

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**FORMULAÇÕES MISTAS DE LEITES CONDENSADOS AÇUCARADOS  
DE VACA E DE SOJA: AVALIAÇÃO SENSORIAL E REOLÓGICA**

Parcer

*Este exemplar corresponde a redação final da  
tese defendida por Ilana Felberg e aprovada  
pela comissão julgadora em 27.05.94.*

*Roberto Hermínio Moretti*

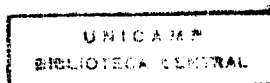
**ILANA FELBERG n.º/33  
Farmacêutica Bioquímica**

**PROF. DR. ROBERTO HERMÍNIO MORETTI <sup>H.</sup>  
Orientador**

**Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual  
de Campinas para obtenção do Título de Mestre em tecnologia de Alimentos**

Campinas, 1994

9404803



## ERRATA

Na página 27 incluir:

### 3.3.2.7. Determinação do tamanho médio dos cristais de lactose

Na avaliação do tamanho médio dos cristais de lactose, empregou-se uma adaptação dos métodos descritos por HOSKEN (1969) e SANTOS *et alii* (1977) para doce de leite e CASTRO (1992) para concentrado de tomate, para quatro diferentes marcas comerciais de leite condensado açucarado.

Uma gota de amostra foi colocada sobre lâmina de microscópio, a qual foi coberta por lamínula. Observou-se em microscópio, marca Carl Zeiss, modelo Standard, com objetiva de 40x e ocular micrométrica de 10x, que apresenta retículo com régua de 0 à 100, dividida em unidades cuja calibração forneceu um valor de 2.2 $\mu$  (menor divisão) para cada unidade.

O tamanho médio dos cristais foi determinado em triplicata, por amostra. Para cada repetição, mediu-se o comprimento da face maior de 10 cristais. Os resultados foram as médias das medidas das três determinações expressas em  $\mu$ .

Na página 39 incluir:

### 4.2.1. Determinação do tamanho médio dos cristais de lactose

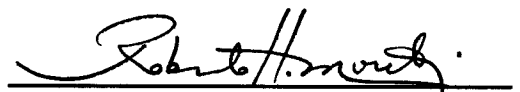
A utilização do extrato hidrossolúvel de soja na elaboração de leites condensados colabora para uma formação de cristais menores de lactose, em virtude da diluição de lactose do leite de vaca. Como a lactose é altamente insolúvel na concentração dos leites condensados, qualquer adição de um leite extensor, isento de lactose, contribue para afastar-se deste ponto crítico de solubilidade facilitando desta maneira o processo de fabricação.


Observando-se a Tabela I a seguir podemos verificar que leites condensados de grandes empresas do mercado apresentam grande variação no tamanho dos cristais, o que comprova que este fator é crítico no processamento de leite condensado.


Tabela I- Resultado dos tamanhos médios dos cristais de lactose

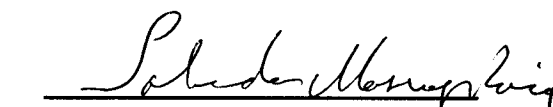
Amostras	Tamanho médio dos cristais ( $\eta$ )
A	7.92
B	12.98
C	5.57
D	7.55

**BANCA EXAMINADORA**

  
**Prof Dr Roberto Hermínio Moretto**  
(orientador)

  
**Profa Dra Maria Helena Damásio**  
(membro)

  
**Prof Dr Carlos Alberto Gasparetto**  
(membro)

  
**Prof Dr Salvador Massaguer Roig**  
(membro)

Campinas, 27 de maio de 1994.

*"Eu sempre recomendo aos meus alunos:  
Vão aonde seu corpo e a sua alma desejam  
ir. Quando você sentir que é por aí,  
mantenha-se firme no caminho, e não  
deixe ninguém desviá-lo dele."*

(Joseph Campbell em " O Poder do Mito")

**Aos meus pais,  
por sempre incentivarem  
e apoiarem a mim e aos  
meus irmãos a buscar  
nossos caminhos.**

## **AGRADECIMENTOS**

À D', em todos os momentos.

Aos meus pais e irmãos pelo seu amor, confiança e apoio, sempre.

Ao Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti pela orientação desta Tese.

À Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA).

À Olvebra Ind. S.A, Sadia, Nestlé Ind. Com. e Companhia União de refinadores pelo fornecimento de matérias-primas.

À Coordenadoria para Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) e FAEP, pelas bolsas de estudos.

Aos professores Dra Maria Helena Damásio e Carlos Alberto Gasparetto, pelas orientações nas etapas de avaliação sensorial e avaliação reológica. Aos dois, meu carinho e reconhecimento pelo apoio e atenção que sempre me deram.

Aos professores, funcionários e colegas do Laboratório de Frutas e Hortaliças e Produtos Açucarados, em especial, a Ivana, Ana, Cesar, Natalina, Anderson, Walter e Edilene.

Aos funcionários da secretaria do Depto de tecnologia de alimentos: Marçal, Marcos, Marlene e Susi.

Ao Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas, em particular aos pesquisadores Dr Prof Gil Serra e Edilberto, pelas facilidades oferecidas no uso do reômetro.

Ao Prof. Dr José Gilberto Jardine (CNPTIA-EMBRAPA) pela elaboração da configuração do perfil sensorial da Análise Descritiva Quantitativa.

A Ana Paula, Cecília, Eugênia, Janice, Liliana, Myriam, Niurka, Normandis, Regina e Rosa, amigos em todos os momentos.

Ao Valério pelo carinho, apoio e compreensão.

Aos amigos cariocas, incentivadores mesmo à distância.

**À Fátima e ao Miro do microcentro**

**A todos os professores, funcionários e colegas da Pós-Graduação que de uma forma ou de outra colaboraram.**

## ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE TABELAS .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	x
RESUMO.....	xi
SUMMARY .....	xii
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
2.1. EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA .....	3
2.1.1. Conceito.....	3
2.1.2. Composição química e valor nutricional.....	3
2.1.3. Principais métodos de obtenção.....	6
2.1.4. Características sensoriais.....	8
2.1.5. Propriedades reológicas.....	11
2.2. LEITE DE VACA CONDENSADO AÇUCARADO .....	13
2.2.1. Conceito .....	13
2.2.2. Composição centesimal .....	14
2.2.3. Processo de obtenção .....	15
2.2.4. Características sensoriais.....	19
2.2.5. Propriedades reológicas.....	20
2.3. PRODUTOS MISTOS DE LEITE CONCENTRADO E EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA .....	22
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
3.1. MATÉRIAS-PRIMAS .....	23
3.2. MÉTODOS.....	23
3.2.1. Formulação e preparo das amostras .....	23
3.2.1.1. Formulados de soja.....	23
3.2.1.2. Leites condensados mistos.....	24

3.3.DETERMINAÇÕES QUÍMICAS, FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS.....	26
3.3.1.CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA.....	26
3.3.1.1.Umidade.....	26
3.3.1.2.Proteínas .....	26
3.3.1.3.Cinzas .....	26
3.3.1.4.Lipídios totais.....	26
3.3.1.5. Fibras .....	26
3.3.1.6.Carboidratos.....	26
3.3.2.CARACTERIZAÇÃO DO LEITE CONDENSADO TRADICIONAL.....	26
3.3.2.1.Sólidos totais .....	26
3.3.2.2.Cinzas .....	26
3.3.2.3.Gordura.....	27
3.3.2.4.Proteínas .....	27
3.3.2.5.Glicídios redutores em lactose.....	27
3.3.2.6.Glicídios não redutores em sacarose.....	27
3.3.3. CARACTERIZAÇÃO DOS LEITES CONDENSADOS MISTOS .....	27
3.4. MÉTODOS SENSORIAIS.....	27
3.4.1.Pré-seleção dos provadores.....	28
3.4.2.Análise Descritiva .....	29
3.4.3.Teste de preferência e aceitação das amostras.....	32
3.4.4.Análise Estatística .....	32
3.5. ESTUDO REOLÓGICO DO LEITE CONDENSADO TRADICIONAL E DOS LEITES CONDENSADOS MISTOS .....	35
3.5.1.Medidas Reológicas .....	35
3.5.2.Processamento dos dados reológicos .....	36
<b>4.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>38</b>
4.1. CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA.....	38
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO LEITE CONDENSADO TRADICIONAL E DOS FORMULADOS DE SOJA .....	38



<b>4.3 MEDIDAS SENSORIAIS .....</b>	<b>40</b>
4.3.1.Pré-seleção dos provadores.....	40
4.3.2 Análise Descritiva .....	40
4.3.2.1.Levantamento dos atributos .....	40
4.3.2.2.Seleção de atributos e provadores .....	40
4.3.2.3.Avaliação das amostras.....	48
4.3.3.Avaliação de preferência e aceitação .....	56
<b>4.4.REOLOGIA DO LEITE CONDENSADO TRADICIONAL .....</b>	<b>63</b>
<b>4.5.REOLOGIA DOS LEITES CONDENSADOS MISTOS .....</b>	<b>66</b>
<b>5.CONCLUSÃO .....</b>	<b>96</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>97</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>105</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

1- Composição centesimal do extrato hidrossolúvel de soja.....	4
2- Composição centesimal do leite condensado açucarado .....	14
3- Relação entre o número e o tamanho dos cristais de lactose e o grau de areosidade do leite condensado .....	18
4- Composição dos leites condensados mistos .....	24
5- Composição centesimal média do extrato hidrossolúvel de soja em pó.....	38
6- Composição centesimal média do leite condensado tradicional e dos formulados de soja.....	39
7- Termos levantados pelo método "Kelly's Repertory Grid" para avaliação das amostras .....	41
8- Análise discriminante por passos.....	45
9- Valores de F amostras da análise de variância de dois fatores para cada provador por atributo .....	50
10- Valores de F repetições da análise de variância de dois fatores para cada provador por atributo .....	51
11- Valores de F da análise de variância para cada atributo para todas as amostras estudadas.....	52
12- Médias das notas atribuídas pelos provadores por atributo para as amostras .....	53
13- Resultado do teste de preferência com escala hedônica: motivos da preferência pela amostra n° 2 .....	59
14- Resultado do teste de preferência utilizando escala hedônica: comentários gerais à respeito da amostra n° 4.....	60
15- Resultado do teste de aceitação de brigadeiro: comentários e frequência de aparecimento.....	61

16- Parâmetros do modelo da Lei da Potência para os dados experimentais das amostras contendo óleo às concentrações e temperaturas experimentais.....	67
17- Parâmetros do modelo da Lei da Potência para os dados experimentais das amostras contendo gordura vegetal hidrogenada às concentrações e temperaturas experimentais .....	67
18- Valores dos fatores de correção de Ostwald ( $K_{Ostw}$ ) utilizados nos experimentos para as amostras contendo óleo .....	68
19- Valores dos fatores de correção de Ostwald ( $K_{Ostw}$ ) utilizados nos experimentos para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada.....	68
20- Valores corrigidos da taxa de deformação para as amostras contendo óleo à temperatura de 25°C .....	69
21- Valores corrigidos da taxa de deformação para as amostras contendo óleo à temperatura de 40°C .....	70
22- Valores corrigidos da taxa de deformação para as amostras contendo óleo à temperatura de 55°C.....	71
23- Valores corrigidos da taxa de deformação para as amostras contendo óleo à temperatura de 70°C.....	72
24- Valores corrigidos da taxa de deformação para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada à temperatura de 25°C.....	73
25- Valores corrigidos da taxa de deformação para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada à temperatura de 40°C.....	74
26- Valores corrigidos da taxa de deformação para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada à temperatura de 55°C.....	75
27- Valores corrigidos da taxa de deformação para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada à temperatura de 70°C.....	76
28- Parâmetros corrigidos do modelo da Lei da Potência para os dados experimentais das amostras contendo óleo às concentrações. e temperaturas estudadas.....	77

