



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



ok

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Dissertação de Mestrado

ANÁLISE REOLÓGICA E SENSORIAL
DE IOGURTE DE LEITE DE CABRA
COM POLPA DE UMBU

Biblioteca UFCG
SMBC_CDSA
CAMPUS DE SUMÉ
Reg. 10538/12

ILICA MONTEIRO MARINHO

Campina Grande
Paraíba



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA



DISSERTAÇÃO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PROCESSAMENTO
E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS

ANÁLISE REOLÓGICA E SENSORIAL DE IOGURTE DE LEITE
DE CABRA COM POLPA DE UMBU

MARIA VERÔNICA MONTEIRO MARINHO

D15
634(043-3)
M338a
ex.01



Campina Grande - Paraíba
SETEMBRO, 2011

MARIA VERÔNICA MONTEIRO MARINHO

**ANÁLISE REOLÓGICA E SENSORIAL DE IOGURTE DE LEITE
DE CABRA COM POLPA DE UMBU**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

**ORIENTADORES: Prof.^a Dr.^a Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo
Prof. Dr. Alexandre José de Melo Queiroz**

Campina Grande – Paraíba

Setembro – 2011



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

M338a Marinho, Maria Verônica Monteiro.
Análise reológica e sensorial de iogurte de leite de cabra com polpa de umbu / Maria Verônica Monteiro Marinho. - Campina Grande, 2012.
67f.: il., color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
Orientadores: Prof. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo, Prof. Alexandre José de Melo Queiroz.

Referências.

1. *Spondias tuberosa* (Umbu). 2. Viscosidade. 3. Análise Sensorial. 4. Qualidade. I. Título.

CDU 634.442 (043)



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



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

MARIA VERÔNICA MONTEIRO MARINHO

**ANÁLISE REOLÓGICA E SENSORIAL DE IOGURTE DE LEITE DE CABRA COM
POLPA DE UMBU**

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Rossana M^a F. de Figueirêdo
Dr. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo – Orientadora

Aprovado

Alexandre J. M. Queiroz
Dr. Alexandre José de Melo Queiroz – Orientador

APROVADO

Josivanda B. Gomes
Dra. Josivanda Palmeira Gomes – Examinadora

APROVADO

Renato Fonseca Aragão
Dr. Renato Fonseca Aragão – Examinador

APROVADO

SETEMBRO - 2011

Dedicatória

A minhas irmãs, Rosângela e Madaleine (*in memoriam*) que me deixaram lições que jamais esquecerei.

A minha avó, Dindinha, sem cujas lições, às vezes tão duras, formando meu caráter, eu não teria alcançado minhas realizações.

“E o cidadão é o indivíduo que tem consciência de seus direitos e deveres e participa ativamente de todas as questões da sociedade.” Herbert de Sousa – Betinho

AGRADECIMENTOS

Àqueles que contribuíram para minha formação e que, sem dúvida alguma, colaboraram para que este trabalho tivesse a forma ora apresentada.

Eis a recompensa!

Obrigada!

A meus pais, meu filho Pedro Henrique e irmãos.

Aos meus orientadores, Prof^ª. Dr^ª. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo e Prof. Dr. Alexandre José de Melo Queiroz.

À Banca Examinadora, pelas colaborações.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – IFPE - *Campus* Belo Jardim.

À CAPES, pelo programa MINTER, à FACEPE, pelo financiamento do projeto e aos professores Francisco Braga e Josivanda Palmeira Gomes, pela coordenação do projeto.

Aos colegas de trabalho e estudo, em especial: Gilmara, José Carlos, Edmilson, Elvira, Socorro, Divânio, Jacson, Flávio, Jéssica, Vanessa, Karla Melo e Leila.



SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 - Objetivo geral	2
1.1.1 – Objetivos específicos	2
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 - Leite de cabra	3
2.2 – Uumbu	5
2.3 – Iogurte	7
2.4 - Características químicas, físicas e físico-químicas	9
2.4.1- Acidez	9
2.4.2 - Sólidos solúveis totais	9
2.4.3 - Teor de água	10
2.4.4 - Ácido ascórbico	10
2.4.5 – Cinzas	11
2.4.6 – Lipídios	11
2.4.7 – Proteínas	12
2.4.8 – Cor	12
2.4.9 – Densidade	13
2.4.10 - Atividade de água	13
2.5 - Análise sensorial	14
2.6 – Reologia	14
2.6.1 - Classificação do comportamento reológico dos fluidos	15

2.6.1.1- Fluidos newtonianos	15
2.6.1.2 - Fluidos não newtonianos	16
2.6.1.2.1- Fluidos viscoelásticos	16
2.6.1.2.2 - Dependentes do tempo	16
2.6.1.2.3 - Fluidos independentes do tempo	17
2.6.2 - Modelos reológicos	17
3 - MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 - Local do experimento	20
3.2 – Matéria-prima	20
3.3 - Processamento do umbu	20
3.3.1 – Seleção	20
3.3.2 – Sanitização	21
3.3.3 – Despulpamento	21
3.3.4 - Embalagem, armazenamento e congelamento	22
3.4 - Caracterização química, física e fisico-química da polpa de umbu	22
3.4.1 - Acidez total titulável (ATT)	22
3.4.2 – pH	22
3.4.3 - Sólidos solúveis totais (SST)	22
3.4.4 - Teor de água e sólidos totais	22
3.4.5 - Acido ascórbico	23
3.4.6 – Cinzas	23
3.4.7 - Atividade de água	23
3.4.8 – Cor	23
3.4.9 – Densidade	23
3.5 - Elaboração do iogurte	24
3.5.1 – Matéria-prima	24
3.5.2 – Processamento	24

3.6 - Análise sensorial	26
3.7 - Caracterização dos iogurtes	27
3.7.1 - Caracterização química e físico-química	27
3.7.1.1 - Acidez total titulável	27
3.7.1.2 - pH	28
3.7.1.3 - Lipídios	28
3.7.1.4 - Proteínas	28
3.7.1.5 - Teor de água e sólidos totais	28
3.7.1.6 - Cinzas	28
3.7.1.7 - Sólidos solúveis totais	28
3.7.1.8 - Ácido ascórbico	29
3.7.2 - Caracterização física	29
3.7.2.1 - Cor	29
3.7.2.2 - Atividade de água	29
3.8 - Comportamento reológico dos iogurtes	29
3.9 - Análises estatísticas	31
3.9.1 - Análises químicas, físicas e físico-químicas	31
3.9.2 - Análise sensorial	31
3.9.3 - Análise reológica	31
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 - Caracterização química, físico-química e física da polpa do umbu	32
4.2 - Caracterização química, física e físico-química dos iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu	34
4.3 - Análise sensorial dos iogurtes	37
4.3.1 - Avaliação da aceitação dos iogurtes	37
4.3.2 - Avaliação do percentual de concordância entre julgadores da análise sensorial	39



4.3.3 - Intenção de consumo dos iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu	42
4.4 - Análises do comportamento reológico dos iogurtes de leite de cabra com adição de polpa umbu a 10 e 20%	44
4.4.1 - Viscosidades aparentes dos iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu	52
5 – CONCLUSÕES	57
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 -	Classificação reológica dos fluidos	15
Figura 3.1 -	Fluxograma do processamento dos frutos para a produção da polpa	21
Figura 3.2 -	Etapas de elaboração do iogurte de leite de cabra com polpa de umbu	25
Figura 3.3 -	Formulário utilizado na análise sensorial dos parâmetros consistência, sabor, cor, aroma, aparência, acidez e doçura, para avaliar a aceitação dos iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu a 10, 15 e 20%	27
Figura 4.1 -	Perfil sensorial dos iogurtes de leite de cabra com adição de polpa de umbu	39
Figura 4.2 -	Intenção de consumo do iogurte de leite de cabra com 10% de polpa de umbu	42
Figura 4.3 -	Intenção de consumo do iogurte de leite de cabra com 15% de polpa de umbu	43
Figura 4.4 -	Intenção de consumo do iogurte de leite de cabra com 20% de polpa de umbu	44
Figura 4.5 -	Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação para o iogurte de leite de cabra com adição de 10% de umbu, nas temperaturas 5, 10 e 15 °C, descrita pelo modelo de Ostwald de Waelle	47
Figura 4.6 -	Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação para o iogurte de leite de cabra com adição de 10% de umbu, nas temperaturas 5, 10 e 15 °C, descrita pelo modelo de Casson	47
Figura 4.7 -	Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação para o iogurte de leite de cabra com adição de 10% de umbu, nas temperaturas 5, 10 e 15 °C, descrita pelo modelo de Mizrahi Berk	48



Figura 4.8 -	Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação para o iogurte de leite de cabra com adição de 20% de umbu, nas temperaturas 5, 10 e 15 °C, descrita pelo modelo de Ostwald de Waelle	51
Figura 4.9 -	Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação para o iogurte de leite de cabra com adição de 20% de umbu, nas temperaturas 5, 10 e 15 °C, descrita pelo modelo de Casson	51
Figura 4.10 -	Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação para o iogurte de leite de cabra com adição de 20% de umbu, nas temperaturas 5, 10 e 15 °C, descrita pelo modelo de Mizrahi Berk	52
Figura 4.11 -	Viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para o iogurte com 10% de polpa de umbu	54
Figura 4.12 -	Viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para o iogurte com 20% de polpa de umbu	56



LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 -	Perfil nutricional da polpa de umbu.	6
Tabela 3.1 -	Concentração de açúcar e de polpa de umbu adicionados às diferentes amostras de iogurtes	26
Tabela 4.1 -	Valores médios dos parâmetros físico-químicos, físicos e químicos da polpa de umbu	32
Tabela 4.2 -	Valores médios das características químicas, físicas e físico-químicas dos iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu (10, 15 e 20%)	35
Tabela 4.3 -	Valores médios da avaliação sensorial dos iogurtes de leite de cabra com adição de umbu (10, 15 e 20% de umbu) em relação a: consistência, sabor, cor, aroma, acidez, aparência e doçura	38
Tabela 4.4 -	Médias das notas e coeficientes de concordância entre julgadores (CC) da análise sensorial dos iogurtes de leite de cabra com adição de umbu, obtidos no teste de aceitação quanto aos parâmetros avaliados	40
Tabela 4.5 -	Parâmetros de ajuste dos modelos reológicos ajustados aos dados experimentais da tensão de cisalhamento, em função da taxa de deformação dos iogurtes de leite de cabra com adição de 10% de polpa de umbu	46
Tabela 4.6 -	Parâmetros de ajuste dos modelos reológicos ajustados aos dados experimentais da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação dos iogurtes de leite de cabra com adição de 20% de polpa de umbu	50
Tabela 4.7 -	Viscosidade aparente (mPa s) de iogurte de leite de cabra com adição de polpa de umbu (10%) em função da velocidade de rotação e temperatura	53
Tabela 4.8 -	Viscosidade aparente (mPa s) de iogurte de leite de cabra com adição de polpa de umbu (20%) em função da velocidade de rotação e temperatura	55



RESUMO

O consumo do leite de cabra e de seus derivados é crescente, tendo-se como base, sua qualidade nutricional; no entanto, o sabor forte e marcante tem aceitabilidade reduzida induzindo rejeição em boa parte dos consumidores. A produção de iogurte a partir do leite de cabra combinado com polpa de frutas, pode melhorar as características sensoriais próprias do leite, mascarando seu odor característico, melhorando os teores nutricionais e, por consequência, aumentando a comercialização e o mercado. Assim sendo, objetivou-se, com esta pesquisa, a elaboração e a avaliação sensorial, química, física, físico-química e reológica de iogurte de leite de cabra adicionada de polpa de umbu (*Spondias tuberosa*). Foram utilizados, na elaboração das amostras, iogurte de leite de cabra, polpa de umbu, adicionada nas proporções de 10, 15 e 20%, e sacarose. Realizou-se a caracterização química, física e físico-química da polpa do umbu utilizada na elaboração das amostras. Os dados das avaliações químicas, físicas e físico-químicas da polpa foram expressos em média simples. Nas avaliações químicas, físicas e físico-químicas dos iogurtes os dados foram tratados de acordo com o delineamento inteiramente casualizado com três repetições, utilizando-se o programa Assistat. Nos iogurtes elaborados realizou-se a análise sensorial por meio de uma escala hedônica de nove pontos, na qual foram avaliados os atributos de consistência, sabor, cor, aroma, aparência, acidez e doçura e aplicados testes de aceitação; os dados foram tratados pelos programas Consensor 1.1 e Assistat, com comparação entre as médias, pelo Teste de Tukey. O estudo do comportamento reológico dos iogurtes foi realizado nas temperaturas 5, 10 e 15 °C, com leituras realizadas em viscosímetro e os dados ajustados com os modelos de Ostwald de Waelle (Lei da Potência), Casson e Mizrahi-Berk. A polpa de umbu apresentou valores de pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, ácido ascórbico e teor de água, próximos aos valores reportados em literatura; em relação à cor, apresentou predominância do matiz amarelo. Para os iogurtes com diferentes concentrações de polpa de umbu o que apresentou as maiores notas médias em todos os parâmetros da avaliação sensorial, foi o iogurte de leite de cabra com 10% de polpa de umbu. Com base nos valores do pH, os iogurtes foram classificados como alimentos ácidos; em relação aos parâmetros acidez total titulável e ácido ascórbico, o iogurte de leite de cabra, com 10% de polpa de umbu, apresentou os maiores valores; não houve diferença significativa entre as formulações em relação aos sólidos solúveis totais (°Brix), proteínas, lipídios e atividade de água. Os iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu apresentaram comportamento de fluido não newtoniano com características pseudoplásticas. Os modelos reológicos de Ostwald de Waelle, Casson e Mizrahi-Berk representaram satisfatoriamente o comportamento reológico dos iogurtes de leite de cabra com diferentes concentrações de polpa de umbu. O aumento no percentual de polpa de umbu adicionada reduziu as viscosidades aparentes dos iogurtes.

Palavras-chave: *Spondias tuberosa*, viscosidade, análise sensorial, qualidade

ABSTRACT

The consumption of goat milk and its derivatives is growing, due to its nutritional quality. However, its strong flavor has reduced acceptability in a considerable part of the consumer market. The production of yogurt from goat milk combined with fruit pulp can improve the sensory traits of the former by masking its characteristic aroma, improving nutritional content, thereby increasing its commercialization and market share. Thus, this study aimed at the development and sensory, chemical, physical, physico-chemical and rheological assessment of yogurt from goat's milk added to *umbu* pulp (*Spondias tuberosa*). Samples of goat milk yogurt and *umbu* pulp, added in proportions of 10, 15 and 20%, and sucrose, were used to elaborate the samples. We carried out the chemical, physical and physicochemical characterization of *umbu* pulp used in sample preparation. Data from chemical, physical and physicochemical assessments of the pulp were expressed as means. In the chemical, physical and physicochemical evaluations of the yogurts, data were analyzed in accordance with a randomized design with three replications using the Assistat program. In prepared yogurts, sensory evaluation was conducted using a nine-point hedonic scale, where we assessed consistency, flavor, color, aroma, appearance, acidity and sweetness, applying acceptance testing. Data were analyzed with Consensor 1.1 and Assistat programs, and means compared by applying Tukey's test. The study of rheological behavior was performed at 5, 10 and 15 °C, with readings performed in a viscometer and data fit to Ostwald the Waelle (Power Law), Casson, and Mizrahi-Berk models. The *umbu* pulp showed pH, titratable acidity, soluble solids, ascorbic acid and moisture content close to values reported in the literature, and, in terms of color, exhibited a predominantly yellowness. For yogurts with different concentrations of *umbu* pulp, goat's milk (10% *umbu* pulp) displayed the highest mean scores in all sensory parameters. Based on pH values, yogurts were classified as acidic foods; with respect to titratable acidity and ascorbic acid, yogurt from goat's milk with 10% *umbu* pulp exhibited the highest values; there was no significant difference between the formulations in terms of soluble solids (°Brix), proteins, lipids and water activity. Goat milk yogurt with *umbu* pulp showed non-Newtonian fluid behavior with pseudoplastic characteristics. Ostwald the Waelle, Casson, and Mizrahi-Berk rheological models adequately represented the rheological behavior of goat milk yogurt with different concentrations of *umbu* pulp. The increased percentage of *umbu* pulp reduced the apparent viscosity of the yogurts.

UFCC - BIBLIOTECA

Keywords: *Spondias tuberosa*, viscosity, sensory analysis, quality

1. - INTRODUÇÃO

A caprinocultura é uma atividade que se vem desenvolvendo muito nos últimos anos, com um rebanho nacional de aproximadamente 7,1 milhões de cabeças (ANUALPEC, 2011).

No Brasil, a caprinocultura vem assumindo grande importância socioeconômica, como fonte de alimento de alta qualidade, com ênfase no leite (PAIVA et al., 2004). Seus maiores consumidores são crianças com intolerância ao leite de vaca, idosos e pessoas convalescentes, que consomem o produto por indicação médica. O consumo deste leite e de seus derivados é crescente, baseando-se na qualidade nutricional. De acordo com LIMA (2000) o leite de cabra é indicado no uso terapêutico e no medicinal, com vista a: problemas alérgicos, distúrbios digestivos, desnutrição, na convalescença de crianças e idosos, constituindo um produto de alto valor biológico. Segundo ANUALPEC (2009) o Brasil, que até 1988 não produzia ou comercializava leite de cabra de forma legal, alcançou, em 2009, sua autossuficiência, chegando a um patamar no qual passa a transformar excedentes produtivos em queijo, derivado de alto valor agregado.

O leite de cabra tem características únicas: alta digestibilidade, alcalinidade distinta do leite de vaca e maior capacidade tamponante além de ser rico em ácidos graxos de cadeia curta ou saturada que propiciam um perfeito aproveitamento do produto pelo organismo (MAREE, 1985); seu processamento resulta em produtos como queijo, iogurte, bebida láctea, sorvetes e sobremesas lácteas. Embora o leite de cabra seja comprovadamente um leite de melhor disponibilidade de nutrientes em relação ao de vaca, em geral existe uma rejeição do mercado consumidor devido sobretudo ao seu odor característico.

O iogurte é um produto obtido por coagulação e diminuição do pH do leite pela fermentação láctica. É um produto de excelente característica sensorial, bastante diversificado, de boa aceitabilidade, apresentando uma das melhores margens de rentabilidade para o fabricante de produtos lácteos, pelo fato de não passar por nenhum processo de concentração, podendo alguns ingredientes, como polpas de fruta, ser acrescentados; seu mercado vem demonstrando grande potencial de crescimento nos últimos anos (SANTOS, 1998).

A produção de iogurte a partir do leite de cabra combinado com polpa de frutas, pode melhorar as características sensoriais próprias do leite de cabra, mascarando seu odor característico, melhorando os teores nutricionais e, por consequência, aumentando a

comercialização e o mercado desta matéria-prima. Embora poucos trabalhos na literatura tenham sido desenvolvidos envolvendo a produção de iogurte a partir do leite de cabra; no Brasil a produção de iogurte de leite de cabra é realizada em pequena escala e ainda de forma artesanal, necessitando-se da realização de estudos para aprimorar o desenvolvimento de tecnologias visando à sua produção.

Das frutas típicas da região nordeste, especificamente da região semiárida, o umbuzeiro se destaca por lhe ser nativo, além de perfeitamente adaptado à irregularidade do período de chuvas e, ainda, por produzir frutos de sabor marcante e bastante apreciado para o consumo in natura e para a elaboração de doces, sucos e outros derivados.

