



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



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Dissertação de Mestrado

**AVALIAÇÃO REOLÓGICA E SENSORIAL DE DOCE
CREMOSO PRODUZIDO COM SORO DE LEITE DE
CABRA, LEITE DE VACA E POLPA DE UMBU**

MARIA DO SOCORRO SANTOS DA SILVA

**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**

**AVALIAÇÃO REOLÓGICA E SENSORIAL DE DOCE CREMOSO
PRODUZIDO COM SORO DE LEITE DE CABRA, LEITE DE VACA
E POLPA DE UMBU**

MARIA DO SOCORRO SANTOS DA SILVA

**Campina Grande - Paraíba
SETEMBRO, 2011**

**AVALIAÇÃO REOLÓGICA E SENSORIAL DE DOCE CREMOSO
PRODUZIDO COM SORO DE LEITE DE CABRA, LEITE DE VACA
E POLPA DE UMBU**

MARIA DO SOCORRO SANTOS DA SILVA

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.

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Processamento e Armazenamento de Produtos
Agrícolas**



**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

S586a Silva, Maria do Socorro Santos da.
Avaliação reológica e sensorial de doce cremoso produzido com soro de leite de cabra, leite de vaca e polpa de umbu / Maria do Socorro Santos da Silva. – Campina Grande, 2012.

62f.: il. col.

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

Orientadores: Profa. Dra. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo e Prof. Dr. Alexandre José de Melo Queiroz.

Referências.

1. *Spondias tuberosa*. 2. Viscosidade. 3. Análise Sensorial. I. Título.

CDU 631 (043)

DIGITALIZAÇÃO:
SISTEMOTECA - UFCG



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 DO SOCORRO SANTOS DA SILVA

AVALIAÇÃO REOLÓGICA E SENSORIAL DE DOCE CREMOSO PRODUZIDO
COM SORO DE LEITE DE CABRA, LEITE DE VACA E POLPA DE UMBU

BANCA EXAMINADORA

PARECER

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

Aprovado

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

APROVADO

Flávio Luiz Honorato da Silva
Dr. Flávio Luiz Honorato da Silva – Examinador

Aprovado

Renato Fonseca Aragão
Dr. Renato Fonseca Aragão – Examinador

APROVADO

SETEMBRO - 2011



“ Ó Deus de meus pais, eu te louvo e celebro porque me deste sabedoria e força e agora me fizeste saber o que te pedimos, porque nos fizeste saber este assunto do rei.” Daniel 2:23

UNCG - BIBLIOTECA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, por me dar força e coragem para concluí-lo; a meus pais, Maria Francisca da Conceição e José Jacinto dos Santos (*in memoriam*); a minha querida irmã, Maria Rosicleide dos Santos e a meus filhos e netos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que durante toda a caminhada me deu forças para vencer todos os obstáculos e sempre esteve presente em meu viver.

A meus filhos e netos, pela compreensão nos momentos ausentes e por toda ajuda prestada na minha ausência.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – IFPE - *Campus* Belo Jardim, pela possibilidade da realização deste trabalho.

À professora Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo, por sua compreensão, apoio e amizade durante esses anos e por suas orientações e sugestões na realização deste trabalho e ao Professor Dr. Alexandre José de Melo Queiroz, pela pessoa maravilhosa que é por todo incentivo em prol deste trabalho.

Aos doutorandos da UFCG, Vanessa, Gilmara, Flávio, Taciano, Karla, Tânila e Leila, por toda sua ajuda.

Aos queridos Francisco Henrique Duarte Filho, Geraldo Vieira da Costa, Bernadina Santos Araújo de Souza, Sérgio Gaudêncio, Cláudia Sansil, Ana Luiza Rolim, José Divânio, José Carlos, Silvia Patrícia, João Tavares Nunes, Vansóstenes, Iremar, Madureira, Antônio Barbosa dos Santos, Carlos Alberto, Luciene Venâncio, ao Setor e à equipe da Unidade de Alimentação e Nutrição do IFPE-BJ, por todo apoio e compreensão; enfim, a todos que me ajudaram direta ou indiretamente.

Aos professores Dr. Flávio Luiz Honorato da Silva, Dra. Josivanda Palmeira Gomes e Dr. Francisco de Assis, pelo incentivo.

À CAPES, pelo programa MINTER, e à FACEPE, pelo financiamento do projeto e pela bolsa; ao professor Francisco Braga, pela coordenação do projeto.

RESUMO

O leite de cabra oferece vantagem competitiva em relação ao leite de vaca, devido à sua melhor digestibilidade e por se prestar para a produção de queijos especiais de alto valor comercial. A produção de queijo gera soro, em grandes quantidades, como subproduto. O soro é um alimento rico em proteínas de alto valor biológico mas sofre com a baixa aceitabilidade em virtude do sabor e do odor, ainda mais quando derivado de leite caprino. A estratégia economicamente mais viável para o aproveitamento do soro de leite caprino é a incorporação de ingredientes que mascarem ou anulem seu sabor, com ganhos maiores se forem usados ingredientes locais, como a polpa de umbu. Neste trabalho se utilizaram soro de leite de cabra, leite de vaca e polpa de umbu na produção de doces cremosos. As amostras foram elaboradas com a mistura de soro de leite de cabra e leite de vaca, na proporção de 1:1, sacarose e polpa de umbu variando nas concentrações de 10, 15 e 20%. A polpa de umbu e os doces foram avaliados quanto ao pH, teor de sólidos solúveis totais, ácido ascórbico, acidez total titulável, cinzas, açúcares redutores, proteínas totais, lipídios, densidade, atividade de água e cor. Os doces foram estudados quanto ao comportamento reológico e submetidos a avaliações sensoriais. Nas análises sensoriais os provadores avaliaram as amostras por meio de escala hedônica na qual julgaram os atributos cor, consistência, sabor, doçura, odor, aparência, acidez e intenção de consumo. Os dados experimentais utilizados no estudo do comportamento reológico foram coletados em viscosímetro Brookfield, nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C, e os modelos de Ostwald-de-Waelle (Lei da Potência), Casson, Herschel-Bulkley e Mizrahi-Berk foram ajustados aos reogramas. A polpa de umbu apresentou-se muito ácida. A amostra com menor quantidade de polpa de umbu obteve a melhor aceitação. Todos os doces apresentaram comportamento pseudoplástico; as viscosidades aparentes diminuíram com o aumento da velocidade de rotação e as viscosidades diminuíram com o aumento da temperatura. Os modelos reológicos da Lei-da-Potência, Herschel-Bulkley, Casson e Mizrahi-Berk, se ajustaram bem aos dados de tensão de cisalhamento e taxa de deformação, e o modelo de Mizrahi-Berk resultou nos melhores ajustes.

Palavras-chave: *Spondias tuberosa*, reologia, análise sensorial

ABSTRACT

Goat milk offers a competitive advantage over cow's milk due to its better digestibility and suitability in the production of high-value cheeses. Large-scale production of cheese generates whey as a by-product. Whey is rich in proteins with high biological value, but low acceptability because of its unpleasant odor and taste, especially when derived from goat's milk. The most economically viable economic strategy for goat milk whey is to incorporate ingredients that mask or neutralize its taste, with added gains if local ingredients such as *umbu* pulp are used. In this study goat milk whey, cow's milk and *umbu* pulp were used in the production of sweet creamy desserts. Samples were elaborated with a mixture of goat milk whey and cow's milk at a ratio of 1:1, plus sucrose and *umbu* pulp at concentrations of 10, 15 and 20%. *Umbu* pulp and the sweets were assessed for pH, soluble solids, ascorbic acid, titratable acidity, ash, reducing sugars, total proteins, lipids, density, water activity and color. Creamy sweet desserts were studied for rheological behavior and submitted to sensory evaluation. In sensory analyses judges assessed samples according to the hedonic scale, judging color, consistency, taste, sweetness, odor, appearance, acidity and intention to consume. Experimental data used in the study of rheological behavior were collected in a Brookfield viscometer, at temperatures of 20, 30 and 40 °C, and Ostwald-de-Waele (Power Law), Casson, Herschel-Bulkley and Mizrahi-Berk models were fit to rheograms. *Umbu* pulp exhibited considerable acidity. The sample with the lowest amount of *umbu* pulp was the most accepted. All the creamy sweet desserts displayed pseudoplastic behavior; apparent viscosities decreased with an increase in rotation speed; and viscosities decreased with an increase in temperature. Power Law, Herschel-Bulkley, Casson and Mizrahi-Berk rheological models fit shear stress and strain rate data well, with the Mizrahi-Berk model resulting in the best fit.

Keywords: *Spondias tuberosa*, rheology, sensory analysis

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 – Objetivo geral	2
1.1.1 – Objetivos específicos	2
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 – Leite de cabra	4
2.1.2 – Soro	5
2.2 – Doce	6
2.3 – Umbu	7
2.4 – Reologia	9
2.5 – Análise sensorial	13
3 - MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 - Matérias-primas	15
3.2 – Processamento do umbu	15
3.3 – Processamento dos doces cremosos	18
3.4 – Caracterização química, física e fisico-química da polpa de umbu e dos doces cremosos	19
3.4.1 – pH	19
3.4.2 – Sólidos solúveis totais (°Brix)	20
3.4.3 – Acidez total titulável	20
3.4.4 – Açúcares redutores	20
3.4.5 – Cinzas	20
3.4.6 – Ácido ascórbico	20
3.4.7 – Proteína	20
3.4.8 – Lipídios	21
3.4.9 – Cor	21
3.4.10 – Densidade	21
3.4.11 – Atividade de água	21

3.5 - Análise sensorial	21
3.6 – Comportamento reológico	23
3.7 – Análise estatística	25
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 – Caracterização química, física e físico-química	26
4.2 - Análise sensorial dos doces	30
4.2.1 - Avaliação da aceitação do doce com diferentes concentrações de polpa de umbu	30
4.2.2 – Perfil sensorial dos doces com diferentes concentrações de polpa de umbu	32
4.3 – Comportamento reológico	35
4.3.1 - Viscosidades aparentes	35
4.3.2 – Modelos reológicos	38
5 – CONCLUSÕES	51
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52



LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 -	Umbu (<i>Spondias tuberosa</i> Arruda Câmara)	8
Figura 3.1 -	Fluxograma do processamento da polpa de umbu	16
Figura 3.2 -	Fluxograma do processamento do queijo de coalho de leite de cabra para obtenção do soro com vista à elaboração dos doces cremosos	17
Figura 3.3 -	Fluxograma do processamento dos doces cremosos	19
Figura 3.4 -	Formulário utilizado para análise dos atributos sensoriais: cor, consistência, sabor, doçura e odor	22
Figura 3.5 -	Modelo de formulário utilizado para atributo intenção de consumo	23
Figura 4.1 -	Perfil sensorial do doce cremoso com adição de diferentes concentrações de polpa de umbu	34
Figura 4.2 -	Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 10% de polpa de umbu, na temperatura de 20 °C, com ajuste pelo modelo de Ostwald-de-Waelle	40
Figura 4.3 -	Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 10% de umbu, na temperatura de 20 °C, com ajuste pelo modelo de Casson	41
Figura 4.4 -	Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 10% de polpa de umbu, na temperatura de 20 °C, com ajuste pelo modelo de Herschel-Bulkley	42
Figura 4.5 -	Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 10% de polpa de umbu, na temperatura de 20 °C, com ajuste pelo modelo de Mizrahi-Berk	42
Figura 4.6 -	Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 15% de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Ostwald-de-Waelle	45

Figura 4.7 -	Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 15% de polpa de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Casson	45
Figura 4.8 -	Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 15% de polpa de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Herschel-Bulkley	46
Figura 4.9 -	Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 15% de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Mizrahi-Berk	47
Figura 4.10 -	Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce com adição de 20% de polpa de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Ostwald-de-Waelle	49
Figura 4.11 -	Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 20% de polpa de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Casson	49
Figura 4.12 -	Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 20% de polpa de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Herschel-Bulkley	50
Figura 4.13 -	Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 20% de polpa de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Mizrahi-Berk	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	- Composição físico-química da polpa do umbu	8
Tabela 4.1	- Caracterização química, física e físico-química da polpa de umbu e dos doces cremosos	26
Tabela 4.2	- Valores médios da avaliação sensorial do doce cremoso fabricado com adição de diferentes concentrações de polpa de umbu (10, 15 e 20%), para os parâmetros de cor, consistência, sabor, doçura, intenção de consumo e odor	31
Tabela 4.3	- Médias das notas e coeficiente de concordância entre julgadores (CC) da análise sensorial do doce de leite de cabra com adição de polpa de umbu, obtidos no teste de aceitação quanto aos parâmetros: cor, consistência, sabor, doçura intenção de consumo e odor	33
Tabela 4.4	- Viscosidade aparente (Pa s) a 20 °C para o doce com 10% de polpa de umbu em função da velocidade de rotação	35
Tabela 4.5	- Viscosidade aparente (Pa s) em função da velocidade de rotação e temperatura para a amostra de doce com 15% polpa de umbu	37
Tabela 4.6	- Viscosidade aparente (Pa s) em função da velocidade de rotação e temperatura para a amostra de doce com 20% polpa de umbu	38
Tabela 4.7	- Parâmetros dos modelos reológicos, coeficientes de determinação (R^2) e desvios percentuais médios (P) para o doce de leite de cabra com 10% de polpa de umbu	39
Tabela 4.8	- Parâmetros dos modelos reológicos, coeficientes de determinação (R^2) e desvios percentuais médios (P) para o doce de leite de cabra com 15% de polpa de umbu	43
Tabela 4.9	- Parâmetros dos modelos reológicos, coeficientes de determinação (R^2) e desvios percentuais médios (P) para o doce com 20% de polpa de umbu	48



1. INTRODUÇÃO

O leite é utilizado como alimento básico na dieta humana, em todas as faixas etárias, por ser um dos produtos mais completos do ponto de vista nutricional e por possuir alta digestibilidade, indiscutível valor biológico e excelente fonte de cálcio, magnésio e de proteína de alto valor biológico, devido à presença expressiva de todos os aminoácidos essenciais (SANTOS, 2011a).

A produção de leite, tanto bovino como caprino, para consumo *in natura* ou transformado em derivados, tem destacada importância para a região Nordeste. Nos últimos anos tem-se notado o crescente aumento de derivados lácteos originados do leite de cabra em decorrência da atividade pecuária leiteira caprina que está em pleno desenvolvimento, principalmente nos Estados da Paraíba e Rio grande do Norte, onde esta atividade tem sido vista como uma alternativa de emprego e renda para a agricultura familiar (LAGUNA & EGITO, 2008).

Segundo HAENLEIN (2004), a demanda por leite de cabra cresce em função de três aspectos: os caprinos são fonte de carne e leite para a população de áreas rurais representando, em certas regiões, parte importante do consumo doméstico de proteína, cuja demanda acompanha, nestas regiões, o próprio crescimento populacional; o segundo aspecto é o interesse de conhecedores e especialistas por produtos como queijos e iogurtes, especialmente em países desenvolvidos, demanda que está relacionada à maior renda e o terceiro aspecto deriva da preocupação, cada vez maior, das pessoas, com referência à alimentação e saúde e à demanda crescente por alimentos nutritivos, saudáveis e funcionais.

No Brasil, a caprinocultura é uma atividade realizada majoritariamente por pequenos produtores. A criação de caprinos está fortemente concentrada na região Nordeste, que responde por 91% do rebanho nacional, além de deter a maior produção de leite de cabra, 67%. A Paraíba desponta como o maior produtor de leite de cabra do País, com uma produção média de meio milhão de litros/mês, produzida por criadores agregados em 22 associações rurais, na região do Cariri paraibano (IBGE, 2007).

Nos últimos anos vários esforços têm sido realizados por agências governamentais em associação com as universidades para implementar programas de melhoria do nível tecnológico da indústria de leite de cabra. Embora a produção de leite de cabra tenha aumentado no Brasil, especialmente na Região Nordeste, há uma lacuna considerável de informações sobre a qualidade do leite de cabra comercializado no Brasil, para subsidiar as

necessidades da indústria (ANUALPEC, 2003).

Produtos como queijos, iogurtes, doces e bebidas lácteas, podem ser obtidos a partir do leite de cabra utilizando-se de processos simples, sendo esta uma alternativa para o aumento no consumo de produtos de origem caprina e para a agregação de valores a tais produtos (SANTOS, 2011a).

