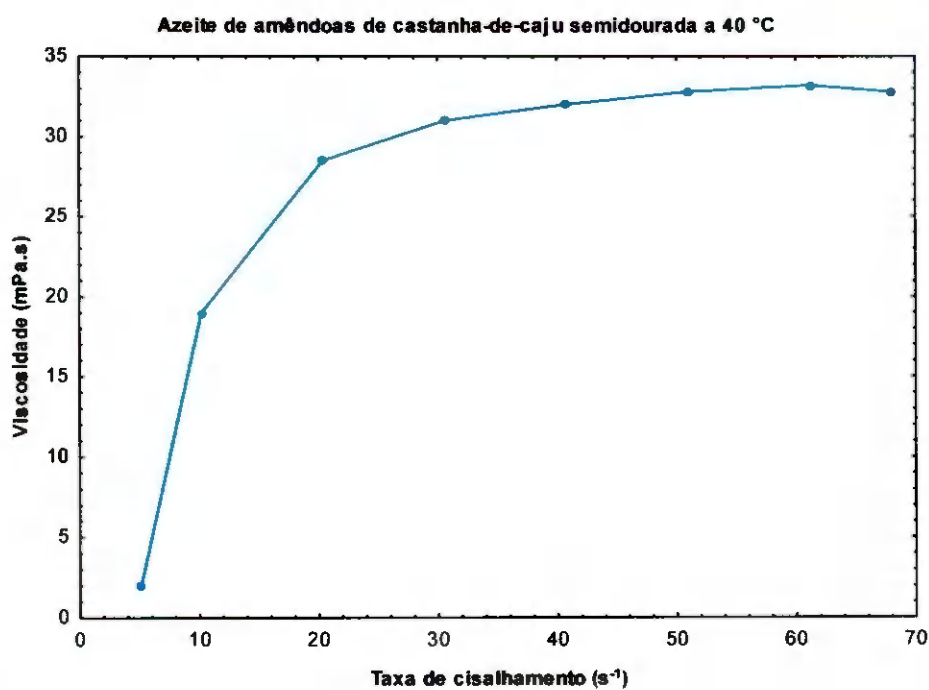


(b)

Figura A12 – Diagrama de viscosidade em função da taxa de cisalhamento, para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju semidourada: (a) a 15 °C e (b) a 20 °C

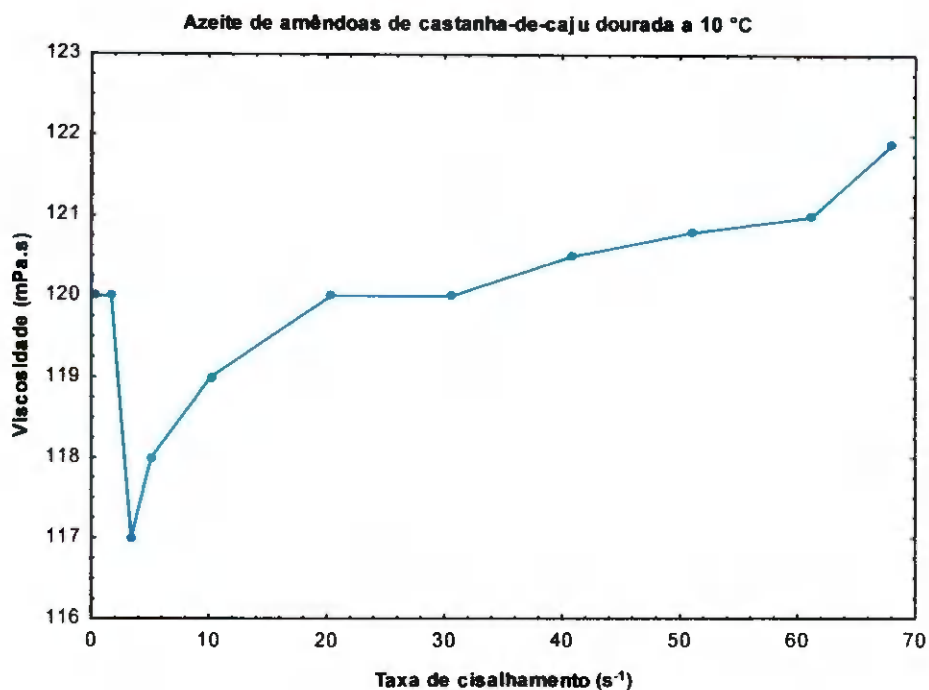


(a)

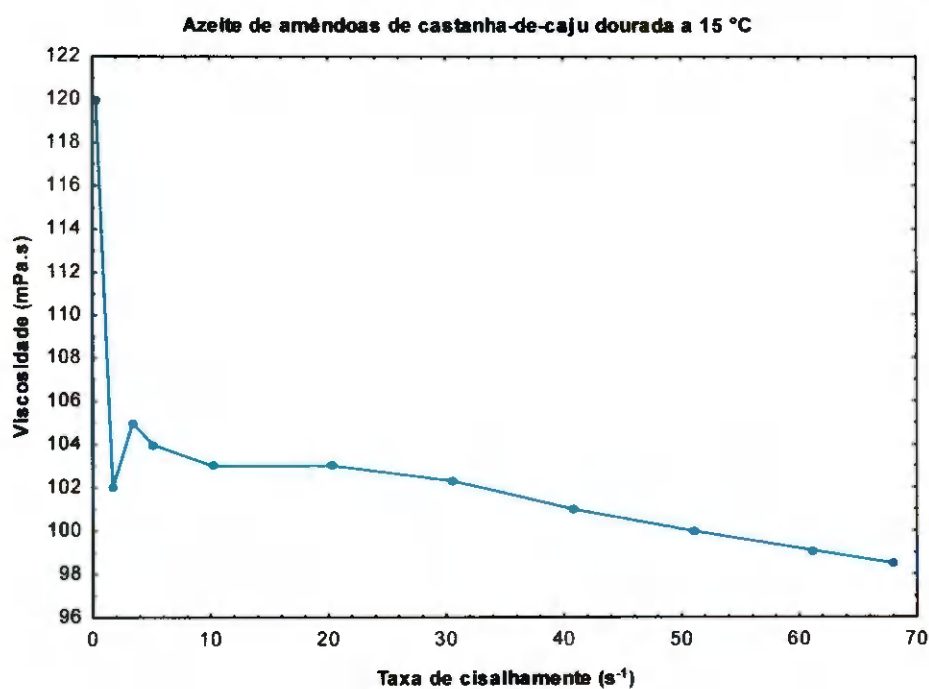


(b)

Figura A13 – Diagrama de viscosidade em função da taxa de cisalhamento, para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju semidourada: (a) a 30 °C e (b) a 40 °C

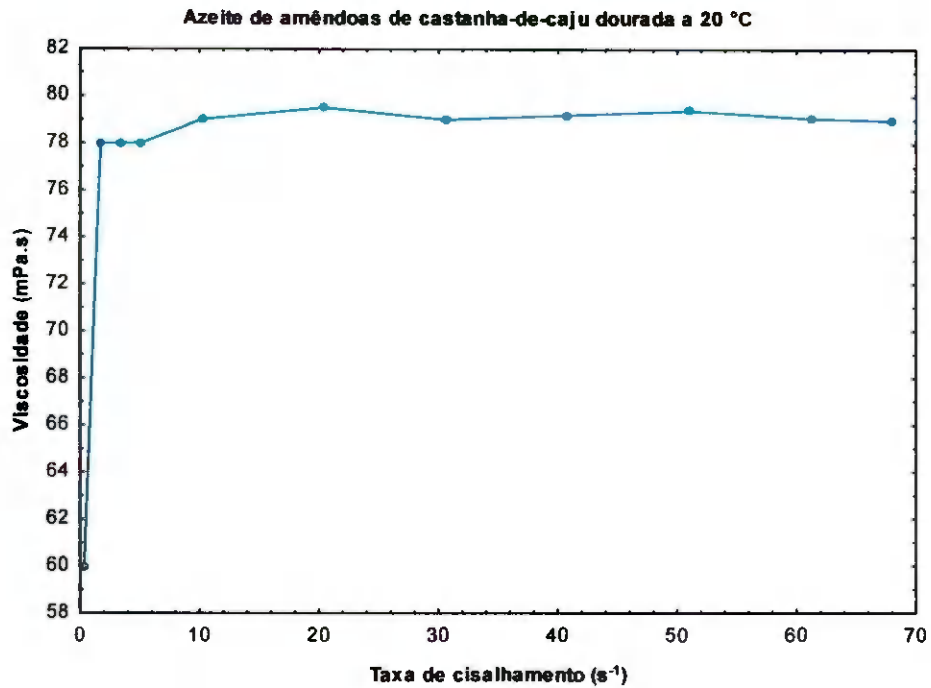


(a)