29- Parâmetros corrigidos do modelo da Lei da Potência para os dados experimentais das amostras contendo gordura vegetal hidrogenada.às concentrações e temperaturas estudadas.....77

## ÍNDICE DE FIGURAS

1- Fluxograma do processamento de leite condensado açucarado .....	16
2- Fluxograma do processo para obtenção dos leites condensados mistos.....	25
3- Ficha utilizada para teste triangular .....	28
4- Ficha utilizada para o método rede.....	30
5- Ficha utilizada para teste de preferência de amostras dos formulados mistos .....	33
6- Ficha utilizada para teste de preferência dos brigadeiros .....	34
7- Lista dos termos obtidos na seleção de atributos pelos provadores .....	42
8- Definição dos atributos para avaliação das amostras .....	43
9- Ficha utilizada na seleção de atributos e de provadores.....	44
10- Lista dos termos obtidos na seleção de atributos pela análise estatística .....	46
11- Ficha utilizada na avaliação das amostras.....	47
12- Configuração da Análise Descritiva Quantitativa das amostras estudadas .....	55
13- Resultados do teste de aceitação dos leites condensados mistos amostras (n°2 e n°4).....	57
14- Resultados do teste de preferência dos brigadeiros.....	61
15- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado (amostra A) às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C.....	63
16- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado (amostra B) às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C.....	64

17- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto com 6% de substituição, contendo óleo na formulação às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C.....	78
18- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto com 12% de substituição, contendo óleo na formulação às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C.....	79
19- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto com 18% de substituição, contendo óleo na formulação às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C.....	80
20- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto com 24% de substituição, contendo óleo na formulação às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C.....	81
21- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto com 30% de substituição, contendo óleo na formulação às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C.....	82
22- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto com 6% de substituição, contendo gordura vegetal na formulação às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C .....	83
23- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto com 12% de substituição, contendo gordura vegetal na formulação às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C .....	84
24- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto 18% de substituição, contendo gordura vegetal às temperaturasde 25°,40°,55° e 70°C .....	85

25- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto 24% de substituição, contendo gordura vegetal às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C.....	86
26- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto 30% de substituição, contendo gordura vegetal às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C.....	87
27- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo óleo na formulação à temperatura de 25°C .....	88
28- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo óleo na formulação à temperatura de 40°C .....	89
29- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo óleo na formulação à temperatura de 55°C .....	90
30- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo óleo na formulação à temperatura de 70°C .....	91
31- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada na formulação à temperatura de 25°C .....	92
32- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada na formulação à temperatura de 40°C .....	93
33- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada na formulação à temperatura de 55°C .....	94
34- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada na formulação à temperatura de 70°C .....	95

## ÍNDICE DE ANEXOS

1- Delineamento experimental para avaliação sensorial das amostras estudadas

2- Tabelas dos dados experimentais de reologia:

2a-Valores da taxa de deformação corrigida, da tensão de cisalhamento e da viscosidade aparente calculados para as amostras de leite condensado tradicional às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C

2b-Valores da taxa de deformação corrigida, da tensão de cisalhamento e da viscosidade aparente calculados para os leites condensado mistos à 6,12,18,24 e 30% de substituição,contendo óleo vegetal às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C

2c-Valores da taxa de deformação corrigida, da tensão de cisalhamento e da viscosidade aparente calculados para os leites condensado mistos à 6,12,18,24 e 30% de substituição,contendo gordura vegetal hidrogenada às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C



## **RESUMO**

Neste trabalho foi estudada, à nível de laboratório, a possibilidade de substituição de leite de vaca por extrato hidrossolúvel de soja em leite condensado.

Foi formulado um produto à base de extrato hidrossolúvel de soja, adicionado de gordura, açúcar e água, de modo a assemelhar-se ao leite condensado tradicional em termos de composição centesimal, características sensoriais e reológicas.

Na elaboração dos formulados de soja, foi estudada a utilização de óleo de soja refinado e de gordura vegetal hidrogenada de modo a buscar-se uma melhor aproximação das características do produto tradicional.

Após formulação do produto, foram efetuadas substituições no leite condensado tradicional pelos formulados de soja nas proporções: 6, 12, 18, 24 e 30%.

Foram determinados a composição, o comportamento reológico, e as características sensoriais de aroma, sabor, textura e aparência dos leites condensados mistos.

Os leites condensados mistos obtidos apresentaram comportamento reológico semelhante ao tradicional, com decréscimo na viscosidade aparente em função do aumento da taxa de deformação, indicando comportamento pseudoplástico.

Para a Análise Descritiva Quantitativa, pela seleção de atributos por análise discriminante por passos, foram considerados dez atributos na avaliação sensorial das amostras. São eles: cor creme, homogeneidade, viscosidade, aroma doce, aroma de cereais, sabor característico de leite condensado, residual salgado, sabor de cereais, pulverulência e aderência.

Os resultados dos testes sensoriais indicaram que o teor de soja influenciou diretamente na avaliação sensorial das amostras estudadas, já que todos os atributos avaliados, apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade. No entanto, o tipo de gordura utilizada não influenciou na maioria dos atributos estudados, ao mesmo nível de significância. As amostras com 6% e 18% de substituição, contendo óleo vegetal na formulação, obtiveram boa aceitação de um modo geral.

## **SUMMARY**

In this research the possibility of substituting cow's milk with the water soluble extract from soybean in the preparation of sweetened condensed milk, was studied on a laboratory scale.

The product was formulated based on the water soluble extract of soybean with the addition of fat, sugar and water, in order to imitate traditional sweetened condensed milk in terms of the chemical composition, sensory and rheological characteristics.

In the elaboration of the soybean formulations, the use of both refined soybean oil and hidrogenated vegetable fat was investigated, in order to better approach the characteristics of the traditional product.

The formulated product was used to substitute to the traditional one at the following levels: 6, 12, 18, 24 and 30%.

The composition, rheological behavior and sensory characteristics of aroma, taste, texture and appearance of the mixed condensed milk were determined.

The mixed condensed milks obtained presented rheological behaviors similar to those of the traditional product, with a decrease in the apparent viscosity due to the increase in the shear rate, indicative of pseudoplastic behavior.

For the Quantitative Descriptive Analysis, using the stepwise linear discriminant analysis, the following ten attributes were selected for the sensory evaluation of the samples: cream colour, homogeneity, viscosity, sweet aroma, aroma of cereals, characteristic taste of condensed milk, salted after taste, taste of cereals, powdery and sticky sensations.

The amount of soybean used in the formula, directly influenced the sensory evaluation of the samples at the 5% level of probability, while the type of fat used did not, at the same level of probability. In general, the samples elaborated with vegetable oil in which 6% and 18% of the sweetened condensed milk was substituted, showed good acceptance.

## 1. INTRODUÇÃO

De um modo geral, o consumo de alimentos numa população, está condicionada a hábitos culturais e a fatores econômicos. No Brasil, entretanto, os fatores econômicos são os mais importantes na determinação do consumo alimentar. Surge então a necessidade de se introduzir na dieta da população, produtos de alto valor nutritivo, cujos constituintes tenham menor custo e sejam mais abundantes no mercado, como é o caso dos produtos à base de proteínas vegetais.

Os derivados da soja, têm sido reconhecidos pelo seu alto valor nutritivo, do ponto de vista da qualidade em relação ao custo. A produção de alimentos de origem animal é menos eficiente e muito mais cara que a de origem vegetal, sendo o custo da proteína vegetal, bem menor que a da animal.

Em decorrência da insuficiência de proteína animal, a tendência da indústria moderna de alimentos é procurar matérias-primas alternativas que possam substituir ou complementar as proteínas de origem animal nas formulações de seus produtos.

Um importante derivado da soja é o seu extrato hidrossolúvel de soja, comercialmente conhecido como "leite de soja". Este produto é rico em proteínas, de fácil obtenção e de custo relativamente baixo.

O leite de soja apresenta enorme possibilidade de utilização, tanto na sua forma natural líquida, como na sua forma desidratada, podendo ser utilizado de forma semelhante aos sólidos de leite em pó provenientes do leite de vaca. Sua utilização em combinação com o de vaca pode ampliar o abastecimento de leite, principalmente em um país como Brasil em que a produção de leite de vaca não é suficiente para o consumo interno necessitando de importações para suprir esta deficiência.

O leite de vaca sempre tem sido associado à alimentação de crianças, entretanto, seu uso é restrito devido a considerações econômicas e também a efeitos fisiológicos indesejáveis. Por outro lado, o extrato hidrossolúvel de soja é um produto que tem recebido muita atenção, desde seu processamento até o seu valor nutritivo e sua aceitação. Consequentemente, é lógico se aceitar que o leite de vaca e o extrato de soja possam estar juntos na preparação de produtos mistos.

O Brasil produz cerca de 25 milhões de toneladas por ano de soja, embora seu consumo não faça parte da dieta geral dos brasileiros. Os hábitos alimentares constituem provavelmente o principal fator limitante à ampla aceitação de produtos contendo soja.

O sabor característico da soja crua, desagradável ao paladar ocidental, tem limitado a utilização do extrato hidrossolúvel de soja no Ocidente. Numerosos esforços tem sido feitos para evitar, eliminar ou mascarar este sabor estranho. Todavia, em alguns casos, o preconceito ao consumo de alimentos à base de soja é consequência do preparo incorreto de alguns produtos, sem aplicação de tecnologia adequada.

O extrato hidrossolúvel de soja, quando empregado adequadamente, pode ser utilizado na elaboração de diversos alimentos, sem alterar substancialmente o sabor dos mesmos. Um dos produtos que poderia ser elaborado com o extrato de soja é o leite condensado misto de leite de vaca e soja.

O leite condensado açucarado é um produto favorecido em países tropicais onde a refrigeração doméstica não é disponível. Ele tem sido produzido por todo mundo em variadas formas desde que foi implantado o processo de evaporação de leite à vácuo.

O leite condensado é sem dúvida um produto de alto valor energético, possuindo grande atrativo sensorial. É utilizado como matéria-prima para preparo de leite reconstituído, e principalmente na formulação de doces em geral, como tortas, bolos, pudins entre muitos outros.

São poucos os dados disponíveis sobre a utilização do extrato hidrossolúvel de soja na elaboração de leite condensado, cujas principais vantagens seriam o aumento da quantidade de gorduras poliinsaturadas, redução do teor de colesterol, diminuição do conteúdo de lactose favorecendo a redução do problema de cristalização da lactose, redução do custo do produto e utilização no país de um alimento de tão grande importância econômica e nutritiva como a soja.

Os objetivos deste trabalho foram:

- A elaboração de leites condensados mistos com variadas proporções de leite condensado tradicional e formulados à base de extrato hidrossolúvel de soja.
- Avaliação sensorial e reológica dos produtos obtidos.

## **2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1.EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA**

#### **2.1.1.Conceito**

O extrato hidrossolúvel de soja, conhecido comercialmente como "leite de soja" ou "leite vegetal", é tradicionalmente um extrato aquoso obtido à partir dos grãos inteiros da soja (SMITH & CIRCLE, 1972).

É reportado ter sido desenvolvido e utilizado na China antes da era Cristã pelo filósofo Whi Nain Tze (PIPER & MORSE, 1943), sendo trazido aos Estados Unidos somente na década de vinte pelo médico missionário Dr Henry Miller que produzia e utilizava um produto semelhante ao extrato hidrossolúvel de soja, fortificado com vitaminas e minerais em enfermarias e hospitais (SMITH & BECKEL, citados por SMITH & CIRCLE, 1972).

O termo "leite de soja" é geralmente aplicado para o extrato hidrossolúvel de soja, devido a sua aparência leitosa semelhante ao leite de vaca. De acordo com LO *et alii* (1968), o uso desta expressão é desaconselhado uma vez que confunde aqueles que não estão familiarizados com o produto a uma comparação com leite de vaca, cujo sabor, aroma e viscosidade lhes são mais familiares e distintos do extrato hidrossolúvel de soja.