Atualmente, o soro de leite, que é um subproduto de alto valor nutricional e de baixo custo, vem sendo utilizado das mais diversas formas em produtos alimentícios. O processo mais simples e econômico, do ponto de vista industrial, para a utilização do soro, é o retorno ainda fluido para a linha de processamento. Desta linha de processamento podem surgir os mais diversificados produtos. O histórico de pouca utilização do soro para consumo humano se deve à dificuldade de aceitação do seu sabor. Alternativas para contornar esse problema são possíveis por meio de misturas e incorporações de outros ingredientes que conduzam a um novo produto, aproveitando preferencialmente as disponibilidades e produções locais.

Como proposta para elaboração de um novo alimento, de boa aceitação sensorial, aproveitando os potenciais nutricionais e incorporando, a este trabalho, um fruto nativo; foram elaborados doces de leite compostos de soro de leite de cabra, leite de vaca e polpa de umbu, avaliando-se suas características químicas, físicas e físico-químicas, além de sua aceitabilidade, do ponto de vista sensorial.

1.1 – Objetivo geral

Elaborar doce cremoso a partir da mistura do soro do leite de cabra, do leite de vaca e com a adição de diferentes proporções de polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) e avaliar suas características químicas, físicas, físico-químicas, viscométricas e sensoriais.

1.1.1 – Objetivos específicos

- Caracterizar, quanto aos parâmetros físicos, químicos e físico-químicos, a polpa de umbu integral;
- Produzir doce cremoso a partir da mistura de soro de leite de cabra e leite de vaca, na proporção 1:1, 20% de sacarose e polpa de umbu integral, esta adicionada nas concentrações de 10, 15 e 20%;

- Caracterizar, quanto aos parâmetros físicos, químicos e físico-químicos, os doces cremosos;
- Realizar análise sensorial nos doces cremosos com relação a: cor, consistência, sabor, doçura, odor e intenção de compra;
- Determinar o comportamento reológico dos doces e ajustar os modelos de Ostwald-de-Waele ou Lei da potência, Mizrahi–Berk, Herschel–Bulkley e Casson, aos reogramas.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – Leite de cabra

De acordo com SANTOS (2011b), o leite de cabra apresenta propriedades bioquímicas que favorecem seu valor nutricional. Devido a essas importantes características, sua utilização na preparação de derivados tem sido pesquisada no mundo. Dentre as formas mais comuns pode-se destacar diversos tipos de queijo e iogurte. Apesar do potencial de produção de leite de cabra na região Nordeste, poucos estudos ainda estão sendo conduzidos para o aproveitamento deste leite e desenvolvimento de novos produtos, de fácil elaboração pelo pequeno produtor. O leite de cabra pode ser uma estratégia alimentar no auxílio a uma vida mais saudável, principalmente para indivíduos que apresentem alergia ao leite de vaca, uma vez que o leite de cabra possui menor teor de α -S1 caseína quando comparado com o leite de vaca.

Conforme SILVA et al. (2011) dentre os alimentos de origem animal mais utilizados na alimentação, o leite de cabra ocupa lugar de destaque devido ao seu alto valor nutritivo, apresentando diversas particularidades que o tornam uma alternativa a inúmeras pessoas que apresentam alergia ao leite de vaca em razão principalmente da sua alta digestibilidade.

De acordo com MOSQUIM et al. (2003) as qualidades nutricionais do leite de cabra se devem ao fato de se constituir numa rica fonte de proteínas, cálcio, fósforo, magnésio e vitaminas A, riboflavina e niacina. Possui maior digestibilidade quando comparado ao leite de vaca, que é decorrente do diâmetro reduzido de seus glóbulos de gordura, permitindo melhor assimilação pelo organismo, característica que facilita a digestibilidade dos lipídios em face da maior superfície exposta à digestão enzimática – ação lipásica.

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000) o leite de cabra pode ser classificado em função do teor de gordura, no leite integral a quantidade de gordura não pode ser alterada, no leite padronizado a quantidade de gordura é de 3,0%, no leite semidesnatado a gordura pode variar de 0,6 a 2,9%, e no leite desnatado o teor de gordura é no máximo 0,5%.

As características físico-químicas do leite estão relacionadas com a espécie animal, a raça, a alimentação e o estágio de lactação. De maneira geral, a composição média do leite de cabra é 87% de água, 3,8% de gordura, 4,1% de lactose, 3,4% de

proteína, 8,9% de sólidos não gordurosos, 0,86% de cinzas, 70 kcal/100 mL, pH de 6,5-6,8 e acidez de 0,14 a 0,23% de ácido láctico (PANDYA & GHODKE, 2007).

2.1.2 - Soro

Segundo PEREDA et al. (2005) o lactossoro é o líquido resultante da separação das caseínas e da gordura do leite, no processo de elaboração do queijo. Antigamente, o lactossoro ou soro era considerado um líquido residual inaproveitável ou então era utilizado como alimento para o gado; contudo, o conhecimento de sua composição e os avanços tecnológicos levaram a que fosse considerado, atualmente, como fonte importante de componentes lácteos de grande valor para as indústrias alimentícia e farmacêutica.

Em geral, as indústrias aproveitam o soro do leite como ingrediente na elaboração de bebidas lácteas enquanto na zona rural, quando não aproveitado como complemento da alimentação dos animais, o soro é descartado no meio ambiente. Do ponto de vista nutricional, o soro é formado por uma mistura de proteínas, lactose, minerais e uma pequena parte de gordura do leite. As proteínas do soro constituem todos os aminoácidos essenciais à alimentação humana (RODRIGUEZ, 2008).

A quantidade de aminoácidos essenciais do soro é superior à de outras fontes, correspondendo a 60% do valor proteico do soro que contém níveis elevados de leucina e lisina em comparação com o isolado proteico de soja ou a clara do ovo desidratada (CALDAS, 2007).

Os produtos de soro são indicados para todos os produtos lácteos por possuírem propriedades funcionais, como capacidade de formação de gel, viscosidade, poder emulsificante e capacidade de retenção de água, que conferem uma série de benefícios estruturais e nutricionais ao produto final (BELLARDE, 2006).

O tratamento de efluentes, principalmente deste subproduto que tem alta carga orgânica, é dispendioso. O soro é potente agente de poluição, passível de provocar a destruição da flora e da fauna pela sua alta demanda biológica de oxigênio (DBO) que é cerca de 30.000 a 50.000 mg de oxigênio por litro de soro, valor este aproximadamente 100 vezes maior que o de um esgoto doméstico. Descartar soro sem tratamento eficiente não é só crime previsto por lei mas é, também, rejeitar um ingrediente que possui alta qualidade. Aliada a este aumento está a necessidade de se criar alternativas para a utilização do soro (RICHARDS, 2002).

Conforme PEREDA et al. (2005) o lactossoro líquido tem teor de proteína entre 0,7-0,8%, lactose 4,4-4,9%, minerais 0,5-0,8%, gordura 0,04-0,2%, água 93% e ácido láctico 0,2-0,5%.

2.2 – Doce

Segundo GAVA et al. (2008) quando aliado ao aquecimento o açúcar é um bom agente de conservação dos produtos alimentícios, sua presença aumenta a pressão osmótica do meio, criando condições desfavoráveis para o crescimento e reprodução da maioria das espécies de bactérias, leveduras e bolores e diminui a atividade de água, mas, existem alguns micro-organismos (osmofílicos) que conseguem viver, mesmo em condições de baixo teor de umidade e, por isso, alguns alimentos conservados pelo uso de açúcar devem receber um tratamento complementar, para sua conservação.

Conforme LOVATEL et al. (2004) os doces podem ser classificados, de acordo com a consistência, em doce cremoso e doce em massa. Doce cremoso é quando a pasta é homogênea e de consistência mole, não oferecendo resistência nem possibilidade de corte, e doce em massa é quando a pasta é homogênea e de consistência que possibilite o corte.

O doce de leite é um alimento regional, produzido principalmente na Argentina e no Brasil (DEMIATE et al., 2001). Entende-se por doce de leite o produto, com ou sem adição de outras substâncias alimentícias, obtido por concentração e ação do calor a pressão normal ou reduzida do leite ou leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem láctea e/ou creme e adicionado de sacarose (parcialmente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos) (RÉVILLION, 2011).

A produção de doce de leite no Brasil é feita por muitas empresas, desde as caseiras até as grandes, com distribuição em todo o País. O doce de leite não apresenta uniformidade de qualidade, apesar de ser produzido em grande volume e amplamente empregado como ingrediente alimentício (DEMIATE, 1999).

No caso do processo artesanal o produto é feito com leite, açúcar, bicarbonato de sódio e glicose. O bicarbonato é utilizado quando há necessidade de se reduzir a acidez do leite, e a glicose, adicionada na proporção de 2%, tem a função de diminuir a cristalização e melhorar a aparência, brilho e viscosidade do doce. Podem ser adicionados, também, outros ingredientes, tais como baunilha, chocolate, ou frutas como ameixa, coco, passas, amendoim, amêndoas, etc. (ARAÚJO & LOPES, 2005).

O setor precisa de tecnologias que possam melhorar o produto artesanal, visando à sua padronização, principalmente com relação ao leite de cabra, já que no Brasil não se tem tradição em transformar este alimento em doce (LAGUNA & EGITO, 2008).

CAVALCANTI (2008) mencionou que o doce de umbu pode ser produzido com os frutos em todos os estádios de maturação. Para o doce atingir o ponto de corte quando se utilizaram frutos meio maduros, levou-se 45 min com um rendimento de aproximadamente 90% e com 70-78 °Brix.

2.3 – Umbu

O umbuzeiro é uma planta típica do Sertão e do Agreste; tem sua origem no Brasil, precisamente na região semiárida nordestina. Entre as *Spondias*, o umbuzeiro se destaca por possuir diversos mecanismos contra a escassez de água, como a formação de estruturas nas raízes denominadas xilopódios (ARAÚJO & SANTOS, 2004).

Cresce espontaneamente nas regiões do Cariri paraibano, no agreste piauiense e nas caatingas baiana, alagoana e pernambucana, onde ocorre a maior concentração de plantas. O umbuzeiro é uma árvore xerófila, de porte mediano, esparramada e de alta longevidade, cuja idade ultrapassa os cem anos. Apresenta altura média de 5 metros com tronco atrofiado e retorcido, cheio de ramificações. O fruto do umbu é uma drupa glabra ou levemente pilosa, com coloração amarelo-esverdeado quando maduro, polpa succulenta de sabor agridoce, tendo no centro uma única semente grande, com forma variando entre arredondada, ovoide e oblonga (LIMA et al., 2000).

O umbu é um fruto climatérico (Figura 2.1) devendo ser colhido quando estiver bem formado e se apresentar no estágio de maturação fisiológica, isto é, quando a cor da casca começar a mudar de verde-escuro para verde-claro brilhante a ligeiramente amarelado. Neste ponto, a textura da casca se apresenta mais lisa em relação ao fruto imaturo (NEVES & CARVALHO, 2005).



Figura 2.1 - Umu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara)

Os frutos, ricos em vitamina C, podem ser consumidos “*in natura*” ou processados. Na área socioeconômica, pode ser enumerada uma gama de produtos que são aproveitados do umbuzeiro. Mais de quarenta produtos podem ser feitos do umbuzeiro: doces os mais variados, geleias, sucos, doces, umbuzada (uma mistura de polpa, açúcar e leite), farinha da raiz, bebidas, gelatinas, vinho, refresco, sorvete e picolé (CAVALCANTI et al., 2000).

Na Tabela 2.1 são apresentadas as características físico-químicas da polpa de umbu, segundo DIAS et al. (2007).

Tabela 2.1 - Composição físico-química da polpa do umbu

Parâmetros	Valores Médios
Acidez titulável (%)	1,96
pH	2,65
Umidade (%)	92,32
Pectina (%)	0,38
Cinzas (%)	0,35
Fibra total (%)	0,78
Cálcio (mg/%)	30,0
Açúcares redutores (%)	4,30
Açúcares não redutores (%)	3,22
Açúcares totais (%)	7,52
Fósforo (mg/%)	15,0
Sólidos solúveis totais (°Brix)	8,20

Fonte: DIAS et al. (2007)

2.4 – Reologia

Segundo MACHADO (2002) a reologia é a ciência da deformação e do fluxo da matéria. É a ciência que estuda como a matéria se deforma ou escoou, quando está submetida a esforços originados por forças externas. Considerando que a matéria pode ser classificada sólida, líquida ou gasosa, a deformação de um sólido pode ser caracterizada por leis que descrevem a alteração de seu volume, tamanho ou forma, enquanto o escoamento de um fluido, líquido ou gás, é caracterizado por leis que descrevem a variação contínua da taxa ou grau de deformação, em função das forças ou tensões aplicadas.

De acordo com GABAS et al. (2012) para se estudar o comportamento reológico de diferentes produtos é necessário recorrer à reometria, que permite medir as propriedades reológicas dos materiais de interesse nos distintos campos da indústria. Por meio da reometria pode-se obter equações que descrevem o comportamento reológico dos materiais, isto é, modelos matemáticos que correlacionam tensão versus deformação.

Quanto ao comportamento reológico os fluidos são caracterizados como newtonianos e não-newtonianos.

Os fluidos newtonianos são aqueles caracterizados por uma relação linear entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação, isto é, a viscosidade é constante. A viscosidade não depende da taxa de deformação; neste caso, é influenciada pela temperatura e pressão, esses fluidos, como o próprio nome diz, seguem a Lei de Newton da viscosidade (Equação 2.1).

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

em que:

τ - tensão de cisalhamento, Pa;

η - viscosidade, Pa s;

$\dot{\gamma}$ - taxa de deformação, s⁻¹.

Os fluidos não newtonianos não apresentam viscosidade constante, ou seja, a relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação não é constante. Os fluidos não newtonianos podem ser divididos em dependentes do tempo (tixotrópicos e reopéticos), independentes do tempo (pseudoplásticos, dilatantes, plástico de Bingham e outros) e viscoelásticos.

Segundo NAVARRO (1997) nos fluidos tixotrópicos, os quais são dependentes do tempo, a viscosidade aparente diminui com o aumento do 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. É considerado reversível porque, após a retirada do esforço externo, as ligações quebradas são reconstituídas, dando vida nova às estruturas internas.

Os fluidos reopéticos apresentam comportamento inverso aos fluidos tixotrópicos e a viscosidade aparente aumenta com o aumento do tempo de aplicação da tensão de cisalhamento.

Os fluidos pseudoplásticos, não dependem do tempo e sua viscosidade aparente diminui com o aumento da taxa de deformação. Nos fluidos pseudoplásticos o índice de comportamento do fluido (n) do modelo da Lei da Potência ou de Ostwald-de-Waelle (Equação 2.2) é menor do que um ($n < 1$).

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

em que:

τ - tensão de cisalhamento (Pa);

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

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

n - índice de comportamento do fluido (adimensional).

Os fluidos dilatantes também não dependem do tempo e sua viscosidade aparente aumenta com o aumento da taxa de deformação. Nos fluidos dilatantes o índice de comportamento do fluido (n) do modelo da Lei da Potência ou de Ostwald-de-Waelle (Equação 2.2) é maior do que um ($n > 1$); os fluidos são considerados newtonianos quando $n = 1$.

De acordo com GONÇALVES (1989) os fluidos plásticos de Bingham são aqueles que, inicialmente, carecem de uma tensão de cisalhamento para que haja fluxo ou movimentação do material; uma vez atingida esta tensão, o fluido passa a apresentar comportamento newtoniano.

Os corpos viscoelásticos combinam as características de um fluido viscoso com as de um sólido elástico (CASTRO et al., 2001). Segundo GONÇALVES (1989) alguns

alimentos apresentam propriedades viscosas e elásticas, conjuntamente, denominados viscoelásticos. Neste tipo de produto ocorre certa recuperação da deformação quando se cessa a tensão de cisalhamento.

A viscosidade dos fluidos pode ser influenciada pela temperatura, tempo, pressão, e teor de sólidos solúveis totais (concentração) entre outros fatores.

Conforme SUGAI (2002) a viscosidade aparente da maioria das polpas de frutas decresce com o aumento da tensão de cisalhamento, sendo classificadas fluidos pseudoplásticos. As polpas de frutas, dispersões de moléculas ou partículas assimétricas apresentam, no repouso, um estado desordenado e, quando submetidas a uma tensão de cisalhamento, suas moléculas ou partículas tendem a orientar-se na direção da força aplicada. Quanto maior a força aplicada maior também será a ordenação e, conseqüentemente, menor será a viscosidade aparente.