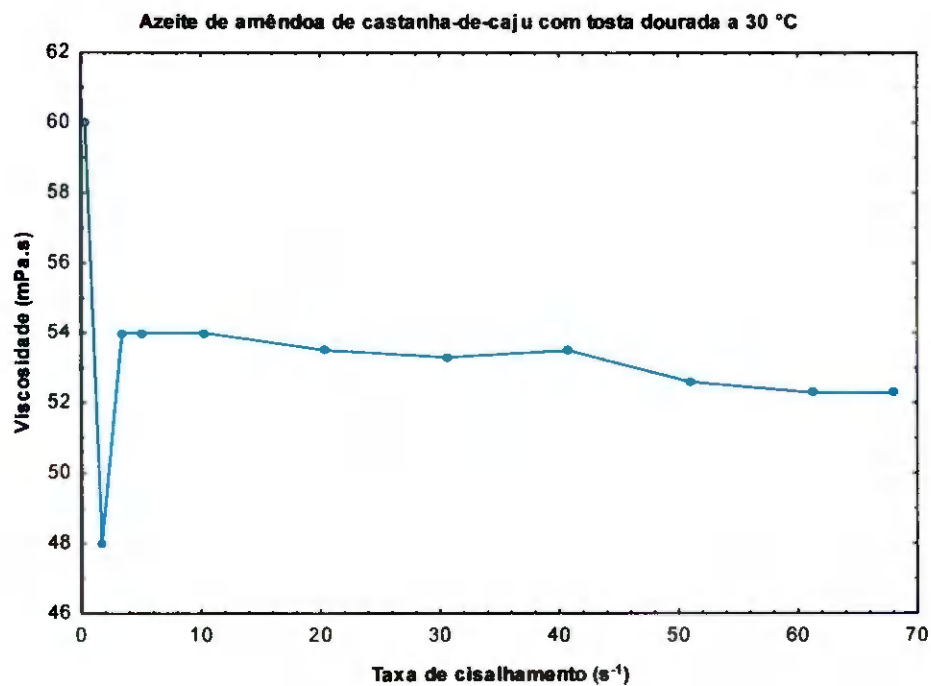


(b)

Figura A14 – Diagrama de viscosidade em função da taxa de cisalhamento, para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju dourada: (a) a 10 °C e (b) a 15 °C



(a)



(b)

Figura A15 – Diagrama de viscosidade em função da taxa de cisalhamento, para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju dourada: (a) a 20 °C e (b) a 30 °C

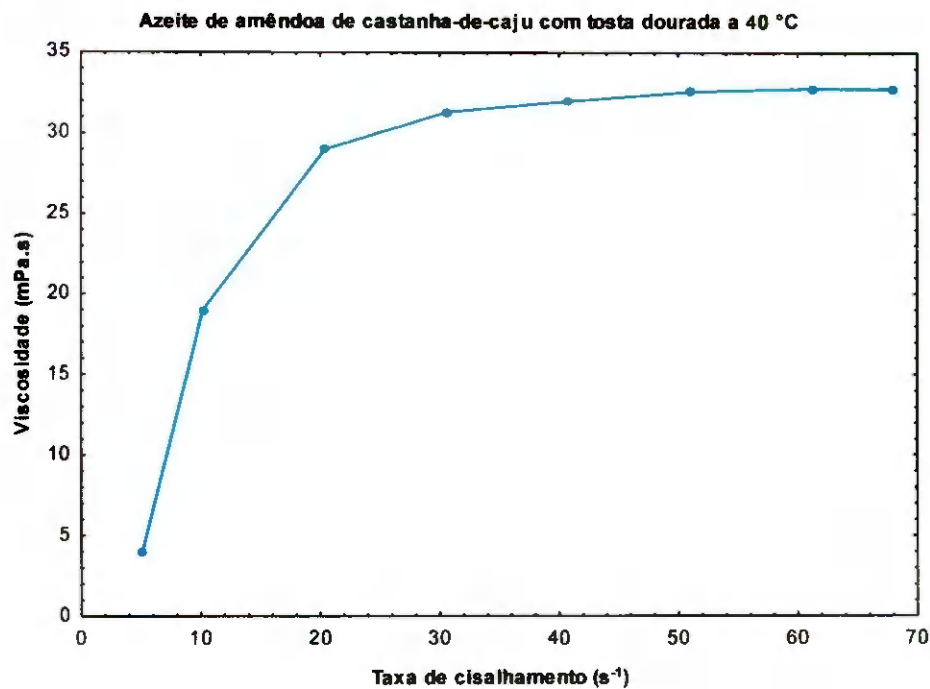


Figura A16 – Diagrama de viscosidade em função da taxa de cisalhamento, para o azeite de amêndoa de castanha-de-caju dourada a 40 °C

APÊNDICE B

(Análise CONSENSOR para cálculo do índice de concordância)

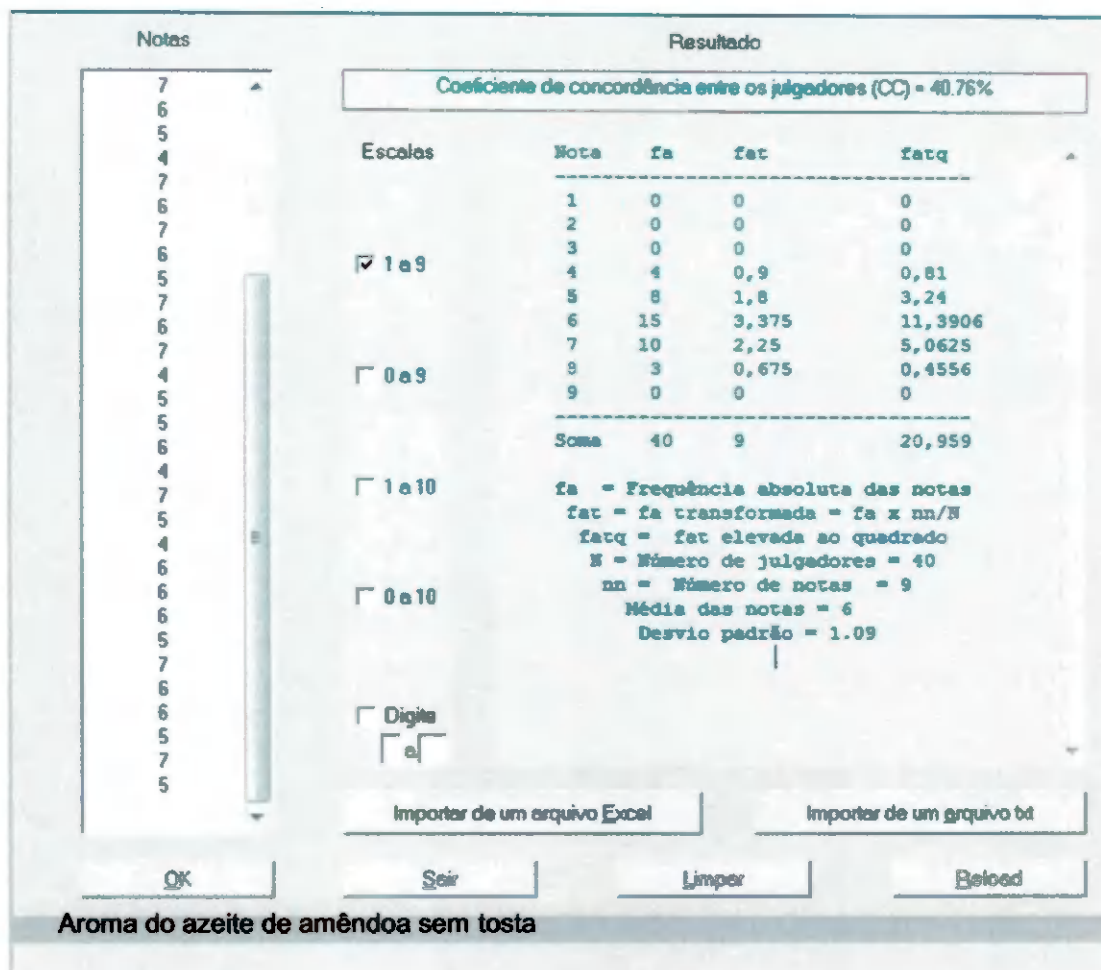


Figura B1: Média e coeficiente de concordância para o fator aroma do azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta

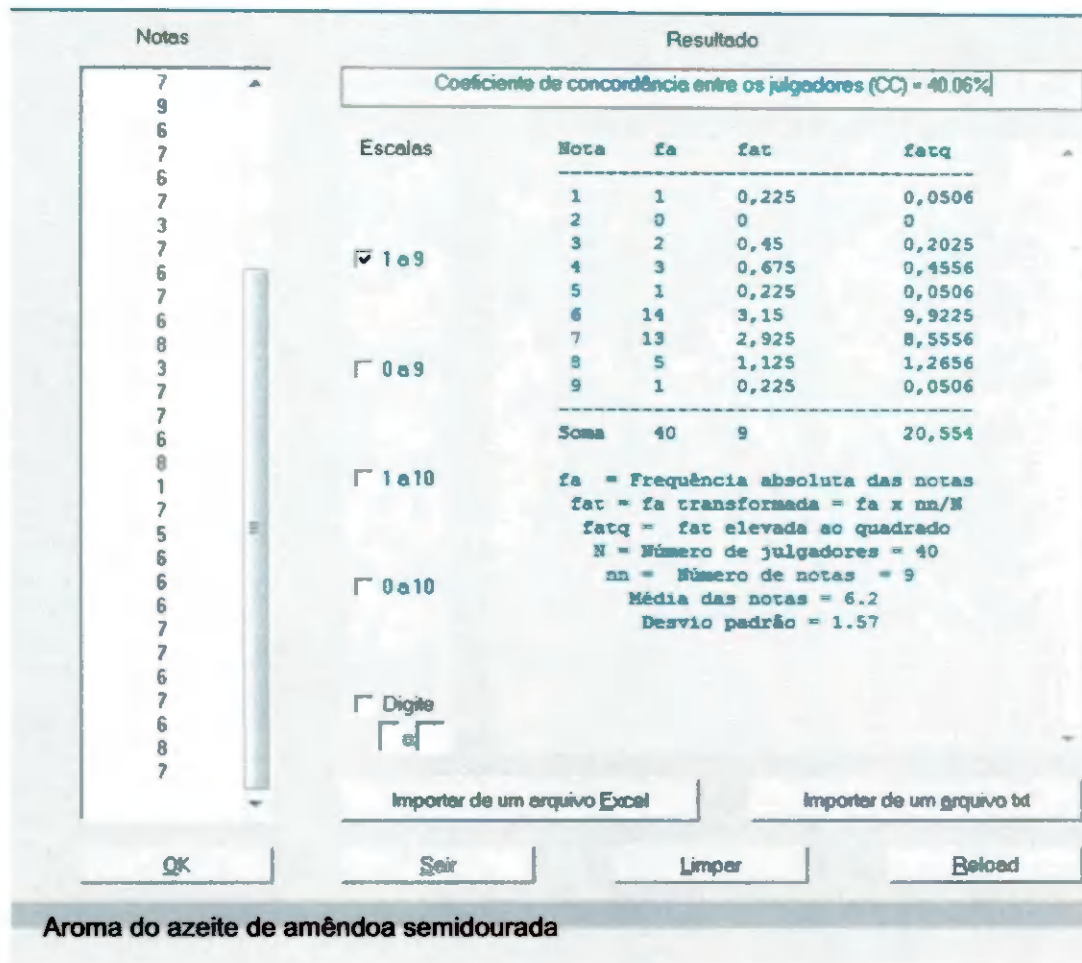


Figura B2: Média e coeficiente de concordância para o fator aroma do azeite de amêndoa de castanha-de-caju semidourada

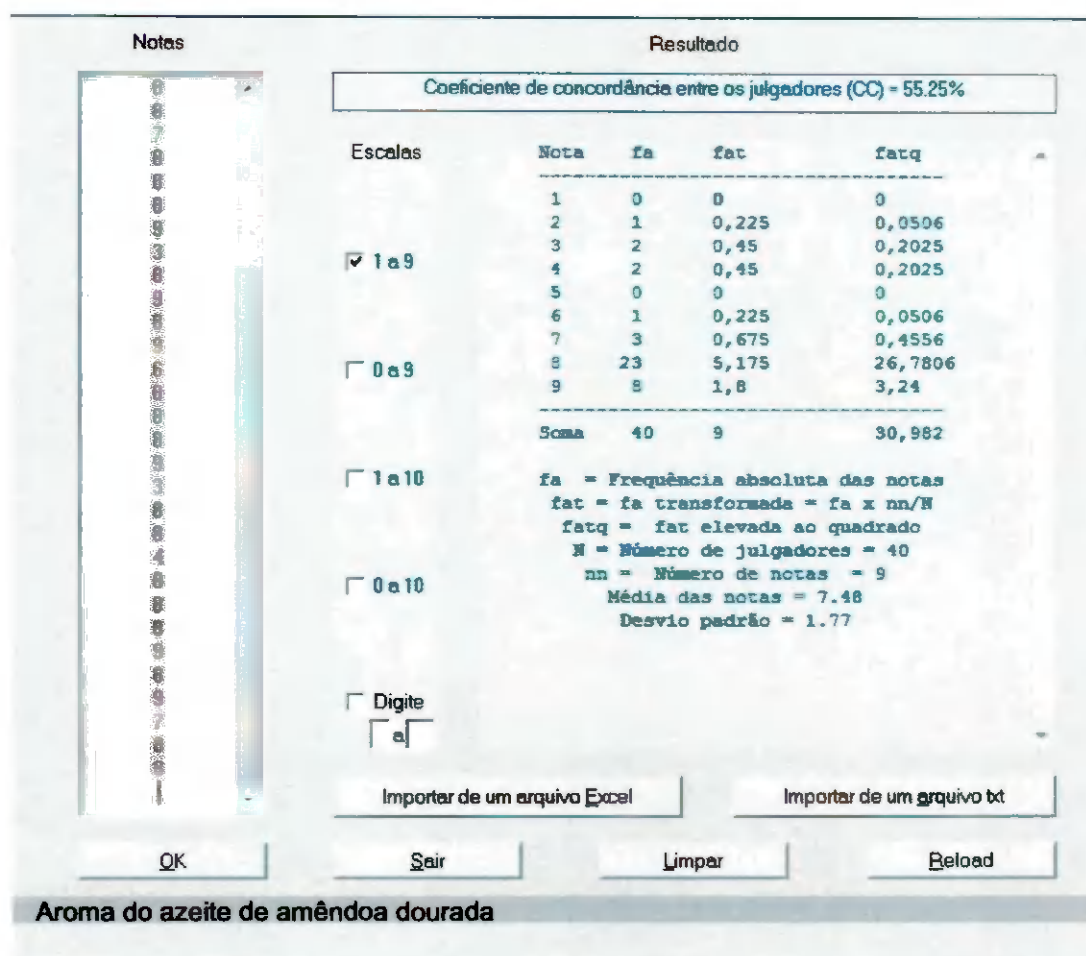


Figura B3: Média e coeficiente de concordância a para o fator aroma do azeite de amêndoa de castanha-de-caju dourada