A disponibilidade de leite de cabra e umbu sugere uma associação de produtos a fim de melhorar e incorporar valor a ambos. O iogurte elaborado com leite de cabra mantém o sabor característico do produto original e a incorporação de polpa de umbu traria, ao iogurte, uma redução do odor e sabor do leite, ao mesmo tempo com melhoria do teor de ácido ascórbico.

1.1 - Objetivo geral

Elaboração, avaliação sensorial, física, físico-química e reológica de iogurtes de leite de cabra adicionados com polpas de umbu.

1.1.1 - Objetivos específicos

❖ Caracterizar a polpa de umbu quanto aos parâmetros pH, acidez total titulável, sólidos solúveis, sólidos totais, ácido ascórbico, teor de água, cinzas, densidade, atividade de água e parâmetros de cor;

❖ Elaborar iogurtes de leite de cabra com adição de polpa de umbu nas concentrações de 10, 15 e 20%;

❖ Caracterizar os iogurtes elaborados determinando-se o pH, acidez total titulável, sólidos solúveis, sólidos totais, ácido ascórbico, açúcares redutores e não-redutores, proteínas totais, lipídios, teor de água, cinzas, atividade de água e parâmetros de cor;

❖ Realizar análise sensorial dos iogurtes elaborados quanto aos atributos de consistência, sabor, cor, aroma, aparência, acidez, doçura e intenção de consumo.

❖ Avaliar o comportamento reológico dos iogurtes, nas temperaturas de 5, 10 e 15 °C.



2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Leite de cabra

Segundo CHAVES (2011) o papel do leite na natureza é, basicamente, nutrir e prover proteção imunológica aos filhotes dos mamíferos, haja vista lhes ser indispensável nos primeiros meses de vida. Do ponto de vista biológico, o leite é uma secreção das glândulas mamárias de fêmeas mamíferas cuja função natural é a alimentação dos recém-nascidos. Os diferentes tipos de leite podem ser destinados como matéria-prima para o processamento de diversos produtos como, por exemplo, podem ser citados os leites fermentados (iogurte, coalhada, quefir, bebidas lácteas e os diferentes tipos de queijo); produtos concentrados com adição de açúcar (leite condensado e doce de leite) ou sem adição de açúcar (leite evaporado), desidratados (leite em pó) e os derivados gordurosos (creme com diferentes teores de gordura, creme aerado, acidificado, manteiga, sorvetes à base de leite, sobremesas aeradas à base de leite, pudins etc.).

O leite é considerado um dos alimentos mais completos, por apresentar vários elementos importantes para a nutrição humana, como matérias orgânicas e nitrogenadas, caseína e albumina, necessárias à constituição dos tecidos e do sangue, sais minerais para a formação do esqueleto e, ainda, vitaminas, certas diástases e fermentos lácticos (MESQUITA, 2005).

Conforme PEREIRA et al. (2009) o consumo de leite de cabra e de seus derivados é crescente no Brasil e no mundo uma vez que seu valor nutritivo vem sendo cada vez mais reconhecido devido à presença de elementos necessários à nutrição humana; seus maiores consumidores são crianças que têm alergia ao leite de vaca, idosos e pessoas convalescentes.

De acordo com MENDES et al. (2009) devido às particularidades do leite de cabra como quantidade reduzida ou inexistente de α -s1 caseína, este leite se torna uma alternativa para inúmeras pessoas que apresentam alergia ao leite de vaca; o leite de cabra apresenta várias peculiaridades, sendo um alimento de alta digestibilidade, elevado valor nutricional, cor branca, odor suave, sabor adocicado, maior quantidade de proteína e menor de extrato seco desengordurado do que o leite de vaca.

Segundo o Anuário Brasileiro da Pecuária (ANUALPEC, 2011) o mercado brasileiro de leite de cabra e seus derivados estão aquecidos, em pleno crescimento fortalecendo a cadeia produtiva. A produção nacional se concentra, sobremaneira no

Nordeste, em estados como Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Pernambuco e Bahia, mas há uma concentração de polos distribuidores e, principalmente, industriais no Sudeste (Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo) e o Rio Grande do Sul reúne as maiores produtividades do Brasil. Estima-se que, internamente, 36 milhões de litros de leite caprino são processados anualmente, de maneira formal, no Brasil, diante de uma produção total de 140 milhões de litros por ano. A produção é exclusivamente direcionada ao mercado nacional formado sobretudo por pessoas com intolerância ao leite bovino. Cerca de um terço do volume gerado de leite de cabra no País é usado na fabricação de queijos similares ao emmental, ao gouda e ao prato, entre outras variedades e o restante é dirigido a produtos como iogurtes e leites UHT e em pó. A Paraíba e o Rio Grande do Norte produzem e distribuem mais de nove milhões de litros de leite de cabra por ano, para a merenda escolar, creches, maternidades e programas sociais.

O leite de cabra é um composto físico e químico complexo possuindo qualidades próprias, que muito o ressaltam como alimento, porém sua composição varia de acordo com vários fatores, entre os quais, a raça, estágio de lactação, ciclo estral, condições ambientais, estação do ano, alimentação, cuidados dispensados ao animal e estado de saúde do mesmo (JARDIM, 1984).

Segundo BRASIL (2000) o leite de cabra é o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de animais da espécie caprina sadios, bem alimentados e descansados. Pode ser classificado, quanto ao teor de gordura, em: Leite de cabra integral - quando não houver qualquer alteração do teor de gordura contido na matéria-prima; Leite de cabra padronizado - teor de gordura acertado para 3%; Leite de cabra semidesnatado teor de gordura, entre 0,6 e 2,9%; e Leite de cabra desnatado - teor de gordura máximo de 0,5%.

O bom leite de cabra é de cor branca pura devido ao baixo conteúdo de pigmentos carotenoides, embora seu teor de vitamina A seja superior ao dos leites humanos e de vaca, apresentando sabor e odor próprios (JARDIM, 1984).

Aproximadamente 6% das crianças apresentam sintomas de alergia ao leite de vaca, que podem caracterizar-se por distúrbios digestivos, sintomas nasais, otites e erupções cutâneas, entre outras. A caseína alfa-S1, proteína encontrada em grandes quantidades no leite de vaca, é a grande responsável por esse tipo de reação alérgica. O leite de cabra não contém β -lactoglobulina, também estimulante de reações alérgicas não-específicas. Portanto, possui maior tolerabilidade se comparado ao leite de vaca, o que acarreta maior

absorção de nutrientes importantes como cálcio, proteínas e carboidratos (RIBEIRO, 1997).

Conforme PEREIRA et al. (2009) o consumo do leite de cabra e de seus derivados é crescente, uma vez que seu valor nutritivo está sendo cada vez mais reconhecido devido à presença de elementos necessários à nutrição humana, como o açúcar (lactose), proteínas, gorduras, vitaminas, ferro, cálcio, fósforo e outros minerais.

2.2 – Umbu

O umbuzeiro ou imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) é uma fruteira do gênero *Spondias*, pertencente à família Anacardiaceae; segundo DONADIO et al. (2004) é nativa do sertão e agreste brasileiros, da região semiárida do Nordeste mas também das Guianas e até de Minas Gerais e Rio de Janeiro; é muito resistente à seca; é uma planta heliófila, decídua, caducifólia e xerófila.

O umbu é colhido de árvores que crescem espontaneamente; seu extrativismo é praticado principalmente nos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Bahia, na parte semiárida de Minas Gerais e em partes do Maranhão (CAVALCANTI et al., 2001).

Conforme CAVALCANTI et al. (2005) a fenologia reprodutiva do imbuzeiro na região do sertão de Pernambuco ocorre no período mais crítico e na ausência de precipitações. O período médio entre o início da frutificação e a maturação plena dos frutos é de 125 dias; a planta, considerada a mais precoce, apresentou frutos maduros aos 117 dias após o início da frutificação.

O umbu também é conhecido como ambu, imbu ou ombu. De acordo com CHITARRA & CHITARRA (2006) o umbu é uma drupa de forma oval, com 2,5 a 4,0 cm de comprimento, apresentando casca coriácea amarela a verde-amarelado e polpa esbranquiçada ou esverdeada, mole, succulenta e de sabor agridoce; a semente é oblonga, lisa, com 1,3 a 2,0 cm de comprimento.

Segundo EPSTEIN (1998) o umbu é bastante perecível e constituído de casca (22%), polpa (68%) e caroço (10%) com semente arredondada a ovalada, peso de 1 a 2,0 gramas e 1,2 a 2,4 cm de diâmetro, quando despulpada.

Na Tabela 2.1 tem-se o perfil nutricional de polpa de umbu.

Tabela 2.1 - Perfil nutricional da polpa de umbu

Perfil nutricional de 100 g de polpa de umbu	
44 calorias	2 mg de ferro
20 mg de cálcio;	33 mg de vitamina C
0,6 g de proteína	30 mg de vitamina A
14 mg de fósforo	0,04 mg de vitamina B1

Fonte: EPSTEIN (1998)

Os frutos de umbuzeiro apresentam apelo "exótico" para mercados de outras regiões do Brasil, como Sudeste e Sul, e para o mercado externo, o que vem estimulando o aumento de sua produção. Ainda não devidamente caracterizado particularmente no que se refere ao seu potencial para industrialização, o umbu é uma fruta que demanda pesquisas dentre as quais se ressaltam a adequação de tecnologias convencionais e o desenvolvimento de novas tecnologias para o processamento dessa fruta, de forma a promover um aproveitamento mais rentável mediante a agregação de valor (FOLEGATTI et al., 2003).

Conforme CAZÉ FILHO et al. (2005) o umbuzeiro, com seus frutos suculentos e ricos em sais minerais e vitaminas, contribui consideravelmente na dieta do sertanejo. O agronegócio do umbu, movimenta no Nordeste, cerca de 6 milhões de reais/ano, envolvendo a coleta, processamento e comercialização dos frutos; além de sua importância social e econômica, é uma espécie nativa dessa região que apresenta extrema resistência à seca. Tal resistência é assegurada por mecanismos fisiológicos, sobretudo o acúmulo de água, pelos xilopódios na época das chuvas, pela queda das folhas na estação seca e pelo fechamento dos estômatos nas horas mais quentes do dia, evitando a transpiração excessiva permitindo, a esta planta, vegetar e frutificar bem, mesmo em condições adversas, ou seja, nos anos considerados secos.

Com base em FOLEGATTI et al. (2003) os umbus são consumidos principalmente na forma *in natura*, preparados como refresco, sorvete ou "umbuzada" (polpa do umbu cozida com leite e açúcar), ante o que esses pesquisadores avaliaram o aproveitamento do umbu na forma de geleia ou compota tendo verificado que os produtos desenvolvidos apresentaram boa aceitação sensorial; a geleia de umbu mais aceita foi a produzida com proporção polpa:açúcar de 50:50, ao passo que para a compota houve uma relação direta entre a aceitação sensorial e o teor final de sólidos solúveis totais, cujos produtos finais foram com 30 °Brix e 35 °Brix, isto é, os mais bem aceitos sensorialmente.

2.3 – Iogurte

Segundo PEREDA et al. (2005) a origem do iogurte deve situar-se no Oriente Médio ou na Índia. Ao armazenar o leite sempre nos mesmos recipientes, os pastores nômades foram selecionando uma microbiota que fermentava o leite e produzia um alimento de sabor agradável; por outro lado, o alto grau de acidez conseguido não permitia o desenvolvimento de bactérias patogênicas. Sem dúvida, os pastores perceberam que seu consumo não lhes causava nenhum prejuízo algum e então este produto se tornou popular e era oferecido às crianças, na desmana.

De acordo com BRASIL (2007) entende-se por iogurte, yogur ou yoghurt, os produtos adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidas por coagulação e diminuição do pH do leite, ou reconstituídos, adicionados ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica, mediante ação de cultivos protossimbióticos de *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*, aos quais se pode adicionar, de forma complementar, outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final; esses micro-organismos específicos devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto final, durante seu prazo de validade.

Ainda segundo BRASIL (2007) os leites fermentados (iogurtes) são classificados, de acordo com o conteúdo de matéria gorda, em: Com creme - aqueles cuja base láctea tenha um conteúdo de matéria gorda mínima de 6,0 g/100 g; Integrais ou Enteros - matéria gorda mínima de 3,0 g/100 g; Parcialmente desnatados - matéria gorda máxima de 2,9 g/100 g; e Desnatados - matéria gorda máxima de 0,5 g/100 g; podem, também, ser classificados como leites fermentados com adições - quando em sua elaboração tenham sido adicionados ingredientes opcionais não lácteos, antes, durante ou depois da fermentação, até um máximo de 30% m/m – e leites fermentados com açúcar, açucarados ou adoçados e/ou aromatizados/saborizados.

Segundo RIGO (2011) o iogurte de boa qualidade deve apresentar consistência adequada, coágulo firme, textura cremosa, sabor e aroma característicos e ausência de sinérese. Os fatores associados com a obtenção de um iogurte de boa qualidade incluem composição do leite ou mistura básica, processo de fabricação e cultura utilizada; o iogurte se distingue dos outros produtos fermentados por seu aroma típico e agradável atribuído à presença acetaldeído, que é o principal componente do aroma; o sabor ácido refrescante do iogurte é atribuído à presença de ácido láctico.

QUEIROGA et al. (2011) estudaram a elaboração de iogurte caprino com adição de geleia de umbu e obtiveram boa aceitação na análise sensorial representando uma alternativa viável para o incremento do setor lácteo caprino, podendo contribuir para o fortalecimento deste segmento na agroindústria regional.

AZOUBEL & SILVA (2007) descreveram o processo de produção de iogurte saborizado com polpa de umbu utilizando leite de vaca, 25% de polpa de umbu, 3% de leite em pó e 16% de açúcar refinado para correção dos teores de sólidos totais. A mistura deve ser aquecida em temperatura de 90 °C, durante 3 minutos, depois resfriada a uma temperatura entre 43- 45 °C e inoculada com 0,2% de fermento láctico; a seguir, a mistura deve permanecer em repouso 4 a 5 h a 40-43 °C, para coagular; após este período o pote deve ser levado à geladeira, por um período mínimo de 4 h; após a coagulação do leite agitar lentamente até obter uma massa homogênea e adicionar a polpa de umbu; o leite coagulado homogeneizado também deve ser levado à geladeira, durante 18h, a fim de inibir o desenvolvimento de micro-organismos produtores de ácido e promover melhor consistência e viscosidade ao produto final.

ROCHA et al. (2008) avaliaram a utilização de frutas do cerrado para saborização de iogurtes e relataram que esse tipo de produto se constitui em alternativa alimentar que pode contribuir para maior consumo de frutas e de leite; maior consumo das frutas do cerrado e sua divulgação, também podem influenciar na preservação da flora da região, rica em espécies úteis ao homem e aos animais silvestres.

RIBEIRO et al. (2010) realizaram um estudo de mercado do perfil dos consumidores de iogurte da cidade de Belo Horizonte, MG, e dos fatores envolvidos no processo de compra do iogurte, que é uma ferramenta importante na identificação dos diferentes segmentos desse mercado e de suas potencialidades. Foram entrevistados 387 consumidores, de iogurte que responderam aos questionários estruturados, em que os resultados indicaram que o iogurte sabor morango apresenta maior aceitação pelos consumidores, que o da categoria light/diet, que possui grande parte do seu público consumidor (54%); a qualidade, a marca e o preço, apresentaram grande importância na conquista de mercado, sendo os três principais atributos observados no momento da compra de iogurte na cidade estudada; observou-se analisando a correlação entre consumo e fator sociodemográfico, que a renda e a idade influenciam na frequência de consumo de iogurte tanto quanto no consumo do produto na versão light/diet.

2.4 - Características químicas, físicas e físico-químicas

As determinações analíticas são realizadas para se conhecer a composição de um alimento atuando em vários segmentos dentro de uma indústria, desde a caracterização da matéria-prima que irá compor um novo produto, até seu controle de qualidade e estocagem e, também, utilizadas para análise de alimentos processados quando se deseja verificar a eficiência do processo. Através das análises químicas e físico-químicas pode-se verificar o que ocorreu com os constituintes dos alimentos processados, isto é, se ocorreram perdas de vitaminas e/ou minerais, desnaturação das proteínas, etc. (PARK & ANTONIO, 2006).

2.4.1 - Acidez

Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio (BRASIL, 2005a). Com base nos valores de pH dos alimentos é possível avaliar o potencial contaminante microbiológico e a provável natureza do processo de deterioração que eles sofrerão (SOUZA NETO & SOUSA, 2008).

O pH e a acidez são considerados importantes fatores antimicrobianos, promovendo maior estabilidade ao produto, quanto ao desenvolvimento de micro-organismos. A capacidade tampão de alguns sucos permite que ocorram grandes variações na acidez titulável sem variações apreciáveis no pH, numa faixa de concentração de ácidos entre 0,5 e 2,5%; o pH aumenta com a redução de acidez, sendo então utilizado como indicativo desta variação (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A determinação de acidez pode fornecer um dado valioso na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício.

De acordo com BRASIL (2000) a acidez do leite de cabra deve ser de 0,13 a 0,18% de ácido láctico e a do iogurte de 0,6 a 1,5% de ácido láctico (BRASIL, 2007).

2.4.2 - Sólidos solúveis totais

Os teores de sólidos solúveis totais são atributos indicatórios da qualidade de frutos, sendo muito utilizados no processamento e conservação de alimentos para avaliação da maturação de frutas (qualidade e estabelecimento de preços); elaboração de caldas (xaropes) para frutas em conserva; ponto final de processos de concentração (polpas



concentradas, doces em massa, geleias) e qualidade de sucos processados (PARK & ANTONIO, 2006).

Os sólidos solúveis correspondem a todas as substâncias que se encontram dissolvidas na água presente nos alimentos. São constituídos principalmente de açúcares, variáveis com a espécie, cultivar, estágio de maturação e pelo clima (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

2.4.3 - Teor de água

Segundo PARK & ANTONIO (2006) a determinação do teor de água é uma das medidas mais importantes e utilizadas na análise de alimentos. A quantidade de água contida em um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição e pode afetar as características do produto, como: estocagem, embalagem, processamento, sendo também o principal fator para os processos microbiológicos, como o desenvolvimento de fungos, leveduras, bactérias e para o desenvolvimento de insetos. O conhecimento do teor de água das matérias-primas é de fundamental importância na conservação e no armazenamento, na manutenção da sua qualidade e no processo de comercialização.

O teor de água corresponde à perda, em peso, sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida (BRASIL, 2005a).

2.4.4 – Ácido ascórbico

Conforme RIBEIRO & SERAVALLI (2007) o ácido ascórbico é um carboidrato que pode ser sintetizado a partir da D-glicose ou D-galactose, por muitas espécies de animais com exceção dos primatas e de certas aves. É um sólido branco, cristalino e muito solúvel em água; sua concentração em frutas e vegetais varia com as condições de crescimento, maturação e tratamento pós-colheita.

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005) o ácido ascórbico pode ser oxidado reversivelmente ao ácido dehidroascórbico na presença de íons metálicos, calor, luz ou de condições levemente alcalinas, com perda parcial da atividade da vitamina C; é um excelente antioxidante e atua nas reações redox como transportador de elétrons para a cadeia respiratória, regenerando diferentes substratos de sua forma oxidada para a forma reduzida.