COLOMBO et al. (2009) observaram que a viscosidade do doce de leite em pasta tradicional, fabricado com amido de milho nativo, aumenta significativamente após 80 minutos de fervura, o que pode ser atribuído à hidratação das cadeias expostas de amilose; decorridos 90 minutos de fervura o doce atingiu o valor máximo de viscosidade, em torno de 30000 mPa s.

PEREIRA et al. (2008) verificaram, para a polpa de umbu com diferentes concentrações de sólidos solúveis totais (10, 15, 20 e 25 °Brix), medidos na temperatura de 30 °C, que essas amostras se comportaram como fluido não-Newtoniano, com características pseudoplásticas, apresentando tensão inicial e exibindo propriedades tixotrópicas.

Diversos modelos matemáticos são utilizados para representar o comportamento reológico de alimentos, dentre os quais se tem o de Ostwald-de-Waelle ou Lei da potência (Equação 2.3), Mizrahi-Berk (Equação 2.4), Herschel-Bulkley (Equação 2.5) e Casson (Equação 2.6).

$$\tau = K\dot{\gamma}^n \quad (2.3)$$

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).

$$\tau^{0.5} = K_{0M} + K_M \dot{\gamma}^{n_M} \quad (2.4)$$

em que:

τ - tensão de cisalhamento (Pa)^{0.5}

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

K_{0M} - raiz quadrada da tensão inicial (Pa)

K_M - índice de consistência (Pa sⁿ)

n_M - índice de comportamento do fluido (adimensional)

$$\tau = \tau_{0H} + K_H \dot{\gamma}^{n_H} \quad (2.5)$$

em que:

τ - tensão de cisalhamento (Pa)

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

τ_{0H} - tensão de cisalhamento inicial (Pa)

K_H - índice de consistência (Pa sⁿ)

n_H - índice de comportamento do fluido (adimensional)

$$\tau^{0.5} = K_{0C} + K_C \dot{\gamma}^{0.5} \quad (2.6)$$

em que:

τ - tensão de cisalhamento (Pa)^{0.5}

$\dot{\gamma}$ - taxa de deformação (s⁻¹)^{0.5}

$K_{0C}^2 = \tau_{0C}$ - tensão de cisalhamento inicial (Pa)

K_C - viscosidade plástica de Casson (Pa.s)

Alguns exemplos do uso desses modelos em alimentos: o modelo de Ostwald-de-Waele ou Lei da Potência foi utilizado para representar os dados reológicos da polpa de umbu-cajá (FERNANDES et al., 2008); o de Mizrahi-Berk, para a mistura de polpas de caju e goiaba (FERREIRA, 2002); o de Herschel-Bulkley, para a polpa de umbu (PEREIRA et al., 2007; PEREIRA et al., 2008) e o de Casson, para misturas ternárias de polpa de manga com suco de cenoura e laranja (BRANCO, 2001) e para a polpa de cupuaçu (CABRAL et al., 2002).

2.5 - Análise sensorial

A análise sensorial é usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ABNT, 1993).

Segundo BRASIL (2005) a análise sensorial é realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às várias sensações que se originam de reações fisiológicas e são resultantes de certos estímulos, gerando a interpretação das propriedades intrínsecas aos produtos; para isto é preciso que haja, entre as partes, indivíduos e produtos, contato e interação. O estímulo é medido por processos físicos e químicos e as sensações por efeitos psicológicos. As sensações produzidas podem dimensionar a intensidade, extensão, duração, qualidade, gosto ou desgosto em relação ao produto avaliado. Nesta avaliação os indivíduos, por meio dos próprios órgãos sensoriais, numa percepção somato-sensorial, utilizam os sentidos da visão, olfato, audição, tato e gosto.

Conforme FERREIRA et al. (2000b) uma boa avaliação sensorial requer que os provadores sejam considerados instrumentos de medição, porém os provadores apresentam algumas variações nas avaliações com o tempo e entre eles, além de terem predisposição a serem tendenciosos.

De acordo com DUTCOSKY (2007) a análise sensorial na indústria de alimentos e nas instituições de pesquisa, pode ser aplicada: no controle das etapas de desenvolvimento de um novo produto; na avaliação do efeito das alterações nas matérias-primas ou no processamento tecnológico sobre o produto final; na redução de custos; na seleção de nova fonte de suprimento; no controle de efeito da embalagem sobre os produtos acabados; no controle de qualidade; na estabilidade durante o armazenamento; na avaliação do nível de qualidade do produto e no teste de mercado de um novo produto ou produto reformulado.

Nas análises sensoriais é possível avaliar a aparência visual, o sabor, aroma, textura, cor, tamanho e forma, doçura entre outros atributos.

De acordo com MORI (1989) textura são todas as propriedades reológicas e estruturais (geométrica e de superfície) de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e, eventualmente, pelos receptores visuais e auditivos; a consistência é a propriedade de fluxo detectada pela estimulação dos receptores mecânicos e táteis, especialmente na cavidade oral e que varia com a textura do produto.

FOLETTTO et al. (2006) verificaram, ao estudar o doce de leite de cabra elaborado com leite de cabra Sannen pasteurizado e adição de sacarose (12,5%), glicose (0,3%) e

bicarbonato de sódio, através dos resultados da análise sensorial realizada, que o Índice de Aceitação (IA) calculado foi de 70%, considerado o limiar mínimo para a aceitação de um produto no mercado. Os julgadores relataram também a necessidade da modificação no processamento e/ou adição de espessantes como o amido, para melhorar a textura do produto. Os resultados encontrados no trabalho reforçam a premência de se testar o desenvolvimento de novos produtos e metodologias para o leite caprino.

COSTA et al. (2008) concluíram, a partir dos resultados da avaliação sensorial das amostras de doce de leite (vaca) com utilização de soro de leite (vaca) em diferentes concentrações (30, 50, 80 e 100%) que as mesmas apresentaram boa aceitação, sendo a amostra com substituição de 50% do leite pelo soro de leite a de maior apreciação pelos provadores.

DIAS et al. (2008) avaliaram doces de leite produzidos com a adição de soro de leite bovino (0%, 10%, 20%, 30% e 40%), proveniente do processo de coagulação enzimática (enzima quimosina) da produção do queijo mussarela, na sua formulação em diferentes níveis de substituição ao leite integral, indicando-se a fabricação do doce de leite pastoso com o soro em até 40% de substituição ao leite integral com qualidade e sabor aceitáveis sensorialmente; visto que o soro é um resíduo sem valor comercial e pode ser adquirido sem custos, razão pela qual seu reaproveitamento é indicado.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA), no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, *Campus* Belo Jardim

3.1 – Matérias-primas

Para elaboração do doce cremoso foram utilizados, como matérias-primas, umbus (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) maduros, leite de vaca e leite de cabra (soro do queijo de coalho), provenientes da zona rural do município de Belo Jardim.

3.2 – Processamento do umbu

Inicialmente, os umbus foram submetidos a um processo de seleção manual com o objetivo de se eliminar os frutos verdes e danificados e obter um lote uniforme.

Após a seleção os frutos foram higienizados mediante lavagem em água corrente, sanitizados por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm, durante 15 minutos; posteriormente, foram enxaguados em água corrente e secados em condições ambientais.

O despulpamento foi realizado em despoldadeira sendo separada a polpa da semente; após o despulpamento a polpa de umbu foi homogeneizada e envasada automaticamente em sacos de polietileno de baixa densidade e armazenada em câmara de congelamento na temperatura de -18 °C.

As etapas utilizadas no processamento para obtenção da polpa de umbu estão representadas na Figura 3.1.



Figura 3.1 – Fluxograma do processamento da polpa de umbu

Na Figura 3.2 são apresentadas as etapas utilizadas para obtenção do queijo de coalho com o objetivo de, na etapa referente à 1ª dessoragem, obter-se o soro do leite de cabra, que foi utilizado na formulação do doce.

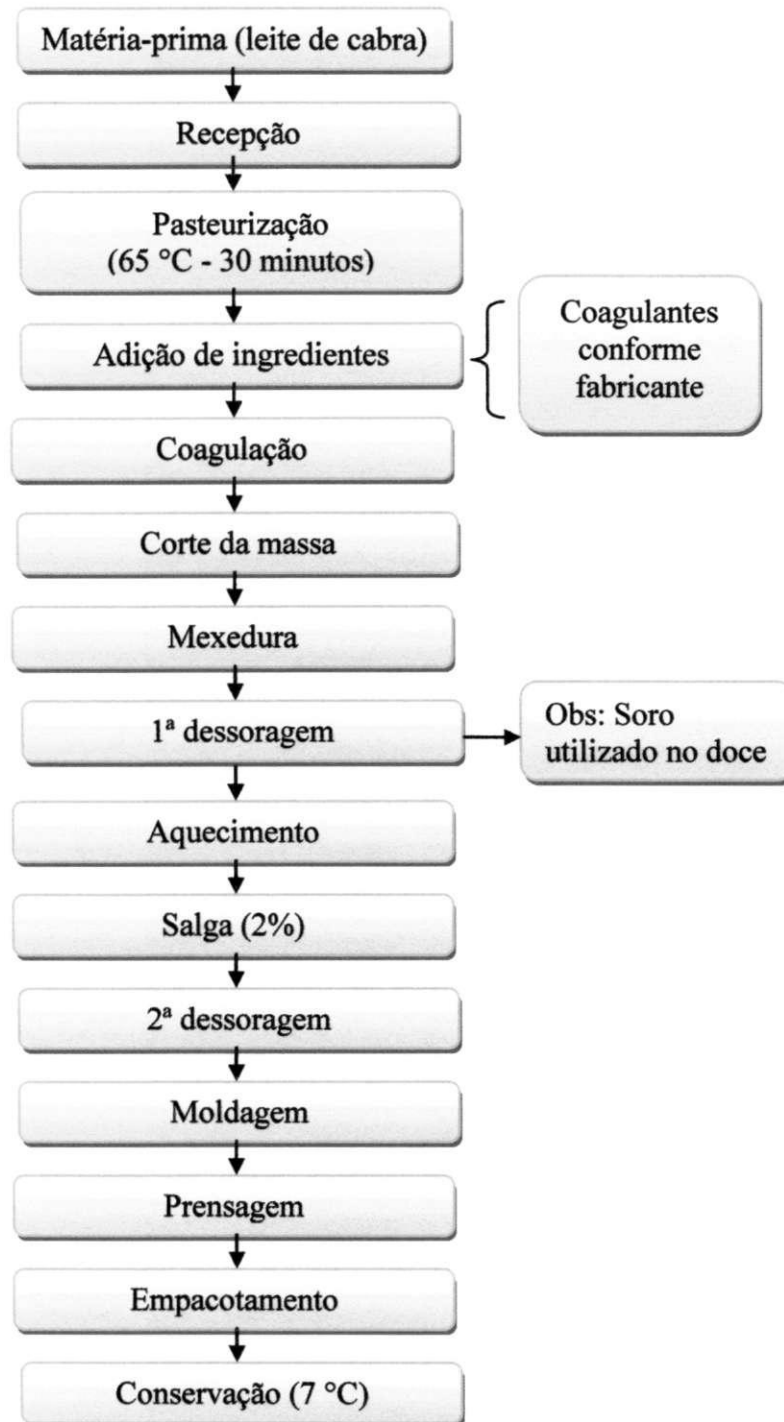


Figura 3.2 – Fluxograma do processamento do queijo de coalho de leite de cabra para obtenção do soro com vista à elaboração dos doces cremosos

O leite de cabra adquirido foi recebido, pasteurizado artesanalmente a 65 °C durante 30 minutos, adicionados 4 ml de cloreto de cálcio para cada 10 litros de leite; em seguida, foram adicionados 8-9 ml de coalho, de acordo com o fabricante. A coagulação ocorreu entre 40 a 50 minutos, em seguida realizou-se o corte da coalhada cortada e a mexedura lenta em forma de 8, dando intervalo de 5 minutos até atingir um dessoramento parcial, sendo essa primeira dessoragem usada para elaboração dos doces cremosos.

Após o primeiro dessoramento as etapas seguintes para a produção do queijo de coalho de leite de cabra foram justamente as que não foram objeto de estudo do presente trabalho, isto é: aquecimento a 55 °C com 20% de soro, salga direta na massa com 2% de sal seguida da 2ª dessoragem, em que o soro foi para descarte, colocação nas formas próprias para o queijo de coalho, prensagem com viragem a cada 20 minutos por 2 horas, embalagem a vácuo e armazenamento.

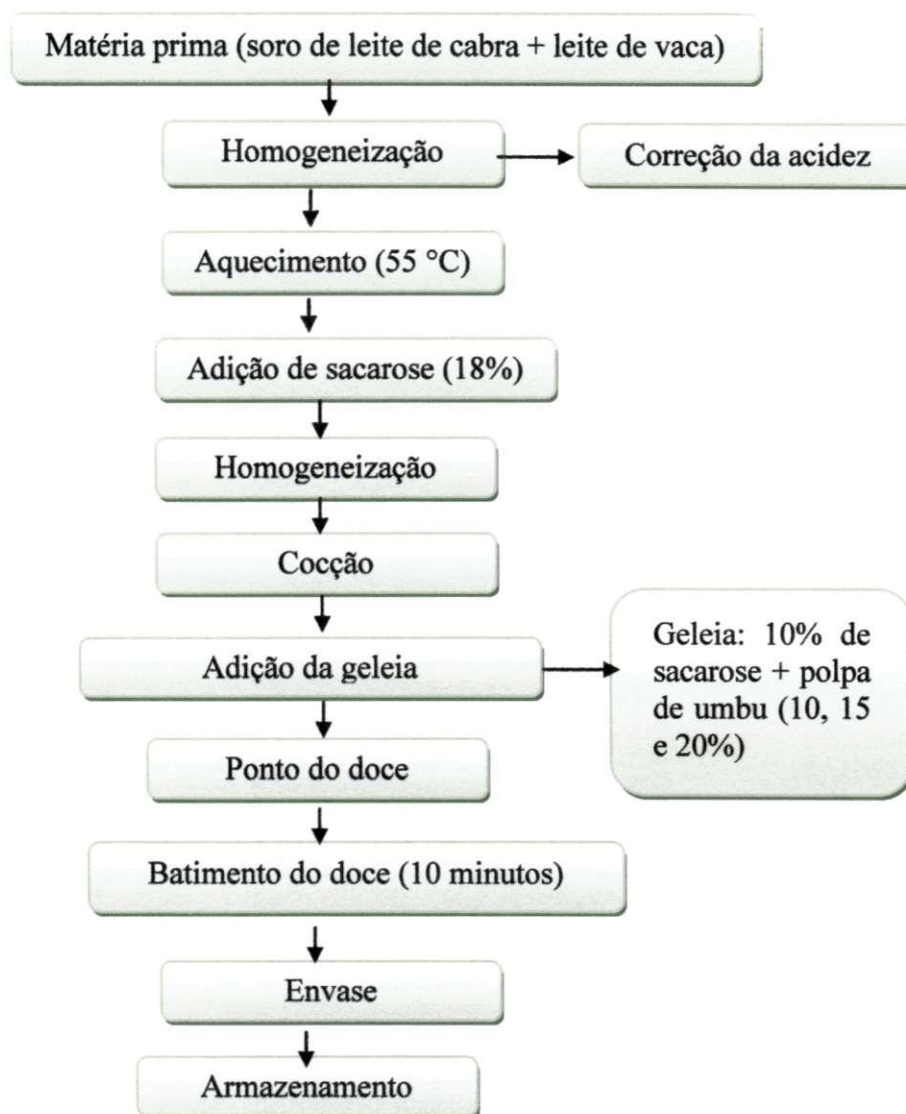
3.3 – Processamento dos doces cremosos

Foram elaborados três doces cremosos contendo soro (1ª dessoragem) proveniente da fabricação do queijo de coalho de leite de cabra, leite integral de vaca, sacarose e polpa de umbu integral em diferentes concentrações (10, 15 e 20%).

Para elaboração dos doces foram misturadas, inicialmente, partes iguais (1:1) de soro de leite de cabra e leite integral de vaca; a seguir, adicionou-se 0,5 g de bicarbonato de sódio para correção da acidez; após a homogeneização destes ingredientes fez-se o aquecimento em fogão industrial a 55 °C e quando atingiu esta temperatura adicionou-se 18% de sacarose. Esta mistura foi cozida até atingir 52 °Brix, neste momento adicionava-se a geleia de polpa de umbu. Em separado elaborava-se a geleia através da mistura, sob aquecimento, da polpa de umbu integral nas diferentes proporções (10, 15 e 20%) com 10% de sacarose.