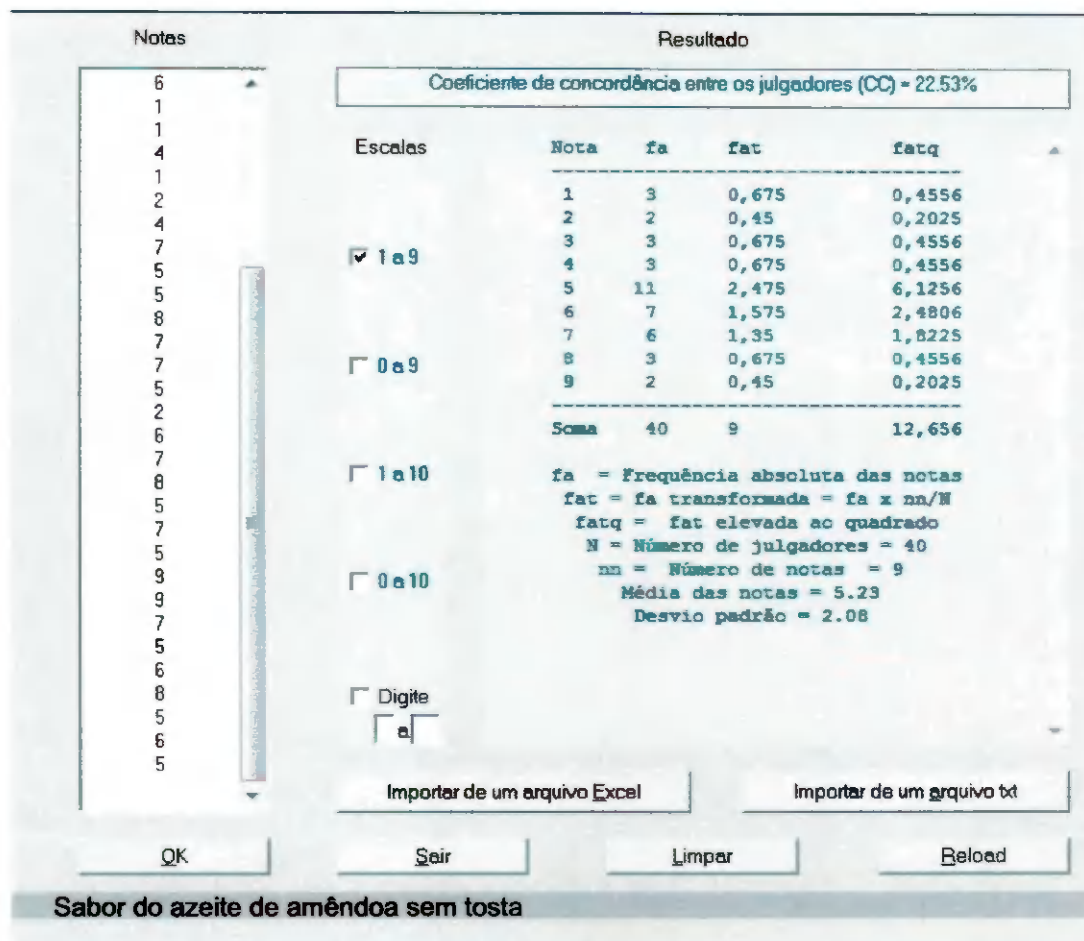


Figura B4: Média e coeficiente de concordância para o fator sabor do azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta

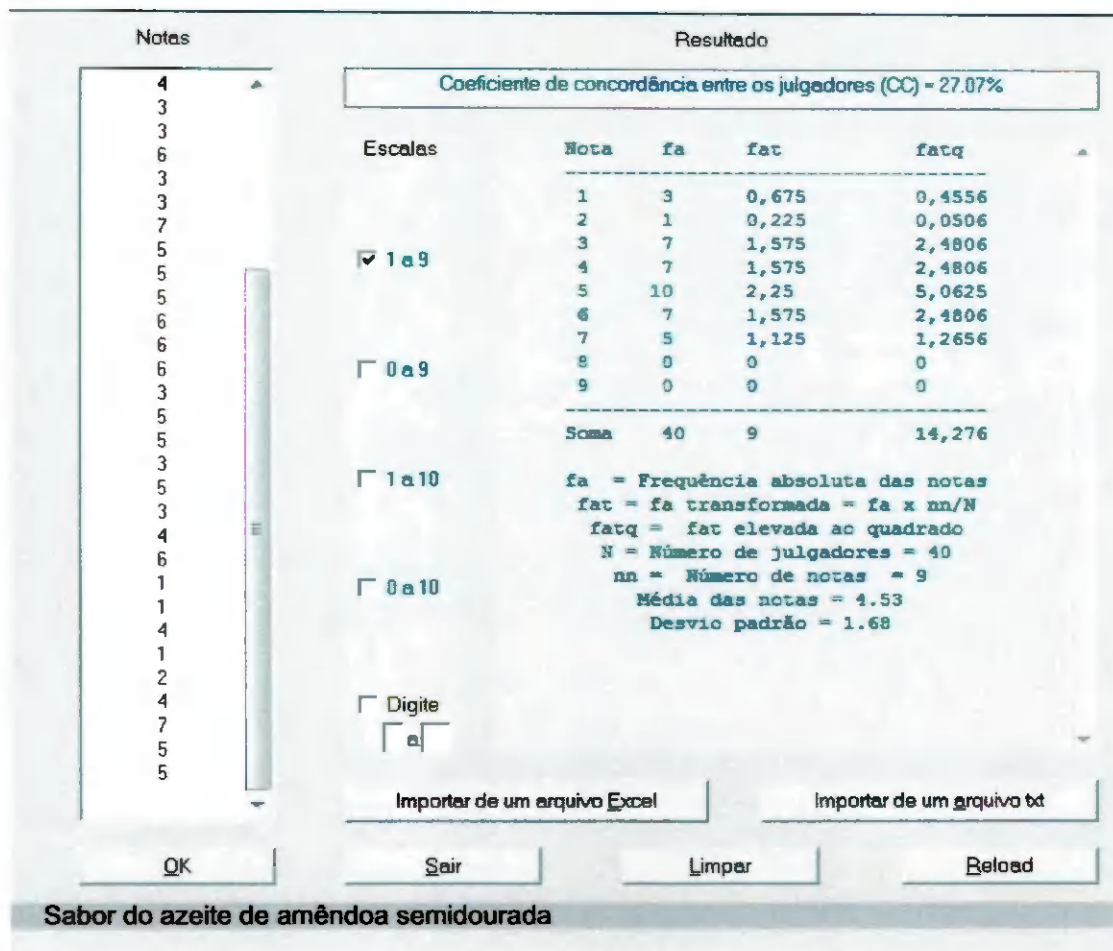


Figura B5: Média e coeficiente de concordância para o fator sabor do azeite de amêndoa de castanha-de-caju semidourada