O leite contém vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis mas em quantidades que, se comparadas às necessidades diárias recomendadas, não representam grande contribuição (SALINAS, 2002).

O ácido ascórbico ocorre em quantidades significativas em vegetais folhosos, frutas e em órgãos de animais (fígado, rins e cérebro). Quantidades muito pequenas de ácido ascórbico são encontradas em leite, grãos e carne (ALDRIGUE, 2003).

2.4.5 - Cinzas

Resíduo por incineração ou cinzas, é o nome dado ao resíduo obtido por aquecimento de um produto em temperatura próxima a 550-570°C. Nem sempre este resíduo representa toda a substância inorgânica presente na amostra pois alguns sais podem sofrer redução ou volatilização nesse aquecimento (BRASIL, 2005a).

A cinza de uma amostra de alimento é constituída principalmente de grandes quantidades de K, Na, Ca e Mg de pequenas quantidades de Al, Fe, Cu, Mn e Zn e de traços de Ar, I, F, além de outros elementos (PARK & ANTONIO, 2006).

Segundo SALINAS (2002) poucos alimentos, dentro dos que comumente formam a dieta cotidiana, são tão ricos como o leite em quantidade e variedade de minerais. O leite é uma amostra de boa parte dos elementos circulantes no sangue do animal produtor; desta forma, há minerais no leite que estão presentes como resultado de um trabalho de concentração, em maior ou menor escala.

2.4.6 - Lipídios

Os lipídios são compostos orgânicos altamente energéticos, contêm ácidos graxos essenciais ao organismo e atuam como transportadores das vitaminas lipossolúveis. São substâncias insolúveis em água, solúveis em solventes orgânicos, tais como éter, clorofórmio e acetona, dentre outros, classificados em: simples (óleos e gorduras), compostos (fosfolipídios, ceras etc.) e derivados (ácidos graxos, esteróis). Os óleos e as gorduras diferem entre si apenas na sua aparência física, sendo que em temperatura ambiente os óleos apresentam aspecto líquido e as gorduras pastoso ou sólido (BRASIL, 2005a).

Segundo RIBEIRO & SERAVALLI (2007) os óleos e as gorduras podem ser encontrados em células de origem animal, vegetal ou microbiana; são os maiores

componentes do tecido adiposo e, juntamente com as proteínas e carboidratos, constituem os principais componentes estruturais de todas as células vivas.

De acordo com BRASIL (2007) os leites fermentados devem ter o teor de matéria gorda láctea de 3,0 a 5,9% (leite integral).

2.4.7 - Proteínas

As proteínas são compostos poliméricos complexos, formados por moléculas orgânicas, presentes em toda a matéria viva. Exercem várias funções biológicas que incluem as contráteis (miosina, actina), estruturais do corpo (colágeno e queratina), biocatalisadoras (enzimas), hormonais (insulina, glucagon, hormônios da tireóide), de transferência (hemoglobina que transporta oxigênio e transferrina, que transporta ferro) (RIBEIRO & SERAVALLI, 2007).

As proteínas são macromoléculas que fornecem, por hidrólise parcial, peptídeos de peso molecular variável e, por hidrólise total, L-aminoácidos (HIRANO et al., 2008)

Conforme SALINAS (2002) as proteínas do leite formam um sistema coloidal de grande estabilidade, sensível apenas à redução de pH ou do *lab-fermento ou renina*, que precipita seletivamente as diferentes frações de caseínas. No leite existem três grandes famílias protéicas: as caseínas, albuminas e globulinas; as caseínas estão divididas em quatro tipos: alfa, beta, gama e capa.

De acordo com BRASIL (2007) os leites fermentados devem ter o teor de proteínas lácteas de no mínimo 2,9% mas os leites fermentados com agregados, açucarados e/ou saborizados, poderão ter conteúdo de proteínas inferior.

2.4.8 - Cor

A aparência de um alimento concorre sobremaneira para sua aceitabilidade, razão pela qual a cor talvez seja a propriedade mais significativa dos alimentos, tanto dos naturais quanto dos processados. A cor dos alimentos resulta da presença de compostos coloridos já existentes no produto natural (pigmentos naturais) ou da adição de corantes sintéticos (BOBBIO & BOBBIO, 1995).

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005) a cor é importante atributo de qualidade nos produtos destinados ao processamento.

2.4.9 - Densidade

A determinação da densidade é geralmente feita, em geral, em análise de alimentos que se apresentam no estado líquido. Pode ser medida por vários equipamentos sendo mais usados picnômetros e densímetros, analógicos e digitais (BRASIL, 2005a).

O método mais comum de determinação de densidade consiste na medida do peso de um recipiente (picnômetro), com volume conhecido e calibrado de acordo com o peso de água pura, no mesmo recipiente, na temperatura de trabalho; os picnômetros são feitos de vidro com baixo coeficiente de expansão térmica com, geralmente, 25 ou 50 mL de volume e dão resultados com precisão até a quarta casa decimal (CECCHI, 2003).

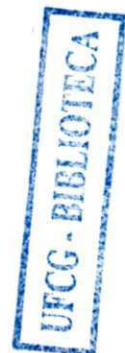
2.4.10 - Atividade de água

Segundo PARK & ANTONIO (2006) a água presente em um alimento pode encontrar-se na forma de água ligada e não-ligada. A relação entre o teor de água não ligada ou disponível é denominada atividade de água (a_w) definida em termos de equilíbrio termodinâmico; é um número adimensional que varia numericamente de 0 a 1 e é proporcional à umidade relativa de equilíbrio. A quantificação do teor de água em produtos alimentícios é extremamente importante na sua preservação. Em uma matriz alimentícia a água pode exercer diversas funções dependendo de sua disponibilidade e de outros componentes do alimento.

O teor de água livre é expresso como atividade de água (a_w) dada pela relação entre a pressão de vapor de água em equilíbrio sobre o alimento e a pressão de vapor da água pura, na mesma temperatura (BOBBIO & BOBBIO, 1995).

O termo atividade de água foi criado para designar o quanto de água está disponível no alimento, ou seja, para indicar a intensidade com que a água está associada aos constituintes não aquosos (RIBEIRO & SERAVALLI, 2007).

Segundo SOUZA NETO & SOUSA (2008) a atividade de água é um fator crítico para a determinação da vida útil e enquanto a temperatura, o pH e diversos outros fatores, podem influenciar a velocidade de crescimento dos micro-organismos em um produto, a atividade de água pode ser o fator mais relevante no controle da deterioração; a maioria dos alimentos frescos tem atividade de água superior a 0,99.



2.5 - Análise sensorial

Análise sensorial é a disciplina científica que se dedica a evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e dos materiais, da forma como são percebidas pelos sentidos da visão, do olfato, do gosto, do tato e da audição (ABNT, 1993).

Conforme DUTCOSKY (2007) são muitas as aplicações da análise sensorial na indústria de alimentos: controle das etapas de desenvolvimento de um novo produto; avaliação do efeito das alterações nas matérias-primas ou no processamento tecnológico sobre o produto final; redução de custos; seleção de nova fonte de suprimento; controle de efeito da embalagem sobre os produtos acabados; controle de qualidade; estabilidade durante o armazenamento; avaliação do nível de qualidade do produto e teste de mercado de um novo produto.

Segundo OLIVEIRA (2010) os métodos a serem escolhidos para análise sensorial do produto em desenvolvimento, são divididos em: analíticos (descritivos e discriminativos) e afetivos (teste de aceitação e preferência).

De acordo com BRASIL (2005a) os métodos afetivos envolvem a forma usual de se medir a opinião de um grande número de consumidores com respeito às suas preferências, gostos e opiniões. As escalas mais empregadas são de intensidade, a hedônica, do ideal e de atitude ou de intenção. Os julgadores não precisam ser treinados bastando apenas serem consumidores frequentes do produto em avaliação. Os testes afetivos em função do local de aplicação podem ser de laboratório, localização central e uso doméstico. Basicamente, os testes afetivos podem ser classificados em duas categorias: de *preferência* (escolha), determina a preferência que o consumidor tem sobre um produto em relação a outro; e de *aceitação*, que avalia o quanto um consumidor gosta ou desgosta de determinado produto.

2.6 - Reologia

A reologia é definida como a ciência que estuda como a matéria se deforma ou escoia quando submetida a esforços produzidos por forças externas (MACHADO, 2002).

O comportamento reológico representa o comportamento mecânico dos materiais quando em processo de deformação devido a um campo de tensões. A reologia tem importância nos fenômenos relacionados à transferência de massa que tem lugar nos processos industriais, durante o processo de elaboração como concentração, mistura, pasteurização e outras operações; as características reológicas também são imprescindíveis

na otimização, no controle e nos cálculos de processos. Esses conhecimentos servem, da mesma forma, para o desenvolvimento de produtos alimentícios e correlação de parâmetros físicos e sensoriais. A variabilidade do comportamento reológico está relacionada com a alteração estrutural provocada pelo cisalhamento (FERREIRA et al., 2002).

2.6.1 - Classificação do comportamento reológico dos fluidos

Viscosidade é a propriedade física de um líquido de resistir ao fluxo induzido pelo cisalhamento; é dependente da natureza físico-química da substância, da temperatura da substância, da pressão, da taxa de cisalhamento e do tempo (SCHRAMM, 2006).

O comportamento reológico dos fluidos viscosos está dividido em Newtonianos e não Newtonianos (Figura 2.1.) dependendo da relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação.

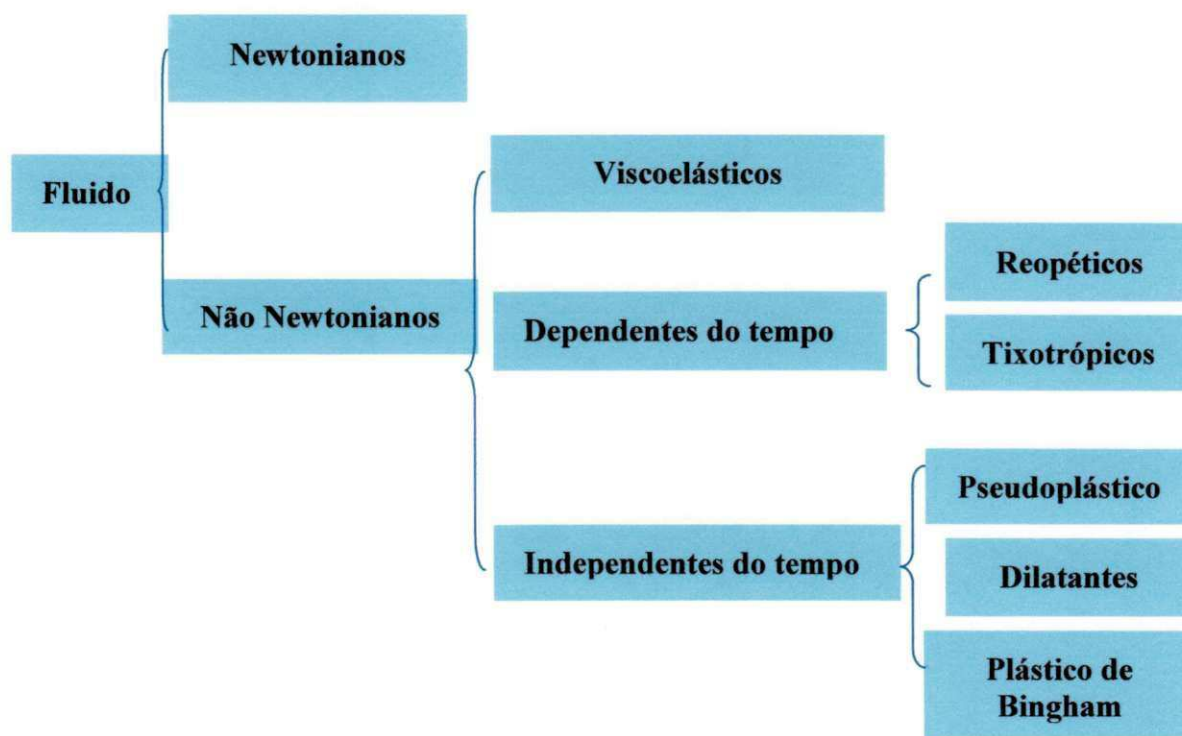


Figura 2.1 – Classificação reológica dos fluidos

2.6.1.1- Fluidos newtonianos

De acordo com MACHADO (2002) os fluidos newtonianos são caracterizados por apresentarem uma relação linear entre a tensão de cisalhamento (τ) e a taxa de deformação

aplicada ($\dot{\gamma}$); a viscosidade (η) é dependente apenas da temperatura e da composição do fluido, definidas pela Equação 2.1.

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma} \quad (2.1)$$

em que:

τ - tensão de cisalhamento (Pa)

$\dot{\gamma}$ - taxa de deformação (s^{-1})

η - viscosidade (Pa.s)

2.6.1.2- Fluidos não newtonianos

Os fluidos não newtonianos são todos os fluidos cuja relação entre tensão de cisalhamento e a taxa de deformação não é constante, ou seja, a viscosidade varia e é chamada viscosidade aparente (η_a), variando com a magnitude da taxa de deformação.

2.6.1.2.1- Fluidos viscoelásticos

Segundo GONÇALVES (1989) os fluidos viscoelásticos se referem a materiais que apresentam propriedades viscosas e elásticas, conjuntamente e, quando a tensão de cisalhamento cessa, ocorre recuperação da deformação.

2.6.1.2.2- Dependentes do tempo

Os fluidos dependentes do tempo são classificados em tixotrópicos e reopéticos; nesses fluidos a viscosidade aparente varia com o tempo, a uma taxa de deformação constante.

De acordo com NAVARRO (1997) a tixotropia é um fenômeno caracterizado pela diminuição da viscosidade aparente do líquido com o tempo de aplicação de uma taxa de deformação. Este fenômeno isotérmico e reversível é fruto de destruição gradual da estrutura construída pelas partículas da fase dispersa cuja força de ligação não resiste à ação do cisalhamento imposto.



Segundo MACHADO (2002) os fluidos reopéticos apresentam comportamento inverso ao dos fluidos tixotrópicos, razão por que são conhecidos também como fluidos de tixotropia negativa ou anti-tixotrópicos; trata-se de fluido raro e muito complexo.

2.6.1.2.3- Fluidos independentes do tempo

Nos fluidos não-newtonianos independentes do tempo a viscosidade aparente depende apenas da taxa de deformação; referidos fluidos são divididos em: fluidos pseudoplásticos, dilatantes e plásticos de Bingham.

Fluidos Pseudoplásticos

Segundo ALVES (2003) nos fluidos pseudoplásticos, que é o tipo de comportamento mais encontrado, a viscosidade aparente diminui com o aumento da velocidade de deformação; tem-se, como exemplos: maionese, molhos para salada, queijos de pasta mole, iogurtes, margarinas, patês e chocolate fundido, entre outros.

Fluidos dilatantes

Nos fluidos dilatantes, que apresentam comportamento inverso ao dos fluidos pseudoplásticos, a tensão de cisalhamento aumenta com o aumento da taxa de deformação, ou seja, a viscosidade aparente aumenta com o acréscimo da taxa de deformação.

Fluidos de Bingham

Fluidos de Bingham: são fluidos que necessitam da aplicação mínima de uma tensão de cisalhamento para que haja fluxo ou movimentação do material; como exemplo, tem-se purê de batata, mostarda, chocolate fundido e creme batido (SCHRAMM, 2006).

2.6.2 - Modelos reológicos

Conforme GABAS et al. (2012) os modelos reológicos podem relacionar propriedades reológicas de um fluido com grandezas práticas como concentração,

temperatura, pH, índice de maturação etc; são indispensáveis no dimensionamento de equipamentos, processos, controle de qualidade e controle de processos.

Ostwald de Waelle ou Lei da Potência

O modelo de Ostwald de Waelle ou Lei da Potência, é definido pela Equação 2.2. Segundo MORAIS et al. (2001) neste modelo a constante K, designada por coeficiente ou índice de consistência, tem as unidades da viscosidade enquanto o expoente n, conhecido por índice de escoamento ou índice de comportamento do fluido, é uma grandeza adimensional.

$$\tau = K \dot{\gamma}^n \quad (2.2)$$

em que:

τ - tensão de cisalhamento (Pa)

$\dot{\gamma}$ - taxa de deformação (s^{-1})

K - índice de consistência ($Pa s^n$)

n - índice de comportamento do fluido (adimensional)

Segundo GABAS et al. (2012) o parâmetro n (Equação 2.2) pode assumir valor menor, igual ou maior do que a unidade; para $n = 1$, o modelo da Lei da Potência reduz-se ao modelo Newtoniano e, neste caso, o valor de K corresponde ao valor da viscosidade do fluido; nos fluidos pseudoplásticos o índice de comportamento do fluido n é menor do que a unidade e, quanto menor seu valor mais intenso é o comportamento pseudoplástico; enfim, quando o valor de n é maior que a unidade, o fluido é classificado dilatante.

Casson

O modelo de Casson definido pela Equação 2.3 foi desenvolvido para uma suspensão de partículas interagindo em um meio newtoniano. É muito utilizado por ser simples e de fácil compreensão além de se observar que os valores encontrados de tensão inicial são extrapolações dos dados de tensão de cisalhamento e da taxa de deformação, ou seja, são parâmetros de ajuste estatístico e não propriedades de um material (BRANCO & GASPARETTO, 2005).

No modelo de Casson a curva da tensão de cisalhamento versus a taxa de deformação pode ser transformada em uma linha reta pela plotagem da raiz quadrada da tensão de cisalhamento versus a raiz quadrada da taxa de deformação (HAMINIUK, 2007).

$$\tau^{0,5} = K_{0c} + K_c (\dot{\gamma})^{0,5} \quad (2.3)$$

em que:

τ - tensão de cisalhamento (Pa)

K_{0c} - tensão de cisalhamento inicial (Pa)^{0,5}

K_c - viscosidade plástica de Casson (Pa s)^{0,5}

$\dot{\gamma}$ - taxa de deformação (s⁻¹)

n - índice de comportamento do fluido (adimensional)

Mizrahi-Berk

O modelo de Mizrahi-Berk, descrito na Equação 2.4, obtido pela modificação do modelo de Casson, foi proposto por MIZRAHI-BERK (1972) para demonstrar o comportamento reológico do suco de laranja concentrado, no qual foi desenvolvido com base em um modelo de suspensão interagindo com partículas em um solvente pseudoplástico (PELEGRINE et al., 2000).

$$\tau^{0,5} = K_{OH} + K_M (\dot{\gamma})^n \quad (2.4)$$

em que:

τ - tensão de cisalhamento (Pa)

K_{OH} - raiz quadrada da tensão inicial (Pa)^{0,5}

K_M - índice de consistência (Pa)^{0,5}.(s)ⁿ

$\dot{\gamma}$ - taxa de deformação (s⁻¹)

n - índice de comportamento do fluido (adimensional)

GOMES & PENNA (2009) verificaram, ao analisar o comportamento reológico de bebidas lácteas funcionais, que as mesmas apresentaram características de fluidos não Newtonianos, com presença de tixotropia, em que o índice de consistência (K) ascendente e descendente depende das variáveis soro de leite e leite em pó, assim, quanto maior o teor de soro de leite e de leite em pó, maior será a consistência.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Local do experimento

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA), do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) PB.