#### **2.1.2.Composição química e valor nutricional**

A composição química e o valor nutricional do extrato hidrossolúvel de soja são influenciados por diversos fatores, tais como: variedade da soja e composição dos grãos, método de preparação, tempo de maceração, grau de esmagamento, qualidade da água, fator de diluição a que o produto foi submetido durante o processo, conteúdo inicial de umidade, entre outros (WILKENS & HACKLER, 1969; LIENER, 1972).

De acordo com o trabalho apresentado pela ABPLS citado por MELLO (1992), tolera-se uma margem de cerca de 10% na composição química do extrato hidrossolúvel de soja, devido a grande variação das características e composição dos grãos de soja.

A Tabela 1 apresenta a composição centesimal para o extrato hidrossolúvel de soja, de acordo com a resolução 14/78 da Comissão Nacional de Normas e padrões para Alimentos (BRASIL, 1978).

**Tabela 1 - Composição centesimal do extrato hidrossolúvel de soja**

Umidade	Proteína	Lipídios	Carboidratos	Cinzas
93.0*	3.0**	1.0**	2.8*	0.6*

\* valor máximo (%); \*\* valor mínimo

A composição centesimal do extrato hidrossolúvel de soja é muito semelhante a do leite de vaca no que se refere aos seus componentes básicos como proteína, gordura e carboidratos, mas difere na natureza desses componentes, bem como nos elementos menores, como vitaminas e minerais (LOPEZ, 1981).

As proteínas do extrato hidrossolúvel de soja constituem-se principalmente de globulinas, enquanto as de leite de vaca, compostas por 84.0% de caseína, 13.0% de albumina e 3.2% de globulinas (FERBER & COOKE, 1979; LOPEZ, 1981).

Os açúcares do leite de soja são constituídos por sacarose (0.48%), frutose (0.23%), estaquiose (0.39%) e rafinose (0.07%), enquanto os de vaca são constituídos exclusivamente por lactose (4.8-5.0%) ( LOPEZ, 1981).

Quanto à composição lipídica, o extrato hidrossolúvel de soja contém principalmente ácidos graxos insaturados, sendo que aproximadamente 52.0% de ácido linoléico, considerado essencial para o homem por não ser sintetizado e que deve ser fornecido na dieta (LOPEZ,1981; MAYES,1982). No caso do leite de vaca, apenas 36.0% dos ácidos graxos estão na forma insaturada e 3.0-4.0% na forma polinsaturada, possuindo cerca de 5.0% de ácido linoléico (LOPEZ, 1981; SOLOMON, 1981).

A extensão a que o leite de vaca pode ser substituído pelo extrato hidrossolúvel de soja é determinada pelo aspecto nutricional e fatores de aceitação. A qualidade protéica do leite de vaca decresce quando o nível de substituição pelo extrato de soja ou proteína de soja é acima de 25.0%. (BRESSANI, 1981).

SMITH & CIRCLE (1972) compararam as composições de aminoácidos essenciais e os valores nutricionais do extrato hidrossolúvel de soja, do leite de vaca e humano. Os resultados mostraram que o extrato hidrossolúvel de soja apresentou o maior valor de digestibilidade, valor biológico um pouco menor que os demais, e a

quantidade de proteína utilizável (NPU) bastante próxima à do leite de vaca. Estes mesmos autores observaram que embora o extrato hidrossolúvel de soja apresente aproximadamente o mesmo conteúdo protéico que o leite de vaca, dependendo do processamento, seu conteúdo de aminoácidos sulfurados é menor. Entretanto, segundo SHURPALEKAR *et alii* ( citados por MORALES, 1985), a suplementação com metionina eleva o valor nutricional do extrato hidrossolúvel de soja ao mesmo nível do leite de vaca.

Quanto ao conteúdo vitamínico, o extrato hidrossolúvel de soja não é rico em nenhuma vitamina em particular, sendo carente em algumas delas (SMITH & CIRCLE, 1972). Segundo MICTHEL e ANDERSON, citados por SILVEIRA *et alii* (1989), os produtos de soja são considerados de baixo teor em atividade de vitamina A, e o extrato hidrossolúvel de soja quando utilizado como substituto do leite de vaca deve ser suplementado de vitamina D.

Embora a soja seja considerada uma boa fonte de vários nutrientes, ela contém substâncias denominadas fatores antinutricionais, que podem atuar de forma negativa no organismo, depreciando enormemente suas características biológicas, e tornando-a tóxica, quando ministrada crua ou quando submetida a um processamento inadequado. Entre eles, o inibidor de tripsina e as hemaglutininas são os mais estudados (LIENER, 1972; ANTUNES & SGARBIERI, 1981).

Os inibidores de tripsina são proteínas de peso molecular em torno de 24000 e termolábeis. Funcionam inibindo a ação da enzima digestiva tripsina (ANTUNES & SGARBIERI, 1981). Aparecem em grandes quantidades nas leguminosas, gramíneas e solanáceas, e a maioria destes alimentos quando crus, apresenta uma elevada atividade de inibidor de tripsina.

Uma preocupação de pediatras era de que fossem observados em crianças alimentadas com extrato hidrossolúvel de soja, os mesmos problemas fisiológicos verificados em ratos alimentados com soja crua. No entanto, tem sido demonstrado que o tratamento térmico usado no processamento do extrato hidrossolúvel de soja reduz a atividade do inibidor de tripsina para menos de 10% da inicial (MELLO, 1992), e essa atividade residual não inibe o crescimento nem causa hipertrofia pancreática em ratos (LIENER, 1979).

As hemaglutininas são albuminas de elevados pesos moleculares e solúveis em água no ponto isoelétrico das proteínas da soja. São comuns na maioria das leguminosas e de cereais, apresentando a propriedade de se ligarem a substâncias carboidratadas. Elas promovem a coagulação dos glóbulos vermelhos "in vitro" do sangue de diversos animais, incluindo o homem. Entretanto, não há evidências que isto ocorra no organismo via ingestão, pois acredita-se que sejam digeridas pela pepsina

gástrica e, por serem moléculas muito grandes, possivelmente não podem ser absorvidas inteiras (ARCKOL, 1976; LIENER, 1979 e LIENER, 1981). TURNER & LIENER (citados por ARKCOLL, 1976) demonstraram não haver nenhum melhoramento no valor nutritivo do extrato hidrossolúvel de soja, quando as hemaglutininas foram removidas da soja seletivamente.

De uma maneira geral, todos esses fatores antinutricionais são termolábeis, sendo rapidamente inativados pelo calor úmido (ARCKOLL, 1976; ANTUNES & SGARBIERI, 1981). Existem outros elementos indesejáveis na soja, que dificultam o emprego do seu extrato hidrossolúvel em larga escala. Dentre eles, os fatores de flatulência e o sabor típico de grão cru (RACKIS *et alii*, 1970).

As causas básicas de um acúmulo de gases no trato intestinal devido a ingestão de produtos de soja, estão relacionadas à ação de microorganismos anaeróbios da flora intestinal sobre os açúcares não digeríveis contidos no grão de soja, como a rafinose e a estaquiose. Como se trata de compostos hidrossolúveis, estes devem ser removidos do grão para que não passem ao produto final, no caso do extrato hidrossolúvel de soja. A utilização de água corrente na etapa de maceração do grão é empregada para remoção destes compostos e conseqüentemente, a diminuição do seu conteúdo nos extratos aquosos (MORALES, 1985).

### **2.1.3. Principais Métodos de Obtenção**

Atualmente são conhecidos muitos métodos de obtenção de extratos hidrossolúveis de soja, entretanto a maioria deles utiliza o processo tradicional oriental com algumas modificações, as quais visam principalmente melhorar a características organolépticas do produto, tornando-o mais adequado ao paladar ocidental .

O processo tradicional oriental consiste nas etapas básicas de limpeza do grão, maceração, moagem ou extração, separação dos sólidos insolúveis (filtração ou centrifugação), inativação dos fatores anti-nutricionais e pasteurização. Algumas das modificações incluídas referem-se às condições de maceração (tempo, temperatura, pH, força iônica do meio, grão com casca ou descascado) e moagem (equipamento utilizado, tempo e temperatura).

A maior parte dos métodos existentes para elaboração do extrato hidrossolúvel de soja, utiliza o grão de soja como matéria-prima, entretanto alguns introduzem modificações mais sofisticadas no processamento, como a eliminação da etapa de maceração pelo emprego de outros produtos de soja como matéria-prima, tais como



farinha de soja desengordurada e integral, isolados e concentrados protéicos, ou material extrudado (MORALES, 1985; SILVEIRA *et alii*, 1989).

### 2.1.3.1.Extração à frio

O método tradicional de obtenção do extrato hidrossolúvel, pode ser descrito como um processo de extração à frio, pois os grãos macerados são triturados antes da adição de água quente (LO *et alii*, 1968).

Este método consiste na maceração dos grãos de soja em água fria por 10 à 12 hs no verão e 24 hs no inverno, seguido de trituração em moinho de pedra para formar uma pasta, na qual se adiciona 2 a 3 volumes de água fervente e se mistura bem. Esta mistura fica em repouso por 10 minutos e então filtra-se em filtro de pano para remoção do resíduo insolúvel. O resíduo é misturado novamente ao mesmo volume de água empregado anteriormente e é filtrado após 10 minutos. Ambos os filtrados são misturados e levados à ebulição por 30 minutos (CHIN, citado por KANTHAMANI, 1977).

O extrato resultante possui sabor e aroma típicos de feijão ("beany flavor"), tinta ("paintness flavor"), amargo ou de ranço (NELSON *et alii*, 1976). O produto é de limitada aceitação no ocidente pois, segundo KANTHAMANI (1977), nenhuma quantidade de calor aplicada posteriormente elimina os sabores e aromas desenvolvidos durante a trituração à frio dos grãos, já que os grãos macerados são triturados antes da adição da água quente.

### 2.1.3.2.Extração à quente

O sabor e aroma típicos do extrato hidrossolúvel preparado pelo método oriental e desagradável ao consumo dos ocidentais, levou vários pesquisadores a procurar diferentes métodos de obtenção de forma a reduzi-los ou eliminá-los completamente.

Muitos trabalhos sugerem o uso de maceração dos grãos em água pura ou com adição de substâncias como álcalis ou ácidos na elaboração do extrato hidrossolúvel por extração em água quente (WILKENS & HACKLER, 1969; KHALAQUE *et alii*, 1970; NELSON *et alii*, 1976).

WILKENS *et alii* (1967), descreveram um método denominado método de trituração à quente ou método de Cornell, em que os grãos são aquecidos durante a etapa de trituração. Desta forma, os autores mostram que esse processo previne a

formação do sabor e aroma de feijão devido a uma rápida inativação das lipoxigenases pelo calor.

Segundo BOURNE (1976) e MORETTI (1981), quando a soja é desintegrada com água, a temperatura deve ser mantida entre 80°C e 100°C para prevenir a ação das lipoxigenases e desta forma, quase toda a formação de sabor estranho é evitada e o extrato hidrossolúvel de soja possui sabor suave.

### 2.1.3.3. Métodos não extrativos

Estes métodos excluem a etapa de filtração (KANTHAMANI, 1977). Entre os métodos não extrativos, um dos mais conhecidos, é o chamado método de Illinois, desenvolvido por NELSON *et alii* (1976). As etapas desse processamento consistem na maceração dos grãos de soja inteiros, incluindo as cascas durante uma noite, em uma solução à 5% de bicarbonato de sódio. Os grãos então são drenados e submetidos à branqueamento por 30 minutos em outra solução de bicarbonato de sódio à 5%. A água de branqueamento é descartada, os grãos são lavados com água potável, e triturados em moinho de martelos, com água suficiente para resultar numa massa contendo 12% de sólidos, que é aquecida a 93°C e homogeneizada em dois estágios, a 3500 psi e 500 psi, para reduzir ainda mais o tamanho das partículas. O produto obtido é diluído em água, neutralizado e formulado. A bebida resultante foi avaliada sensorialmente e os resultados indicaram sabor e textura suaves.