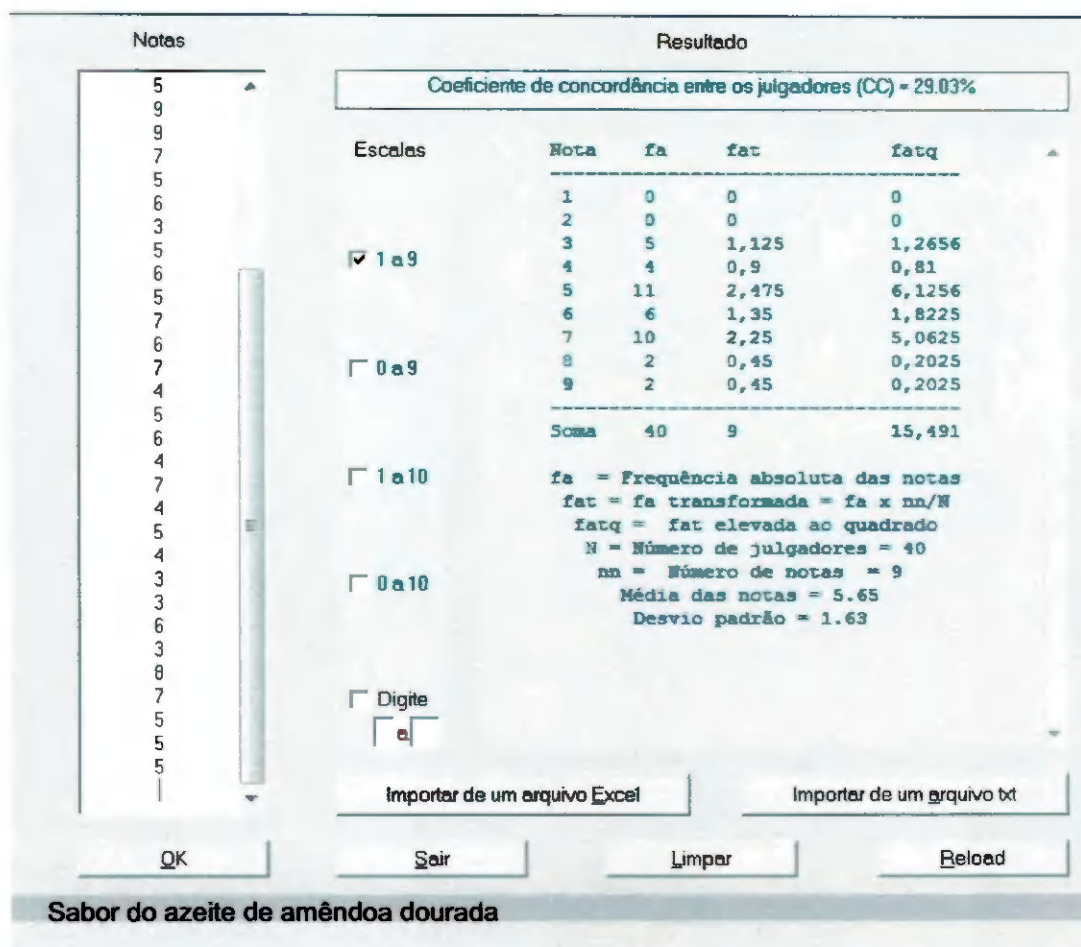


Figura B6: Média e coeficiente de concordância para o fator sabor do azeite de amêndoa de castanha-de-caju dourada

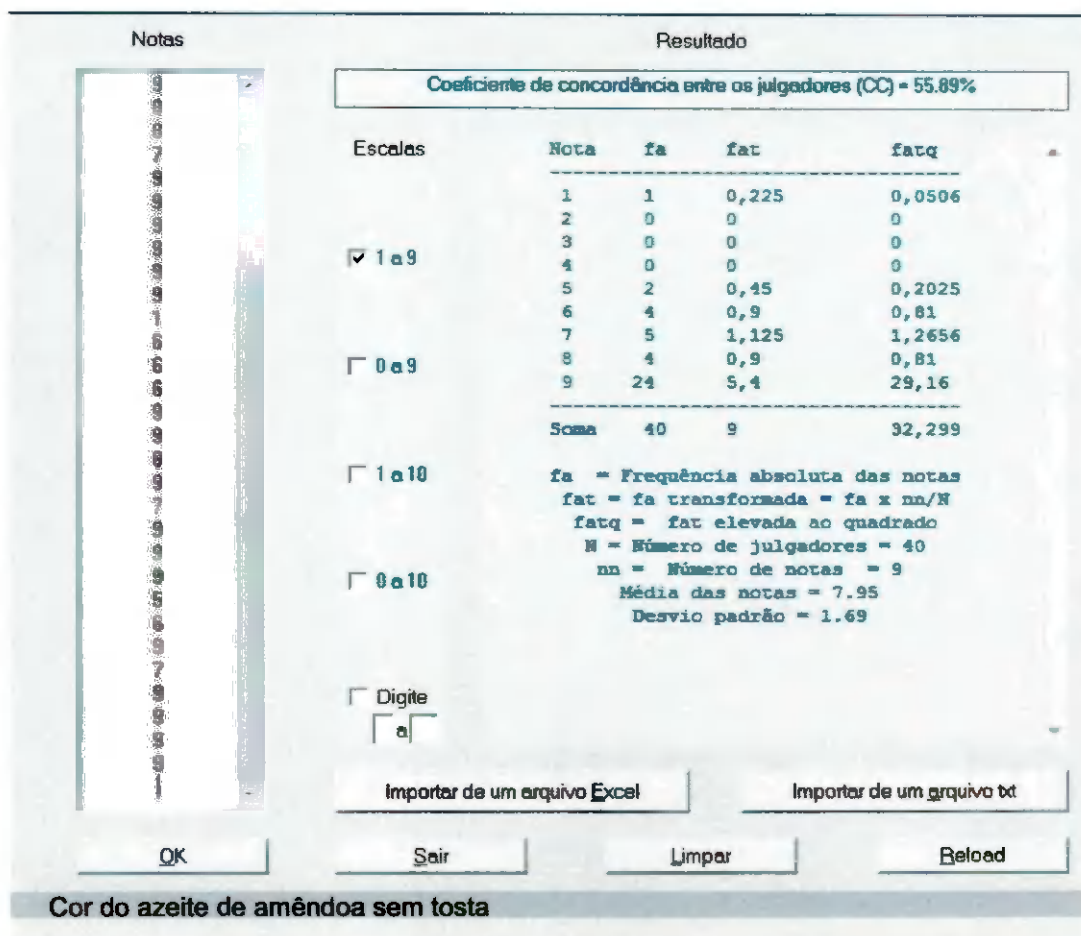


Figura B7: Média e coeficiente de concordância para o fator cor do azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta

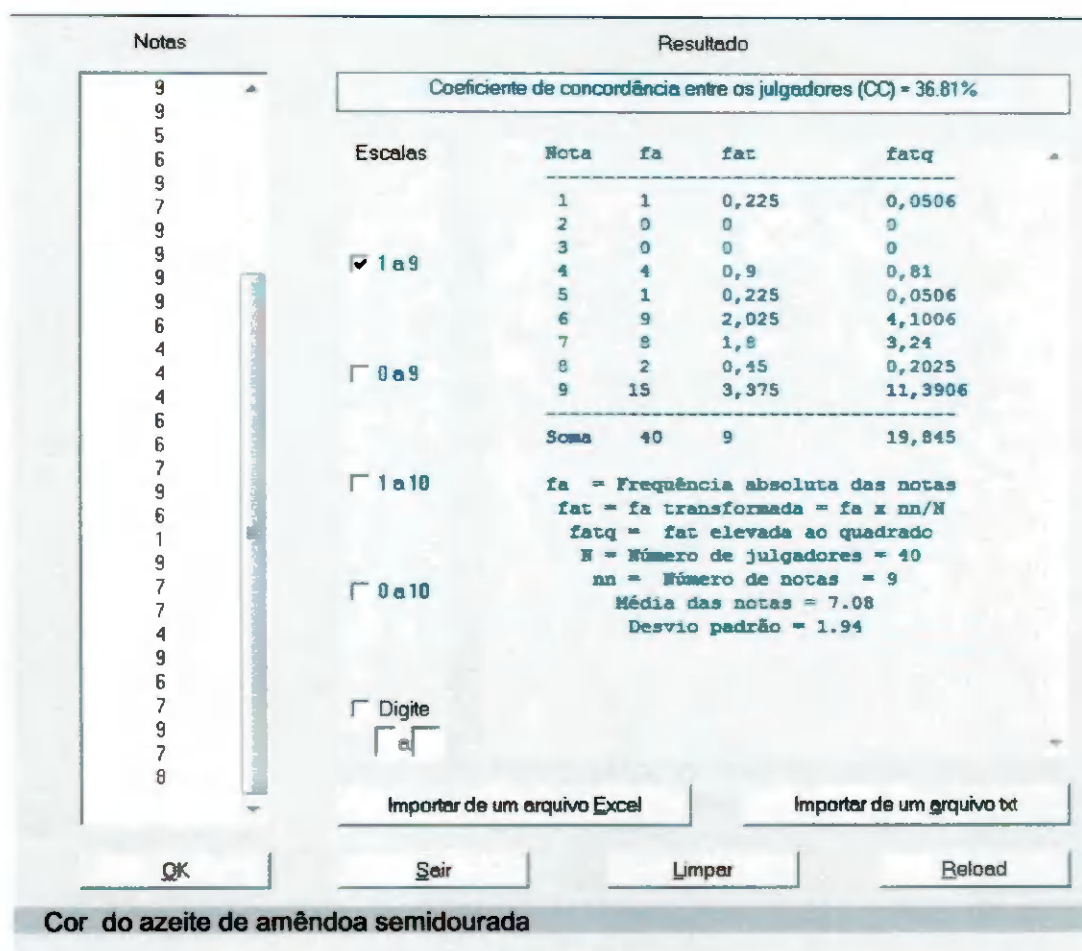


Figura B8: Média e coeficiente de concordância para o fator cor do azeite de amêndoa de castanha-de-caju semidourada