Após a adição da geleia, os doces cremosos, das três diferentes formulações, continuaram sob aquecimento até se obter ponto de doce; a seguir, desligava-se o fogão e era feita a etapa de batimento do doce, durante 10 minutos; o produto final foi envasado em recipientes plásticos, de polietileno com capacidade para 250 mL, armazenado em local fresco e arejado sob temperatura ambiente, até a realização dos experimentos.

Na Figura 3.3 são apresentadas as etapas utilizadas para obtenção dos doces cremosos.



UNCG - BIBLIOTECA

Figura 3.3 - Fluxograma do processamento dos doces cremosos

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

A polpa de umbu integral e os diferentes doces cremosos foram caracterizados química, física e físico-quimicamente.

3.4.1 - pH

Foi determinado pelo método potenciométrico, com o medidor de pH da marca Tecnal modelo TEC-2, previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

3.4.2 – Sólidos solúveis totais (°Brix)

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

3.4.3 – Acidez total titulável

A acidez total titulável foi determinada através do método acidimétrico do manual do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005) sendo amostras tituladas com solução padronizada de NaOH 0,1 N e os resultados expressos em percentagem de ácido cítrico.

3.4.4 – Açúcares redutores

Os açúcares redutores foram determinados utilizando-se a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005) com os resultados expressos em percentagem de glicose.

3.4.5 – Cinzas

Foram determinadas utilizando-se a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005) e expressas em percentagem (%).

3.4.6 – 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; enfim, os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100 g da amostra.

3.4.7 – Proteína

Determinou-se o teor de proteína, expresso em percentagem, através do método

descrito no manual do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

3.4.8 - Lipídios

Os lipídios foram determinados segundo procedimento do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005) mediante a extração em extrator Soxhlet.

3.4.9 – Cor

A determinação da cor das amostras foi realizada, em triplicata, em espectrofotômetro portátil Hunter Lab Mini Scan XE Plus, modelo 4500 L, no sistema de cor L^* , a^* e b^* . L^* é a luminosidade, a^* a transição da cor verde ($-a^*$) para o vermelho ($+a^*$) e b^* a transição da cor azul ($-b^*$) para a cor amarela ($+b^*$).

3.4.10 – Densidade

A densidade foi determinada em triplicata, utilizando-se o método picnométrico, na temperatura de 25 °C.

3.4.11 – Atividade de água

A atividade de água foi determinada no equipamento Aqualab CX-2T, da Decagon, a 25 °C.

3.5 - Análise sensorial

A análise sensorial dos doces cremosos com adição de diferentes concentrações de polpa de umbu (10, 15 e 20%) foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Belo Jardim.

Os métodos de análise sensorial utilizados para avaliação dos doces cremosos foram os testes afetivos, métodos através dos quais se pode avaliar um grande número de consumidores, com respeito às suas preferências, gostos e opiniões, utilizando-se a escala hedônica.

A análise sensorial foi realizada em cabines individuais, com 84 voluntários não

treinados, estudantes de cursos técnicos e funcionários públicos de ambos os sexos com idade entre 18 e 50 anos. Visando à realização dos testes copos e guardanapos descartáveis foram utilizados. As amostras foram servidas aleatoriamente aos julgadores, em copos plásticos descartáveis com capacidade para 50 mL, contendo aproximadamente 25 g de doce, os quais foram codificados com números de três dígitos obtidos em uma tabela de números aleatórios, sendo usado o código “365” para o doce cremoso com 10% de polpa de umbu, “657” para o doce cremoso com 15% de polpa de umbu e “471” para o doce com 20% de polpa de umbu. Juntamente com o doce foram servidos biscoito “água e sal” e água mineral, cujos degustadores foram instruídos a fazer uma pausa entre uma análise e outra, servindo-se desses dois produtos no sentido de minimizar os efeitos do sabor residual deixado na boca pela prova anterior e limpeza do palato.

Os julgadores analisaram as amostras pelo teste de avaliação de atributos utilizando uma escala hedônica de nove pontos (1 a 9). Com esta escala foram avaliados os atributos: cor, consistência, sabor, doçura e odor (Figura 3.4) em que o valor 1 se referiu à pior condição e o valor 9 correspondeu à melhor condição.

TESTE DE ACEITAÇÃO	
Julgador:	Data:
Você está recebendo três amostras codificadas. Avalie cada amostra 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 3.4 - Formulário utilizado para análise dos atributos sensoriais: cor, consistência, sabor, doçura e odor

O atributo intenção de consumo foi avaliado conforme a ficha descrita na Figura 3.5.

Amostra:	Julgador:	Data:
<p>Você está recebendo três amostras codificadas. Avalie cada uma segundo sua intenção de consumo, utilizando a escala abaixo.</p>		
(7) Comeria sempre		
(6) Comeria muito frequentemente	_____	()
(5) Comeria frequentemente		
(4) Comeria ocasionalmente	_____	()
(3) Comeria raramente		
(2) Comeria muito raramente	_____	()
(1) Nunca comeria		
Comentários:		

Figura 3.5 - Modelo de formulário utilizado para atributo intenção de consumo

3.6 – Comportamento reológico

As medidas das viscosidades aparentes dos doces foram realizadas em triplicata, nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C, obtidas através de banho termostático, em pressão atmosférica ambiente, utilizando-se um viscosímetro Brookfield modelo RV, fabricado por Brookfield Engineering Laboratories, E.U.A.

Com os valores de torque e das viscosidades aparentes obtidos no viscosímetro foram calculadas, de acordo com a metodologia de MITSCHKA (1982) as tensões de cisalhamento e as taxas de deformação.

Os modelos de Ostwald-de-Waelle ou Lei da potência (Equação 3.1), Mizrahi–Berk (Equação 3.2), Herschel–Bulkley (Equação 3.3) e Casson (Equação 3.4) foram ajustados às curvas da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação para descrever o comportamento reológico dos doces, utilizando-se o programa computacional Statistica versão 5.0, através de regressão não-linear e o método Quasi-Newton.

Ostwald-de-Waelle ou Lei da potência

$$\tau = K\dot{\gamma}^n \quad (3.1)$$

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).

Mizrahi-Berk

$$\tau^{0,5} = K_{0M} + K_M \dot{\gamma}^{n_M} \quad (3.2)$$

em que:

τ - tensão de cisalhamento (Pa)^{0,5}

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

K_{0M} - raiz quadrada da tensão inicial (Pa)

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

n_M - índice de comportamento do fluido (adimensional)

Herschel-Bulkley

$$\tau = \tau_{0H} + K_H \dot{\gamma}^{n_H} \quad (3.3)$$

em que:

τ - tensão de cisalhamento (Pa)

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

τ_{0H} - tensão de cisalhamento inicial (Pa)

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

n_M - índice de comportamento do fluido (adimensional)

Casson

$$\tau^{0,5} = K_{0C} + K_C \dot{\gamma}^{0,5} \quad (3.4)$$

em que:

- τ - tensão de cisalhamento (Pa)^{0,5}
 $\dot{\gamma}$ - taxa de deformação (s⁻¹)^{0,5}
 $K_{0C}^2 = \tau_{0C}$ - tensão de cisalhamento inicial (Pa)
 K_C - viscosidade plástica de Casson (Pa.s)

Utilizaram-se como critério para a determinação do melhor ajuste dos modelos aos dados experimentais, o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio percentual médio (P), calculados pela Equação 3.5.

$$P = \frac{100}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{|(X_{\text{exp}} - X_{\text{teor}})|}{X_{\text{exp}}} \quad (3.5)$$

em que:

- P - desvio percentual médio (%)
 X_{exp} - valores obtidos experimentalmente
 X_{teor} - valores preditos pelo modelo
n - número de dados experimentais

3.7 – Análise estatística

Na análise estatística realizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com comparação entre médias pelo teste de Tukey, para os dados da caracterização física, química e físico-química da polpa de umbu integral e dos doces cremosos com diferentes concentrações de polpa de umbu (10, 15 e 20%). Para a análise dos dados utilizou-se o programa computacional Assisat versão 7.6 Beta (SILVA & AZEVEDO, 2009).

Para o tratamento dos resultados das análises sensoriais foram utilizados os programas Consensor 1.1 (SILVA et al., 2010), para calcular o percentual de concordância entre julgadores de análise sensorial, e o programa Assisat versão 7.6 Beta (SILVA & AZEVEDO, 2009), através do delineamento inteiramente casualizado com a comparação entre as médias pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Caracterização química, física e físico-química

Na Tabela 4.1 são apresentados os valores médios da caracterização química, física e físico-química da polpa integral de umbu e dos doces cremosos elaborados com diferentes concentrações de polpa de umbu (10, 15 e 20%).

Tabela 4.1 – Caracterização química, física e físico-química da polpa de umbu e dos doces cremosos

Parâmetro	Polpa	Doce com 10% de polpa de umbu	Doce com 15% de polpa de umbu	Doce com 20% de polpa de umbu
pH	2,47 d	4,40 c	4,82 b	5,49 a
Sólidos solúveis totais (°Brix)	8,73 d	66,64 b	65,95 c	70,39 a
Atividade de água (25 °C)	0,991 a	0,836 c	0,856 b	0,806 d
Ácido ascórbico (mg/100 g)	9,10 a	5,21 c	6,69 b	6,81 b
Acidez total titulável (% ác. cítrico)	1,82 a	0,62 b	0,50 c	0,31 d
Cinzas (%)	0,38 d	1,24 c	1,61 a	1,43 b
Açúcares redutores (% glicose)	-	22,90 a	23,26 a	22,26 a
Luminosidade (L*)	43,93 b	47,86 a	39,04 d	41,13 c
Intensidade: vermelho (+a*) verde (-b*)	-0,47 c	+2,50 a	-1,01 bc	-1,46 b
Intensidade de amarelo (+b*)	26,42 a	20,85 b	18,18 c	18,03 c
Proteínas (%)	-	3,85 b	4,57 a	4,77 a
Lipídios (%)	-	4,40 c	5,32 a	4,70 b
Densidade (g/cm ³)	1,03 b	2,35 a	2,34 a	2,35 a

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

Observa-se que o valor do pH encontrado para a polpa de umbu foi de 2,47, próximo, portanto, ao valor encontrado por LIRA JÚNIOR (2005), que foi em média 2,20 para o caja-umbu e inferior ao encontrado por PINTO et al. (2001) que obtiveram, em média, 2,73 para o umbu maduro. Com base no pH determinado tem-se que a polpa do

umbu é classificada como alimento muito ácido ($\text{pH} < 3,7$).

O pH das amostras de doce com concentrações de 10, 15 e 20% de polpa de umbu variou entre 5,49 a 4,40, valores superiores aos encontrados por MARTINS et al. (2007) em estudo realizado sobre as características do doce em massa de umbus maduros, cujos valores oscilaram de 3,33 a 3,55. Essas diferenças no pH se devem principalmente à utilização do soro de leite de cabra e leite integral de vaca na produção dos doces do presente estudo, os quais possuem pH superiores ao da polpa de umbu. MILAGRES et al. (2010) encontraram, para o doce de leite com 63 °Brix, um pH de 6,22, inferior ao dos doces com polpa de umbu. Segundo FERNANDES et al. (2008), a verificação do pH em alimentos pode ser usada para determinar a deterioração do alimento, crescimento de micro-organismos, atividades de enzimas, textura, retenção do sabor-odor de produtos de frutas, verificação do estado de maturação de frutas, escolha da embalagem, etc. O pH é, também, o fator que exerce maior efeito seletivo sobre a microflora, capaz de se desenvolver.

Observa-se que os valores dos pH entre todas as amostras são estatisticamente diferentes, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade, com os doces apresentando valores de pH superiores aos da polpa de umbu integral. Entre os doces constata-se que o maior pH foi obtido no doce com a maior concentração de polpa de umbu indicando, neste caso, que a menor proporção da mistura de soro de leite de cabra com leite de vaca na formulação do doce foi responsável pelo aumento do pH.

Os sólidos solúveis totais (°Brix) usados como índice de maturidade para alguns frutos indicam a quantidade de solutos presentes no suco sendo constituído, na sua maioria, por açúcares (CHAVES et al., 2004). Observa-se que o valor de sólidos solúveis totais encontrados para a polpa de umbu foi de 8,73 °Brix, sendo este valor inferior ao encontrado por MATTIETTO (2005) e PINTO et al. (2001), para a polpa de umbu, que obtiveram resultados em torno de 10 °Brix. Em estudo realizado por LIMA et al. (2002) com umbus em diferentes estádios de maturação, verificou-se um valor médio dos sólidos solúveis totais de 10,59 °Brix, sendo também superior ao do presente trabalho.

Os sólidos solúveis totais foram de 66,64; 65,95 e 70,39 °Brix para os doces com as concentrações de 10, 15 e 20% de polpa de umbu, respectivamente, sendo esses valores inferiores ao encontrados por MARTINS et al. (2007) para os doces em massa de umbus maduros que variaram entre 72,50 e 75,33 °Brix. Constata-se que as médias das amostras foram estatisticamente diferentes, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O valor médio da atividade de água da polpa de umbu foi de 0,991, sendo este valor

inferior ao obtido por CARVALHO et al. (2011) ao trabalharem com polpa de cajá, que é também uma *Spondias* e que foi de $0,98 \pm 0,01$. Para as amostras de doces a atividade de água variou entre 0,806 a 0,856, os quais foram superiores aos encontrados por MARTINS et al. (2007), que se situaram entre 0,75 a 0,80 para os doces em massa de umbus maduros. Face aos resultados apresentados as amostras analisadas não se classificam como propícias ao desenvolvimento de micro-organismos patogênicos, nem à deterioração, já que se encontram em atividade de água inferior à faixa limite, conforme estudos realizados por ADAMBOUNOU et al. (1983), que citam, como valor ótimo de atividade de água para o crescimento de micro-organismos na faixa de 0,92 e 0,99. Segundo FELLOWS (2000), a disponibilidade de água para a atividade microbiológica, enzimática ou química, é que determina a vida de prateleira, tornando-se um fator muito importante no controle da taxa de deterioração do alimento. Os valores da atividade de água (a_w) dos doces estão em acordo com o teor de sólidos solúveis totais, a amostra com maior °Brix apresentou a menor a_w e a amostra com menor °Brix, a maior a_w .

Para a polpa de umbu o teor de ácido ascórbico encontrado foi de 9,10 mg/100 g, valor inferior ao da polpa de umbu analisada por FERREIRA et al. (2000a) que obtiveram 13,31 mg/100 g, e superior ao teor de ácido ascórbico encontrado por FOLEGATTI et al. (2003), de 7,65 mg/100 g para umbus. As quantidades de ácido ascórbico nos doces com concentrações de 15 e 20% de polpa de umbu foram, respectivamente, de 6,69 e 6,81 mg/100 g, consideradas estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e superiores ao valor determinado para o doce com 10% de polpa de umbu (5,21 mg/100 g).

A acidez total titulável encontrada na polpa de umbu foi de 1,82% de ácido cítrico, superior portanto aos determinados por MATTIETTO (2005) e por SOUZA (2008), para este mesmo tipo de produto, de 1,39 e 1,68%, respectivamente, e por SANTOS et al. (2010) e CARVALHO et al. (2008), que foram de 1,32 e 1,7%, respectivamente, para a polpa de umbu-cajá, que também é uma *Spondias*, porém foi inferior ao valor encontrado para o umbu determinado por LIMA et al. (2002), que foi de 1,91% ácido cítrico. Essas diferenças de dados podem estar relacionadas ao tipo de solo, pluviosidade, luminosidade, época de cultivo, variedade e estágio de maturação, entre outros fatores, que influenciam nas características do fruto.

Os valores da acidez total titulável (% de ácido cítrico) para os doces nas concentrações de 10, 15 e 20% de polpa de umbu, diferiram estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, com o maior teor no doce com 10% de polpa. A

acidez nos doces diminuiu com o aumento da concentração de polpa de umbu. MARTINS et al. (2007) também detectaram variações na acidez de doces em massa de umbus maduros, situando-se entre 0,39 e 0,66% ácido cítrico, sendo próximos aos do presente trabalho. SANTOS & MARQUES (2010) encontraram teores de acidez em doces de leite variando entre 0,22 e 0,28%, inferiores aos do presente trabalho, em razão da polpa de umbu adicionada.

O conteúdo mineral (cinzas) da polpa de umbu de 0,38% foi inferior ao verificado por PEREIRA (2008) e TORRES et al. (2003), cujos resultados foram de 0,60 (polpa de umbu-cajá) e 0,54% (polpa de umbu-cajá) respectivamente. Observa-se, a partir dos resultados obtidos, que o teor de cinzas foi pequeno em comparação com materiais ricos em minerais como polpa de jaca, que possui o percentual de 3,71% (SOUZA, 2008).