A elaboração dos iogurtes foi realizada no Laboratório de Laticínios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Belo Jardim.

3.2 - Matéria-prima

As matérias-primas utilizadas foram leite de cabra, proveniente do setor de caprinocultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Belo Jardim e polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) obtida a partir de frutos adquiridos de produtores do estado de Pernambuco.

3.3 - Processamento do umbu

Na Figura 3.1 são representadas as etapas do processamento para obtenção da polpa de umbu.

3.3.1 - Seleção

Os frutos foram selecionados manualmente, tendo-se mantido os exemplares meio maduros, com boa integridade física e eliminadas as frutas com sinais de injúrias, excessivamente verdes ou maduras.





Figura 3.1 – Fluxograma do processamento dos frutos para produção da polpa

3.3.2 - Sanitização

Os frutos foram lavados em água corrente; em seguida, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm, durante 15 minutos; posteriormente, enxaguados em água corrente e secados em condições ambientais.

3.3.3 - Despulpamento

O despulpamento foi realizado em despulpadeira, separando-se a polpa da semente e das cascas.

3.3.4- Embalagem, armazenamento e congelamento

Após o despolpamento a polpa de umbu foi homogeneizada, acondicionada em sacos de polietileno de baixa densidade e armazenada em câmara de congelamento em temperatura entre -18 °C e -20 °C.

3.4 – Caracterização química, física e físico-química da polpa de umbu

3.4.1 – Acidez total titulável (ATT)

A acidez total titulável foi determinada por titulação com solução NaOH 0,1N, com solução de fenolftaleína como indicadora para verificação do ponto de viragem, de acordo com o manual do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005a); os resultados foram expressos em % de ácido cítrico.

3.4.2 – pH

Determinou-se o pH por meio do método potenciométrico, com peagâmetro da marca Tecnal, modelo TEC 2, previamente calibrado com soluções tampão de pH 7,00 e 4,00.

3.4.3 – Sólidos solúveis totais (SST)

Os sólidos solúveis totais, expressos em °Brix, foram determinados pelo método refratométrico, com refratômetro do tipo Abbe, seguindo-se as normas do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005a).

3.4.4 - Teor de água e sólidos totais

O teor de água e os sólidos totais foram determinados conforme metodologia descrita no manual do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005A); Os resultados foram expressos em percentagem (%).



3.4.5 – Ácido ascórbico

O ácido ascórbico foi determinado segundo o método da AOAC (1997), modificado por BENASSI & ANTUNES (1988). Nesta metodologia o ácido oxálico é usado como solução extratora e se baseia na titulação da amostra com o 2,6 diclorofenolindofenol sódio, que apresenta a cor rosa em solução ácida e a cor azul, em solução alcalina; os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100 g da amostra.

3.4.6 - Cinzas

O teor de cinzas foi determinado utilizando-se a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005a) e os resultados expressos em percentagem (%).

3.4.7 – Atividade de água

A determinação da atividade de água foi realizada a 25 °C em equipamento Aqualab CX-2T, Decagon.

3.4.8 – Cor

A determinação da cor da polpa de umbu foi realizada em espectrofotômetro portátil Hunter Lab, Mini Scan XE Plus, modelo 4500 L, no sistema de cor L*, a* e b*.

3.4.9 – Densidade

A densidade foi determinada em triplicata utilizando-se o método picnométrico na temperatura de 25 °C. O método consiste na medida da massa de um volume conhecido do líquido em um picnômetro de 25 mL; a densidade foi calculada como a relação entre a massa e o volume das amostras (Equação 3.1).

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3.1)$$

em que:

ρ - densidade (kg/m³)

m - massa (kg)

V - volume (m³)

3.5 – Elaboração do iogurte

3.5.1 – Matéria-prima

Utilizou-se leite de cabra de excelente qualidade, livre de inibidores, padronizado quanto aos teores de gorduras e extrato seco desengordurado; fermento para iogurte, açúcar comercial e polpa de umbu.

3.5.2 – Processamento

A elaboração do iogurte, realizada conforme BRANDÃO (1997) e a partir da combinação das matérias-primas e de processos de aquecimento/resfriamento, seguiu as etapas apresentadas no fluxograma da Figura 3.2.

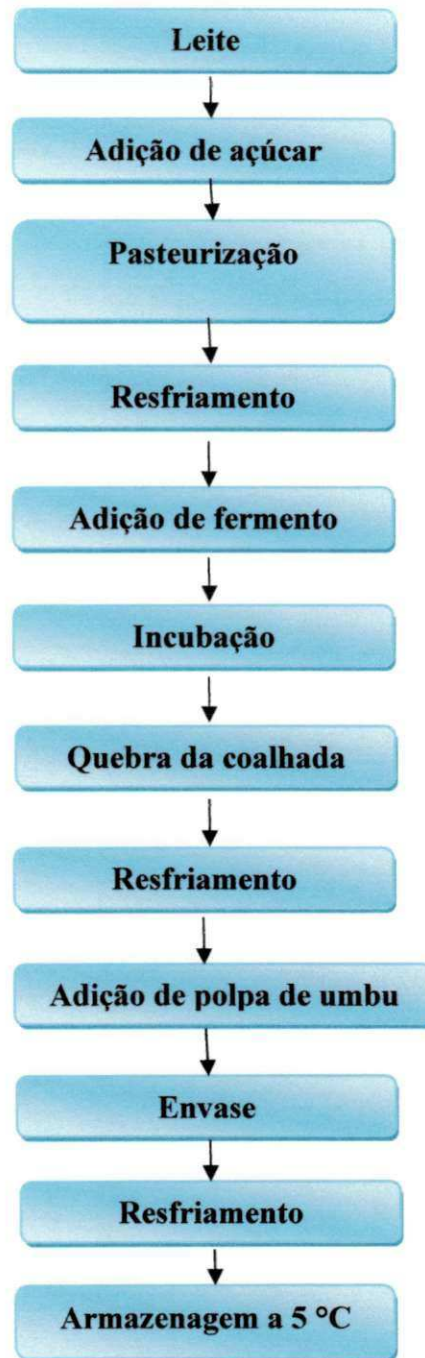


Figura 3.2 - Etapas da elaboração do iogurte de leite de cabra com polpa de umbu

A pasteurização foi realizada a 65 °C, por 30 minutos, em recipiente de aço inoxidável, em banho-maria; em seguida, foi realizado um resfriamento a 42-43 °C e adicionado o fermento para iogurte; após esta etapa realizou-se a incubação até pH de 4,5 a 4,7 sendo, em seguida, resfriado a 4 °C, por 4 horas.

Após o resfriamento foi realizada a quebra da coalhada por agitação, até textura homogênea; realizou-se, em seguida, o resfriamento, em temperatura entre 4 e 7 °C e se adicionou a polpa de umbu, após o que se fez o envase em embalagens de polietileno com

capacidade de 250 ml, rotuladas, resfriadas e armazenadas sob refrigeração a 4 °C, para utilização nas análises sensoriais, físico-químicas e reológicas.

A adição da polpa de umbu foi feita nas proporções de 10, 15 e 20%, com concentração fixa de sacarose de 20%, conforme a Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Concentração de açúcar e de polpa de umbu adicionados às diferentes amostras de iogurtes

Amostras	Concentração de sacarose	Concentração de polpa de umbu
	(%)	(%)
1	20	10
2	20	15
3	20	20

3.6 - Análise sensorial

A avaliação sensorial foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Belo Jardim, em cabines individuais; as amostras foram submetidas ao teste de aceitação no qual se aplicaram questionários a 90 provadores não treinados.

As amostras foram oferecidas ao acaso, em copos de plástico descartáveis com capacidade de 50 ml, os quais foram codificados com números de três dígitos, correspondendo aos iogurtes com 10, 15 e 20% de polpa de umbu; essas amostras foram oferecidas ao acaso e fornecidos biscoitos “água e sal” e água, para eliminação da impressão anterior entre a avaliação das amostras.

No teste de aceitação os provadores avaliaram as amostras quanto aos parâmetros consistência, sabor, cor, aroma, aparência, acidez e doçura, por meio de uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, de acordo com a legenda: 1, desgostei muitíssimo; 2, desgostei moderadamente; 3, desgostei regularmente; 4, desgostei ligeiramente; 5, não gostei nem desgostei; 6, gostei ligeiramente; 7, gostei regularmente; 8, gostei moderadamente; 9, gostei muitíssimo (CHAVES & SPROESSER, 1999) conforme formulário apresentado na Figura 3.3.



TESTE DE ACEITAÇÃO	
Julgador:	Data:
Você está recebendo três amostras codificadas; avalie cada uma segundo o grau de gostar ou desgostar, utilizando a escala abaixo:	
(9) Gostei muitíssimo	_____ ()
(8) Gostei moderadamente	
(7) Gostei regularmente	_____ ()
(6) Gostei ligeiramente	
(5) Não gostei/ nem desgostei	_____ ()
(4) Desgostei ligeiramente	
(3) desgostei regularmente	
(2) Desgostei moderadamente	
(1) Desgostei muitíssimo	
Comentários: _____	

Figura 3.3 - Formulário utilizado na análise sensorial dos parâmetros consistência, sabor, cor, aroma, aparência, acidez e doçura, para avaliar a aceitação dos iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu a 10, 15 e 20%

3.7 – Caracterização dos iogurtes

3.7.1 - Caracterização química e físico-química

3.7.1.1 – Acidez total titulável

Em termos de ácido láctico e ácido cítrico, a acidez total titulável foi determinada por titulação em solução de NaOH 0,1 N, utilizando fenolftaleína como indicador, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005a).

3.7.1.2 – pH

Determinou-se o pH conforme o item 3.5.2.

3.7.1.3 - Lipídios

O teor de gordura foi determinado através do método descrito no manual do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005a) e os resultados expressos em percentagem.

3.7.1.4 – Proteínas

O teor de proteínas foi determinado através do método descrito no Manual do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005a), com os resultados expressos em percentagem.

3.7.1.5 – Teor de água e sólidos totais

O teor de água, expresso em percentagem, foi determinado em estufa a vácuo a 70 °C, até peso constante, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005a).

3.7.1.6 – Cinzas

O teor de cinzas foi determinado em mufla a 550 °C, até eliminação completa do carvão; só então a amostra foi resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada, segundo metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005a).

3.7.1.7 – Sólidos solúveis totais (SST)

Os sólidos solúveis totais, expressos em °Brix, foram determinados pelo método refratométrico, com refratômetro do tipo Abbe, de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005a).

3.7.1.8 – Ácido ascórbico

O ácido ascórbico foi determinado segundo o método da AOAC (1997), modificado por BENASSI & ANTUNES (1988); nesta metodologia o ácido oxálico é usado como solução extratora e se baseia na titulação da amostra com o 2,6 diclorofenolindofenol sódio, que apresenta a cor rosa em solução ácida e a cor azul em solução alcalina; seus resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100 g da amostra.

3.7.2 - Caracterização física

3.7.2.1 – Cor

A determinação da cor das amostras foi realizada em colorímetro MiniScan, conforme item 3.5.2.2.

3.7.2.2 – Atividade de água

A determinação da atividade de água foi realizada a 25°C com auxílio do equipamento Aqualab CX-2T, Decagon.

3.8 – Comportamento reológico dos iogurtes

As medidas reológicas foram realizadas em viscosímetro da marca Brookfield, modelo RVT, fabricado por Brookfield Engineering Laboratories, Inc., E.U.A; as medidas foram efetuadas nas amostras em béquer de 600 mL, conforme recomendação do fabricante do equipamento, nas temperaturas de 5, 10 e 15 °C.

As leituras do torque foram feitas após decorrido o tempo de cisalhamento fixo predeterminado, para evitar interferência de efeitos tempo-dependentes.

Para obtenção das temperaturas de trabalho foi utilizado um banho externo com circulação forçada de água; as amostras foram mergulhadas no banho, até atingirem a temperatura de equilíbrio; após as amostras alcançarem a temperatura desejada, eram realizadas as leituras, em escala ascendente de velocidade de rotação; as medições foram realizadas em triplicata.

Foram efetuadas as leituras de viscosidade e torque nas amostras de iogurte adicionadas com 10, 15 e 20% de polpa de umbu nas temperaturas de 5, 10 e 15 °C; no iogurte com adição de 10% de polpa foi possível obter leituras válidas nas velocidades de rotação de 5 até 100 rpm; nas amostras com 15% de polpa obtiveram-se leituras de 5 até 200 rpm; e nos iogurtes com 20% de polpa foram utilizadas rotações de 5 a 180 rpm; os dados experimentais foram convertidos em tensão de cisalhamento e taxa de deformação utilizando-se a metodologia proposta por MISTCHKA (1982).

Os dados experimentais obtidos para cada iogurte em diferentes temperaturas, foram correlacionados através dos modelos reológicos de Ostwald de Waelle ou Lei-da-Potência (Equação 3.5), Casson (Equação 3.6) e Mizrahi & Berk (Equação 3.7).

Ostwald de Waelle ou Lei da potência

$$\tau = K \dot{\gamma}^n \quad (3.5)$$

em que:

τ - tensão de cisalhamento (Pa)

$\dot{\gamma}$ - taxa de deformação (s^{-1})

K - índice de consistência ($Pa \cdot s^n$)

n - índice de comportamento do fluido (adimensional)

Casson

$$\tau^{0,5} = K_{0c} + K_c (\dot{\gamma})^{0,5} \quad (3.6)$$

em que:

τ - tensão de cisalhamento (Pa)

K_{0c} - tensão de cisalhamento inicial (Pa)^{0,5}

K_c - viscosidade plástica de Casson ($Pa \cdot s$)^{0,5}

$\dot{\gamma}$ - taxa de deformação (s^{-1})

n - índice de comportamento do fluido (adimensional)

Mizrahi-Berk

$$\tau^{0,5} = K_{OM} + K_M (\dot{\gamma})^n \quad (3.7)$$

em que:

τ - tensão de cisalhamento (Pa)

K_{OM} - raiz quadrada da tensão inicial (Pa)^{0,5}

K_M - índice de consistência (Pa)^{0,5}(s)ⁿ

$\dot{\gamma}$ - taxa de deformação (s⁻¹)

n - índice de comportamento do fluido (adimensional)

3.9 - Análises estatísticas

3.9.1 - Análises químicas, físicas e físico-químicas

Os dados da caracterização química, física e físico-química dos iogurtes foram submetidos ao delineamento inteiramente casualizado com três repetições; os dados foram analisados por meio do programa estatístico Assistat, versão 7.6 beta (SILVA & AZEVEDO, 2009), e submetidos à comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.9.2 - Análise sensorial

No tratamento dos resultados das análises sensoriais foram utilizados os programas Consensor 1.1 (SILVA et al., 2010) para se calcular o percentual de concordância entre julgadores de análise sensorial e o programa Assistat, versão 7.6 beta (SILVA & AZEVEDO, 2009), analisando-se, a partir daí, as análises de variância e a comparação entre as médias, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.9.3 – Análise reológica

Para ajuste das curvas de taxa de deformação versus tensão de cisalhamento pelos modelos reológicos de Ostwald de Waelle (Lei da potência), Casson e Mizrahi-Berk utilizou-se o software Statistica, por regressão não-linear, utilizando-se o método Quasi-Newton; para a determinação do melhor ajuste foram analisados o coeficiente de determinação (R²) e o desvio percentual médio (P).

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Caracterização química, físico-química e física da polpa do umbu

Na Tabela 4.1 se encontram os valores médios da caracterização química, física e físico-química da polpa do umbu, com seus respectivos desvios padrão.

Tabela 4.1 – Valores médios dos parâmetros físico-químicos, físicos e químicos da polpa de umbu

Parâmetro	Média e desvio padrão
pH	2,21 ± 0,01
Acidez total titulável (% ac. cítrico)	1,82 ± 0,01
Sólidos solúveis totais (°Brix)	8,68 ± 0,19
Acido ascórbico (mg /100g)	9,10 ± 0,12
Sólidos totais (%)	9,01 ± 0,79
Teor de água (%)	91,08 ± 1,08
Cinzas (%)	0,37 ± 0,01
Densidade (g/cm ³)	1,03 ± 0,03
Atividade de água (a _w)	0,99 ± 0,003
Luminosidade (L*)	44,00 ± 0,006
Intensidade de verde (-a*)	0,60 ± 0,06
Intensidade de amarelo (+ b*)	25,65 ± 22,45

O pH da polpa de umbu, parâmetro auxiliar para a avaliação da acidez, foi de 2,21, próximo aos valores encontrados por COSTA et al. (2004) de 2,10 a 2,27, em análises químicas de exemplares de umbu azedos e doces, respectivamente e inferior aos relatados por DIAS et al. (2007), de 2,65, para composição físico-química de polpa de umbu e por RODRIGUES et al. (2010), de 6,27 ± 0,22 na análise físico-química de polpa de umbu *in natura*.

A acidez total titulável (ATT) encontrada de 1,82% de ácido cítrico é semelhante ao relatado por COSTA et al. (2004), de 1,8%, ao avaliarem umbus no estágio de maturação “de vez”; no entanto, este valor foi inferior ao encontrado por RODRIGUES et al. (2010), de 10,86 ± 0,14% na análise físico-química para polpa de umbu *in natura*.

O teor de sólidos solúveis totais, que indica a quantidade dos sólidos que se encontram dissolvidos na água presente nos frutos (CHITARRA & CHITARRA, 2005) resultou em um valor médio de $8,68 \pm 0,19$ °Brix, valor superior ao obtido por DIAS et al. (2007), de $8,20$ °Brix, ao avaliarem a polpa do umbu e semelhante ao valor obtido por COSTA et al. (2004), de $8,50$ °Brix para frutos de umbu azedo e inferior ao de frutos de umbu doce ($8,90$ °Brix) no estágio de vez.

O valor médio do ácido ascórbico da polpa de umbu foi de $9,10 \pm 0,12$ mg/100 g, valor este próximo aos relatados por MELO & ANDRADE (2010), de $9,38 \pm 0,09$ mg/100 g para umbu maduro e $11,07 \pm 0,87$ mg/100 g para umbu semimaduro e por SANTOS et al. (2010), avaliando físico-quimicamente, a polpa de umbu cajá, cujo valor encontrado foi de $8,00 \pm 0,05$ mg/100 g.

O valor médio dos sólidos totais (ST) obtidos para polpa de umbu foi de $9,01 \pm 0,79\%$, valor este inferior aos encontrados por MACHADO et al. (2007) cujos valores variaram de $31,31$ a $34,70\%$ na caracterização físico-química e química de polpas congeladas de umbu.

O teor de água determinado na polpa de umbu resultou em um valor médio de $91,08 \pm 1,08\%$ de água, semelhante ao relatado por SANTOS et al. (2010) na caracterização físico-química da polpa de umbu-cajá cujo valor encontrado foi de $91,3 \pm 0,57\%$ de água; por DIAS et al. (2007) de $92,32\%$ de água, na composição físico-química de polpa de umbu e superior ao relatado por PINTO et al. (2001), de $86,8\%$ de água na caracterização físico-química de polpa de umbu maduro, e por MATTIETTO et al. (2007) na caracterização e composição centesimal do néctar misto de umbu e cajá, cujo valor encontrado foi de $82,45 \pm 0,12$. Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005) os valores de teor de água para frutas e hortaliças variam de 80 a 95% .