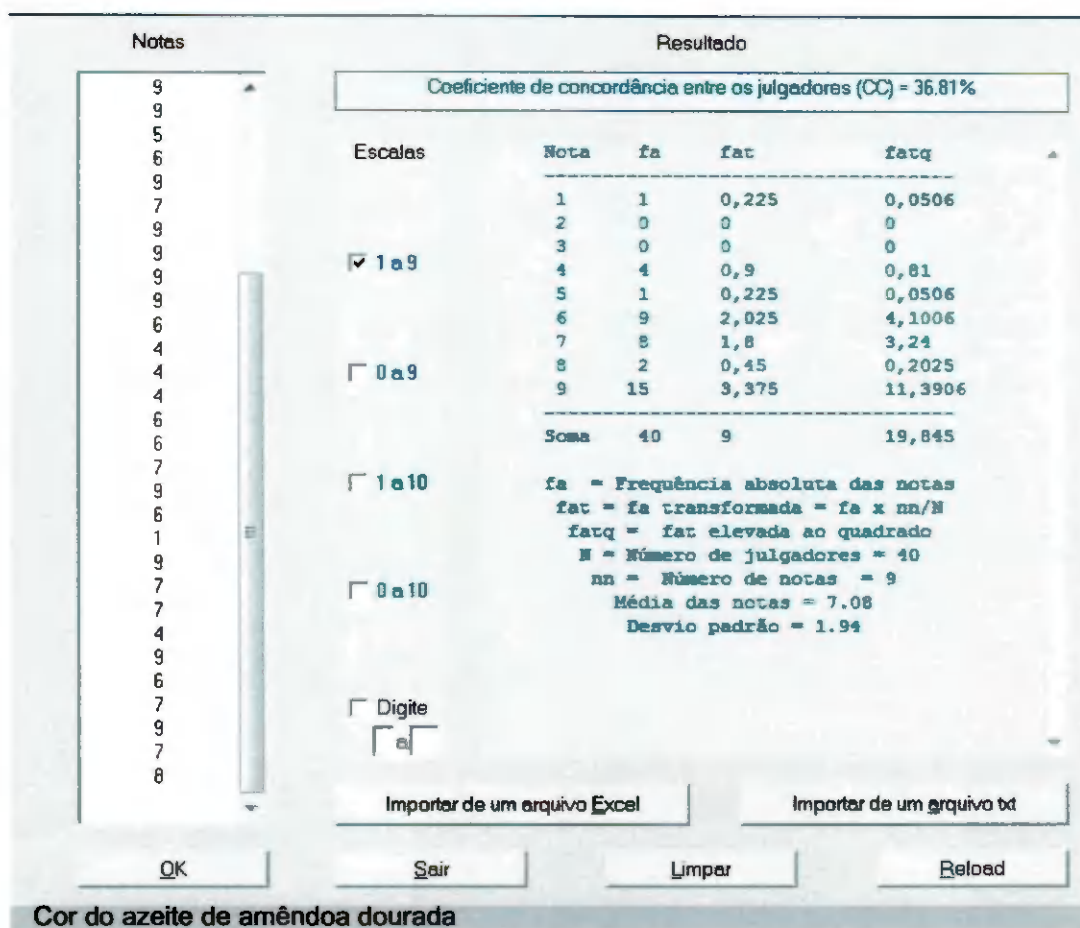


Figura B9: Média e coeficiente de concordância para o fator cor do azeite de amêndoa de castanha-de-caju dourada

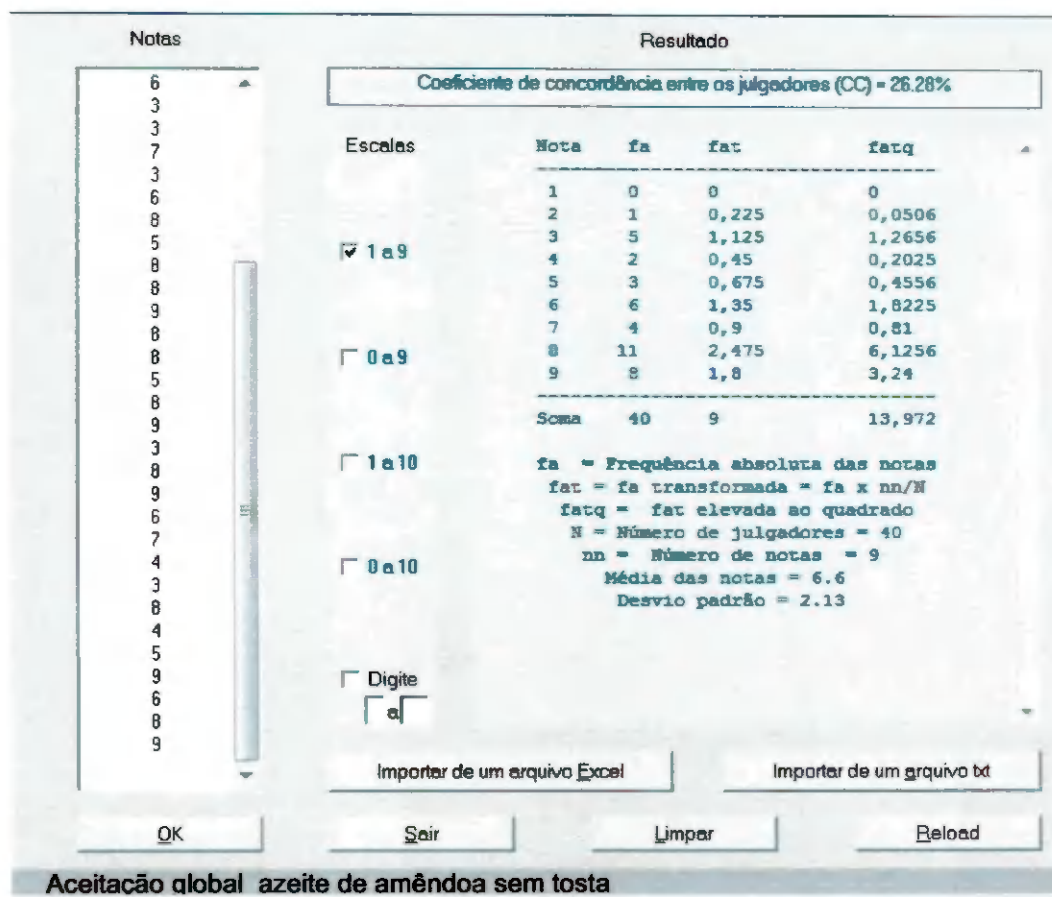


Figura B10: Média e coeficiente de concordância para o fator aceitação global do azeite de amêndoa-de-castanha de caju sem tosta