### 2.1.4. Características Sensoriais

Embora a soja apresente propriedades favoráveis à alimentação humana, ela e seus derivados possuem um sabor e aroma típico de feijão cru, denominados pelos americanos de sabor "painty" ou "beany" (MATTIK & HAND, 1969; WOLF, 1975; FERREIRA *et alii*, 1986), desagradável ao paladar dos povos ocidentais.

Uma das causas mais comuns para o aparecimento deste sabor desagradável é a degradação de lipídeos no armazenamento ou durante o processamento da soja (SESSA *et alii*, 1974; RACKIS *et alii*, 1970). Pesquisas relacionadas ao aparecimento de sabores estranhos durante o processamento do extrato hidrossolúvel de soja têm mostrado que grande parte desses sabores provém da degradação de lipídios, especialmente devido a degradação oxidativa por reação enzimática e não enzimática sobre os ácidos graxos poliinsaturados, principalmente o linoléico e o linolênico (WOLF, 1975; MORETTI, 1976; RACKIS *et alii*, 1979).

A oxidação por via enzimática é altamente específica e ocorre pela ação das enzimas lipoxigenases. A não oxidativa, além de menos específica forma uma mistura de compostos chamados hidroperóxidos que são relativamente inodoros e insípidos; entretanto a decomposição destes compostos leva à formação de produtos voláteis de baixos pesos moleculares, considerados um dos responsáveis pelo sabor e aroma indesejáveis ("off flavor") em produtos de soja (WILKENS *et alii*, 1967; WOLF, 1975; RACKIS *et alii*, 1979). Esses produtos, embora em baixas concentrações, são detectados sensorialmente em partes por bilhão.

WILKENS & LIN (1970) isolaram 80 compostos voláteis do extrato hidrossolúvel de soja à partir dos grãos inteiros sendo que 41 deles foram positivamente identificados, entre eles, álcoois, aldeídos e cetonas. Muitos destes compostos, segundo os autores, resultaram de mecanismos de reações envolvendo autoxidação, hidrólise, descarboxilação e desidratação de lipídios.

O hexanal correspondeu a 25% da fração total de voláteis isolados e, segundo DAY *et alii* e FUJIMAKI *et alii* (citados por WILKENS & LIN, 1970), este composto seria o maior contribuinte e o principal responsável pelo sabor e aroma desagradáveis em produtos de soja. O hexanol, possuindo um odor adstringente, foi considerado como um dos álcoois que mais contribui para o odor de feijão verde, entretanto, segundo MATTICK & HAND (1969) a elilvinilcetona é reportada como principal responsável por este odor de feijão verde dos grãos de soja.

A maioria dos compostos identificados por WILKENS & LIN (1970), possuem odor desagradável. Muitos compostos podem ser descritos como de feijão ou grão. Nenhum pico isolado por cromatografia gasosa, aproximava-se do odor global característico do leite de soja, e portanto, segundo esses e outros autores (OLIVER *et alii*, 1982; KING & KLEIN, 1987), o odor e sabor típicos de feijão ou grão verde ("green-beany") devem ser atribuídos a uma mistura de vários compostos.

Nem todos os compostos identificados por WILKENS & LIN (1970), possuíam odor desagradável. Por exemplo, o benzaldeído possui um aroma semelhante a cereja ou amêndoas; octanol, nonolol e 1,1-dietoxipropano possuem odor remanescente de rosas, e o  $\gamma$ -nonalactona possui um aroma de manteiga ou semelhante a coco. Entretanto estes compostos aparecem em pequenas proporções em relação a fração total de voláteis isolados.

Segundo WILKENS *et alii* (1967), o sabor e aroma indesejáveis do extrato hidrossolúvel de soja não estavam presentes nos grãos de soja crus, mas que estes eram formados durante o processo, na trituração da soja com a água, sendo verificado uma rápida formação de sabor rançoso nesta etapa devido ao favorecimento da oxidação dos ácidos graxos polinsaturados catalizada pelas lipoxigenases.

O sabor amargo não é normalmente associado à produtos de degradação de lipídios. Entretanto, SESSA *et alii* (citados por SESSA *et alii*, 1974) demonstraram que os fosfatídios livres do óleo da soja tornaram-se intensamente amargos após irradiação com luz ultra violeta. Desta forma, estes autores justificam que a presença do sabor amargo dos grãos de soja talvez envolva oxidação de fosfolipídios.

KANTHAMANI *et alii* (citados por MELLO, 1992) sugerem o emprego do calor como um dos principais métodos para inativação das lipoxigenases constituindo um fator preponderante para evitar a formação dos compostos responsáveis pelo sabor e aroma indesejáveis durante a preparação do extrato hidrossolúvel de soja. Desta forma, com a inativação completa das lipoxigenases, quase toda formação de sabor estranho não ocorre, e o extrato hidrossolúvel de soja apresenta um sabor suave. BOURNE (1976), cita que quando preparado corretamente pelo método de trituração à quente, o extrato hidrossolúvel de soja, é livre de sabor forte de feijão, apresentando um sabor leve e agradável de cereal.

Além de um grande número de trabalhos em que se utiliza o tratamento térmico ou pré-tratamento químico do grão de soja para inativação de lipoxigenases, outros mais recentes sugerem a seleção de cultivares de soja com baixa atividade de lipoxigenases, obtidas através de melhoramento genético do grão de soja (FOLHA DE SÃO PAULO, 1993a e 1993b).

Muitos trabalhos foram desenvolvidos no Brasil desde a década de 70 sobre o processamento e utilização do extrato hidrossolúvel de soja (COSTA *et alii*, 1976; FERREIRA *et alii*, 1977; COSTA & MORI, 1978; TRAVAGLINI *et alii*, 1980; MORETTI, 1981; SOLOMON, 1981; TRAVAGLINI *et alii*, 1981; CANTO *et alii*, 1982; FERREIRA *et alii*, 1986, entre muitos outros).

Nos anos 80, foi desenvolvido um processo alternativo que visava reduzir as características de adstringência e de sabor indesejável do extrato hidrossolúvel de soja. O produto resultante foi saborizado com sabor de nata, com a finalidade de ser consumido como um produto alternativo para o leite de vaca. Como resultado do teste de aceitação empregado, o produto alcançou média geral correspondente ao "gostei" da escala hedônica utilizada, tendo obtido 71.7% de índice de aceitação, 12% de indiferença e 16.3% de rejeição. Os resultados sugeriram que o produto foi utilizado principalmente como alternativo do leite de vaca, e não como uma nova bebida a ser oferecida ao consumidor brasileiro (FERREIRA *et alii*, 1986).

O "Vital" foi um produto à base de extrato hidrossolúvel de soja, adoçado, aromatizado e enriquecido com minerais e vitaminas que obteve boa aceitação por crianças na faixa etária de 6 à 14 anos, alcançando média de aceitação de 77%

conforme testes realizados com escolares em municípios do Estado de São Paulo (COSTA *et alii*, 1976; COSTA & MORI, 1978). Em testes de aceitação para adultos conduzidos em restaurantes industriais, hospitais e entidades assistenciais, 80% dos provadores gostaram do produto. Os resultados foram considerados excelentes, em se tratando de um novo produto, no qual o hábito de consumo é pouco comum.

### 2.1.5. Propriedades reológicas

As características de viscosidade ou consistência são atributos de grande importância em produtos alimentícios, podendo determinar sua aceitação ou não por parte dos consumidores. Tais características não são importantes apenas no produto final, mas também durante o processamento, quando podem determinar parâmetros do processo (HIGGS & NORRINGTON, 1971; AWADHAL & SINGH, 1985).

As propriedades reológicas estão intimamente relacionadas à composição, estrutura e qualidade sensorial dos alimentos. O conhecimento do comportamento reológico é de grande interesse industrial no controle de qualidade da matéria-prima e do produto acabado, no desenvolvimento de novos produtos, na otimização de linhas de produção, no desenho e seleção de equipamentos e de processos, entre outros (DURAN, 1991).

Os alimentos são submetidos a diversos tipos de deformações e/ou escoamentos durante transporte, manuseio, manufatura e consumo. O conhecimento do comportamento reológico, das modificações estruturais, e físico-químicas no produto são necessários para prever como será afetada a sua qualidade desde o processamento até o consumo (PRENTICE, 1972).

Muitos estudos sobre as características organolépticas foram realizados para o extrato hidrossolúvel de soja elaborado segundo método de Illinois (NELSON *et alii*, 1976). Entretanto, são poucos os dados relatados sobre as propriedades funcionais, tal como a viscosidade (FORSTER & FERRIER, 1979; OGOTUNDE & AKINTOYE, 1991).

O extrato hidrossolúvel de soja é um fluido pseudoplástico que, na forma concentrada, torna-se muito viscoso e tixotrópico, devido ao fenômeno de gelificação de proteínas (LO *et alii*, 1968).

HOLDSWORTH (1971), citou alguns autores que utilizaram a Lei Geral da Potência (equação 1) para descrever o comportamento reológico de extrato hidrossolúvel de soja.

$$\tau = k \cdot \gamma^n$$

(equação 1)

onde:

$\tau$  = tensão de cisalhamento

$\gamma$  = taxa de deformação

$k$  = índice de consistência ou coeficiente reológico

$n$  = índice do comportamento reológico

Quando  $n=1$ , o fluido exibe um comportamento Newtoniano, e  $k$  representa a dimensão da viscosidade. Se  $n=1$ ,  $k$  torna-se o coeficiente de consistência; valores de  $k$  menores que 1 indicam comportamento pseudoplástico, enquanto os maiores que 1 indicam comportamento dilatante (GLIKSMAN, 1969).

FORSTER & FERRIER (1979) estudaram a viscosidade do leite de soja utilizando um viscosímetro rotacional HaaKe Rotovisco RV-3 em taxas de deformação variando de 0 à 1300seg<sup>-1</sup>, à temperatura de 25°C. Os resultados demonstraram que a Lei da Potência descreveu adequadamente o comportamento do fluido que foi caracterizado como não Newtoniano, possuindo comportamento pseudoplástico e levemente tixotrópico. O índice de consistência ( $k$ ) do leite de soja decresceu com o aumento da temperatura, ou seja, a viscosidade aparente diminuiu com o aumento da temperatura; entretanto, não houve alteração significativa no índice do comportamento reológico ( $n$ ) em função da temperatura. O índice de consistência ( $k$ ) aumentou consideravelmente com o aumento da concentração de sólidos totais, indicando um aumento desproporcional da viscosidade aparente em função do aumento de sólidos totais.

Em estudo comparativo da composição, densidade, calor específico e da viscosidade de diferentes diluições de leite de vaca e de soja, OGUNTUNDE & AKINTOYE (1991) afirmaram que pelos gráficos de tensão de cisalhamento ( $\tau$ ) versus taxa de deformação ( $\gamma$ ), à 25°C, a relação linear obtida para cada uma das amostras estudadas poderia ser classificada como fluidos Newtonianos ou plásticos de Bingham. A classificação exata não pode ser definida no estudo devido a limitações por parte do equipamento que não fornecia a taxa de deformação próxima ao zero para determinar a correspondente tensão de cisalhamento. Entretanto, os autores lembraram que o uso de grãos descascados na produção do extrato hidrossolúvel de soja pode afetar as características viscométricas do produto (FORSTER & FERRIER, 1979). NELSON *et alii* (1976) demonstraram que a presença da casca e de altos teores de sólidos aumentaram a viscosidade do extrato de soja.