Na avaliação da quantidade de cinzas ou minerais pode-se observar que a polpa de umbu apresentou $0,37 \pm 0,01\%$ de cinzas, valor próximo ao determinado por DIAS et al. (2007) ao avaliarem a composição físico-química de polpa de umbu, cujo valor encontrado foi de $0,35\%$, superior ao determinado por MATTIETTO et al. (2007) na caracterização e composição centesimal do néctar misto de umbu e cajá, em que o valor encontrado foi de $0,24 \pm 0,04\%$; no entanto, este valor foi inferior ao relatado por SANTOS et al. (2010) na caracterização físico-química de polpas de umbu cajá, em que o valor encontrado foi de $0,99 \pm 0,01\%$; segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), esta análise é de grande importância nos alimentos e no seu papel quanto à nutrição.

O valor médio observado para a densidade a 25 °C obtida para polpa de umbu, foi de $1,03 \pm 0,03 \text{ g/cm}^3$.

Na avaliação da atividade de água (a_w) observa-se que a polpa de umbu apresentou valor de $0,990 \pm 0,003$, valor próximo ao encontrado por MATTIETTO et al. (2007) na caracterização e composição centesimal do néctar misto de umbu e cajá, cujo valor encontrado foi de $0,978 \pm 0,002$.

Os parâmetros da cor, representados pela luminosidade ($L^* = 44,00$) e pelas coordenadas de cromaticidade, intensidade de verde ($-a^* = -0,60$) e intensidade de amarelo ($+b^* = 25,65$), indicam predominância da coordenada do matiz amarelo. MATTIETTO et al. (2007) determinaram coordenadas de cor no néctar misto de umbu e cajá, cujo valores encontrados foram $L^* = 53,48 \pm 0,15$; $+a^* = 8,09 \pm 0,08$ e $+b = 32,19 \pm 0,85$, também com predominância do matiz amarelo.

4.2 - Caracterização química, física e físico-química dos iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu

Na Tabela 4.2 se encontram os valores médios das características físicas (atividade de água e cor), químicas e físico-químicas dos iogurtes de leite de cabra com diferentes concentrações de polpa de umbu (10, 15 e 20%).

O pH médio dos iogurtes variou de 3,87 a 4,05, não se verificando modificação do mesmo com o aumento da concentração da polpa de umbu. MUNDIM (2008) obteve, na avaliação do pH em iogurte funcional com leite de cabra saborizado com frutos do cerrado e suplementado com inulina, valores de pH cujas médias variaram de 4,78 a 5,15, superiores aos encontrados no presente trabalho; os resultados obtidos para o pH foram pouco inferiores aos verificados por BEZERRA (2010) na caracterização dos iogurtes elaborados a partir de leite de cabra, de búfala e suas misturas, cujos valores variaram de $4,64 \pm 0,40$ a $4,83 \pm 0,37$.

Os valores médios da acidez total titulável em ácido cítrico dos iogurtes variaram de 0,50 a 0,57%. Apesar de haver diferenças estatisticamente significativas entre as médias da acidez, não se pode relacionar o aumento da concentração de polpa com o aumento da acidez em ácido cítrico, que é o ácido orgânico predominante na polpa de umbu, o que pode ser justificado pela proximidade das concentrações de polpa utilizadas.

Tabela 4.2 – Valores médios das características químicas, físicas e físico-químicas dos iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu (10, 15 e 20%)

Parâmetros	iogurte com 10% de polpa de umbu	iogurte com 15% de polpa de umbu	iogurte com 20% de polpa de umbu	DMS	CV
pH	3,87	4,05	3,90	-	-
ATT (% ácido cítrico)	0,57 a	0,50 c	0,54 b	0,02	1,75
ATT (% ácido láctico)	0,80 a	0,70 c	0,76 b	0,03	1,81
Sólidos solúveis totais (°Brix)	28,24 a	28,90 a	28,93 a	0,76	1,06
Ácido ascórbico (mg/100g)	0,78 a	0,49 c	0,61 b	0,02	1,59
Proteínas totais (%)	2,47 a	2,30 a	2,31 a	0,25	4,33
Lípidios (%)	2,16 a	2,20 a	2,13 a	0,27	5,10
Sólidos totais (%)	31,09 a	27,01c	30,09 b	0,81	1,16
Teor de água (%)	68,90 c	72,98 a	69,90 b	0,81	0,45
Cinzas (%)	0,42 c	0,64 a	0,56 b	0,05	3,73
Atividade de água (a_w)	0,96 a	0,97 a	0,96 a	0,008	0,33
Luminosidade (L*)	83,17 c	87,26 a	86,54 b	0,32	0,15
Intensidade de vermelho (+a*)	0,44 a	0,14 b	0,08 c	0,04	8,39
Intensidade de amarelo (+ b*)	21,11 a	18,76 b	21,20 a	0,22	0,43

Médias seguidas das mesmas letras na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ATT - acidez total titulável; AR - açúcares redutores; ANR - açúcares não redutores; AT - açúcares totais

A acidez total titulável em ácido láctico variou de 0,70 a 0,80%; o iogurte com 10% de polpa de umbu apresentou maior teor de acidez em ácido láctico (0,80% ácido láctico), explicável devido à menor concentração de polpa de umbu; esses valores são superiores aos encontrados por MUNDIM (2008) em iogurte funcional com leite de cabra saborizado com frutos do cerrado e suplementado com inulina, em que os valores variaram de $0,48 \pm 0,01$ a $0,72 \pm 0,01$. Constata-se que a acidez em ácido láctico estava dentro da faixa entre 0,6 e 2,0%, que é a recomendada pela legislação em vigor, para iogurtes (BRASIL, 2007).

Em relação aos sólidos solúveis totais (°Brix) não houve diferença significativa entre as formulações de iogurtes; os valores foram próximos aos relatados por CLEMENTINO et al. (2008), de $30,00 \pm 0,1$, na caracterização de sobremesa láctea (iogurte de leite de cabra com polpa de cajá).

Os valores do ácido ascórbico obtido nos iogurtes variaram de 0,49 a 0,78 mg/100g, verificando-se uma oscilação com o aumento da concentração da polpa de umbu. O iogurte



de leite de cabra com 10% de polpa de umbu apresentou o maior teor de ácido ascórbico (0,78 mg/100 g) que é muito inferior em relação à ingestão diária recomendada (IDR) de de vitamina C, para um adulto, que é de 45 mg/100g de acordo com a legislação (BRASIL, 2005b).

Na avaliação das proteínas totais verifica-se que não ocorreu diferença significativa entre as formulações de iogurte de leite de cabra com polpa de umbu. Os valores determinados foram inferiores aos encontrados por BORTOLOZO & QUADROS (2007), na avaliação da composição centesimal do iogurte com inulina cuja média encontrada foi 5,0% e próximos aos determinados por BEZERRA (2010) na caracterização dos iogurtes elaborados a partir de leite de cabra, de búfala, cujos valores encontrados variaram de $3,05 \pm 1,56$ a $3,41 \pm 1,79\%$.

Em relação aos lipídios observa-se que não houve diferença significativa entre as formulações de iogurte, cujos valores encontrados foram 2,16, 2,20 e 2,13%; esses valores foram inferiores aos relatados por PEREIRA et al. (2009) na caracterização de iogurte de leite de cabra acrescido com polpa de uvaia, cujo valor encontrado foi de 3,9%.

Ao avaliar o teor de sólidos totais verifica-se que houve diferença significativa entre as médias das amostras de iogurtes. O iogurte de leite de cabra com 10% de polpa de umbu apresentou o maior teor de sólidos totais em relação aos demais iogurtes visto que o valor observado foi de 31,09% valor este superior aos observados por BEZERRA (2010) na caracterização dos iogurtes elaborados a partir de leite de cabra, de búfala e suas misturas valores que variaram de $19,49 \pm 0,12$ a $23,64 \pm 3,06\%$, e por BORGES et al. (2009) na caracterização físico química de iogurtes elaborados com leite de bubalino, cujo valor encontrado foi de $23,86 \pm 0,07\%$.

Em relação ao teor de água constata-se também que houve diferença significativa entre as médias dos iogurtes de leite de cabra com 10, 15 e 20% de polpa de umbu; observa-se, ainda, uma oscilação nesses teores com o aumento da concentração de polpa de umbu cujos valores variaram de 68,90 a 72,98%. CLEMENTINO et al. (2008) verificaram, na caracterização de sobremesa láctea (iogurte de leite de cabra com polpa de cajá) valor próximo aos observados neste trabalho cujo valor encontrado foi de $68,1 \pm 0,1\%$.

Na avaliação da quantidade de cinzas ou minerais nos iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu analisados, pode-se observar que os iogurtes com 15% de polpa de umbu apresentaram maior percentual de minerais em comparação com os outros iogurtes avaliados em que o valor encontrado foi de 0,64%, sendo próximo aos relatados por BEZERRA (2010) variando entre $0,61 \pm 0,06\%$ e $0,69 \pm 0,10\%$, na caracterização dos

iogurtes elaborados a partir de leite de cabra, de búfala e suas misturas, além de inferior aos encontrados por BORTOLOZO & QUADROS (2007) na avaliação da composição centesimal do iogurte com inulina, cujo valor encontrado foi 1,52%. Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005) esta análise é de grande importância nos alimentos e no seu papel na nutrição.

Analisando os resultados da atividade de água dos iogurtes, observa-se que não houve diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, entre os iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu (10, 15 e 20%). Os valores quantificados foram próximos ao relatado por CLEMENTINO et al. (2008), de $0,955 \pm 0,01$, na caracterização físico-química de sobremesa láctea (iogurte de leite de cabra com polpa de cajá).

Observa-se que houve diferença significativa entre os valores médios da Luminosidade (L^*) para os iogurtes de leite de cabra com 10, 15 e 20% de polpa de umbu; o iogurte com 15% de polpa de umbu apresentou o maior valor em relação às demais amostras.

Analisando os resultados da intensidade de vermelho ($+a^*$) para os diferentes iogurtes, verifica-se que houve diferença significativa entre as médias; o iogurte de leite de cabra com 10% de polpa de umbu apresentou intensidade de vermelho superior à das demais formulações; verifica-se, ainda, que com o aumento da concentração da polpa de umbu nas formulações de iogurte a intensidade de vermelho diminuiu.

Na avaliação da intensidade de amarelo nas amostras de iogurte verifica-se que não houve diferença significativa nas formulações de iogurte com 10 e 20% de polpa de umbu, apresentando maior intensidade de amarelo em relação ao iogurte com 15% de polpa de umbu; quanto aos parâmetros da cor, verifica-se que os iogurtes de leite de cabra a 10, 15 e 20% de polpa de umbu apresentaram predominância da cor amarela.

4.3 - Análise sensorial dos iogurtes

4.3.1 - Avaliação da aceitação dos iogurtes

Na Tabela 4.3 se apresentam as médias obtidas para cada amostra (iogurtes de leite de cabra com adição de diferentes concentrações de polpa de umbu) na avaliação sensorial utilizando-se o teste de aceitação por escala hedônica de nove pontos para os atributos consistência, sabor, cor, aroma, acidez, aparência e doçura.

Analisando a Tabela 4.3 percebe-se que não houve diferença significativa entre as três amostras na maioria dos atributos sensoriais, com exceção do parâmetro doçura que, na amostra de iogurte de leite de cabra com 10% de polpa de umbu, apresentou diferença significativa em relação às amostras com 15 e 20% de polpa. CUNHA NETO et al. (2005) obtiveram, ao avaliar a aceitabilidade de iogurtes (integral, padronizado e desnatado) de leite de búfala, médias semelhantes, entre 7,1 e 7,6, para o parâmetro consistência.

Dentre os parâmetros sensoriais avaliados, as médias para o parâmetro doçura apresentaram o valor mais alto para a amostra com 10% de polpa de umbu, valor de 7,8.

Percebe-se que as notas médias obtidas correspondem à classificação “gostei moderadamente” (nota 8) e “gostei regularmente” (nota 7) significando que as amostras avaliadas tiveram boa aceitação.

Tabela 4.3 - Valores médios da avaliação sensorial dos iogurtes de leite de cabra com adição de polpa de umbu (10, 15 e 20%) em relação a: consistência, sabor, cor, aroma, acidez, aparência e doçura

Amostra	Parâmetro						
	Consistência	Sabor	Cor	Aroma	Acidez	Aparência	Doçura
Iogurte com 10% de polpa de umbu	7,6 a	7,6 a	7,5 a	7,4 a	7,4 a	7,5 a	7,8 a
Iogurte com 15% de polpa de umbu	7,5 a	7,4 a	7,5 a	7,3 a	7,2 a	7,5 a	7,2 b
Iogurte com 20% de polpa de umbu	7,2 a	7,2 a	7,2 a	7,2 a	7,1 a	7,2 a	7,1 b
DMS	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5
MG	7,4	7,4	7,4	7,3	7,2	7,4	7,4
C.V (%)	20,07	20,19	20,61	21,36	23,82	23,14	22,58

As médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

O perfil sensorial de aceitação dos iogurtes de leite de cabra com adição de polpa umbu também foi representado na forma da Figura 4.1; o perfil sensorial das amostras foi avaliado segundo uma escala hedônica de notas que variou de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo). Observa-se que, graficamente, o perfil sensorial dos iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu resultou em médias superiores a 7,00 obtidas pelos

juízes, para todos os parâmetros (consistência, sabor, cor, aroma, acidez, aparência e doçura) e que as notas foram muito próximas, constatando-se apenas uma pequena superioridade em relação à nota obtida para o parâmetro doçura, com média 7,8 para a formulação do iogurte com 10% de polpa de umbu.

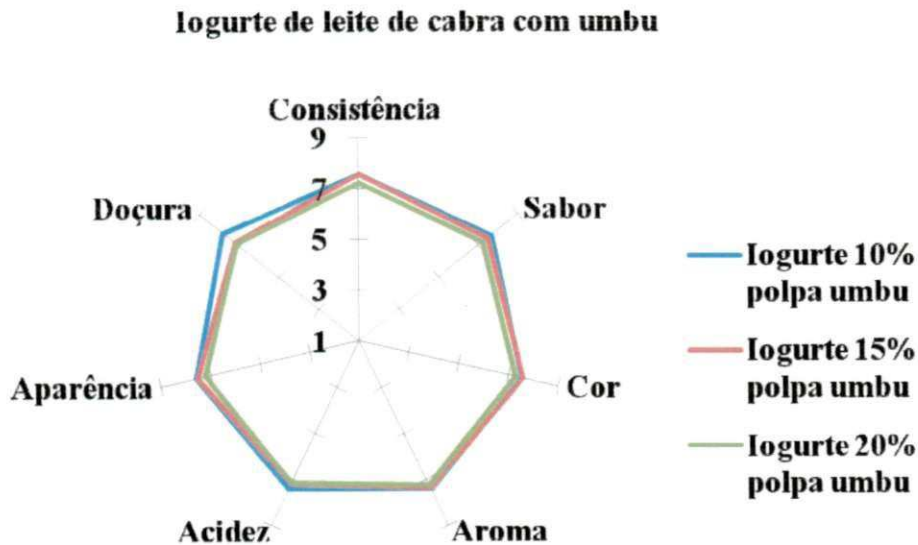


Figura 4.1- Perfil sensorial dos iogurtes de leite de cabra com adição de polpa de umbu

4.3.2 – Avaliação do percentual de concordância entre juízes de análise sensorial

Os resultados referentes às médias das notas e o grau de concordância entre os juízes com relação à aceitação dos iogurtes de leite de cabra com adição de polpa de umbu, estão apresentados na Tabela 4.4. Na análise sensorial foi aplicada uma ficha com escala hedônica variando de 1 a 9 pontos sendo que, quanto mais próximo de nove, maior a aceitabilidade do produto. O valor dos coeficientes de concordância é a quantificação da dispersão das notas dos juízes (SILVA et al., 2010).

Na Tabela 4.4 tem-se a média correspondente às notas de 90 juízes atribuídas no teste de aceitação para cada parâmetro sensorial de cada amostra; entretanto, a consistência dessas indicações está condicionada à concordância entre os juízes, de forma que elas serão pouco consistentes se não houver uma boa concordância entre os mesmos.

Tabela 4.4 - Médias das notas e coeficientes de concordância entre julgadores (CC) da análise sensorial dos iogurtes de leite de cabra com adição de polpa de umbu, obtidos no teste de aceitação quanto aos diferentes parâmetros avaliados

Amostra	Consistência		Sabor		Cor		Aroma		Acidez		Aparência		Doçura	
	M	CC (%)	M	CC (%)	M	CC (%)	M	CC (%)	M	CC (%)	M	CC (%)	M	CC (%)
Iogurte com 10% de polpa de umbu	7,5	38,08	7,5	42,2	7,5	39,65	7,4	36,32	7,4	37,27	7,5	40,0	7,8	45,67
Iogurte com 15% de polpa de umbu	7,5	39,02	7,4	39,7	7,5	38,15	7,3	35,08	7,2	33,79	7,5	37,79	7,2	31,27
Iogurte com 20% de polpa de umbu	7,2	35,2	7,2	31,8	7,2	34,12	7,2	34,72	7,1	33,17	7,2	33,12	7,1	30,52

M- média; CC- coeficiente de concordância

De maneira geral, a amostra com 10% de polpa obteve os melhores resultados tanto em relação às médias como no percentual de concordância. Observa-se que, para o parâmetro consistência, as maiores médias obtidas foram para os iogurtes de leite de cabra nas concentrações 10 e 15 % de umbu, com notas médias de 7,5 e 7,5, que correspondem, na escala utilizada, a dizer que *gostaram moderadamente* do produto. Este resultado contou com coeficientes de concordância de 38,08 e 39,02%, da equipe consultada, o que também pode ser considerado um bom resultado.

No parâmetro sabor, o iogurte de leite de cabra com 10% de umbu, também obteve a maior nota entre os julgadores, cuja média foi de 7,5 correspondendo, na escala hedônica, a dizer que *gostei moderadamente* do produto, contando com um coeficiente de concordância de 42,2%.

Para o parâmetro sensorial cor, os iogurtes de leite de cabra com 10 e 15% de umbu obtiveram as maiores médias entre os julgadores, com valor de 7,5, sendo que o maior grau de concordância entre os julgadores foi para o iogurte de leite de cabra na concentração de 10% de umbu, com 39,65% de concordância.

Na avaliação sensorial para o parâmetro aroma, as maiores notas foram obtidas para o iogurte de leite de cabra com 10% de umbu, cuja nota média foi 7,4, com grau de concordância de 36,32%.

Percebe-se ainda, na Tabela 4.4, que para o parâmetro acidez as maiores notas obtidas foram para o iogurte de leite de cabra a 10% de umbu, com nota média de 7,4 e um coeficiente de concordância entre os julgadores de 37,27%.

Para o parâmetro sensorial aparência, o iogurte de leite de cabra a 10% de umbu também obteve a maior nota média obtida entre os julgadores, com nota de 7,5, que corresponde, na escala utilizada, a dizer que *gostei moderadamente* da aparência, com percentual de concordância entre os julgadores de 40%.

No parâmetro doçura as maiores médias obtidas foram para o iogurte de leite de cabra a 10% de polpa de umbu, com nota média de 7,8 que, na escala hedônica utilizada, corresponde a dizer que *gostei moderadamente* da doçura, com percentual de concordância entre os julgadores de 45,67%.

4.3.3- Intenção de consumo dos iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu

Nas Figuras 4.2 a 4.4 tem-se a representação percentual da intenção de consumo relativa às três amostras, observando-se que a melhor aceitação foi obtida pela amostra com 10% de polpa.