Os teores de cinza dos doces com 10, 15 e 20% de polpa de umbu, foram de 1,24; 1,61 e 1,43%, sendo estatisticamente diferentes a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; esses valores estão próximos à faixa analisada por KONKEL et al. (2004) para doces de leite com diferentes concentrações de amido, que variaram entre 1,0 e 1,5%.

Os açúcares redutores (% glicose) dos doces com concentrações de 10, 15 e 20% polpa de umbu foram estatisticamente iguais, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade; o aumento da concentração de polpa de umbu não influenciou nos teores de açúcares redutores das amostras. CHIM et al. (2006) encontraram para o doce de morango em massa, açúcares redutores de 29,2% glicose, superiores aos dos doces do presente trabalho.

Um dos atributos de qualidade e preferência do consumidor, é a coloração. Através da análise de cor para a polpa do umbu foram obtidos os parâmetros luminosidade ($L^* = 43,93$), intensidade de verde ($-a^* = 0,47$) e intensidade de amarelo ($+b^* = 26,42$), sendo perceptível a predominância da cor amarela na polpa de umbu, ainda mais em relação aos resultados reportados por PEREIRA (2008) na polpa de umbu-cajá, cuja luminosidade, intensidade de vermelho e intensidade de amarelo foram de 47,04, +12,23, +24,17, respectivamente. A amostra de doce com a concentração de 10% apresentou um índice de luminosidade (L) superior as das demais concentrações, demonstrando tendência de escurecimento com o aumento da concentração de polpa; observa-se que os doces com 15 e 20% de polpa de umbu apresentaram valores de a^* negativos, situando-se na escala da intensidade de verde ($-a^*$) e o doce com 10% de polpa de umbu se manteve na escala da intensidade de vermelho ($+a^*$).

A adição de polpa aos doces não afetou proporcionalmente o teor de sólidos solúveis

totais, ácido ascórbico, acidez total titulável, cinzas, açúcares redutores, proteínas totais, lipídios e os parâmetros físicos densidade, atividade de água nem os parâmetros de cor.

Para o parâmetro proteínas totais (%) verifica-se que as amostras com 15 e 20% de polpa de umbu foram estatisticamente iguais e que, apesar de apresentarem maiores teores de proteínas que a amostra com 10% de polpa, não podem ser consideradas fontes proteicas. Os teores de proteína dos doces estão dentro da faixa determinada por KONKEL et al. (2004) para doces de leite com diferentes concentrações de amido, que variaram entre 3,7 e 5,7%.

Os valores médios de lipídeos para os doces com 10, 15 e 20% de polpa de umbu diferiram estatisticamente entre si; a amostra com 15% de polpa foi a que apresentou maior percentual de lipídios; tais valores estão dentro da faixa determinada por KONKEL et al. (2004) para doces de leite com diferentes concentrações de amido, que variaram entre 3,9 a 6,5%.

O valor médio de densidade aumentou em mais de 100% entre a polpa e as amostras de doce mas não sofreu alteração entre as amostras de doce com diferentes teores de polpa.

4.2 - Análise sensorial dos doces

4.2.1 - Avaliação da aceitação do doce com diferentes concentrações de polpa de umbu

Na Tabela 4.2 se apresentam os valores médios obtidos para cada amostra do doce cremoso fabricado com adição de diferentes concentrações de polpa de umbu na avaliação sensorial dos atributos cor, consistência, sabor, doçura, intenção de consumo e odor.

Observando a Tabela 4.2, verifica-se que a amostra com adição de 10% de polpa de umbu obteve médias, em valores absolutos, superiores às demais amostras, em todos os parâmetros sensoriais analisados. Verifica-se que em todos os parâmetros analisados as notas médias dos doces com 10 e 15% de polpa de umbu não diferiram estatisticamente entre si, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade, significando que, do ponto de vista estatístico, essas amostras tiveram a mesma aceitação.

Constata-se ainda, para a concentração de 15% de polpa de umbu, que ocorreu repetibilidade de valores para os seguintes parâmetros: cor, consistência, sabor e doçura diferenciando-se apenas para os valores avaliados quanto à intenção de consumo e odor das amostras, sendo o menor valor obtido para a intenção de consumo de 5,2 significando,

na escala hedônica de sete pontos, ao termo “Comeria frequentemente”. De modo geral, avaliou-se que o doce com a concentração de 20% de polpa de umbu apresentou, para os parâmetros sensoriais analisados, consistência, sabor e doçura, valores médios inferiores aos doces com as demais concentrações de polpa de umbu (10 e 15%). Para os parâmetros cor, intenção de consumo e odor, não houve diferenças significativas entre as médias das amostras com 15 e 20% de polpa de umbu.

Tabela 4.2 – Valores médios da avaliação sensorial do doce cremoso fabricado com adição de diferentes concentrações de polpa de umbu (10, 15 e 20%), para os parâmetros de cor, consistência, sabor, doçura, intenção de consumo e odor

Amostra	Parâmetros					
	Cor	Consistência	Sabor	Doçura	Intenção de consumo	Odor
10 % umbu	7,9 a	8,0 a	7,8 a	7,7 a	5,7 a	7,9 a
15% umbu	7,4 ab	7,4 a	7,4 a	7,4 a	5,2 ab	7,3 ab
20% umbu	7,3 b	6,7b	6,5 b	6,4 b	4,7 b	7,0 b
Média geral	7,6	7,4	7,2	7,2	5,2	7,4
DMS	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6
CV (%)	20,5	22,7	25,4	25,1	34,6	22,5

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

FERREIRA (2010) obteve, ao avaliar a aceitação sensorial de compota de umbu-caja, valores inferiores aos das amostras com 10 e 15% de polpa de umbu para os parâmetros sabor e cor variando entre 5,2 a 6,9 e 5,5 a 6,3, respectivamente.

Com relação ao parâmetro cor, as notas médias variaram entre 7,3 e 7,9 correspondendo ao termo com nota 7 “gostei regularmente”; para consistência as notas médias foram de 8,0; 7,4 e 6,7, correspondendo aos termos na escala “gostei moderadamente”, “gostei regularmente” e “gostei ligeiramente”, respectivamente; para o sabor, as notas médias variaram de 7,8 a 6,5 referindo-se aos termos “gostei regularmente” e “gostei ligeiramente”; para doçura, as notas médias variaram de 7,7 a 6,4 correspondendo também aos termos “gostei regularmente” e “gostei ligeiramente”; para odor, as notas médias variaram de 7,9 a 7,0 correspondendo também aos termos “gostei regularmente” e “gostei ligeiramente” e, para intenção de consumo, as notas médias variaram de 5,7 a 4,7 correspondendo aos termos “Comeria frequentemente” e “Comeria ocasionalmente”.

Tendo em vista os aspectos sensoriais analisados, observa-se que foram poucas as diferenças obtidas entre os tratamentos utilizados; de forma geral, a maioria das formulações foi estatística e igualmente preferida; os julgadores manifestaram, ainda, que havia grande semelhança entre as amostras.

4.2.2 – Perfil sensorial dos doces com diferentes concentrações de polpa de umbu

Os resultados referentes às médias das notas e o grau de concordância entre os julgadores com relação à aceitação do doce de leite de cabra com adição de polpa de umbu, estão apresentados na Tabela 4.3.

Para aquisição dos dados referentes à análise sensorial, foi atribuída uma nota na escala hedônica de 1 a 9 pontos, em que o nove correspondeu ao maior nível de aceitação por parte dos julgadores em relação ao produto.

A cor é o primeiro atributo que o consumidor primário percebe, e por isso tem papel essencial; além do mais para os produtos processados espera-se que a cor seja tão semelhante quanto possível ao produto *in natura* (MACDOUGALL, 2002). Observa-se, para o parâmetro sensorial cor, que o doce na concentração de 10% de umbu obteve a maior média entre os julgadores, com nota de 7,94, correspondendo, de acordo com a escala utilizada, a *gostei regularmente*, além de ter obtido maior grau de concordância entre os julgadores, de 47,18%.

Para o parâmetro consistência as maiores médias obtidas foram para as concentrações de 10 e 15% de polpa de umbu, com notas médias de 7,98 e 7,44, que corresponde através da escala utilizada, a afirmar que *gostei regularmente* do produto, apresentando coeficientes de concordância de 49,81 e 37,71%, o que pode ser considerado bom resultado.

No parâmetro sabor, o doce com 10% de polpa de umbu também obteve a maior nota entre os julgadores cuja nota média foi de 7,77 correspondendo, na escala hedônica, a dizer que *gostei regularmente* do produto, contando com um coeficiente de concordância de 42,18%.

Para o parâmetro doçura a amostra contendo 10% de polpa de umbu também obteve a maior nota entre os julgadores, cuja nota média foi de 7,74 correspondendo, na escala hedônica, a dizer *gostei moderadamente* do produto, contando com um coeficiente de concordância de 42,03%.

Tabela 4.3 - Médias das notas e coeficiente de concordância entre julgadores (CC) da análise sensorial do doce de leite de cabra com adição de polpa de umbu, obtidos no teste de aceitação quanto aos parâmetros: cor, consistência, sabor, doçura, intenção de consumo e odor

Amostra	Cor		Consistência		Sabor		Doçura		Int. Consumo		Odor	
	M	CC	M	CC	M	CC	M	CC	M	CC	M	CC
10% umbu	7,94	47,18%	7,98	49,81%	7,77	42,18%	7,74	42,03%	5,71	37,61%	7,87	43,78%
15% umbu	7,44	37,24%	7,44	37,71%	7,42	34,9%	7,36	36,94%	5,24	30,49%	7,35	33,99%
20% umbu	7,32	34,26%	6,67	23,37%	6,55	25,63%	6,44	23,35%	4,7	27,34%	7,01	32,09%

M- média; CC- coeficiente de concordância

A impressão sensorial do consumidor de alimentos começa no mercado, quando os sentidos da visão, do aroma e tato e talvez, o sabor, são usados na seleção de alimentos; entretanto, o comportamento de compra do consumidor tem sua maior influência nos fatores sensoriais (CLEMENTE, 2001). Analisando os parâmetros intenção de consumo e odor, conclui-se que o doce contendo 10% de polpa de umbu obteve a maior nota entre os julgadores, que foi de 5,71 e 7,87, respectivamente com um coeficiente de concordância de 37,61 e 43,78%.

No geral, os produtos foram bem aceitos, haja vista que as médias obtidas para a maioria dos atributos foram superiores a 6, demonstrando bom nível de aceitabilidade por parte dos consumidores, exceto para o parâmetro intenção de consumo, que apresentou valores inferiores a este por ter sido avaliado com escala hedônica de 7 pontos, significando que também teve boa aceitabilidade.

Na Figura 4.1 observa-se o perfil sensorial do doce cremoso com adição das concentrações de 10, 15 e 20% de polpa de umbu; esta figura ilustra que, para todos os parâmetros analisados, a amostra com 10% de polpa de umbu teve as maiores notas e a amostra com 20% de polpa, as menores notas.

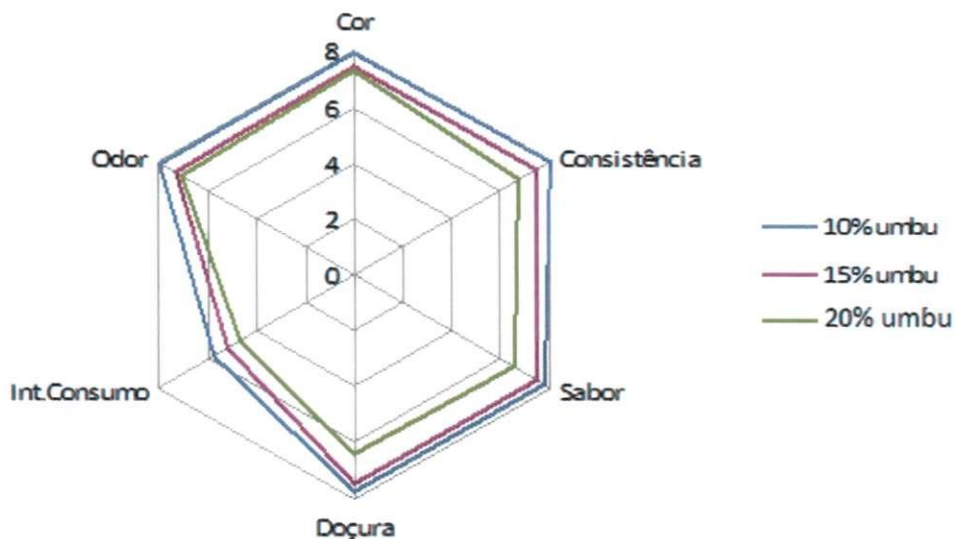


Figura 4.1 - Perfil sensorial do doce cremoso com adição de diferentes concentrações de polpa de umbu

Observando os tratamentos utilizados percebe-se maior aceitação para o doce

formulado com a concentração de 10% de polpa de umbu, para todos os parâmetros sensoriais analisados, podendo a maior aceitação ser atribuída ao fato desta amostra conter a menor concentração de polpa de umbu, o que acarretou em maior acidez.

4.3 – Comportamento reológico

4.3.1 – Viscosidades aparentes

Na Tabela 4.4 tem-se os valores referentes às viscosidades aparentes das amostras do doce com 10% de polpa de umbu na temperatura de 20°C. A viscosidade aparente (η_a) é definida como o quociente entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação, isto é, a tangente da curva de escoamento, no ponto considerado (SILVA, 1999).

Tabela 4.4 - Viscosidade aparente (Pa s) a 20 °C para o doce com 10% de polpa de umbu em função da velocidade de rotação

Velocidade de rotação (rpm)	Viscosidade aparente (Pa s)
2,5	54,400
5	39,933
10	28,300
20	20,133
30	16,433
40	14,275
50	12,847
60	11,406
70	10,904
80	10,268
90	9,681
100	8,870
120	8,092

Constata-se que as viscosidades aparentes diminuem com o aumento da velocidade de rotação. Este comportamento também foi verificado por QUEIROZ et al. (2007) para o mel de *Apis mellifera* com florada predominante silvestre (*Serjania glabrata*).

Em termos percentuais, a diminuição da viscosidade aparente com o aumento da velocidade de rotação, variando de 2,5 a 120 rpm para a temperatura de 20 °C, assumiu o seguinte índice de redução 85,13%.

GRANGEIRO et al. (2007) encontraram valores médios das viscosidades aparentes da polpa do figo-da-índia concentrada (28 °Brix) determinadas na velocidade de rotação de 2,5 rpm de 17,27 Pa s 20 °C, muito inferiores aos do doce com 10% de polpa de umbu nesta mesma condição de velocidade de rotação.

Tem-se, nas Tabelas 4.5 e 4.6, os valores médios das viscosidades aparentes das amostras do doce nas concentrações de 15 e 20% de polpa de umbu, respectivamente. Verifica-se, para essas concentrações, um comportamento análogo à concentração analisada anteriormente (Tabela 4.4). Nota-se que, em todas as temperaturas, os valores das viscosidades aparentes diminuíram com o aumento da velocidade de rotação. EVANGELISTA et al. (2003) também verificaram este mesmo comportamento e obtiveram viscosidades aparentes avaliadas na velocidade de rotação de 10 rpm e temperaturas de 20, 30 e 40 °C, de polpas de umbu (10, 20, 30, 40 e 50 °Brix) variando entre 6,66 e 12,59 Pa s, inferiores às do doce com 15% de polpa, na mesma velocidade de rotação e temperaturas.

Constata-se, em todas as velocidades de rotação, que as viscosidades aparentes diminuíram com o aumento da temperatura, comportamento que se assemelha ao encontrado por SILVA (2005) ao trabalhar com viscosidade do mel proveniente do município Morada Nova. Observa-se, nas Tabelas 4.5 e 4.6, que as maiores viscosidades aparentes ocorreram na temperatura de 20 °C e as menores na temperatura de 40 °C.

Percebe-se, a partir da Tabela 4.4 que, em termos percentuais, a diminuição da viscosidade aparente com o aumento da velocidade de rotação, entre a velocidade de rotação de 5 rpm e 200 rpm, para as temperaturas de 20, 30 e 40 °C, foi de 85,87; 88,41 e 91,00%, respectivamente.