Um dos problemas mais sérios durante a concentração do extrato hidrossolúvel de soja é o seu comportamento de viscosidade e a formação de géis no produto

(HINOJOSA, 1974). A concentração é um problema que tem sido investigado por vários autores, principalmente quanto ao aspecto da viscosidade (WALLACE & KHALEQUE, 1971).

TAN (citado por HINOJOSA, 1974), investigou o efeito do conteúdo de sólidos sobre a viscosidade do leite de soja e notou que se produzia um drástico aumento na viscosidade quando o conteúdo de sólidos se aproximava de 30%. O autor utilizou o termo "barreira da viscosidade" para descrever este fenômeno.

LO *et alii* (1968) estudaram a viscosidade do leite de soja antes e após a concentração. Eles observaram uma relação logarítmica entre a viscosidade aparente do extrato hidrossolúvel de soja e o seu conteúdo de sólidos totais. Ao concentrar o extrato hidrossolúvel de soja até 27% de sólidos, obtiveram um gel espesso e resistente. Foi observado que a adição de 0.5% de sulfito de sódio ao extrato de soja concentrado até 20% de sólidos, reduziu sua viscosidade; e que a adição de sacarose antes da concentração possui um efeito de aumentar a viscosidade do produto.

WALLACE & KALEQUE (1971) estudando o processamento e propriedades do leite de soja, afirmaram que era possível produzir um concentrado contendo 30% de sólidos totais, quando o leite de soja não era pré-aquecido.

URBANSKI *et alii* (1982) mediram a viscosidade a altas concentrações de farinha de soja integral e seus componentes. Os autores observaram que o valor do índice do comportamento de escoamento ( $n$ ) decrescia com o aumento da concentração, demonstrando que uma suspensão com alto teor de sólidos era mais pseudoplástica do que em baixas concentrações; e que o valor do coeficiente de consistência ( $k$ ) aumentava drasticamente com o aumento da concentração. Os autores afirmaram que uma pequena fração de fibra contribui muito mais para o aumento de viscosidade do que uma grande fração de proteína, e que o conteúdo de óleo não influenciou na viscosidade das amostras estudadas.

## **2.2.LEITE CONDENSADO AÇUCARADO**

### **2.2.1.Conceito**

O leite condensado açucarado, também conhecido como leite condensado, é um alimento líquido ou semi-sólido, resultante da evaporação de uma mistura de leite e açúcar refinado (sacarose) ou combinação de sacarose, açúcar refinado de milho (dextrose) e glicose, de tal modo que o produto final contenha no mínimo 28% de sólidos totais do leite e 8.0% de gordura de leite. A quantidade de açúcar ou combinação de açúcares deve ser suficiente para evitar futura deterioração do produto,

uma vez que o mesmo não sofre esterilização (NELSON & TROUT, 1965; ARBUCKLE, 1973; HALL & HENDRICK, 1971). Segundo NEWSTEAD (1982), o leite condensado é essencialmente um concentrado do leite líquido, preservado pela adição de sacarose .

Nos Estados Unidos, bem como em vários outros países, existe uma série de variações para o leite condensado, o "plain condensed milk"; o "sweetened condensed whole milk"; "condensed skim milk"; "sweetened condensed skim milk" e o "sweetened condensed skim milk acid". No Brasil, entende-se por "leite condensado" ou "leite condensado com açúcar", o produto resultante da desidratação, em condições próprias do leite, adicionado de açúcar (BRASIL, 1974), e correspondente ao chamado "sweetened condensed milk" ou leite condensado açucarado descrito na literatura.

### 2.2.2.Composição centesimal

A composição centesimal do leite condensado açucarado pode ser observada na Tabela 2.

**Tabela 2 - Composição centesimal do leite condensado açucarado**

Proteínas	Gordura	Umidade	Lactose	Sacarose	Cinzas
8.1	8.7	27.1	1.4	44.3	1.8

Fonte: HARGROVE & ALFORD, 1974

Normalmente a composição final do produto varia de 8.5a 9.7% de gordura de leite, 28.5 a 30.5% de sólidos do leite (7.3 a 8.0% de proteína, 10.1 a 11.0% de lactose e 1.5a 1.7% de cinzas), e 43.5 a 44.8% de açúcar (BASSETE & ACOSTA, 1988).

Pela Especificação Federal Americana, o leite condensado açucarado deve apresentar 8.5% de gordura, 28% de sólidos de leite e açúcar suficiente para evitar deterioração. Os padrões propostos pela FAO de 8% de gordura e 28% de sólidos provenientes do leite, são bastante comuns em diversos países (HARGROVE & ALFORD, 1974).



Pela Legislação Brasileira, o leite condensado deve ter no mínimo 28% de extrato seco total do leite e, no máximo, 45% de açúcar excluída a lactose (BRASIL, 1974).

### 2.2.3. Processo de obtenção

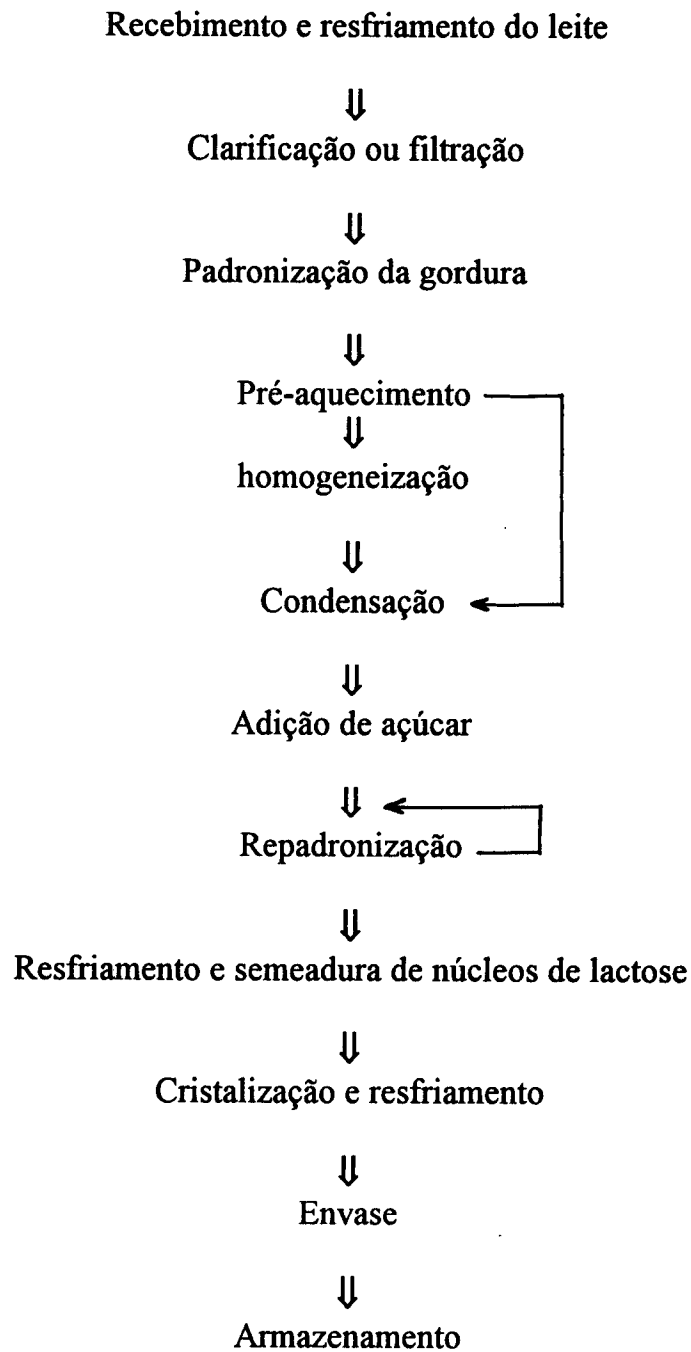
O leite condensado açucarado é elaborado pela adição de cerca de 18% de açúcar ao leite integral, seguido por concentração à vácuo a aproximadamente metade do volume. O produto é envasado sem esterilização devido a presença do açúcar atuando como conservante (BASSETTE & ACOSTA, 1988; HARGROVE & ALFORD, 1974).

São fases de fabricação de leite condensado, a seleção do leite, padronização dos teores de gordura e de sólidos totais, pré-aquecimento, adição de xarope (solução de sacarose ou glicose), condensação, refrigeração, cristalização e enlatamento (BRASIL, 1974). A Figura 1 apresenta as etapas do processamento do leite condensado açucarado.

O princípio do processamento do leite com adição de açúcar data de investigações feitas por um inglês chamado Newton em 1835 e o processo foi comercialmente desenvolvido pela empresa "Anglo-Swiss Condensed Milk Company" que operou a primeira fábrica de leite condensado açucarado em 1866 na Suíça. Posteriormente, em 1904, a produção, foi expandida pela consolidação das empresas "Anglo-Swiss Condensed Milk Company" com a Nestlé operando em Vevey na Suíça, para formar a Nestlé-Anglo-Swiss Condensed Milk Company" (CHOAT, 1979).

O processamento do leite condensado açucarado inicia com a utilização de um leite de boa qualidade como matéria-prima principal. Após o leite ser padronizado numa relação de gordura para sólidos não gordurosos de 1:2.294, sofre clarificação e um pré-aquecimento, podendo ser ou não homogeneizado. O pré-aquecimento é feito até temperatura de 82° a 93°C, por 5 a 15 minutos, ou de 116° a 149°C por 30 segundos a 5 minutos pelo método UHT. Pasteurização é necessária para eliminar enzimas (como as lipases) e reduzir o conteúdo microbiológico. Alterações oxidativas também são retardadas pelo tratamento térmico. A temperatura e tempo exatos de aquecimento são controladas para promover viscosidade suficiente ao produto, sem que ocorra indução a um aumento de viscosidade excessiva durante o armazenamento (HALL & HENDRICK, 1971).

**Figura 1.- Fluxograma do processamento de leite condensado açucarado**



Fonte: HALL & HENDRICK, 1971

A condensação é realizada pelo movimento do produto em um tacho à vácuo e operando com 25 a 28 polegadas ou mais de vácuo e suficiente corrente de aquecimento indireto para manutenção de uma ebulição vigorosa. Condensação é completa quando uma proporção ligeiramente superior a 2:1 é atingida. Evaporadores de um único efeito ou de múltiplos efeitos são utilizados (HALL, 1979).

A adição de açúcar deve ser feita ao final da condensação para evitar um aumento na viscosidade do produto e maior dificuldade de evaporação da umidade. A quantidade de açúcar necessária para inibir o crescimento bacteriano está em torno de 43 a 45%. A sacarose granulada ou em forma de xarope deve possuir boa qualidade. O açúcar seco é dissolvido numa quantidade mínima de água. Cuidados para determinação e adição de quantidades corretas de açúcar em relação ao teor de sólidos do leite são necessários para eficiência da operação (HALL & HENDRICK, 1971).

Após a condensação, o produto é esfriado rapidamente e com agitação lenta de modo a impedir uma incorporação de ar no leite condensado terminado (JUDKINS, 1976). Devido ao elevado conteúdo de lactose no leite condensado açucarado e ao perigo da cristalização de forma indesejável, a lactose deve ser cristalizada durante o processamento (WEBB, 1970).

A característica mais importante da lactose é sua baixa solubilidade em água, o que provoca sua cristalização em muitos produtos condensados. PETER (citado por WEBB, 1970) demonstrou que a solubilidade da lactose decresce em presença de sacarose. Isto ocorre principalmente em produtos como o leite condensado e sorvete.

Os cristais de lactose produzem uma sensação arenosa na boca, descrita como um defeito na textura do leite condensado. Cristais com dimensões menores de 10-11 $\mu$  são imperceptíveis na boca, e o produto possuirá textura lisa. Cristais de lactose com dimensões superiores a 20 $\mu$  serão depositados mesmo que o produto apresente consistência elevada de xarope (WEBB, 1970). Poucos cristais de dimensões maiores ou iguais a 30 $\mu$ , já são suficientes para produzir a sensação arenosa (HUNZIKER, e NICKERSON, citados por WEBB, 1970).