A intenção de consumo do iogurte de leite de cabra com 10 % de polpa de umbu está apresentada na Figura 4.2, na qual se constata que 38,88% dos julgadores disseram que *comeriam sempre* o iogurte, 16,66% *comeriam muito frequentemente*; e 15,55% *comeriam frequentemente*; apenas 2,22% dos provadores declararam que *nunca comeriam* o iogurte; com base nos resultados, confirma-se que o iogurte de leite de cabra com 10% de polpa de umbu, foi bem aceito pelos julgadores.

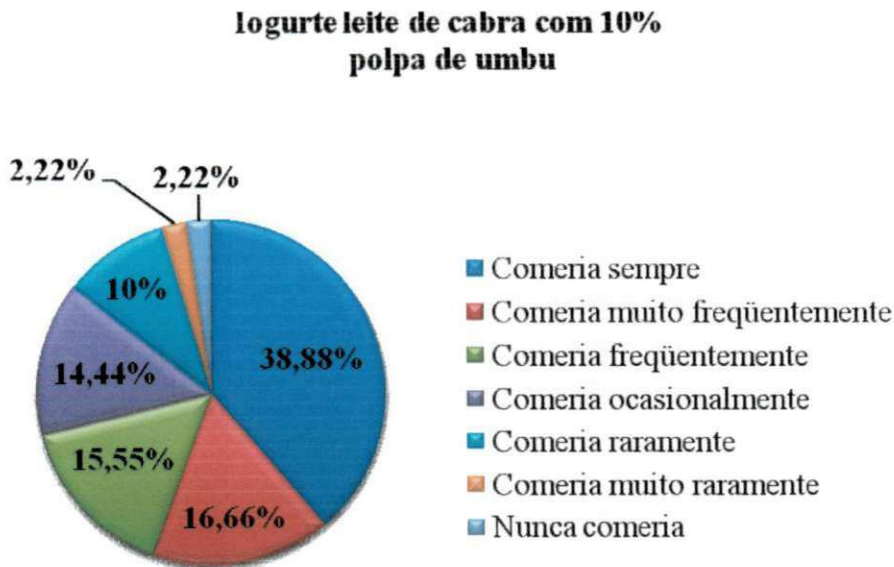


Figura 4.2 - Intenção de consumo do iogurte de leite de cabra com 10 % de polpa de umbu

Na Figura 4.3, está apresentada a intenção de consumo do iogurte de leite de cabra com 15% de polpa de umbu.

Observa-se que 28,88% dos julgadores deram a nota *comeria sempre*, 14,44% *comeria muito frequentemente* e 16,66% *comeria frequentemente*; no entanto, 31,11% *comeriam ocasionalmente*, 5,55% *comeriam raramente*, 3,33% *comeriam muito raramente*; observa-se também que nenhum julgador deu nota *nunca comeria*.

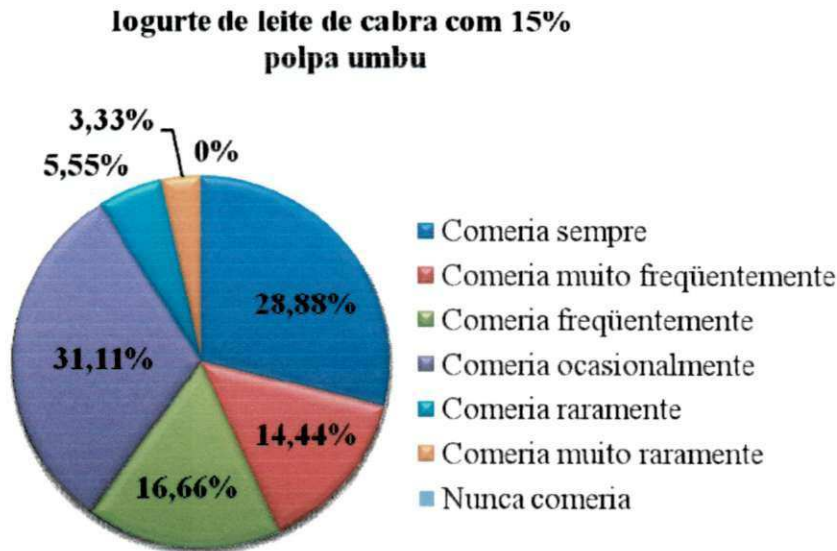


Figura 4.3 - Intenção de consumo do iogurte de leite de cabra com 15% de polpa de umbu

Na Figura 4.4, está apresentada a intenção de consumo do iogurte de leite de cabra com 20% de polpa de umbu.

Observa-se que 26,66% dos julgadores deram a nota *comeria sempre* o iogurte de leite de cabra com 20% de polpa de umbu, 14,44 e 16,66% *comeriam muito freqüentemente* e *comeriam freqüentemente*, 22,22% deram a nota *comeria ocasionalmente*, 8,88% *comeriam raramente*, 5,55% *comeriam muito raramente* e apenas 2,22% dos julgadores *nunca comeriam* o iogurte; com base nos resultados obtidos conclui-se que o iogurte de leite de cabra com 20% de polpa de umbu foi bem aceito pelos julgadores.

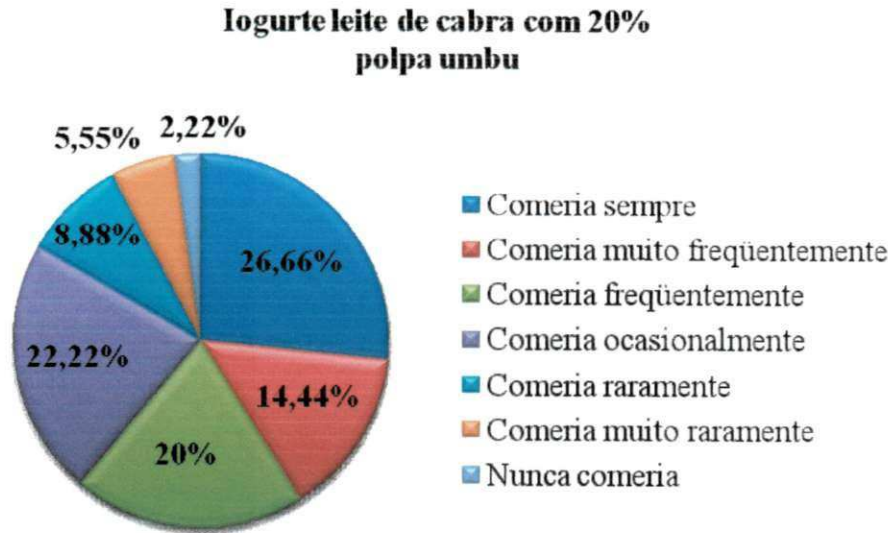


Figura 4.4 - Intenção de consumo do iogurte de leite de cabra com 20 % de polpa de umbu

4.4 - Análises do comportamento reológico dos iogurtes de leite de cabra com adição de polpa umbu a 10 e 20%

Neste item se estudou o comportamento reológico de iogurtes de leite de cabra com adição de polpas de umbu a 10 e 20%, avaliados nas temperaturas de 5, 10 e 15 °C, com os resultados experimentais de tensão de cisalhamento e taxa de deformação ajustados utilizando-se os modelos reológicos de Ostwald de Waelle (Lei da potência) Casson e Mizrahi-Berk.

Na Tabela 4.5 são apresentados os parâmetros dos modelos reológicos de Ostwald de Waele, Casson e Mizrahi-Berk, ajustados aos dados experimentais de tensão de cisalhamento versus taxa de deformação do iogurte de leite de cabra com adição de polpa de umbu a 10 %, nas diferentes temperaturas.

Dos valores apresentados verifica-se que todos os modelos aplicados indicaram coeficientes de determinação (R^2) próximos de 1,0 e erros percentuais médios inferiores a 1,60 %, resultando em bom ajuste dos dados de tensão de cisalhamento e taxa de deformação do iogurte de leite de cabra com adição de 10% de umbu, nas três temperaturas analisadas. De modo geral, o iogurte a 10% umbu apresentou valores de coeficientes de determinação (R^2) iguais a 0,99.

Verifica-se, no modelo de Ostwald de Waele, que o índice de consistência (K), diminuiu com o aumento da temperatura; este mesmo comportamento foi observado por

OLIVEIRA et al. (2008), ao avaliarem o comportamento reológico de diferentes tipos de sorvete. BEZERRA (2010) encontrou valor superior para o parâmetro K ao ajustar o modelo de Ostwald de Waele aos dados experimentais do iogurte de leite de cabra na temperatura de 5°C, cujo valor encontrado foi de 10,7358.

O índice de consistência K_M , determinado a partir do modelo de Mizrahi-Berk, também mostrou tendência de decrescer com a elevação da temperatura. HAMINIUK (2005) encontrou comportamento semelhante para o parâmetro K_H ao ajustar o modelo de Herschel-Bulkley aos dados experimentais da polpa de amora-preta integral para a faixa de temperatura entre 10 e 60 °C; OLIVEIRA (2006) encontrou trabalhando com polpa de pitanga integral, encontrou comportamento oposto para as temperaturas de 10 a 50 °C, quando ocorreu um aumento do índice de consistência com a elevação da temperatura.

Observando o parâmetro n (índice de comportamento do fluido) dos modelos de Ostwald de Waele e Mizrahi-Berk, verifica-se que os valores ficaram abaixo do valor da unidade, o que caracteriza as amostras como fluidos não newtonianos com características pseudoplásticas, sabendo-se que, quanto mais distante o n estiver do valor unitário mais distante também o fluido estará do comportamento newtoniano. Na indústria este comportamento se reflete no aumento de velocidade de fluxo quando submetido a estreitamento de tubos (por exemplo, envase) e possibilidade de intensa homogeneização em processos de mistura (BEZERRA, 2010). Fluidos não-newtonianos apresentando valores de n abaixo de um, foram observados por CABRAL et al. (2002) para polpa de cupuaçu e por BEZERRA (2010) ao avaliar o comportamento reológico de iogurtes de leite de cabra, de búfala e de sua mistura.

A tensão de cisalhamento inicial K_{0M} (raiz quadrada da tensão inicial) no modelo de Mizrahi-Berk, apresentou tendência de diminuição com o aumento da temperatura; comportamento semelhante foi encontrado por OLIVEIRA (2006) estudando polpa de pitanga integral.

No modelo de Casson o parâmetro K_{0C} (tensão de cisalhamento inicial) diminuiu com o aumento da temperatura, tendência também observada por OLIVEIRA et al. (2008) ao avaliarem o comportamento reológico de amostras de sorvete de iogurte, cujos valores variaram de 0,2927 a 0,2172, nas temperaturas de -2 a 2 °C; da mesma forma, os valores da viscosidade plástica de Casson K_C também demonstraram tendência de diminuição com o aumento da temperatura.



Tabela 4.5- Parâmetros de ajuste dos modelos reológicos ajustados aos dados experimentais da tensão de cisalhamento, em função da taxa de deformação dos iogurtes de leite de cabra com adição de 10% de polpa de umbu

Modelo	Temp (°C)	Parâmetros			R ²	P (%)
		K	n			
Lei da Potência (Ostwald de Waele)	5	3,9777	0,3260		0,9990	1,00
	10	3,2541	0,3473		0,9982	1,59
	15	2,9141	0,3437		0,9991	1,38
Casson	Temp (°C)	K _{oc}	K _c		R ²	P (%)
	5	1,8735	0,3108		0,9981	0,72
	10	1,7738	0,2729		0,9963	1,14
	15	1,7489	0,2347		0,9963	1,08
Mizrahi & Berk	Temp (°C)	K _{OM}	K _M	n	R ²	P (%)
	5	1,2860	0,7995	0,3008	0,9999	0,07
	10	1,1956	0,7276	0,3066	0,9989	0,49
	15	1,0892	0,7399	0,2869	0,9999	0,18

Nas Figuras 4.5; 4.6 e 4.7 são apresentadas as curvas de ajuste dos dados experimentais de tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação, ajustadas pelos modelos Ostwald de Waele (Lei da potência), Casson e Mizrahi-Berk nas temperaturas de 5, 10 e 15 °C para os iogurtes de leite de cabra com adição de polpa de umbu a 10 %.

Na Figura 4.5 estão representados os dados experimentais de iogurte de leite de cabra com adição de 10% de polpa de umbu com ajustes pelo modelo de Ostwald de Waele. Observa-se que, para uma taxa de deformação a tensão de cisalhamento diminui com o aumento da temperatura. BEZERRA (2010) observou, avaliando o comportamento reológico de iogurtes de leite de cabra na temperatura de 5°C, comportamento semelhante, o qual também é observado nas curvas obtidas com os demais modelos (Figuras 4.6 e 4.7).

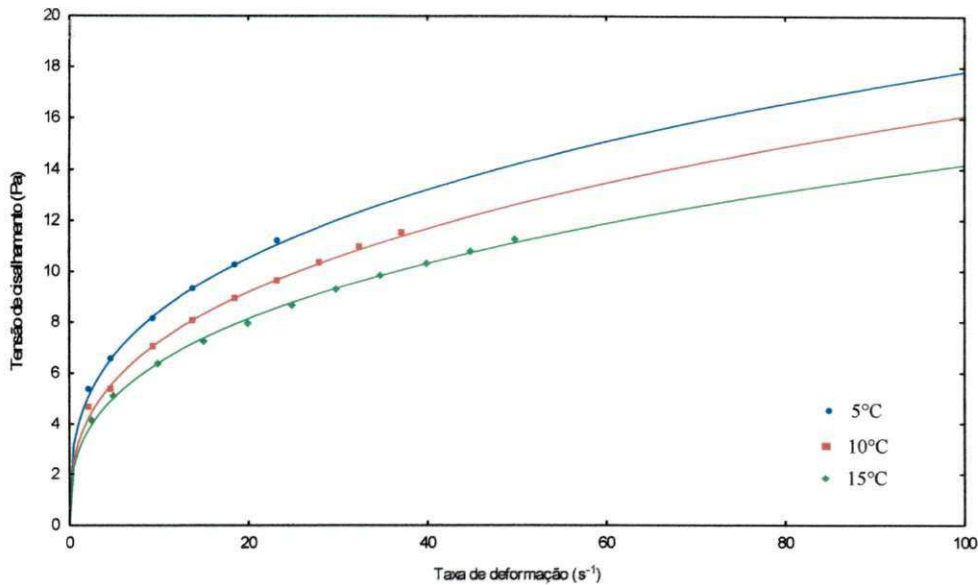


Figura 4.5 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação para o iogurte de leite de cabra com adição de 10% de polpa de umbu, nas temperaturas 5, 10 e 15°C, descrita pelo modelo de Ostwald de Waelle

Observam-se, na Figura 4.6, as curvas referentes aos dados experimentais de tensão de cisalhamento versus taxa de deformação, ajustadas pelo modelo de Casson para iogurte de leite de cabra com adição de polpas de umbu a 10%, podendo-se observar, ainda, que houve decréscimos da tensão de cisalhamento com a elevação da temperatura.

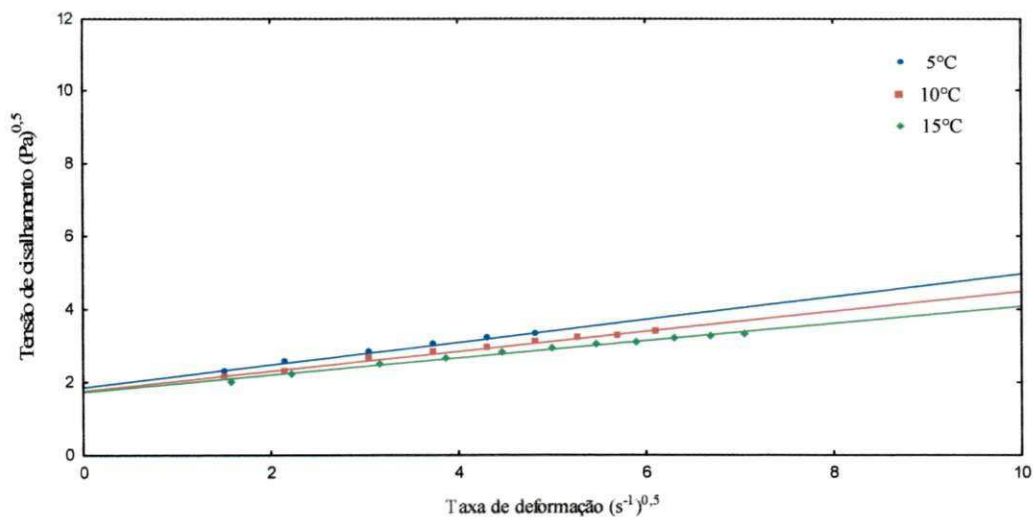


Figura 4.6 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação para o iogurte de leite de cabra com adição de 10% de polpa de umbu, nas temperaturas 5, 10 e 15°C, descrita pelo modelo de Casson

Na Figura 4.7, são apresentados os resultados experimentais de tensão de cisalhamento, em função da taxa de deformação, ajustadas pelo modelo de Mizrahi Berk, nas diferentes temperaturas, para o iogurte de leite de cabra com adição de polpa de umbu a 10%, observando-se que a uma taxa de deformação, a tensão de cisalhamento diminuiu com a elevação da temperatura, comportamento este semelhante ao encontrado por OLIVEIRA (2006) ao ajustar o modelo de Mizrahi Berk aos dados experimentais de polpa de pitanga formulada nas temperaturas de 10 a 50°C.

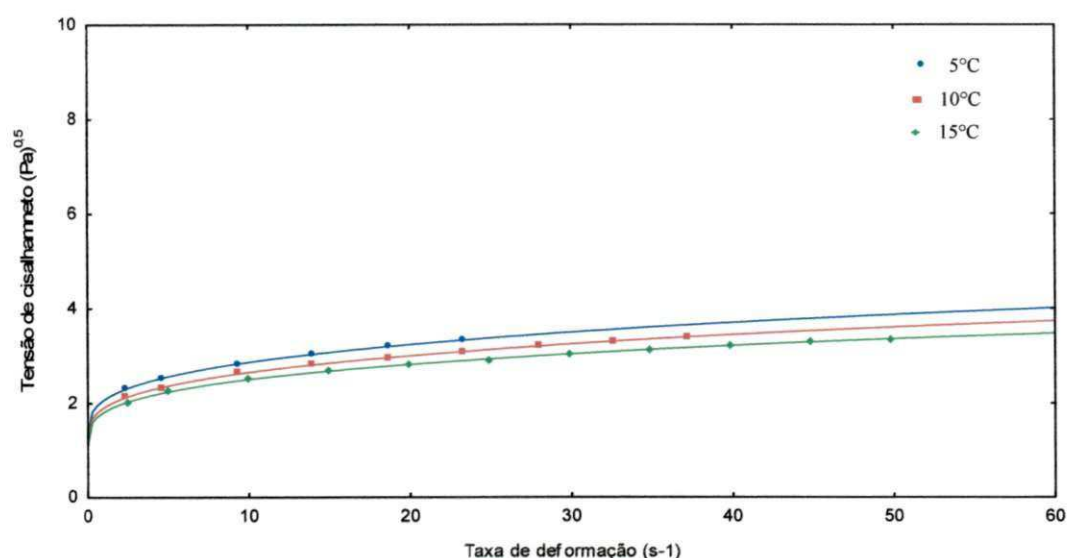


Figura 4.7 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação para o iogurte de leite de cabra com adição de 10% de umbu, nas temperaturas 5, 10 e 15°C, descrita pelo modelo de Mizrahi Berk

Na Tabela 4.6 são apresentados os parâmetros dos modelos reológicos de Ostwald de Waelle, Casson e Mizrahi-Berk, ajustados aos dados experimentais de tensão de cisalhamento versus taxa de deformação do iogurte de leite de cabra com adição de polpa de umbu a 20% nas temperaturas de 5, 10 e 15 °C.