Tabela 4.5 - Viscosidade aparente (Pa s) em função da velocidade de rotação e temperatura para a amostra de doce com 15% polpa de umbu

Velocidade de rotação (rpm)	Temperatura (°C)		
	20	30	40
2,5	45,067	-	-
5	31,200	21,000	21,000
10	21,367	13,767	12,033
20	14,350	8,867	7,600
30	11,456	6,955	5,878
40	9,850	5,892	4,892
50	8,793	5,187	4,273
60	7,967	4,778	3,828
70	7,376	4,276	3,462
80	6,887	3,967	3,175
90	6,466	3,708	2,956
100	6,150	3,500	2,773
120	5,649	3,322	2,489
140	5,231	2,909	2,481
160	4,904	2,709	2,117
180	4,624	2,550	1,987
200	4,410	2,433	1,890

Verifica-se, na Tabela 4.6 que, em termos percentuais, a diminuição da viscosidade aparente com o aumento da velocidade de rotação entre a velocidade de rotação de 20 rpm e 200 rpm, para as temperaturas de 20, 30 e 40 °C, foi de 69,50; 72,43 e 77,85%, respectivamente. MELO et al. (2008) encontraram, para a polpa de buriti com leite, valores de viscosidades aparentes avaliados na velocidade de rotação de 20 rpm e temperaturas de 20, 30 e 40 °C, de 2,02; 1,78 e 1,65 Pa s, respectivamente, sendo inferiores aos do doce com 20% de polpa de umbu nas mesmas condições de velocidade de rotação e temperaturas.

Tabela 4.6 - Viscosidade aparente (Pa s) em função da velocidade de rotação e temperatura, para a amostra de doce com 20% polpa de umbu

Velocidade de rotação (rpm)	Temperatura (°C)		
	20	30	40
5	15,000	-	-
10	12,317	-	-
20	8,722	6,867	5,125
30	7,544	5,489	3,889
40	6,433	4,675	3,208
50	5,987	4,160	2,920
60	5,100	3,728	2,433
70	4,657	3,421	2,180
80	4,325	3,163	1,996
90	4,048	2,993	1,845
100	3,827	2,823	1,730
120	3,480	2,539	1,545
140	3,186	2,324	1,403
160	2,969	2,146	1,294
180	2,800	2,006	1,207
200	2,660	1,893	1,135

4.3.2 – Modelos reológicos

Na Tabela 4.6 tem-se os valores dos parâmetros dos modelos reológicos (Ostwald-de-Waele, Herschel-Bulkley, Casson e Mizrahi-Berk) os coeficientes de determinação (R^2) e os desvios percentuais médios (P) ajustados às curvas de tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação do doce de leite com adição de polpa de umbu, na concentração de 10% na temperatura de 20 °C.

Verifica-se, para todos os modelos, que os coeficientes de determinação (R^2) foram superiores a 0,93 e os desvios percentuais médios (P) inferiores a 9%, resultando em bom ajuste dos dados de tensão de cisalhamento e taxa de deformação do doce com 10% de polpa de umbu, na temperatura analisada (20 °C). Pela análise realizada verifica-se que os modelos avaliados podem ser adotados para representar o comportamento reológico do doce com concentração de polpa de umbu de 10%; entretanto, dentre os modelos utilizados

o que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o de Mizrahi-Berk, em razão de ter apresentado o menor desvio percentual médio (P).

Tabela 4.7 – Parâmetros dos modelos reológicos, coeficientes de determinação (R^2) e desvios percentuais médios (P) para o doce de leite de cabra com 10% de polpa de umbu

Modelos	Temp. (°C)	Parâmetros			R^2	P (%)
		K	n			
Ostwald-de-Waele	20	160.169,0	0,4221		0,96	8,66
Casson	Temp. (°C)	K_{0C}	K_C		R^2	P (%)
	20	349,4240	86,2034		0,93	6,25
Herschel-Bulkley	Temp. (°C)	τ_{0H}	K_H	n_H	R^2	P (%)
	20	-61656,3	2098774,50	0,3684	0,97	7,86
Mizrahi-Berk	Temp. (°C)	K_{0H}	K_M	n_m	R^2	P (%)
	20	-2685,85	3047,81	0,0411	0,96	3,49

ZIMMERMANN et al. (2007) encontraram, ajustando o modelo de Herschel-Bulkley aos dados reológicos a 23 °C, dos doces de leite elaborados com a adição de concentrado protéico de soro (CPS) e goma xantana, R^2 de 0,9669 e 0,9914.

Verifica-se que os valores de n , n_H n_m foram todos inferiores a 1 classificando os doces com 10% de polpa de umbu como um fluido não newtoniano com características pseudoplásticas. PEREIRA et al. (2008) também classificaram a polpa de umbu com diferentes teores de sólidos solúveis totais como não newtoniano e pseudoplástico.

Nas Figuras 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5 tem-se os gráficos da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação do doce de leite de cabra com adição de 10% de polpa de umbu na temperatura de 20 °C, com ajuste pelos modelos de Ostwald-de-Waele (Lei da potência), Herschel-Bulkley, Casson e Mizrahi-Berk.

Na Figura 4.2, pode-se ver o comportamento reológico do doce de leite onde estão graficados os valores da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação,

ajustados pelo modelo de Ostwald-de-Waelle, constatando-se que a tensão de cisalhamento aumentou com o aumento da taxa de deformação. Verifica-se que a relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação não é constante, confirmando que se trata de um fluido não-newtoniano. FERNANDES et al. (2008) estudando o comportamento reológico da polpa de umbu-cajá em função da concentração de maltodextrina, classificaram o comportamento reológico dos fluidos como não newtonianos, fato também observado por OLIVEIRA et al. (2006) ao trabalharem com polpa de cupuaçu nas temperaturas de 30, 45 e 50 °C.

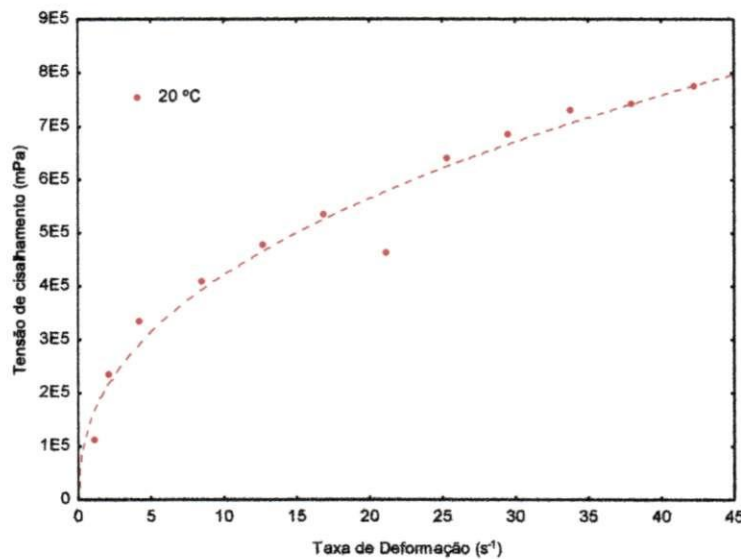


Figura 4.2 - Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 10% de polpa de umbu, na temperatura de 20 °C, com ajuste pelo modelo de Ostwald-de-Waelle

Para a Figura 4.3, que corresponde ao modelo de Casson, também se verificou que a relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação não é constante. O coeficiente de determinação (R^2) foi superior a 0,9 sendo considerado um bom modelo de ajuste aos dados experimentais. Este modelo também foi utilizado por BRANCO (2001) no ajuste de dados reológicos, que apresentou bom ajuste aos dados experimentais de misturas ternárias, combinando polpa de manga com suco de cenoura e de laranja.

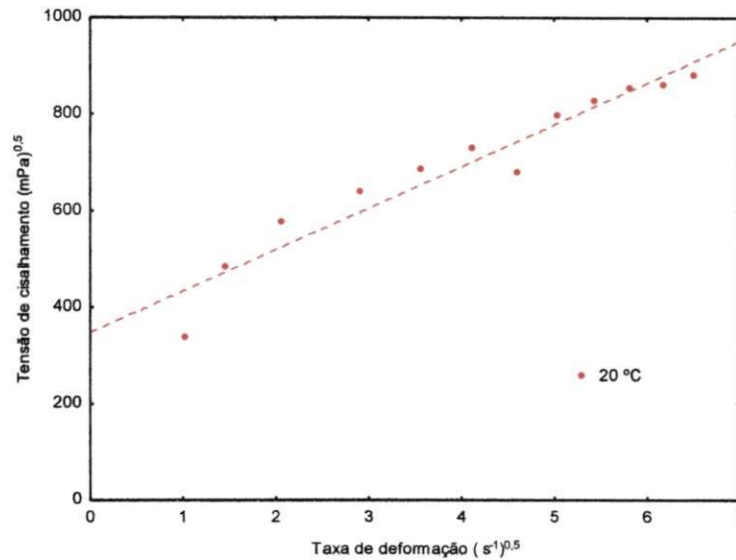


Figura 4.3 - Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 10 % de umbu, na temperatura de 20 °C, com ajuste pelo modelo de Casson

Nas Figuras 4.4 e 4.5, tem-se o comportamento reológico do doce de leite com adição de 10% de polpa de umbu, nas quais estão representados os valores da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação, ajustados pelos modelos de Herschel-Bulkley e Mizrahi-Berk; observa-se que, de maneira análoga, a tensão de cisalhamento aumentou com o aumento da taxa de deformação.

Dentro do contexto observado verifica-se que o modelo que melhor representou os dados foi o de Mizrahi-Berk. VIDAL et al. (2000) também obtiveram, ao estudar o comportamento reológico do suco integral de manga, na temperatura de 30 °C, o melhor ajuste com o modelo de Mizrahi-Berk ($R^2 = 0,999$), tal como FERNANDES et al. (2008) para a polpa de umbu-cajá com coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,99, e desvios percentuais médios inferiores a 2,5%.

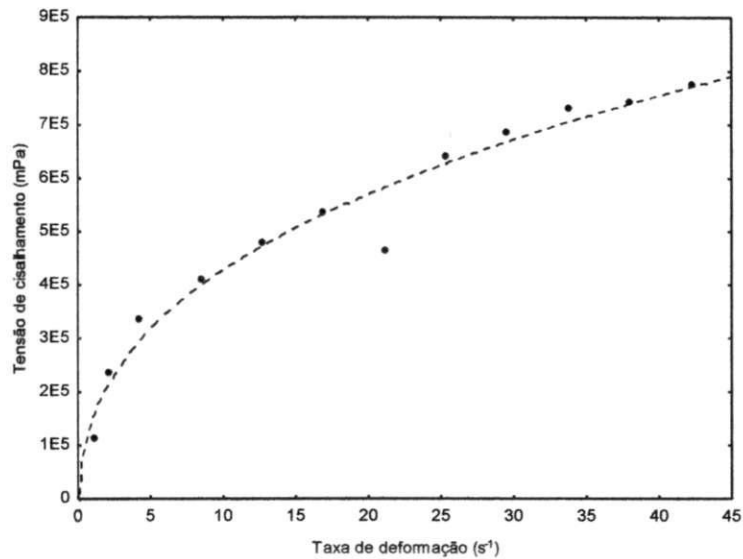


Figura 4.4- Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 10% de polpa de umbu, na temperatura de 20 °C, com ajuste pelo modelo de Herschel-Bulkley

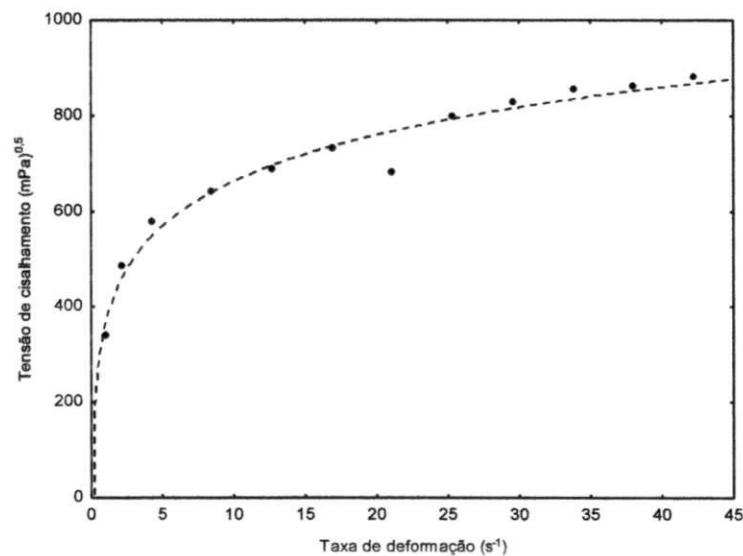


Figura 4.5 – Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 10% de polpa de umbu, na temperatura de 20 °C, com ajuste pelo modelo de Mizrahi-Berk

Na Tabela 4.8 são apresentados os parâmetros dos modelos reológicos Ostwald-de-Waele (Lei da potência), Herschel-Bulkley, Casson e Mizrahi-Berk, ajustados aos dados experimentais do doce de leite de cabra com adição de 15% de polpa de umbu, nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C.

Tabela 4.8 – Parâmetros dos modelos reológicos, coeficientes de determinação (R^2) e desvios percentuais médios (P) para o doce de leite de cabra com 15% de polpa de umbu

Modelos	Temp. (°C)	Parâmetros			R^2	P (%)
		K	N			
Ostwald-de-Waelle (Lei da Potência)	20	18773,86	0,4384		0,99	1,62
	30	12390,96	0,4398		0,99	0,52
	40	10058,04	0,3567		0,99	0,98
Casson	Temp. (°C)	K_{OC}	K_C		R^2	P (%)
	20	152,13	24,10		0,99	1,00
	30	132,94	18,10		0,99	1,40
	40	126,94	10,30		0,99	0,30
Herschel-Bulkley	Temp. (°C)	τ_{OH}	K_H	n_H	R^2	P (%)
	20	15686,73	8953,20	0,5549	0,99	0,38
	30	-8126,29	17091,96	0,3868	0,99	0,28
	40	13779,96	3053,45	0,5515	0,99	0,28
Mizrahi-Berk	Temp. (°C)	K_{OH}	K_M	n	R^2	P (%)
	20	15683,48	10141,66	0,5537	0,99	0,38
	30	-8126,26	1709,96	0,3868	0,99	0,28
	40	90,64	3053,452	0,5514	0,99	0,28

Observa-se que todos os modelos ajustados apresentaram coeficientes de determinação iguais a 0,99 e desvios percentuais médios menores que 2% podendo, portanto, ser utilizados na estimativa do comportamento reológico do doce, na concentração de 15% de polpa de umbu. Entretanto, dentre os modelos testados os que permitiram estimar os dados de forma mais precisa foram os de Herschel-Bulkley e de Mizrahi-Berk, em razão de terem apresentado os menores desvios percentuais médios (P). MELO (2008) constatou, ao realizar experimentos com a polpa do fruto do mandacaru, que o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o de Mizrahi-Berk, da mesma forma PELEGRINE et al. (2000), que também elegeram este modelo como o melhor para a estimativa do comportamento reológico da polpa de manga, na temperatura de 30 °C.

Para o modelo reológico de Ostwald-de-Waelle observa-se que os valores obtidos

para o índice de consistência (K) diminuíram com o aumento da temperatura. Com relação ao índice de comportamento do fluido (n), nota-se diminuição deste parâmetro com o aumento da temperatura entre 30 e 40 °C, além de todos os índices terem sido inferiores a 1, significando que se trata de um fluido não newtoniano; este mesmo comportamento foi encontrado em estudos realizados para polpa de jenipapo (SILVA, 2008) e por TORALLES (2006), ao trabalhar com purê homogeneizado de pêssego.

O índice de consistência, K_C , determinado a partir do modelo de Casson, apresentou redução com o aumento da temperatura.

Constata-se, ainda, que todos os índices de comportamento do fluido (n) para os modelos de Ostwald-de-Waelle, Herschel-Bulkley e Mizrahi-Berk obtiveram valores de $n < 1$, podendo ser classificados como fluidos não-newtonianos com características pseudoplásticas. FERREIRA et al. (2008) observaram, ao estudar o comportamento reológico da polpa do cupuaçu integral, que o índice de comportamento do fluido diminuiu com o aumento da temperatura e também foi classificado como pseudoplástico. ZIMMERMANN et al. (2007) verificaram que os doces de leite elaborados com a adição de concentrado proteico de soro (CPS) e goma xantana também exibiram um comportamento pseudoplástico ($n < 1$), confirmando o comportamento não-newtoniano.