Núcleos para cristalização são incorporados no produto pela adição de lactose sob a forma de um pó muito fino; leite em pó desengordurado pulverizado ou leite condensado de uma batelada anterior. A cristalização deve ser rápida para provocar a formação de numerosos cristais pequenos produzindo uma textura lisa e homogênea. No caso de ser lenta, ocasiona aparecimento de grandes cristais responsáveis pela textura arenosa (WEBB, 1970; CHOAT, 1979).

Após os núcleos estarem uniformemente dispersos, o resfriamento do produto continua lentamente até aproximadamente 24°C, levando cerca de 1 hora e então o resfriamento é completado até 12.8°C a 18.3°C com agitação contínua.

A taxa de formação dos cristais é controlada pela agitação, número de núcleos, sólidos totais do produto, temperatura e viscosidade (HALL & HENDRICK, 1971). O tamanho, o número e a distribuição dos núcleos de cristalização afetam o desenvolvimento e principalmente o tamanho dos cristais (WEBB, 1970). A viscosidade pode ser controlada por aquecimento prévio do leite. Como as amostras tornam-se mais espessas ao longo do tempo, o problema ocorre geralmente durante a formação de um gel durante o armazenamento (WEBB, 1970).

Na Tabela 3 podem ser observados os resultados apresentados por SPARKS (citado por WEBB, 1970), em que se relaciona o número e o tamanho dos cristais de lactose ao grau de arenosidade do leite condensado.

**Tabela 3 - Relação entre o número e o tamanho dos cristais de lactose e o grau de arenosidade do leite condensado.**

<b>Nº de cristais por mm<sup>3</sup></b>	<b>Tamanho da maior aresta do cristal (μ)</b>	<b>Escala de arenosidade</b>
400.000	9.3	excelente
300.000	10.25	bom
200.000	11.7	levemente pastoso
100.000	14.75	farinha fina
50.000	18.6	farinhenta
12.500	29.4	arenoso

## 2.2.4. CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS

O leite condensado açucarado por conter uma elevada porcentagem de açúcar, apresenta sabor e aroma pronunciados e predominantemente doce. Além desta doçura intensa, o sabor de produto lácteo deve ser claro e agradável, com uma suave nota de caramelo como sabor residual (BODYFELT *et alii*, 1988).

Devido ao processo de obtenção à vácuo, e sendo preservado por meio de açúcar ao invés de calor, o leite condensado açucarado não deve apresentar nenhum sabor e aroma característicos de produtos submetidos à tratamento térmico drástico. Sendo assim, quando o leite condensado açucarado é resultado de um processo adequado, ele apresenta-se livre de defeitos de sabor e aroma (NELSON & TROUT, 1965).

Entretanto, alguns "off-flavors" foram notados no leite condensado açucarado: o sabor metálico, que é mais de natureza química do que microbiológica; o sabor de rancificado, que é raro que ocorra atualmente, e é resultado da hidrólise de gordura por enzimas bacterianas ou presentes no próprio leite e que não foram inativadas pelo calor; o fortemente caramelo, que é um termo sugerido para descrever o sabor e aroma que acompanha o espessamento e o escurecimento do leite condensado; e o "tallowy", que é menos pronunciado que o de rancificado, e lembra a sêbo (NELSON & TROUT, 1965).

Quanto a textura, esta deve ser lisa e uniforme, e o produto deve apresentar alta consistência. Alguns problemas são descritos como defeitos de textura. Entre eles, destacam-se a textura arenosa ou granulada que se refere ao leite condensado açucarado que contém grandes cristais de lactose e podem ser notados assim que se prova o produto; a ocorrência de sedimentação de cristais de açúcar que forma uma espessa camada na parte inferior da embalagem; e o espessamento excessivo, que normalmente está associado ao escurecimento e aumenta progressivamente com o tempo de armazenamento, especialmente à temperatura ambiente ou superior. Este último defeito manifesta-se pela formação de um gel que proporciona ao produto a aparência mais sólida do que líquida (BODYFELT *et alii*, 1988).

O sabor natural de leite é mantido preferencialmente no leite condensado açucarado, do que em produtos esterilizados ou desidratados, que apresentam um sabor aquecido, e desenvolvem uma característica de sabor envelhecido durante armazenamento, que parece ser retardada pela presença de açúcar no caso do leite condensado açucarado (WEBB, 1970).

A cor do leite condensado açucarado bem processado deve ser amarelo brilhante.

## 2.2.4. PROPRIEDADES REOLÓGICAS

O controle da viscosidade durante o processamento e estocagem são importantes considerações na elaboração de produtos lácteos. Pré-coagulação e espessamento ocorrem na manufatura e armazenamento de leite condensado e de leite evaporado. No caso de leite condensado, excessivo espessamento durante o processamento vai ocasionar uma gelatinização indesejável durante o armazenamento. Este espessamento, que pode ser ocasionado por pré-aquecimento inadequado, alta acidez do leite, alta concentração de sólidos, alta temperatura de estocagem entre outros fatores, é medido e expresso como viscosidade relativa. Não se tem feito muitos esforços para determinar sua plasticidade (PARRY, 1974).

WEERSTA *et alii*, 1988, afirmaram que uma das propriedades mais importantes do leite condensado açucarado é a sua viscosidade. Entretanto, são poucas as informações existentes e se referem quase que exclusivamente a produtos não comerciais e com características particulares de processamento (ALVAREZ *et alii*, 1989).

Do ponto de vista físico-químico, o leite condensado é uma suspensão complexa de cristais de lactose, proteínas e glóbulos de gordura, dispersos em uma solução saturada de lactose e sacarose (SONE, citado por ALVAREZ *et alii*, 1989), e tal material, segundo HIGGS & NORRINGTON (1971) é pouco provável que apresente comportamento Newtoniano.

Os materiais não Newtonianos se classificam em duas categorias: os independentes do tempo, para os quais a viscosidade aparente ( $\eta_{ap}$ ) à temperatura constante depende apenas da taxa de deformação ( $\dot{\gamma}$ ); e dependentes do tempo, para os quais a viscosidade aparente é função também da magnitude e do tempo de duração do cisalhamento (RAO, 1982; GASPARETTO, 1982).

Os fluídos não Newtonianos independentes do tempo são divididos em pseudoplásticos ("shear-thinning"), quando ocorre diminuição da viscosidade aparente com o aumento da taxa de deformação, e dilatantes ("shear-thickening") quando esta aumenta à medida que aumenta a taxa de deformação (RAO, 1982).

Para os fluídos dependentes do tempo, a viscosidade aparente é função da magnitude e do tempo de duração do efeito de cisalhamento e provavelmente também do intervalo de tempo entre as ações consecutivas de cisalhamento. Estes materiais são classificados em tixotrópicos e reopéticos. Para os fluídos tixotrópicos, a viscosidade aparente diminui com o aumento do tempo de aplicação da tensão de cisalhamento; comportamento inverso é encontrado para os fluídos reopéticos (RAO, 1977;

comportamento inverso é encontrado para os fluidos reopéticos (RAO, 1977; GASPARETTO, 1982). Os materiais que apresentam comportamento reopético são relativamente raros, e não há registro deste tipo de comportamento em alimentos.

Comportamento tixotrópico foi descrito para leite condensado açucarado por HIGGS & NORRINGTON (1971). Os autores utilizaram um reômetro de cilindros concêntricos do tipo Rotovisco, e descreveram o comportamento do leite condensado açucarado como pseudoplástico à temperatura de 25°C e Newtoniano às temperaturas de 40°C e 50°C. Foi demonstrado terem encontrado um efeito tixotrópico nas temperaturas estudadas (25°C, 40°C e 55°C), o qual foi atribuído a uma estrutura gelificada do produto. Este efeito tixotrópico diminuiu com o aumento da temperatura.

Em trabalho sobre a reologia de leite condensado, SAMEL & MUERS (1962) utilizaram o reômetro de cilindros concêntricos portátil do tipo Ferranti, em que três taxas de deformação conhecidas podem ser obtidas para cada conjunto de cilindros pela mudança da velocidade de rotação. Todas as medidas foram efetuadas à temperatura de 20°C. Os resultados obtidos para as amostras de leite condensado mostraram ligeiro desvio do comportamento Newtoniano.

AWADHWAL & SINGH (1985) propuseram modelos reológicos para produtos lácteos e utilizaram neste estudo, entre outros produtos, o leite condensado açucarado. Os autores reportaram resultados não consistentes indicando um valor de tensão inicial desprezível. Essa dispersão dos resultados foi explicada pela utilização de equipamento pouco sensível (viscosímetro Hoppler) para detectar pequenas forças de tensão inicial. O leite condensado foi caracterizado como um material viscoelástico, que se caracteriza por apresentar as propriedades viscosas e elásticas, escoando quando submetido à tensão, porém que se recupera parcialmente das deformações quando cessam as tensões (GASPARETTO, 1982).

ALVAREZ *et alii* (1989) avaliaram o comportamento reológico e a influência da temperatura na tixotropia e na viscosidade de diferentes amostras comerciais de leite condensado, utilizando um reômetro rotativo de cilindros concêntricos, modelo Rheomat 15 (Contraves, Zurich). Seus cálculos dos parâmetros reológicos à temperaturas de 20°, 30° e 40°C, se ajustaram ao modelo de Ostwald seguindo sequência descrita por COSTEL & DURAN (1979). A tixotropia, que desapareceu a temperaturas acima de 30°C, foi traduzida por um aumento do coeficiente de consistência (k), não havendo alteração do índice de escoamento (n).

### **2.3. PRODUTOS MISTOS DE LEITE CONCENTRADO E EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA**

Em diversos países, a mistura de leite de vaca e derivados de soja, vem sendo utilizada na formulação dos chamados "produtos lácteos simulados" ou simplesmente "análogos lácteos". Existe uma gama de produtos análogos à base de extrato hidrossolúvel de soja, tais como queijos, sorvetes, iogurtes, patês, bebidas, cremes para café, e formulações para crianças, entre outros (KOLAR, 1979; GOLBITZ, 1992). Entretanto são poucos os dados disponíveis sobre a utilização do extrato hidrossolúvel de soja na elaboração de produtos de leite concentrado.

SERPE & FERREIRA (1989) elaboraram três formulações de leite condensado misto com extrato hidrossolúvel de soja e leite de vaca nas proporções de 10,20 e 30%. Os produtos foram avaliados sensorialmente quanto ao sabor, aspecto, odor e textura, comparado-os ao leite condensado padrão. Os autores consideraram os resultados satisfatórios.

SOUZA *et alii* (1979) estudaram a produção de doce pastoso misto de leite de vaca e extrato hidrossolúvel de soja líquido e em pó. Os autores relataram que não houve diferença significativa entre as duas formulações, e os valores atribuídos para sabor, aparência, consistência e preferência geral foram próximos ao valor da escala hedônica correspondente a "gostei moderadamente".

Em estudo sobre a aceitação de doce pastoso misto de leite de vaca e extrato hidrossolúvel de soja líquido, SOUZA *et alii* (1981) desenvolveram quatro formulações em que o extrato de soja foi utilizado nas proporções 10.14, 20.28 e 30.43% nas misturas. As formulações foram submetidas a um teste de preferência massal com 892 provadores. Os resultados estatísticos mostraram não haver diferença significativa entre as formulações .

PENTEADO *et alii* (1991) estudaram formulações mistas de leite e soja em doce pastoso flavorizado. Foi realizada avaliação sensorial da aparência, textura, sabor, cor e aroma das amostras. Os resultados sugeriram não haver diferença significativa entre as formulações do doce de leite padrão e as de doce misto de soja e leite.



### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1.MATÉRIAS PRIMAS**

As matérias primas utilizadas na elaboração das amostras estudadas foram: o Extrato Hidrossolúvel de Soja em pó, obtido à partir de farinha de soja desengordurada, marca Provesol, fornecido pela Olvebra Industrial S.A, Óleo de soja refinado e Gordura vegetal hydrogenada da marca Sadia, Leite condensado da marca Moça fornecido pela Nestlé Ind. e Com. Ltda e Açúcar refinado amorfo fornecido pela Companhia União dos Refinadores.

#### **3.2.MÉTODOS**

##### **3.2.1. Formulação e preparo das amostras**

###### **3.2.1.1. Formulados de soja**

Na elaboração dos formulados de soja foram utilizadas as seguintes matérias-primas: extrato hidrossolúvel de soja em pó, açúcar, óleo de soja ou gordura vegetal hydrogenada e água. Estas foram misturadas nas quantidades necessárias para que os produtos finais apresentassem composição centesimal semelhante ao leite condensado tradicional.

Os cálculos iniciais para elaboração dos formulados foram baseados no teor protéico do leite condensado açucarado utilizado, em torno de 7.6%. Desta forma utilizou-se quantidade de extrato de soja em pó necessária para que o formulado apresentasse este mesmo teor protéico. Posteriormente foi utilizado este mesmo procedimento para os demais ingredientes.

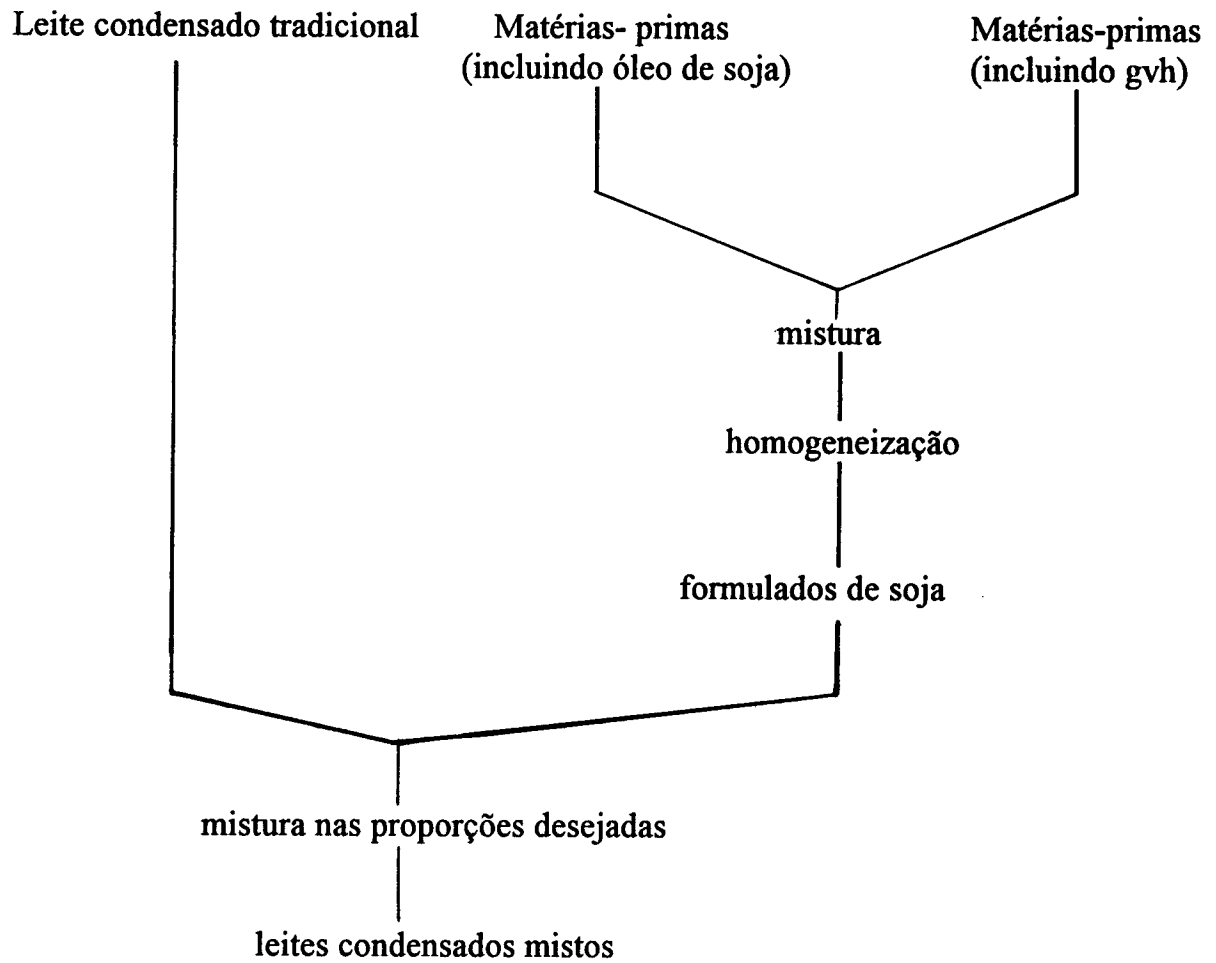
Foram estudadas diferentes formas de preparo visando uma melhor dissolução do extrato hidrossolúvel de soja, e conseqüentemente a obtenção de um produto mais homogêneo. Utilizou-se na homogeneização das amostras o liquidificador com copo invertido da marca Walita-beta com 3 velocidades de rotação (mínimo,médio e máximo). As matérias primas foram pesadas diretamente no copo do liquidificador na seguinte ordem: óleo ou gordura vegetal (na forma líquida), extrato de soja em pó,e metade da quantidade de sacarose adicionada sob a forma de xarope à 64,8°B. Após o preenchimento completo do copo do liquidificador, este foi encaixado num sistema fechado, no qual era retirado o ar por meio de vácuo, e posteriormente adicionado o restante do xarope de sacarose. As amostras foram agitadas à velocidade intermediária do equipamento até obtenção de uma mistura homogênea.

### 3.2.1.2. Leites condensados mistos

Os leites condensados mistos foram preparados conforme pode ser observado na Figura 2, por meio da mistura de leite condensado tradicional e dos formulados de soja (Tabela 4). As amostras eram formuladas e preparadas nos dias anteriores às análises, e ficavam em repouso à temperatura ambiente até a efetuação das mesmas.

**Tabela 4 - Composição dos leites condensados mistos**

<b>Nº amostra</b>	<b>Leite condensado tradicional (%)</b>	<b>Formulado de soja (%)</b>	<b>Tipo de gordura adicionada no formulado de soja</b>	<b>Leite condensado substituído (%)</b>
1	100	0	-----	0
2	94	6	óleo de soja	6
3	88	12	óleo de soja	12
4	82	18	óleo de soja	18
5	76	24	óleo de soja	24
6	70	30	óleo de soja	30
1	100	0	gordura vegetal	0
7	94	6	gordura vegetal	6
8	88	12	gordura vegetal	12
9	82	18	gordura vegetal	18
10	76	24	gordura vegetal	24
11	70	30	gordura vegetal	30



**Figura 2 - Fluxograma do processo para obtenção de leite condensado misto**

### **3.3. DETERMINAÇÕES QUÍMICAS, FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS**

#### **3.3.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA**

##### **3.3.1.1.Umidade**

Foi determinada segundo método descrito no AOAC procedimento 14.004, 1th ed., 1984.

##### **3.3.1.2.Proteínas**

A determinação de proteínas foi realizada segundo o método nº 46-10 (micro-Kjeldahl) descrito no AACC, 1983.

##### **3.3.1.3.Cinzas**

Foi utilizado o método nº 08-03 descrito no AACC, 1983.

##### **3.3.1.4.Lipídios totais**

Foram determinados de acordo com método desenvolvido por BLIGH-DYER (1959), que se baseia na extração de lipídios à frio.

##### **3.3.1.5.Fibras**

Foi empregado o Método ácido-detergente descrito por van SOEST (1973).

##### **3.3.1.6.Carboidratos**

Foram calculados por diferença.

#### **3.3.2. CARACTERIZAÇÃO DO LEITE CONDENSADO TRADICIONAL**

##### **3.3.2.1. Sólidos totais**

Foi empregado o método nº 16.183 descrito no AOAC, 13 ed., 1980.

##### **3.3.2.2. Cinzas**

Foi empregado o método nº 16.184 descrito no AOAC, 13 ed., 1980.

### **3.3.2.3. Gordura**

Utilizou-se o método de Mojonnier como descrito por ATHERTON & NEWLANER (1981).

### **3.3.2.4. Proteínas**

Foi empregado o método nº 16.186 descrito no AOAC, 13 ed., 1980

### **3.3.2.5. Glicídios redutores expressos em lactose**

Foi utilizado o método nº 15.4.4 descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 1976.

### **3.3.2.6. Glicídios não redutores expressos em sacarose**

Foi utilizado o método nº 15.4.5 descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 1976.

## **3.3.3. CARACTERIZAÇÃO DOS LEITES CONDENSADOS MISTOS**

Os métodos empregados foram os mesmos utilizados para a caracterização do leite condensado tradicional, com exceção do item 3.3.2.5.

## **3.4. MÉTODOS SENSORIAIS**

### **(a) Condições de Teste**

Os testes sensoriais foram realizados no laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA/UNICAMP), em cabines individuais com utilização de iluminação branca. O laboratório dispõe também de uma mesa ampla, onde foram realizadas as discussões abertas para obtenção da lista de descritores e treinamento dos provadores.

O horário dos testes foi pelas manhãs, entre 9:30 e 11:30 hs e pelas tardes, entre 14:30 e 16:30 hs.

### **(b) Preparação e apresentação das amostras**

As amostras preparadas conforme descrito no item 3.2.1.2 foram servidas em becheres de 50ml codificados com número de três dígitos colocados em bandeja de

inox, com colher de café de inox e um copo d'água utilizado pelo provador entre as amostras. Para Análise Descritiva, foi servida meia fatia de pão de forma branco sem casca para eliminar qualquer sabor residual que interferisse na avaliação das diferentes amostras.

### 3.4.1. Pré-Seleção de provadores

Além de ser feita com base no interesse e na disponibilidade de tempo, utilizou-se o teste triangular para pré-selecionar a equipe a ser treinada e selecionada posteriormente para a Análise Descritiva.

Vinte e um provadores participaram de quatro sessões de análise. Foram apresentados dois grupos de três amostras por sessão. Em cada grupo, duas amostras eram iguais e uma era diferente. As seis possíveis posições das amostras foram apresentadas balanceadamente entre os provadores. Era pedido aos provadores que indicassem a amostra diferente. A ficha empregada pode ser observada na Figura 3.

As amostras 1 e 2 descritas na Tabela 4 foram apresentadas em duas sessões, e escolheu-se para as duas outras sessões, novamente a amostra 1, e uma outra preparada especialmente para este teste que foi o leite condensado misto com 8% do formulado de soja elaborado com óleo vegetal.

Nome: _____		Data: _____	
Duas amostras são iguais e uma é diferente. Coloque um círculo ao redor da amostra diferente em cada grupo.			
grupo		n° das amostras	
1		_____	
2		_____	
Comentários: _____			
_____			

Figura 3- Ficha utilizada para o teste triangular

### 3.4.2. Análise Descritiva

O método empregado foi uma adaptação da Análise Descritiva Quantitativa desenvolvida por STONE *et alii* (1974), que permite descrever as principais características que compõem o sabor e o aroma de um alimento, além de medir a intensidade das sensações percebidas (STONE &SIDEL, 1985).

#### (a) Levantamento de atributos

Foi aplicado o método rede ("The Kelly Repertory Grid Method"-MOSKOWITZ, 1983).

Foram apresentados dois pares de amostras (quatro amostras combinadas duas a duas), solicitando-se aos provadores que anotassem as similaridades e diferenças em cada par, conforme ficha apresentada na Figura 4.