Dos valores apresentados verifica-se que o modelo de Ostwald de Waelle apresentou coeficientes de determinação em torno de 0,97 e erros percentuais médios superiores a 10%. O modelo de Mizrahi-Berk apresentou os maiores valores de coeficiente de determinação (R^2), superiores a 0,99, e erros percentuais médios inferiores a 1,8%, representando, satisfatoriamente, o comportamento reológico da amostra de iogurte de leite de cabra a 20% de polpa de umbu. OLIVEIRA (2006) obteve, estudando o comportamento

reológico de polpa de pitanga integral e polpa de pitanga formulada melhores ajustes dos dados experimentais com o modelo de Herschel-Bulkley.

O parâmetro K (índice de consistência) no modelo de Ostwald de Waelle apresentou tendência de acréscimo com elevação da temperatura, cujos valores foram de 0,422437 a 0,771441, nas temperaturas de 5, 10 e 15°C. OLIVEIRA (2006) observou comportamento semelhante para polpa de pitanga integral nas temperaturas de 10 a 50 °C, com a ocorrência de um aumento do índice de consistência (K) com elevação da temperatura.

O parâmetro K_M (índice de consistência) no modelo de Mizrahi-Berk, apresentou um decréscimo com a elevação da temperatura cujos valores apresentados foram de 0,056851 para 0,039757, nas temperaturas de 5 a 15°C. OLIVEIRA (2006) observou comportamento oposto semelhante para polpa de pitanga formulada; no entanto, também encontrou comportamento oposto para polpa de pitanga integral nas temperaturas de 10 a 50 °C, quando ocorreu aumento do índice de consistência K_M com a elevação da temperatura.

O índice de comportamento do fluido (n) para os modelos de Ostwald de Waelle, e Mizrahi-Berk, resultou em valores inferiores aos da unidade, apresentando comportamento foi verificado de fluido não newtoniano com características pseudoplásticas; este mesmo comportamento foi verificado em polpa de pitanga integral e formulada, por OLIVEIRA (2006); no estudo do comportamento reológico de polpa de araçá integral pelo modelo de Ostwald de Waelle. HAMINIUK (2005) afirma que o índice de comportamento do fluido não apresentou tendência de acréscimo nem decréscimo com o aumento da temperatura para a faixa de temperatura entre 10 a 60 °C. No modelo de Casson, o parâmetro tensão de cisalhamento inicial K_{OC} apresentou um aumento com a elevação da temperatura. OLIVEIRA (2006) obteve, estudando o comportamento reológico de polpa de pitanga formulada com o modelo de Casson, comportamento semelhante em que os valores da tensão de cisalhamento, aumentaram com a elevação da temperatura; apesar deste, OLIVEIRA et al. (2008) obtiveram, analisando o comportamento reológico de sorvetes (creme, limão, banana) e iogurte pelo modelo de Casson, resultado oposto no qual a tensão de cisalhamento diminuiu com o aumento da temperatura.

A viscosidade plástica de Casson (K_C) mostrou tendência de decréscimo com a elevação da temperatura, comportamento este também observado por OLIVEIRA (2006), no estudo do comportamento reológico de polpa de pitanga formulada nas temperaturas de 10 a 50°C.

Tabela 4.6 - Parâmetros de ajuste dos modelos reológicos ajustados aos dados experimentais da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação dos iogurtes de leite de cabra com adição de 20% de polpa de umbu

Modelo	Temp. (°C)	Parâmetros			R ²	P (%)
		K	n			
Ostwald de Waelle (Lei da Potência)	5	0,4224	0,7289		0,9793	12,47
	10	0,6020	0,6072		0,9636	12,38
	15	0,7714	0,5737		0,9698	11,61
Casson	Temp. (°C)	K _{OC}	K _C		R ²	P (%)
	5	0,7955	0,2650		0,9893	3,28
	10	1,0254	0,2101		0,9829	3,41
	15	1,1300	0,2166		0,9848	3,44
Mizrahi & Berk	Temp. (°C)	K _{OM}	K _M	n	R ²	P (%)
	5	1,2373	0,0568	0,8239	0,9980	1,47
	10	1,4569	0,0301	0,8968	0,9956	1,78
	15	1,5398	0,0397	0,8442	0,9958	1,71

Nas Figuras 4.8, 4.9 e 4.10 estão plotados os resultados experimentais de tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação ajustadas pelos modelos Ostwald de Waelle (Lei da potência), Casson e Mizrahi-Berk nas temperaturas de 5, 10 e 15 °C para os iogurtes de leite de cabra com adição de polpa de umbu a 20 %.

Na Figura 4.8 estão representados os dados experimentais de iogurte de leite de cabra com adição de 20% de polpa de umbu ajustados pelo modelo Ostwald de Waelle; observa-se que a tensão de cisalhamento não apresentou tendência clara de acréscimo ou diminuição com o aumento da temperatura, constatando-se ainda dispersão dos pontos em relação às curvas.

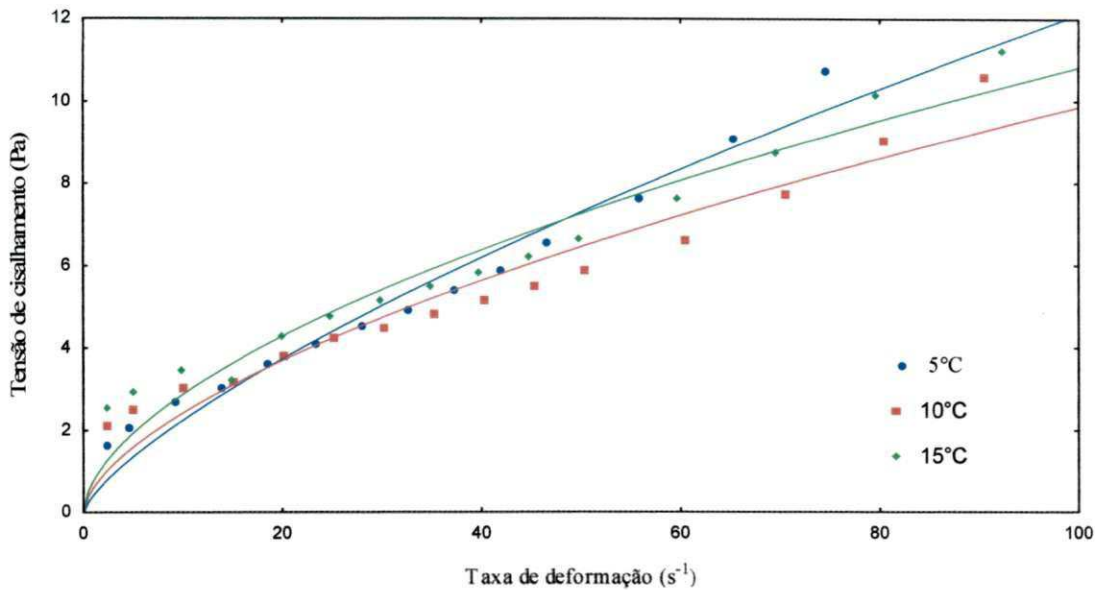


Figura 4.8 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação para o iogurte de leite de cabra com adição de 20% de umbu, nas temperaturas 5, 10 e 15°C, descrita pelo modelo de Ostwald de Waelle

Na Figura 4.9, estão os dados experimentais de iogurte de leite de cabra com adição de 20% umbu na qual foram ajustados pelo modelo de Casson. Verifica-se, também, neste modelo, que a tensão de cisalhamento aumenta com a elevação da temperatura ocorrendo, ainda, cruzamento de curvas nas diferentes temperaturas.

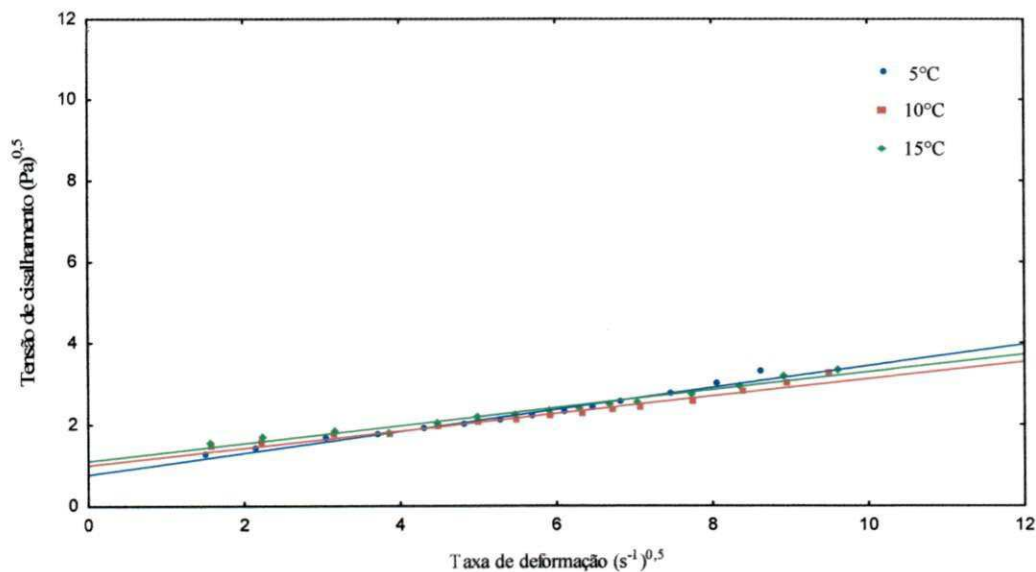


Figura 4.9 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação para o iogurte de leite de cabra com adição de 20% de umbu, nas temperaturas 5, 10 e 15°C, descrita pelo modelo de Casson

Na Figura 4.10 estão representados os dados experimentais de iogurte de leite de cabra com adição de 20% umbu ajustados pelo modelo Mizahi-Berk. Verifica-se, com o aumento da temperatura, um aumento significativo na tensão de cisalhamento e que ocorrem cruzamentos entre as curvas das diferentes temperaturas; na taxa de deformação entre 40 e 100 s^{-1} , a temperatura a 15 °C permanece acima da curva de 10°C; uma explicação possível para este comportamento seria a gelatinização da pectina da polpa de umbu (20%) adicionada na elaboração do iogurte de leite de cabra

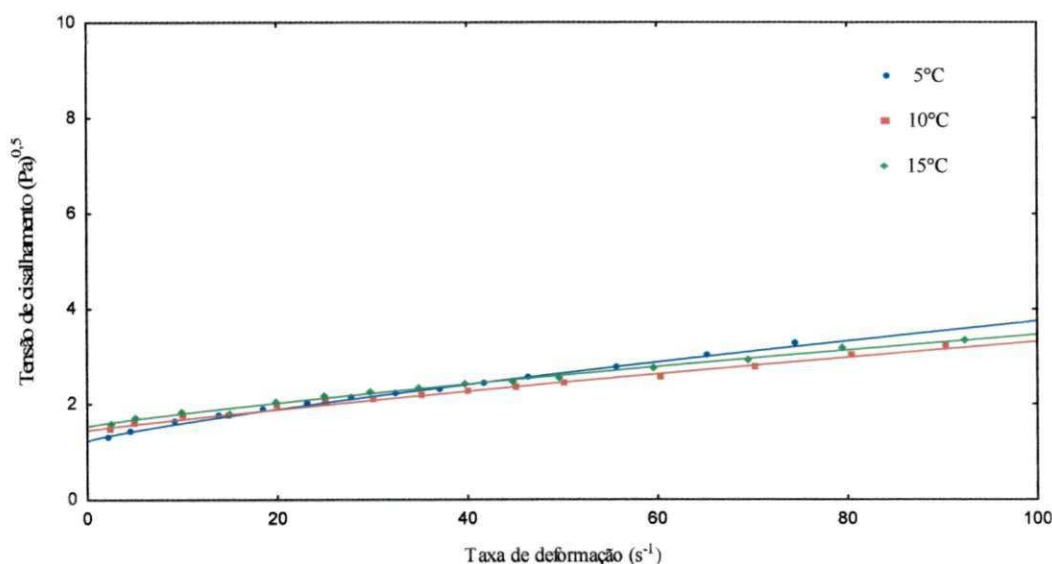


Figura 4.10 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação para o iogurte de leite de cabra com adição de 20% de umbu, nas temperaturas 5, 10 e 15°C, descrita pelo modelo de Mizahi Berk

UNIC-BELOHORIZONTE

4.4.1 - Viscosidades aparentes dos iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu

Ainda com o intuito de se observar o comportamento reológico dos iogurtes de leite de cabra, estabeleceu-se a relação da viscosidade aparente (mPa.s) em função da velocidade de rotação (rpm), apresentada nas Tabelas 4.8, 4.9 e 4.10.

Na Tabela 4.7 são apresentados os dados da viscosidade aparente (mPa.s) do iogurte de leite de cabra com adição de polpa de umbu a 10% em função da velocidade de rotação nas temperaturas de 5, 10 e 15 °C.

A máxima viscosidade aparente (3.616,00 mPa.s) foi obtida na velocidade de rotação de 5 rpm e na temperatura de 5°C.

Percebe-se, nesta Tabela 4.7, que a viscosidade aparente (η_a) do iogurte de leite de cabra com 10% de polpa de umbu, diminui com o aumento da velocidade de rotação e com o aumento da temperatura da amostra.

Comportamento semelhante com relação ao decréscimo da viscosidade aparente com o aumento da velocidade de rotação (rpm) também foi observado por TORRES (2004) no estudo do comportamento reológico de polpa de umbu-cajá, e por BEZERRA (2010) ao estudar a viscosidade aparente de iogurtes de leite de cabra e búfala, na temperatura de 5 °C.

Segundo HAMINIUK (2005) quanto menor a viscosidade de um fluido menor também é a perda de carga durante o escoamento, o que resulta em um gasto menor de energia, em uma indústria.

Tabela 4.7 - Viscosidade aparente (mPa s) de iogurte de leite de cabra com adição de polpa de umbu (10%) em função da velocidade de rotação e temperatura

Vel. rotação (rpm)	Temperatura (°C)		
	5	10	15
5	3.616,00	3.133,33	2.850,67
10	2.208,00	1.918,67	1.741,33
20	1.367,33	1.189,33	1.072,00
30	1.045,67	900,67	813,80
40	867,67	750,00	672,67
50	756,53	648,00	583,53
60	-	579,90	523,33
70	-	527,03	474,30
80	-	486,33	436,33
90	-	-	404,87
100	-	-	380,00

Na Figura 4.11 tem-se a apresentação gráfica das curvas de ajustes por equação exponencial da viscosidade aparente (mPa s) em função da velocidade de rotação (rpm) do iogurte de leite de cabra com 10% de polpa de umbu, nas temperaturas de 5, 10 e 15 °C. Observa-se $R^2 > 0,99$ podendo-se usar essas equações para estimar a viscosidade aparente; nota-se, ainda, que a viscosidade aparente (η_a) do iogurte de leite de cabra com 10% de

polpa de umbu diminui com o aumento da velocidade de rotação, tal como com o aumento da temperatura da amostra. BEZERRA (2010) observou comportamento semelhante ao estudar a viscosidade aparente de iogurtes de leite de cabra e búfala, na temperatura de 5°C.

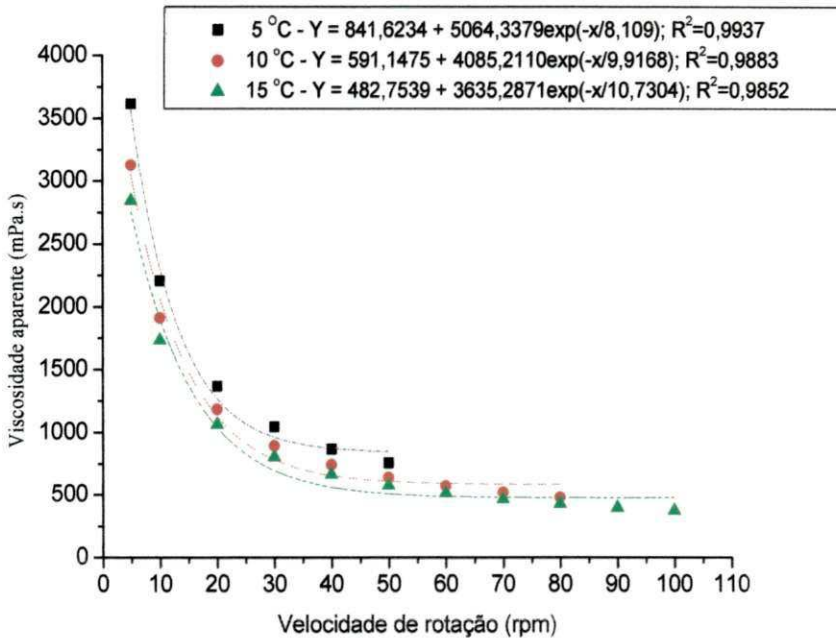


Figura 4.11 – Viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para o iogurte com 10% de polpa de umbu

Na Tabela 4.8 são apresentados os dados da viscosidade aparente (mPa s) do iogurte de leite de cabra a 20% de polpa de umbu em função da velocidade de rotação, nas temperaturas de 5, 10 e 15 °C.

Na avaliação da viscosidade aparente do iogurte de leite de cabra a 20% de polpa de umbu na temperatura de 5 °C, observa-se um decréscimo da viscosidade com o aumento da velocidade de rotação (rpm); comportamento semelhante foi observado por BEZERRA (2010) ao estudar a viscosidade aparente de iogurtes de leite de cabra e búfala; nas velocidades de rotação acima de 100 rpm constata-se tendência de aumento ou estabilização das viscosidades com a rotação.

Ainda avaliando a viscosidade aparente (η_a) do iogurte de leite de cabra a 20% de polpa de umbu percebe-se que, com o aumento da temperatura de 5 para 15 °C, na velocidade de rotação de até 90 rpm, houve tendência de aumento da viscosidade aparente.

Esta tendência de aumento pode ter ocorrido devido a uma possível gelatinização da pectina da polpa de umbu adicionada ao iogurte; embora não se tenha medido o teor de metoxilação das frações de pectina, é provável que a polpa de umbu adicionada ao iogurte apresente uma quantidade de radicais metil responsáveis pelas propriedades de gelatinização e gelificação.

Tabela 4.8 - Viscosidade aparente (mPa s) de iogurte de leite de cabra com adição de polpa de umbu (20%) em função da velocidade de rotação e temperatura

Vel. rotação (rpm)	Temperatura (°C)		
	5	10	15
5	1.122,67	1.432,00	1.744,00
10	705,33	850,67	988
20	457,33	652,67	593
30	358,23	391,10	435
40	306,67	323,67	366
50	276,93	287,20	322
60	254,20	255,10	291
70	237,90	233,30	253
80	227,33	217,83	234
90	220,60	206,10	222
100	216,40	199,53	213
120	214,33	188,63	214
140	218,10	188,63	200
160	225,83	190,23	202
180	-	197,60	209

Na Figura 4.12 tem-se a apresentação gráfica das curvas de ajustes exponenciais da viscosidade aparente (mPa s) em função da velocidade de rotação (rpm) do iogurte de leite de cabra com 20% de polpa de umbu, nas temperaturas de 5, 10 e 15 °C; pode-se usar essas equações na estimativa da viscosidade, em razão de ter apresentado $R^2 > 0,97$.