Na Figura 4.6 estão representadas as curvas de ajuste para o modelo de Ostwald-de-Waelle que correspondem à tensão de cisalhamento versus taxa de deformação, obtidas a partir da adição de 15% de polpa de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C. Constata-se que as curvas se comportaram de forma não linear caracterizando o fluido como não newtonianos e pseudoplásticos; comportamento semelhante foi verificado por FLAUZINO (2007) ao analisar a influência da temperatura e do teor de gordura nos parâmetros reológicos do leite condensado e creme de leite. Verifica-se diminuição da tensão de cisalhamento com o aumento da temperatura para determinada taxa de deformação fixa.

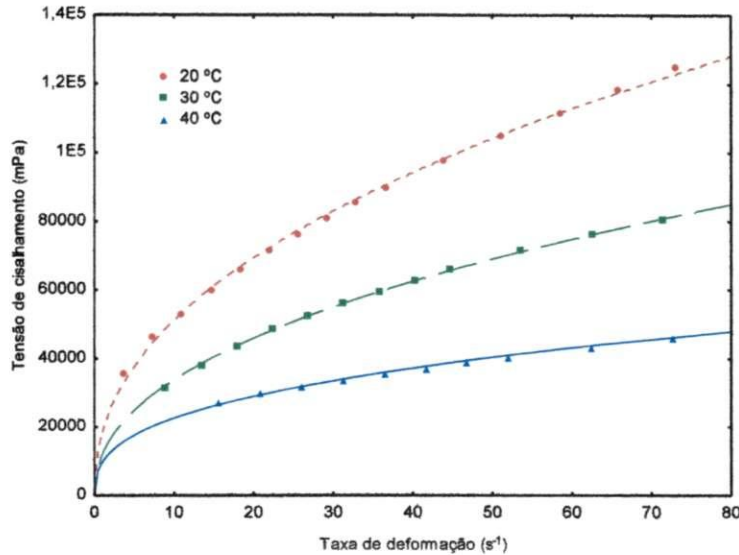


Figura 4.6 - Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 15% de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Ostwald-de-Waele

Para a Figura 4.7, que corresponde ao modelo de Casson, verificou-se tendência de diminuição da tensão de cisalhamento com o aumento da temperatura e, para a temperatura de 20 °C, a tensão de cisalhamento foi superior às demais temperaturas. Os coeficientes de determinação (R^2) obtidos para este modelo foram superiores a 0,99, considerados, portanto, como bom ajuste aos dados experimentais.

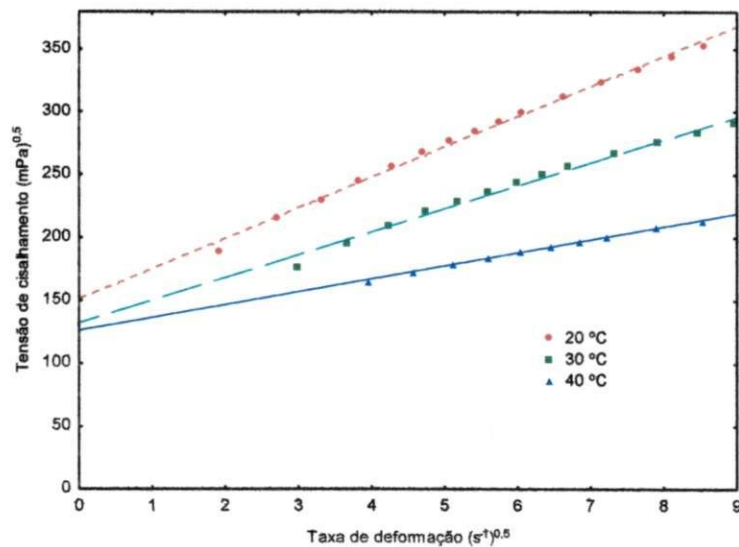


Figura 4.7 - Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 15% de polpa de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Casson

Na Figura 4.8 se apresenta um reograma típico de um fluido pseudoplástico, utilizado para descrever o comportamento reológico do doce de leite com adição de 15% de polpa de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, ajustado através do modelo Herschel-Bulkley. Verifica-se que a figura em análise se comportou de forma análoga à amostra ajustada ao modelo de Ostwald-de-Waelle (Figura 4.6).

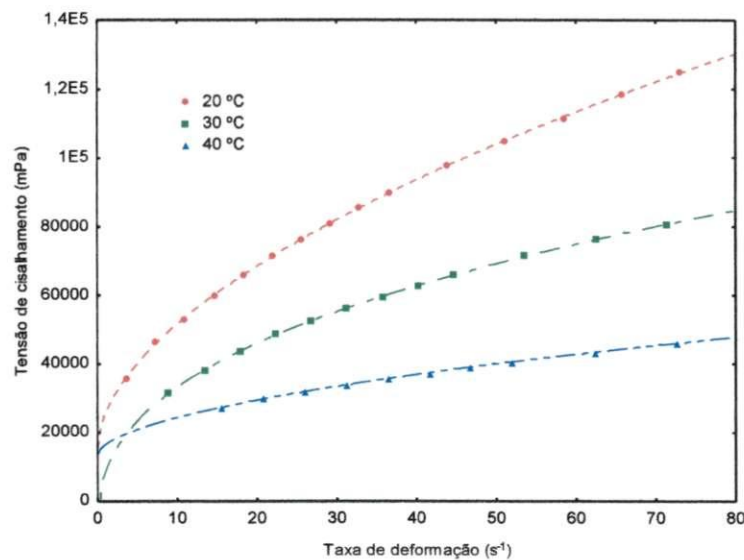


Figura 4.8 - Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 15% de polpa de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Herschel-Bulkley

Na Figura 4.9, pode-se constatar o comportamento reológico do doce de leite com adição de 15% de polpa de umbu, e os valores graficados da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação com ajuste pelo modelo de Mizrahi-Berk. Observa-se, para uma taxa de deformação fixa que a tensão de cisalhamento diminui com o aumento da temperatura; por outro lado, as curvas não apresentaram uma relação linear entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação caracterizando o doce de leite na concentração de 15% de polpa de umbu como fluido não newtoniano.

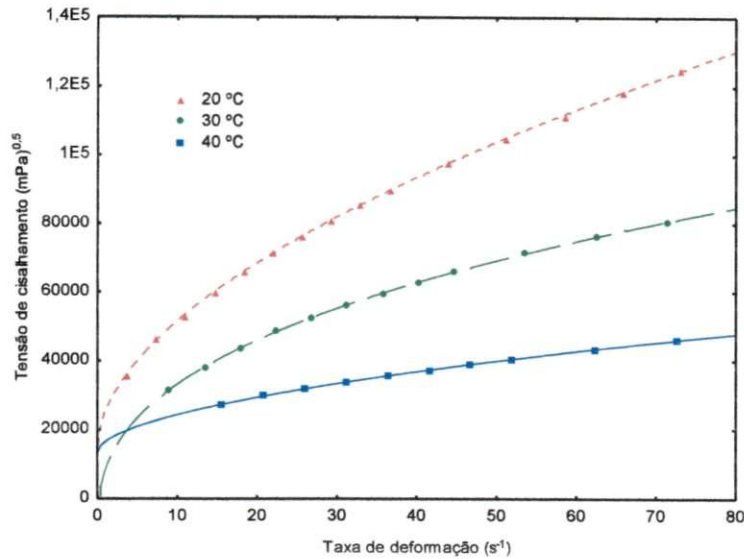


Figura 4.9 - Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 15% de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Mizrahi-Berk

Na Tabela 4.9 são apresentados os parâmetros de ajuste dos modelos reológicos Ostwald-de-Waelle (Lei da potência), Herschel-Bulkley, Casson e Mizrahi-Berk aos dados experimentais do doce com adição de 20% de polpa de umbu nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C. Observa-se que todos os modelos ajustados apresentaram coeficientes de determinação superiores a 0,97 e desvios percentuais médios menores que 4% podendo, portanto, serem utilizados na estimativa do comportamento reológico do doce, na concentração de 20% de polpa de umbu. PEREIRA et al. (2008) encontraram, ajustando o modelo de Herschel-Bulkley aos reogramas a 30 °C das polpas de umbu com diferentes concentrações (10, 15, 20 e 25 °Brix) $R^2 > 0,99$ e $n_H < 1$.

Dentre os modelos testados o que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o de Mizrahi-Berk, com os menores desvios percentuais médios (P) e o modelo de Casson apresentou os maiores desvios percentuais médios.

Os índices de consistência dos fluidos K , K_H e K_M , dos modelos Lei da Potência, Herschel-Bulkley e Mizrahi-Berk apresentaram, respectivamente, diminuição nos valores com a elevação da temperatura. CABRAL et al. (2002) também notaram, estudando o comportamento reológico da polpa de cupuaçu peneirada, que os parâmetros K e K_H sofreram efeito da temperatura diminuindo com o aumento desta, entre as temperaturas de 10, 15, 20, 25 e 30 °C.

O índice de comportamento do fluido (n) referente aos modelos de Ostwald-de-

Waelle, Herschel-Bulkley e Mizrahi-Berk para o doce com 20% de polpa de umbu, obteve valores inferiores à unidade, apresentando comportamento de fluido não newtoniano com características pseudoplásticas.

Tabela 4.9 - Parâmetros dos modelos reológicos, coeficientes de determinação (R^2) e desvios percentuais médios (P) para o doce com 20% de polpa de umbu

Modelos	Temp. (°C)	Parâmetros			R^2	P (%)
		K	n			
Ostwald-de-Waelle (Lei da Potência)	20	22679,62	0,4881		0,99	1,92
	30	15378,39	0,4352		0,99	1,65
	40	14741,76	0,3955		0,99	1,17
Casson	Temp. (°C)	K_{OC}	K_C		R^2	P (%)
	20	152,90	33,19		0,98	3,07
	30	138,13	21,04		0,99	1,88
	40	140,21	17,06		0,99	1,19
Herschel-Bulkley	Temp. (°C)	τ_{OH}	K_H	n_H	R^2	P (%)
	20	12982,79	18023,67	0,5297	0,99	1,48
	30	9448,027	10032,11	0,5111	0,99	0,52
	40	11003,63	8274,29	0,4939	0,99	0,56
Mizrahi-Berk	Temp. (°C)	K_{OH}	K_M	n	R^2	P (%)
	20	69,34	103,82	0,2922	0,99	0,72
	30	66,63	70,47	0,2937	0,99	0,21
	40	76,52	58,95	0,2916	0,99	0,23

A Figura 4.10 mostra o ajuste do modelo de Ostwald-de-Waelle aos dados experimentais do doce de leite na concentração de 20% de polpa de umbu. Constata-se que, apesar das curvas referentes às temperaturas de 20, 30 e 40 °C terem demonstrado comportamento semelhante, a diferença entre os valores obtidos em relação à tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para cada temperatura, é consideravelmente elevada.

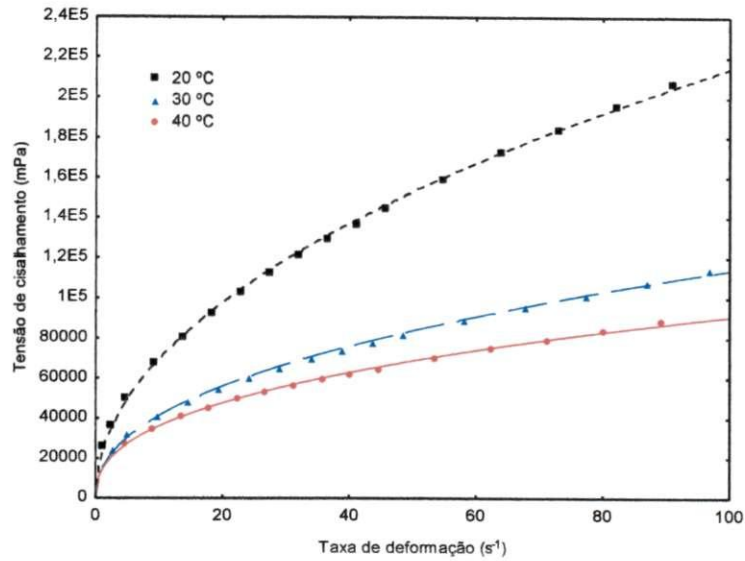


Figura 4.10 - Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce com adição de 20% de polpa de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Ostwald-de-Waele

Na Figura 4.11, estão representados os dados experimentais do doce de leite com adição de 20% de polpa de umbu ajustados pelo modelo de Casson, verificando-se que, neste modelo, a tensão de cisalhamento aumenta com a diminuição da temperatura.

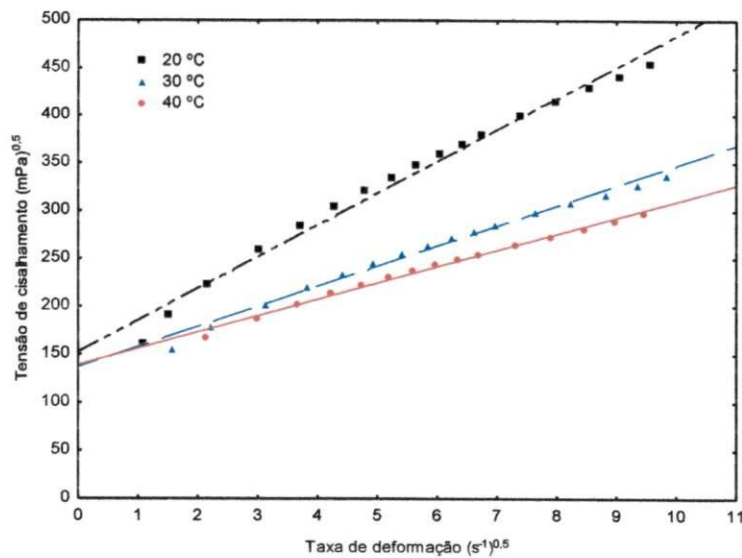


Figura 4.11 - Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 20% de polpa de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Casson

Nas Figuras 4.12 e 4.13 se apresentam os reogramas de tensão de cisalhamento e

taxa de deformação para o doce de leite com adição de 20% de polpa, cujos pontos marcados representam os dados experimentais enquanto as linhas contínuas equivalem aos resultados dos ajustes pelos modelos de Herschel-Bulkley e Mizrahi-Berk. Observa-se que, nessas figuras, a relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação não foi constante, sendo este comportamento característico de um fluido pseudoplástico.

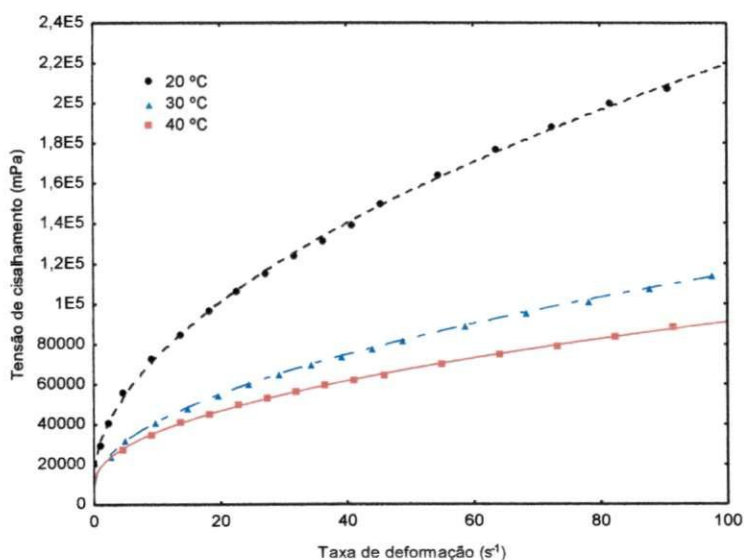


Figura 4.12 - Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 20% de polpa de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Herschel-Bulkley

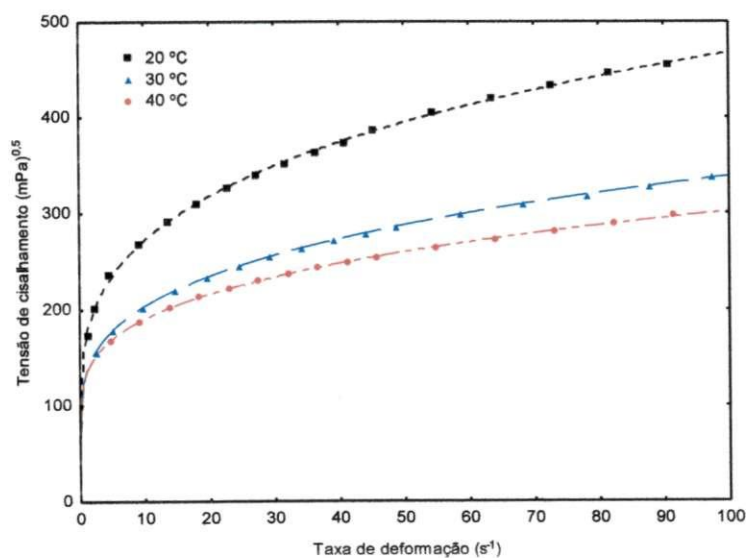


Figura 4.13 - Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação para o doce de leite com adição de 20% de polpa de umbu, nas temperaturas 20, 30 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Mizrahi-Berk

5 – CONCLUSÕES

A polpa de umbu se caracteriza como alimento muito ácido; com o aumento da concentração de polpa de umbu aos doces ocorreu redução da acidez; o aumento da concentração de polpa nos doces não afetou proporcionalmente o teor de sólidos solúveis totais, ácido ascórbico, acidez total titulável, cinzas, açúcares redutores, proteínas totais, lipídios, densidade, atividade de água nem os parâmetros de cor.