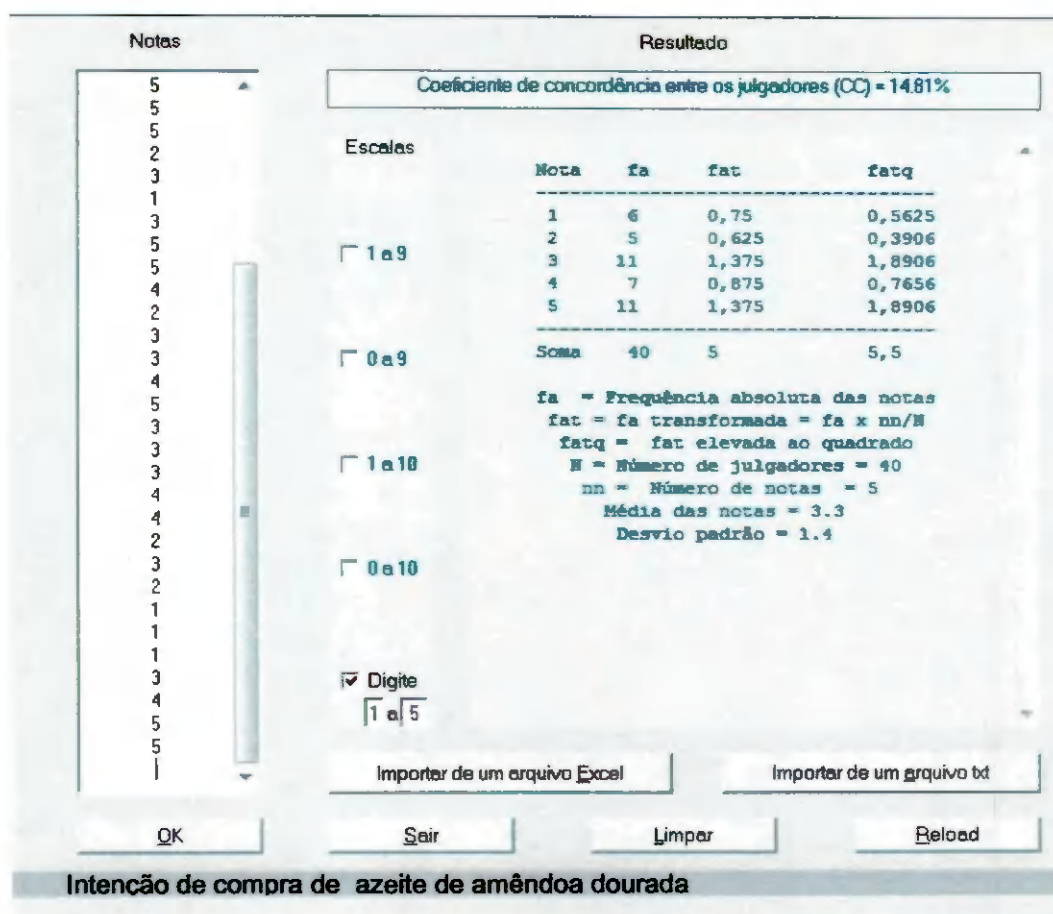


Figura B15: Média e coeficiente de concordância para o fator intenção de compra do azeite de amêndoa de castanha-de-caju dourada

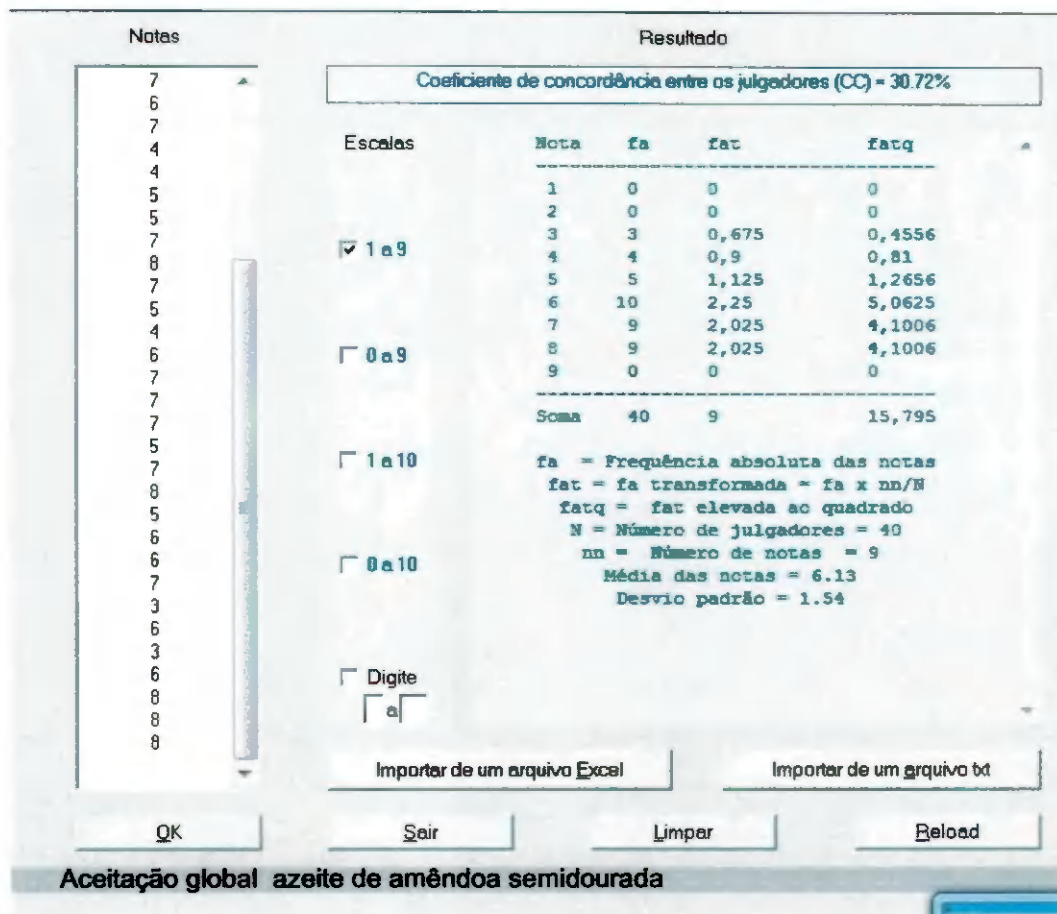


Figura B11: Média e coeficiente de concordância para o fator aceitação global do azeite de amêndoa de castanha-de-caju semidourada