Na avaliação da viscosidade aparente do iogurte de leite de cabra a 20% de polpa de umbu, observa-se um acréscimo da viscosidade aparente com o aumento da temperatura; no entanto, observa-se um decréscimo da viscosidade com o aumento da

velocidade de rotação (rpm); esta tendência de aumento pode ter ocorrido devido a uma possível gelatinização da pectina da polpa de umbu adicionada ao iogurte.

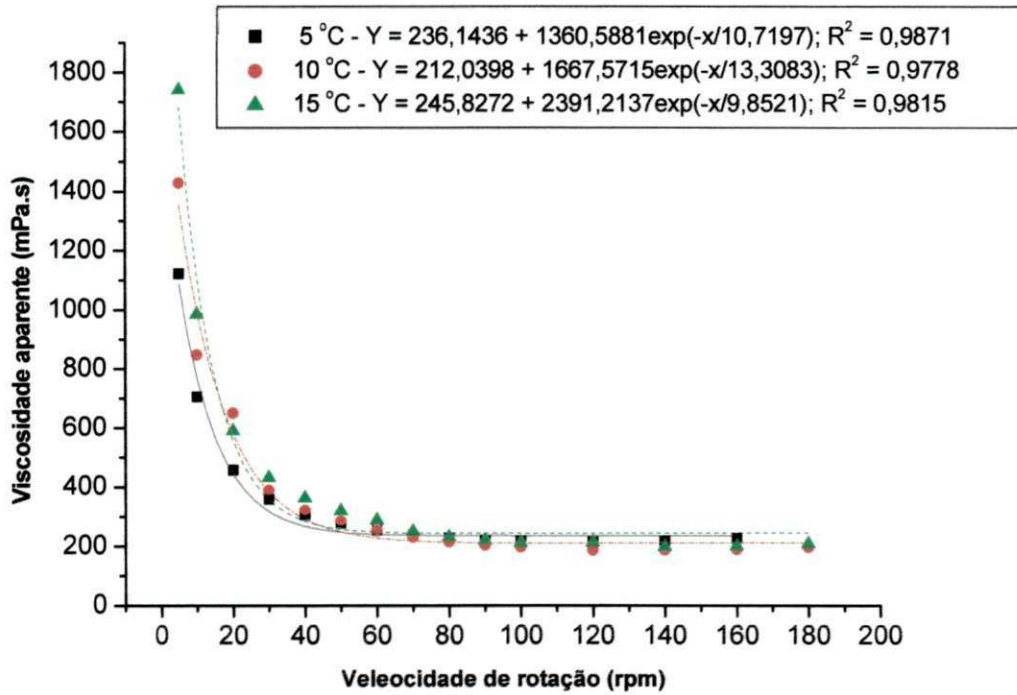


Figura 4.12 – Viscosidade aparente em função velocidade de rotação para o iogurte com 20% de polpa de umbu

5 - CONCLUSÕES

Caracterização da polpa de umbu

❖ Com relação aos parâmetros avaliados, a polpa de umbu apresentou valores de pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais, teor de água e ácido ascórbico, próximos aos valores reportados em literatura para polpa de umbu; em relação à cor, apresentou predominância da cor amarela.

Avaliação sensorial dos iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu

❖ As médias de todas as formulações de iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu obtida pelos julgadores para os parâmetros (consistência, sabor, cor, aroma, acidez, aparência e doçura) foram superiores a 7,00;

❖ Para os iogurtes de leite de cabra com diferentes concentrações de polpa de umbu, o que apresentou as maiores notas médias destacando-se no perfil sensorial foi o iogurte de leite de cabra com 10% de polpa de umbu, em todos os parâmetros de avaliação sensorial analisados;

Avaliação física e físico-química dos iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu

❖ Os iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu podem ser classificados como alimentos ácidos, com pH entre 3,8 e 4,1;

❖ O iogurte de leite de cabra com 10% de polpa de umbu apresentou os maiores valores dos parâmetros acidez total titulável e ácido ascórbico, em relação aos demais iogurtes;

❖ Em referência aos parâmetros sólidos solúveis totais (°Brix), proteínas, lipídios e atividade de água, não houve diferença significativa entre as formulações.

Estudo reológico dos iogurtes

❖ Os iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu apresentaram comportamento de fluido não newtoniano, com características pseudoplásticas;

❖ Os modelos reológicos de Ostwald de Waelle, Casson e Mizrahi-Berk representaram satisfatoriamente o comportamento reológico dos iogurtes de leite de cabra, nas diferentes concentrações de polpa de umbu;

❖ A viscosidade aparente do iogurte de leite de cabra com 10% de polpa de umbu, diminuiu com o aumento da temperatura da amostra; o iogurte de leite de cabra com 20% de polpa de umbu apresentou tendência de aumento da viscosidade aparente entre, 5 e 15 °C.

❖ O aumento no percentual de polpa de umbu adicionada, reduziu as viscosidades aparentes dos iogurtes.

6. - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas – Terminologia – NBR 12806**. São Paulo: ABNT, 1993.

ALDRIGUE, M. L. Vitamina C. In: ALDRIGUE, M. L.; MADRUGA, M. S.; FIOREZE, R.; SOARES, J. **Aspectos da ciência e tecnologia de alimentos**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB/Idéia, 2003. v.2, p. 261-285.

ALVES, M. M. M. A reologia. In: CASTRO, A. G. **A química e a reologia no processamento dos alimentos**. Lisboa: Instituto Piaget, 2003. p. 37-61.

ANUALPEC. **Anuário Brasileiro da Pecuária 2009**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2009. 128 p.

ANUALPEC. **Anuário Brasileiro da Pecuária 2011**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2011. 128 p.

AOAC INTERNATIONAL -Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16. ed. Maryland: AOAC, 1997. 1141 p.

AZOUBEL, P. M.; SILVA, S. A. B. **Iogurte saborizado com polpa de umbu**. Petrolina: Embrapa, 2007. 2 p. (Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido, 81)

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, n. 4, p. 507-513, 1988.

BEZERRA, M. F. **Caracterização físico-química e sensorial, reológica e sensorial de iogurte obtido pela mistura dos leites bubalino e caprino**. 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1995. 151 p.

BORGES, K. C.; MEDEIROS, A. C. L.; CORREIA, R. T. P. Iogurte de leite de búfala sabor cajá (*Spondias lutea* L.): caracterização físico-química e aceitação sensorial, entre indivíduos de 11 a 16 anos. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 2, p. 295-300, 2009.

BORTOLOZO, E. Q.; QUADROS, M. H. R. aplicação de inulina e sucralose em iogurte. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 1, n. 1, p. 37-47, 2007.

BRANCO, I. G.; GASPARETTO, C. A. Comportamento reológico de misturas de polpa de manga e sucos de laranja e cenoura utilizando modelo de Casson. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 2, p. 183-189, 2005.

BRANDÃO, S. C. C. Tecnologia da produção industrial de iogurte. In: SEMANA DO LATICINISTA, 35., 1997. **Anais...** Juiz de Fora: Instituto Cândido Tostes, 1997. 52 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 37 de 31 de outubro de 2000. **Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade de leite de cabra**. Diário Oficial da União, Brasília, p. 23, 8 nov. 2000. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005a. 1018 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada n.º 269 de 22 de setembro de 2005b. **Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais**.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF.

CABRAL, M. F. P.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Comportamento reológico da polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.) peneirada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 37-40, 2002.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Período de ocorrência da frutificação do imbuzeiro na região semi-árida de Pernambuco. **Caatinga**, v. 18, n. 2, p. 129-135, 2005.

CAVALCANTI, N. B. RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): cultivo apropriado para o semi-árido. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 3., 2001, Campina Grande. **Anais..** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. CD-Rom.

CAZÉ FILHO, J.; OLIVEIRA JUNIOR, S.; MEDEIROS, L. T. V.; NASCIMENTO, J. P. Produção de polpa de umbu e outras frutas na agricultura familiar. In: FERREIRA, E.G.; LOPES, E. B.; CAZÉ FILHO, J. **Produção e processamento de frutas tropicais na agricultura familiar.** João Pessoa: Emepa, 2005. p. 9-24.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** Campinas: UNICAMP, 2003. 207p.

CHAVES, A. C. S. D. Leite. KOBLITZ, M. G. B. **Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. 301 p.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas.** UFV: Viçosa, 1999.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: glossário.** Lavras: Editora UFLA, 2006. 256 p.

CLEMENTINO, I. M.; NASCIMENTO, J.; CORREIA, R. T. P. Sobremesa láctea aerada tipo mousse produzida a partir de leite caprino e frutas regionais. **Publica**, v. 3, n. 1, p. 1-8, 2007.

COSTA, N. P.; LUZ, T. L. B.; GONÇALVES, E. P.; BRUNO, R. L. A. Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* ARR. CAM), colhidos em quatro estádios de maturação. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 2, p. 65-71, 2004.

CUNHA NETO, O. C.; OLIVEIRA, C. A. F.; HOTTA, R. M.; SOBRAL, P. J. A. Avaliação físico-química e sensorial do iogurte natural produzido com leite de búfala contendo diferentes níveis de gordura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 448-453, 2005.

DIAS, S. L.; DANTAS, J. P.; BEZERRA, A. S.; ARAUJO, A. P.; BARBOSA, A. S.; ROCHA, C. O.; CAVALCANTI, M. B. D'A.; CANUTO, T. M. Avaliação preliminar química-bromatológica dos xilopódios do umbuzeiro. In: *Congresso Norte-Nordeste de Química, 1., 2007. Anais... Natal: UFRN, 2007. CD*

DONADIO, L. C.; MÔRO, F. V.; SERVIDONE, A. **Frutas brasileiras**. 2. ed. Jaboticabal: Editora Novos Talentos, 2004. 248 p.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. rev. e ampl. Curitiba: Champagnat, 2007. 239 p.

EPSTEIN, L. A riqueza do umbuzeiro. **Revista Bahia Agrícola**, v. 2, n. 3, p. 1-4, 1998. (Comunicações)

FERREIRA, G. M.; QUEIROZ, A. J. M.; CONCEIÇÃO, R. S.; GASPARETTO C. A. Efeito da temperatura no comportamento reológico das polpas de caju e goiaba. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 4, n. 2, p. 177-184, 2002.

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L.; MACHADO, S. S.; ROCHA, A. S.; LIMA, R. R. Aproveitamento industrial do umbu: processamento geléia e compota. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p. 1308-1314, 2003.

GABAS, A. L.; MENEZES, R. S.; TELIS-ROMERO, J. **Reologia na indústria de biocombustíveis**. Lavras: INDI, 2012. 156 p.

GOMES, R. G.; PENNA, A. L. B. Características reológicas e sensoriais de bebidas lácteas funcionais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 3, p. 629-646, 2007.

GONÇALVES, J. R. Introdução à reologia de alimentos fluidos. In: CAMPOS, S. D. S.; GONÇALVES, J. R.; MORI, E. E. M.; GASPARETTO, C. A. **Reologia e textura em alimentos**. Campina: ITAL, 1989. p. 6-11.

HAMINIUK, C. W. I. **Comportamento reológico e fracionamento péctico das polpas integrais de araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) e amora-preta (*Rubus* spp)**. 2005. 85 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de alimentos) Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

HAMINIUK, C. W. I. **Estudo do comportamento reológico e colorimétrico de misturas ternárias e sistemas pécticos de polpas de morango, amora-preta e framboesa**. 2007. 124 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

HIRANO, Z. M. B.; SCHLINDWEIN, A.; NICOLETI, C. R.; PITZ, H. S.; SILVA FILHO, H. H.; GUERRA JÚNIOR, J. C. V.; FERREIRA, M. L. K. P.; FRANCISCO, S. R. S.; **Bioquímica: manual prático**. Blumenau: Edifurb, 2008. 262 p.

JARDIM, W. R. **Criação de caprinos**. São Paulo: Nobel, 1984. 239 p.

LIMA, R. G. S. Cabra, a vaca do pobre? Novo cenário para a caprinocultura do semi-árido baiano. **Bahia Agrícola**, v. 4, n. 1, p. 11-13, 2000.

MACHADO, J. C. V. P. **Reologia e escoamento de fluidos: ênfase na indústria do petróleo**. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2002. 257 p.

MACHADO, S. S.; TAVARES, J. T. Q.; CARDOSO, R. L.; MACHADO, C. S.; SOUZA, K. E. P. Caracterização de polpas de frutas tropicais congeladas comercializadas no Recôncavo Baiano. **Ciência Agrônômica**, v. 38, n. 2, p. 158-163, 2007.



MAREE, H. P. Goat milk and its use as hypoallergenic infant food. **Dairy Goat Journal**, v. 63, n. 12, 16, p. 864-898. 1985.

MATTIETTO, R. A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. Estabilidade do néctar misto de cajá e umbu. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 456-463. 2007.

MELO, E. A.; ANDRADE, R. A. M. S.; Compostos bioativos e potencial antioxidante de frutos do umbuzeiro. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 3, p. 453-457, 2010.

MENDES, C. G.; SILVA, J. B. A.; ABRANTES, M. R. Caracterização organoléptica, físico-química, e microbiológica do leite de cabra: uma revisão. **Acta Veterinária Brasileira**, v. 3, n. 1, p. 5-12, 2009.

MESQUITA, I. V. U. **Características químicas e sensoriais do leite de cabras da raça moxotó alimentadas com diferentes níveis de silagem de maniçoba (*Manihot glaziovii* muel Arg)**. 2005. 101 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal da Paraíba, Areia.

MITSCHKA, P. Simple conversion of brookfield RVT: readings into viscosity functions. **Rheologica Acta**, v. 21, n. 2, p. 207-209, 1982.

MIZRAHI, S.; BERK, Z. Flow behaviour of concentrated orange juice - Mathematical treatment. **Journal of Texture Studies**, v. 3, p. 69-79, 1972.

MORAIS, J. L.; CASTRO, A. G.; DIOGO, A. C. In: CASTRO, A. G.; COVAS, J. A.; DIOGO, A. C. **Reologia e suas aplicações industriais**. Lisboa: Ciência e Técnica, 2001. p. 9-45.

MUNDIM, S. A. P. **Elaboração de iogurte funcional com leite de cabra, saborizado com frutos do cerrado e suplementado com inulina**. 2008. 115 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

NAVARRO, R. F. **Fundamentos de reologia de polímeros**. Caxias do Sul: EDUCS, 1997. 265 p.

OLIVEIRA, A. F. **Análise sensorial dos alimentos**. Londrina: UTFP/CTA, 2010. 65 p.

OLIVEIRA, F. M. N. **Secagem e armazenamento da polpa de pitanga**. 2006. 197 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

OLIVEIRA, K. H.; SOUZA, J. A. R.; MONTEIRO, A. R. Caracterização reológica de sorvetes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 592-598, 2008.

PAIVA, R. M. B. *et al.* Avaliação microbiológica e físico-química de diferentes tipos de queijos de cabra. **Revista do Instituto de laticínios Cândido Tostes**, v. 59, n. 339, p. 249-251, 2004.

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

PELEGRINE, D. H.; VIDAL, J. R. M. B.; GASPARETTO, C. A. Estudo da viscosidade aparente das polpas de manga (Keitt) e abacaxi (Pérola). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, p. 128-131, 2000.

PEREDA, J. A. O.; RODRÍGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. DE LA H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnología de alimentos: alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. v.2, 279p.

PEREIRA, E. D.; PACIULLI, S. O. D.; HENRIQUE, J. R.; ARAÚJO, R. A. B. M.; TERÁN-ORTIZ, G. P. Caracterização de iogurte elaborado a partir de leite de cabra acrescido com polpa de uvaia (*Eugenia uvalha* Cambess). In: SEMANA DE CIENCIAS E TECNOLOGIA DO IFMG, 2., 2009, Bambui. **Anais...** Bambui: IFMG, 2009. CD-Rom.

PINTO, P. R.; BORGES, S. V.; CAVALCANTI, N. B.; OLIVEIRA, V. M.; DELIZA, R. Efeito do processamento de doce em massa de umbu verde e maduro sobre sua composição e aceitação. **Alimentos e Nutrição**, v. 12, n. 1, p. 45-53, 2001.

QUEIROGA, R. C. R. E.; SOUSA, Y. R. F.; SILVA, M. G. F.; OLIVEIRA, M. E. G.; SOUSA, H. M. H.; OLIVEIRA, C. E. V. Elaboração de iogurte com leite caprino e geleia de frutas tropicais. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 4, p. 489-96, 2011.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2007. 184 p.

RIBEIRO, M. M.; MINIM, V. P. R.; MINIM, L. A.; ARRUDA, A. C.; CERESINO, E. B.; CARNEIRO, H. C. F.; CIPRIANO, P. A. Estudo de mercado de iogurte da cidade de Belo Horizonte/MG. **Revista Ceres**, v. 57, n. 2, p. 151-156, 2010.

RIBEIRO, S. D. A. **Caprinocultura: criação racional de caprinos**. São Paulo: Nobel, 1997. 318 p.

RIGO, M. Tecnologia do iogurte. BEZERRA, J. R. M. V.; RIGO, M.; RAYMUNDO, M. S.; BASTOS, R. G. **Introdução à tecnologia de leite e derivados**. Guarapuava: Unicentro, 2011. Cap. 5, p. 101- 130.

ROCHA, C.; COBUCCI, R. M. A.; MAITAN, V. R.; SILVA, O. C. Elaboração e avaliação de iogurte sabor frutos do cerrado. **B. CEPPA**, v. 26, n. 2, p. 255-266, 2008.

RODRIGUES, F. F. G.; NASCIMENTO, E. M. M.; FURTADO, C. A. N.; COSTA, J. G. M. Análise físico-química de espécies de *Spondias* oriundas do cariri cearense. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 1, n. 2, p. 44-52, 2010.

SALINAS, R. D. **Alimentos e nutrição: introdução à bromatologia**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. 278 p.

SANTOS, M. B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* x *S. mombin*)

provenientes do recôncavo sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1089-1097, 2010.

SANTOS, J. A. Iogurte: um bom negócio se feito com profissionalismo. **Indústria de Laticínios**, n. 18, p. 20-27, 1998.

SCHRAMM, G. **Reologia e reometria: fundamentos teóricos e práticos**. São Paulo: Artliber, 2006. 240 P.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software assistat - statistical attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7., 2009. **Anais...** Reno: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, F. A. S.; DUARTE, M. E. M.; CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M. Nova metodologia para interpretação de dados de análise sensorial de alimentos. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 5, p. 967-973, 2010.

SOUZA NETO, M. A.; SOUSA, P. H. M. Análises instrumentais para a segurança dos alimentos. In: BASTOS, M.S.R. **Ferramentas da ciência e tecnologia para a segurança dos alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical/ Banco do Nordeste do Brasil, 2008. p. 113-134.

TORRES, L. B. V. **Comportamento viscoso de polpas de umbu cajá com diferentes teores de sólidos**. 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.