Das amostras de doce de soro de leite de cabra, leite de vaca e sacarose adicionados a 10, 15 e 20% de polpa de umbu, conclui-se que:

As amostras de doce com 10% de polpa de umbu obtiveram as melhores notas na avaliação sensorial, em todos os itens avaliados (consistência, sabor, aroma, acidez, aparência, doçura e intenção de compra);

As amostras de doce com 10, 15 e 20% de polpa de umbu apresentaram comportamento pseudoplástico;

As viscosidades aparentes diminuíram com o aumento da velocidade de rotação e as viscosidades apresentaram tendência de redução com o aumento da temperatura;

Os modelos reológicos da Lei-da-potência, Herschel-Bulkley, Casson e Mizrahi-Berk se ajustaram bem aos dados de tensão de cisalhamento e à taxa de deformação, com melhores ajustes pelo modelo de Mizrahi-Berk.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial de alimentos e bebidas – NBR 12806**. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 8 p.

ADAMBOUNOU, T. L.; CASTAIGNE, F., DILLON, J. C. Abaissement de l'activité de l'eau de légumes tropicaux par déshydratation osmotique partielle. **Sciences des Aliments**, v. 3, n. 4, p. 551-567, 1983.

ANUALPEC - **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2003. 319 p.

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

ARAÚJO, N. C.; LOPES, R. L. T. Doce de leite: prazo de validade e embalagem. **Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas**. Ministério da Ciência e Tecnologia, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 2005.

ARAÚJO, F. P.; SANTOS, C. A. F. Substituição de copa do umbuzeiro por algumas espécies do gênero *Spondias*. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 27., 2004, Petrolina. **Anais...** Petrolina: SBB/Embrapa Semi-Árido/UNEB, 2004. CD-ROM.

BELLARDE, F. B. Elaboração de doce de leite pastoso com substituição parcial de sólidos do leite por concentrado protéico do soro. **Revista Uniara**, v. 1, n. 17/18, p. 249-255, 2006.

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.

BRANCO, I. G. **Estudo do comportamento reológico de misturas ternárias com sucos de manga, laranja e cenoura**. 2001. 161 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.
- 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.
- 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.
- CALDAS, M. C. S. **Aproveitamento de soro de leite na elaboração de pão de forma**. 2007. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- CARVALHO, A. V.; MATTIETTO, R. A.; ASSIS, G. T.; LOURENÇO, L. F. H. Avaliação do efeito da combinação de pectina, gelatina e alginato de sódio sobre as características de gel de fruta estruturada a partir de “mix” de polpa de cajá e mamão, por meio da metodologia de superfície de resposta. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 2, p. 267-274, 2011.
- CARVALHO, P. C. L.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. S.; LEDO, C. A. S. Características morfológicas, físicas e químicas de frutos de populações de umbu-cajazeira no Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 140-147, 2008.
- CASTRO, A. G.; COVAS, J. A.; DIOGO, A. C. **Reologia e suas aplicações industriais**. Lisboa: Ciência e Técnica, 2001. 462 p.
- CAVALCANTI, N. B. Uso e aplicações de *Spondias tuberosa* (Arr. Câm.): processamento e industrialização. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S.; SILVA JUNIOR, J. F. **Spondias no Brasil: umbú, cajá e espécies afins**. Recife: IPA/UFRPE, 2008. 180 p.
- CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Processamento do fruto de umbuzeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 1, p. 252-259, 2000.

CHAVES, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2004.

CHIM, J. F.; ZAMBIAZI, R. C.; BRUSCATTO, M. H. Doces em massa *light* de morango: caracterização físico-química e sensorial. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n. 3, p. 295-301, 2006.

CLEMENTE, P. R. **Avaliação sensorial no controle de qualidade de alimentos**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. 81 p.

COLOMBO, M.; PERRONE, I. T.; STEPHANI, R.; SILVA, P. H. F. Avaliação da viscosidade durante a fabricação do doce de leite tradicional adicionado de amido de milho nativo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 370, p. 14-17, 2009.

COSTA, A. M. N. M.; CHAVES, C. G.; FREITAS, R. M.; ROCHA, E. M. F. F.; MOURA, L. B.; MARQUES, L. F.; COSTA, T. L.; MOURA, R. L. Elaboração de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de soro de leite. In: JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 3., Bananeiras. **Anais...** Bananeiras: UFPB, 2008.

DEMIATE, I. M.; BARANA, A. C.; CEREDA, M. P.; WOSIACKI, G. Organic acid profile of commercial cassava sour starch. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 1, p. 131-135, 1999.

DEMIATE, I. M.; KONKEL, F. E.; PEDROSO, R. A. Avaliação da qualidade de amostras comerciais de doce de leite pastoso: composição química. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 1, p. 108-114, 2001.

DIAS, C. A.; CORRENTE, L. A.; DIAS, C. A. Análise sensorial de doce de leite produzido com adição de soro de leite. In: SEMANA DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS, 6., Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: UTFPR, 2008. v. 2, n. 17, p. 1-6.

- DIAS, S. L.; DANTAS, J. P.; ARAÚJO, A. P.; BARBOSA, A. S.; CAVALCANTI, M. B. D'A.; CANUTO, T. M.; BARBOSA, A. S.; ROCHA, C. O. Avaliação das características físicas e físico-química do fruto do umbuzeiro. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE QUÍMICA, 1., 2007. **Anais...** Natal: UFRN, 2007. CD.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. rev. e ampl. Curitiba: Champagnat, 2007. 239 p.
- EVANGELISTA, I. J.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Viscosidades aparentes de polpas de umbu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003, Goiânia. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2003. CD ROM.
- FELLOWS, P. **Food Processing Technology. Principles and Practice**. 2 ed. New York: CRC Press, 2000. 562 p.
- FERNANDES, T. K. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; MELO, K. S.; BEZERRA, M. C. T. Estudo do comportamento reológico da polpa de umbu-cajá em função da concentração de maltodextrina. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.10, n.2, p.171-180, 2008.
- FERREIRA, G. F. **Avaliação tecnológica de quatro acessos de umbu-cajá (*Spondias spp.*) do Semiárido da Bahia**. 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.
- FERREIRA, G. M.; GUIMARÃES, M. J. O. C.; MAIA, C. A. M. Efeito da temperatura e taxa de cisalhamento nas propriedades de escoamento da polpa de cupuaçu (*T. grandiflorum* Schum) integral. **Revista Brasileira de Fruticultura de Jaboticabal**, v. 30, n. 2, p. 385-389, 2008.
- FERREIRA, G. M. **Reologia de polpas de caju (*Anacardium occidentale* L.) e goiaba (*Psidium guajava* L.)**. 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

FERREIRA, G. M.; QUEIROZ, A. J. M.; CONCEIÇÃO, R. S.; GASPARETTO, C. A. Efeito da temperatura sobre o comportamento reológico da polpa de açaí (*Euterpe oleracea*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002. CD-ROM.

FERREIRA, J. C.; MATA, M. E. R. M. C.; BRAGA, M. E. D. Análise sensorial da polpa de umbu submetida a congelamento inicial em temperaturas criogênicas e armazenadas em câmaras frigoríficas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 2, n. 1, p. 7-17, 2000a.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C. V.; SILVA, M. A. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas: Profiqua/SBCTA, 2000b. 127 p. (Manual: Série Qualidade).

FLAUZINO, R. D. **Influência da temperatura e do teor de gordura nos parâmetros reológicos do leite condensado e creme de leite**. 2007. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto.

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.

FOLETTI, T. C.; SILVA, P. V.; VILANOVA, M. S.; ESTEVES, R. M. G.; OSÓRIO, M. T. M.; FAGUNDES, C. M. Desenvolvimento e avaliação sensorial de doce de leite de cabra. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2006. **Anais...** Pelotas: UFPEL, 2006.

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

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008. 511p.

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.

GRANGEIRO, A. A.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; MATA, M. E. R. M. C. Viscosidades de polpas concentradas de figo-da-índia. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 2, p. 219-224, 2007.

HAELEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, v. 51, n. 2, p. 155-163, 2004.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário, 2007**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 mar. 2011.

KONKEL, F. E.; OLIVEIRA, S. M. R.; SIMÕES, D. R. S.; DEMIATE, I. M. Avaliação sensorial de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de amido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 249-254, 2004.

LAGUNA, L. E.; EGITO, A. S. **Processamento do doce de leite de cabra em tabletes**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2008. 5 p. (Comunicado Técnico, 94).

LIMA, L. F. N.; ARAÚJO, J. E. V.; ESPÍNDOLA, A. C. M. **Umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 29 p. (Série Frutas Nativas, 6).

LIRA JÚNIOR, J. S.; MUSSER, R. S.; MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LEDERMAN, I. E.; SANTOS, V. F. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias spp.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 757-761, 2005.

- LOVATEL, J. L.; COSTANZI, A. R.; CAPELLI, R. **Processamento de frutas e hortaliças**. Caxias do Sul: Educs, 2004. 189 p.
- MACDOUGALL, D. B. **Colour in food: improving quality**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2002. 378 p.
- MACHADO, J. C. **Reologia e escoamento de fluidos: ênfase na indústria do petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência/Petrobrás, 2002. 257 p.
- MARTINS, M. L. A.; BORGES, S. V.; DELIZA, R.; CASTRO, F. T.; CAVALCANTE, N. B. Características de doce em massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1329-1333, 2007.
- MATTIETTO, R. A. **Estudo tecnológico de um néctar misto de cajá (*Spondias lutea* L.) e umbu (*Spondias tuberosa*, Arruda Câmara)**. 2005. 299 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas, 2005.
- MELO, K. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. **Comportamento reológico da polpa de buriti com leite**. **REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA**, v. 8, n. 2, p. 197-206, 2008.
- MELO, K. S. **Secagem da polpa do fruto do mandacaru**. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- MILAGRES, M. P.; DIAS, G.; MAGALHÃES, M. A.; SILVA, M. O.; RAMOS, A. M. Análise físico-química e sensorial de doce de leite produzido sem adição de sacarose. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p. 439-445, 2010.
- MITSCHKA, P. Simple conversion of Brookfield R.V.T. readings into viscosity functions. **Rheologica Acta**, v. 21, n. 2, p. 207-209, 1982.

- MORI, E. E. M. Reologia e textura do ponto de vista organoléptico. In: CAMPOS, S. D. S.; GONÇALVES, J. R.; MORI, E. E. M.; GASPARETTO, C. A. **Reologia e textura em alimentos**. Campina: ITAL, 1989. p. 17-42
- MOSQUIM, M. C. A. V.; FURTADO, M. M.; FERNANDES, A. R.; SILVA, C. A. B. Processamento de leite de cabra: produção de leite pasteurizado, queijos e iogurtes. In: SILVA, C. A. B.; FERNANDES, A. R. **Projetos de empreendimentos agroindustriais: produtos de origem animal**. Viçosa: UFV, 2003. v. 1, p. 103-137.
- NAVARRO, R. F. **Fundamentos de reologia de polímeros**. Caxias do Sul: EDUCS, 1997. 265 p.
- NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. Tecnologia da produção do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). **Boletim Técnico**, Universidade Federal de Lavras, Pró-Reitoria de Extensão, v. 11, n. 127, 2005..
- OLIVEIRA, F. M. N.; FREITAS, J. C. O.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Viscosidade de polpa de cupuaçu sob aquecimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006. CD ROM.
- PANDYA, A. J.; GHODKE, K. M. Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. **Small Ruminant Research**, v. 68, n. 1-2, p. 193-206, 2007.
- PELEGRINE, D. H.; VIDAL, J. R. M. B.; GASPARETTO, C. A. Study of apparent viscosity of mango (Keitt) and pineapple (Pérola) pulps. **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. A.; BRANDAO, E. M.; BORGES, S. V.; MAIA, M. C. A. Effect of xanthan gum addition on the rheological properties of umbu fruit pulp. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 285-294, 2007.

PEREIRA, E. A.; BRANDAO, E. M.; BORGES, S. V.; MAIA, M. C. A. Influence of concentration on the steady and oscillatory shear behavior of umbu pulp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 87-90, 2008.

PEREIRA, T. B. B. **Desidratação em secador por aspersão da mistura de leite de cabra com polpa de umbu-cajá**. 2008. 118 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

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, p. 45-53, 2001.

QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SILVA, C. L.; MATA, M. E. R.M.C.. Comportamento reológico de méis de florada de silvestre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 2, p. 190-194, 2007.

RÉVILLION, J. P. **Laticínios**. Disponível em: http://www.ufrgs.br/alimentus/laticinios/doceleite/doceleite_inicio.htm>2011. Acesso em: 15 jun. 2011.

RICHARDS, N. S. P. S. Soro lácteo: perspectivas industriais e proteção ao meio ambiente. **Food Ingredients**, v. 3, n. 17, p. 20-27, 2002.

RODRIGUEZ, F. F. G. **Elaboração de pão de forma com adição de concentrado protéico de soro de leite**. 2008. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

SILVA, K. F. N. L. **Caracterização de méis da região do baixo Jaguaribe – CE.** 2005. Dissertação (Mestrado) – Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2005.

SILVA, N. M. C. **Propriedades termofísicas e comportamento reológico da polpa de jenipapo (*genipa americana* L.).** 2008. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-Ba, 2008.

SOUZA, M. A. **Determinação das propriedades termofísicas de polpas de frutas tropicais: jaca (*Artocarpus heterophilus* Lamk) e umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.).** 2008. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) UESB, Itapetinga.

SUGAI, A. Y. **Processamento descontínuo de purê de manga (*Mangifera indica* Linn.), variedade Haden: estudo da viabilidade do produto para pronto consumo.** 2002. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

TORALLES, R. P. Reologia de purê homogeneizado de pêssego: efeito da temperatura e concentração. **Braz. J. Food Technol.**, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2006.

TORRES, L. B. V.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Viscosidade aparente da polpa de umbu-cajá concentrada a 10°C. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 5, n. 2, p. 161-168, 2003.

VIDAL, J. R. M. B.; GASPARETTO, C. A.; GRANDIN, A. Efeito da temperatura no comportamento reológico da polpa de manga. **Revista de Ciências Exatas e Naturais**, v. 1, n. 2, p. 69-76, 2000.

ZIMMERMANN, J. V.; GRIS, E. F.; CHAVES, E. S.; PRUDÊNCIO, E. S.; BARRETO, P. L. M.; AMBONI, R. D. M. C.; BORDIGNON-LUIZ, M. Physicochemical, sensorial and rheological properties of doce de leite with xanthan gum and whey protein concentrate. **Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 13, n. 3, p. 53-59, 2007.

SANTOS, B. M. **Elaboração e caracterização de queijo de leite de cabra “tipo coalho” com inclusão de leite de vaca**. 2011a. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Nutrição) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

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, R. A.; MARQUES, R. C. P. Análise microbiológica e físico-química de doce de leite vendido no comercio informal de Currais Novos/RN. **Holos**, v. 5, p. 131-136, 2010.

SANTOS, T. D. R. **Avaliação de queijos “Boursin” de leite de cabras das raças Saanen e Parda Alpina submetidas a diferentes dietas**. 2011b. 92 f. Dissertação (Curso de Especialização em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

SILVA, C. F. **Reologia do suco de acerola: efeito da concentração e temperatura**. 1999. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

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.

SILVA, J. N.; ARAÚJO, A. C.; SANTOS, E. P.; HOLANDA NETO, J. P.; ALVES, T. T. L. Parâmetros e determinantes da qualidade físico-química do leite caprino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.3, p. 32–38, 2011.