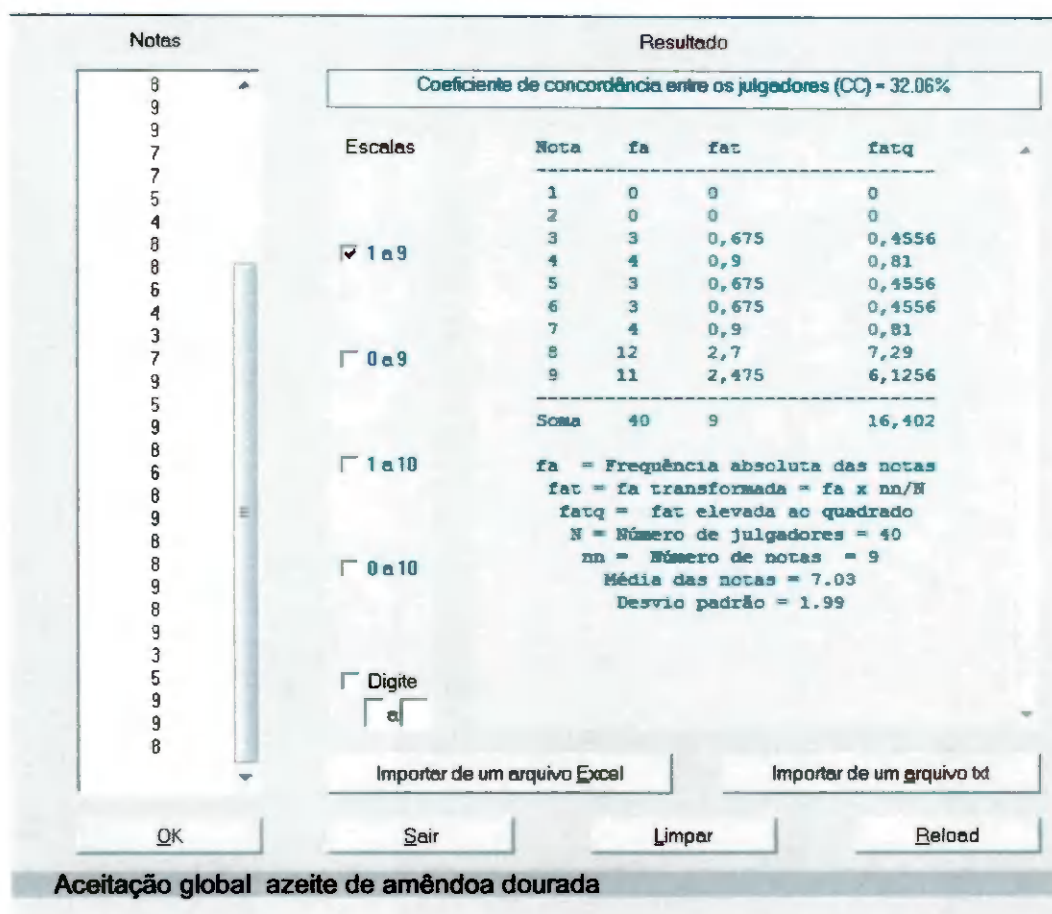


Figura B12: Média e coeficiente de concordância para o fator aceitação global do azeite de amêndoa de castanha-de-caju dourada

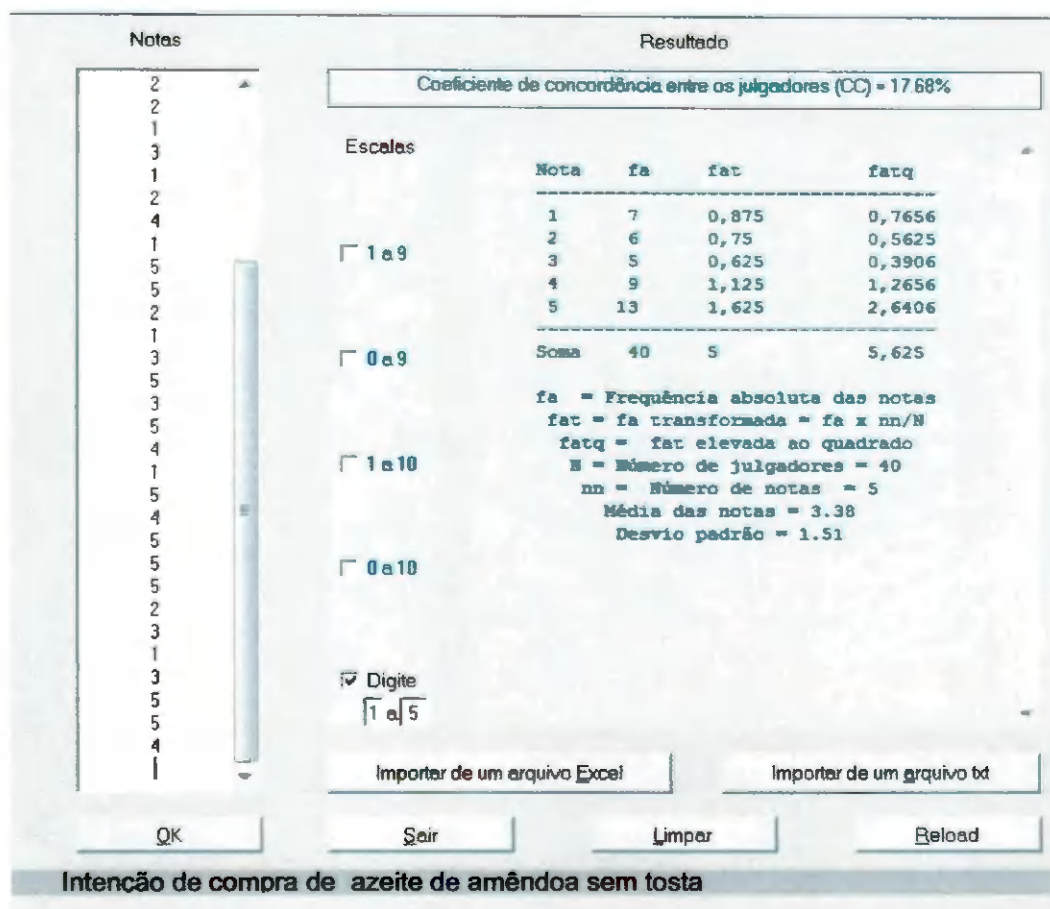


Figura B13: Média e coeficiente de concordância para o fator intenção de compra do azeite de amêndoa de castanha-de-caju sem tosta

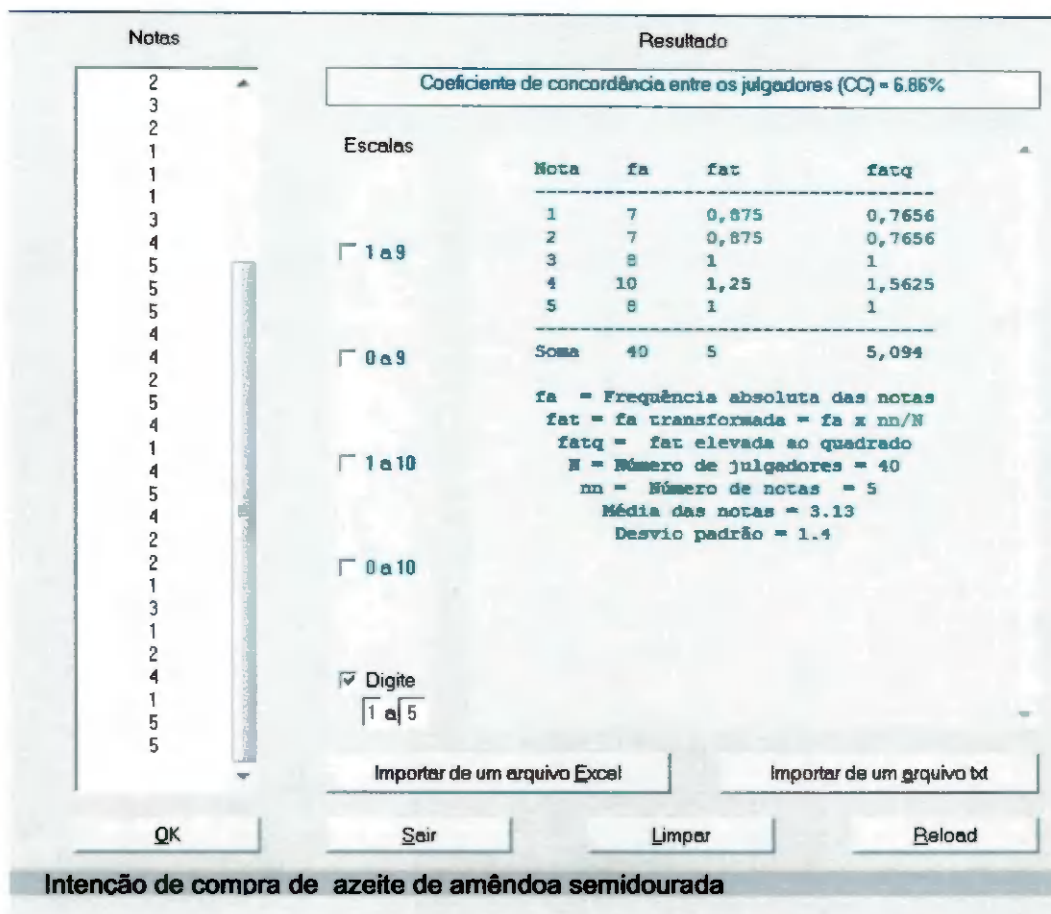


Figura B14: Média e coeficiente de concordância para o fator intenção de compra do azeite de amêndoa de castanha-de-caju semidourada