Este procedimento foi realizado em três sessões. As amostras, escolhidas de modo a representar as intensidades máxima e mínimas dos atributos avaliados, foram quatro das que se encontram na Tabela 4: amostras nº 1, 2, 6 e 11.

Após ter sido obtida uma ampla lista de termos, chegou-se por consenso, a uma lista menor em três sessões de discussão aberta com todos os provadores.

Todos os atributos levantados foram submetidos a uma primeira discussão com a equipe, em presença das amostras de nº 1, 2, 6 e 11. Em uma segunda discussão foram apresentadas as amostras de nº 2, 4, 8 e 11, e, por sugestão dos próprios provadores foi trazida uma amostra comercial de leite de soja em pó reconstituído sem sabor.

Foi necessário uma terceira discussão para esclarecer algumas características percebidas por alguns provadores e não por outros. Desta forma, apresentou-se nesta última discussão, amostras especialmente elaboradas, em que se exagerou as características que mais apresentaram problemas como a oleosidade, e a característica de farinha ou pó. São elas: formulado semelhante a amostra de nº 3 da Tabela 4, sendo que não foi adicionado nenhum tipo de óleo ou gordura na formulação; a amostra de nº 6 adicionada de 3% de farinha de trigo; a amostra de nº 3 sendo que foi adicionado o dobro da quantidade normal de óleo de soja na formulação e a amostra de nº 6 sem qualquer alteração.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Por favor, compare as duas amostras quanto a aparência, aroma, sabor e textura, indicando em que são similares e em que são diferentes.

Amostras: \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_

Similaridades

Diferenças

Aparência:

Aroma:

Sabor:

Textura:

**Figura 4-Ficha utilizada para o método rede**



## **(b) Seleção de atributos e de provadores**

Avaliou-se três amostras, com quatro repetições, utilizando-se os termos levantados no item anterior. A Ficha empregada foi semelhante à aplicada para a avaliação das amostras. As amostras utilizadas para estes testes foram escolhidas entre as que se encontram na Tabela 4: amostras nº 2, 6 e 9. As avaliações foram realizadas em cabines individuais, em várias sessões, de forma que cada provador avaliava somente duas amostras em cada sessão, variando-se sempre as amostras em cada par, assim como a ordem de apresentação.

A técnica sensorial utilizada para estas avaliações foi a de escalas não estruturadas de 9 cm, com marcação nos extremos.

## **(c) Avaliação das amostras**

Todas as amostras listadas na Tabela 3 foram avaliadas.

Além do treinamento que já havia sido aplicado durante a seleção da equipe, amostras representativas de alguns extremos das escalas foram apresentadas aos provadores individualmente, de modo a esclarecer eventuais dúvidas.

Utilizando os atributos selecionados no item anterior, 11 provadores avaliaram as amostras.

Para o delineamento experimental (Anexo 1), optou-se pelo delineamento de blocos incompletos balanceados para onze tratamentos (COCHRAN & COX, 1957), com os seguintes parâmetros:  $t=11$ ,  $k=2$ ,  $r=10$ ,  $b=55$ ,  $\lambda=1$ ,  $E=.55$ , Tipo II onde:

$t$ =nº de tratamentos

$k$ =nº de unidades por bloco

$r$ =nº de repetições

$b$ =nº de blocos

$\lambda$ =nº de vezes que cada tratamento aparece no mesmo bloco com cada um dos outros tratamentos

$E$ =grau de eficiência do delineamento, calculado pela fórmula:  $\lambda \cdot t / k \cdot r$

Este delineamento foi apresentado 2 vezes de forma que todos os provadores tivessem provado pelo menos uma vez cada amostra. Foram servidas duas amostras por sessão, num total de cinco sessões, para cada delineamento (Anexo 1).

### **3.4.3. Teste de Preferência e Aceitação das amostras**

Para avaliação de preferência, utilizou-se a escala hedônica (MORAES, 1993) para as amostras dos formulados mistos, em que participaram cinquenta provadores. O provador deveria indicar também a razão da preferência. A Ficha empregada pode ser observada na Figura 5. As amostras escolhidas entre as que se encontram na Tabela 4, foram as de n° 2 e n°4.

Para avaliação de aceitação de uma das amostras do formulado misto em forma de doce do tipo brigadeiro, participaram outros cinquenta e um provadores. O brigadeiro foi elaborado com a amostra de n° 5 (Tabela 4), segundo receita tradicional (O Doce Brasileiro, 1990). A ficha empregada pode ser observada na Figura 6, tendo sido também empregada a escala hedônica.

### **3.4.4. Análise Estatística**

Todas as análises estatísticas foram realizadas em microcomputador, utilizando-se programas do pacote estatístico SAS (SAS Institute Inc. North Carolina). Foram realizadas as seguintes análises, segundo O'MAHONY (1986), PIGGOTT (1986) e DAMASIO (1990):

- Análise discriminante por passos ("stepwise linear discriminant analysis") para seleção dos atributos;
- Análise de variância (ANOVA) de dois fatores (amostras, e repetições) para a seleção de provadores;
- Análise de variância (ANOVA) de três fatores (teor de soja, tipo de gordura e provador) com interação para a avaliação das amostras. A significância estatística das diferenças entre as médias foi determinada mediante teste de Tukey;
- Análise de variância (ANOVA) de dois fatores (amostra e provador) para a avaliação de preferência.

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Avalie cada amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou.

- 1.Desgostei muitíssimo
- 2.Desgostei muito
- 3.Desgostei regularmente
- 4.Indiferente
- 5.Gostei regularmente
- 6.Gostei muito
- 7.Gostei muitíssimo

	Amostra	Valor
	_____	_____
	Amostra _____	_____

Motivo da preferência: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Figura 5-Ficha utilizada para teste de preferência de amostras dos formulados mistos**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Avalie cada amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou.

- 1.Desgostei muitíssimo
- 2.Desgostei muito
- 3.Desgostei regularmente
- 4.Indiferente
- 5.Gostei regularmente
- 6.Gostei muito
- 7.Gostei muitíssimo

Valor \_\_\_\_\_

Comentários:

---

---

---

**Figura 6-Ficha utilizada para teste de preferência de amostras dos brigadeiros**

### **3.5. ESTUDO REOLÓGICO DO LEITE CONDENSADO TRADICIONAL E DOS LEITES CONDENSADOS MISTOS**

#### **3.5.1. Medidas Reológicas**

O comportamento reológico das amostras foi avaliado, utilizando-se um reômetro do tipo rotacional com cilindros concêntricos, da marca Contraves, modelo Rheomat 115 (JARDINE & MORETTI, 1993). O sistema de cilindros concêntricos empregado em todas as medidas foi o MS-DIN 145, sendo o cilindro interno móvel e o externo fixo. O diâmetro e a altura do cilindro interno são de 45mm e 68mm respectivamente, e o espaço anular entre o cilindro interno e externo é de 1.9 mm. A velocidade de rotação do cilindro interno situou-se na faixa de 5 à 780 rpm, que corresponde a faixa de taxa de deformação de 6.65 à 1008 s<sup>-1</sup>.

O reômetro é dotado de uma camisa termostaticada onde circula solução de etileno glicol a 50% e a temperatura é mantida por um banho auxiliar que permite controle de temperatura com precisão de 0.1°C, na faixa de -10°C à 150°C.

A reologia das amostras foi determinada para as seguintes temperaturas: 25°C, 40°C, 55°C e 70°C, que correspondem às temperaturas empregadas normalmente nos evaporadores utilizados na elaboração do leite condensado.

Para as leituras, utilizou-se cerca de 150ml de amostra preparada conforme descrito no item 3.2.1.2, e homogeneizada por equipamento de ultra-som. Cada amostra foi transferida para o copo do reômetro, até cerca de 50% de seu volume, e colocou-se o cilindro rotativo, deixando-o afundar pela ação da gravidade, completando-se o volume até a marca existente no copo utilizado para efetuação das medidas.

As medidas foram tomadas após as amostras terem atingido as temperaturas desejadas. As leituras foram efetuadas variando-se a velocidade de rotação do cilindro interno de forma decrescente e posteriormente, de forma crescente, não tendo sido observada variação nos valores obtidos nessas duas fases para velocidades iguais, e nem variação da leitura em função do tempo. Essas observações indicaram não haver tixotropia na faixa de taxas de deformação utilizadas.

### 3.5.2. Processamento dos dados reológicos

Os dados obtidos do reômetro, correspondentes às leituras proporcionais às deformações da mola do equipamento, foram anotados em função da temperatura, amostra e velocidade de rotação.

A tensão de cisalhamento ( $\tau$ ) foi calculada pela multiplicação do valor da leitura para cada rotação, pelo fator de transformação característico do equipamento e do sistema de copos empregado, (195,5 para o sistema MS-DIN 145) (CONTRAVES, 1987).

A taxa de deformação ( $\dot{\gamma}$ ) é fornecida pelo fabricante do equipamento em função da escala de velocidade para fluídos de comportamento newtoniano.

Com os valores do logaritmo da tensão de cisalhamento e do logaritmo da taxa de deformação, elaborou-se gráficos e as respectivas regressões lineares para cada concentração de amostra, em função das temperaturas em estudo. Foram obtidos os coeficientes angulares das retas (índice do comportamento de escoamento  $n$ ) e a constante  $k$  da lei da potência, que descrevem o comportamento dos fluídos. Este comportamento é descrito pela equação empírica de Ostwald-de-Waele ou lei da potência, apresentada a seguir:

$$\tau = k \cdot \dot{\gamma}^n \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

$k$ =índice de consistência ou coeficiente reológico

$n$ =índice de comportamento do escoamento ou índice reológico

Os valores numéricos do parâmetro  $n$  indicam o comportamento de escoamento do fluído, sendo  $n=1$  para fluídos newtonianos,  $n<1$  para fluídos pseudoplásticos ("shear-thinning") e  $n>1$  para fluídos dilatantes ("shear-thickening").

Como os valores de taxa de deformação tabelados pelo fabricante referem-se a fluídos newtonianos, estes foram corrigidos em função do fluído não newtoniano em estudo, pela equação:

$$\dot{\gamma}_{\text{não Newt}} = \dot{\gamma}_{\text{Newt}} \cdot k_{\text{Ostw}} \quad (\text{equação 2})$$

Onde:

$\dot{\gamma}$  não Newt - taxa de deformação para fluido não newtoniano

$\dot{\gamma}$  Newt - taxa de deformação para fluido newtoniano

$k_{Ostw}$  - constante de correção

A constante de correção  $k_{Ostw}$  foi calculada em função do sistema de medida utilizado MS-DIN 145, segundo CONTRAVES (1968), pela fórmula:

$$k_{Ostw} = \frac{1 (Ri/Re)^{2n}}{n [ 1 - (Ri/Re)^2 ]} \quad (\text{equação 3})$$

Onde:

$Ri$  - raio do cilindro rotativo

$Re$  - raio interno do cilindro fixo

$n$  - índice de comportamento do escoamento

Após correção dos valores da taxa de deformação, foram traçados novos gráficos do logaritmo da tensão de cisalhamento em função do logaritmo da taxa de deformação, sendo obtidos os parâmetros da regressão linear das curvas para cada temperatura e porcentagem de substituição de leite condensado, obtendo-se as novas constantes ( $k$ ) da lei da potência.

O termo viscosidade para fluidos não newtonianos apresenta pouco sentido, à menos que se especifique a taxa de deformação ( $\dot{\gamma}$ ) e a temperatura (BOGER & TIU, 1973). Para esses fluidos usa-se a expressão viscosidade aparente ( $\eta_{ap}$ ) definida como a relação entre tensão de cisalhamento ( $\tau$ ) e a taxa de deformação ( $\dot{\gamma}$ ) relativa a essa tensão .

As viscosidades aparentes foram então calculadas por meio da equação:

$$\eta_{ap_i} = \tau_i / \dot{\gamma}_i \quad (\text{equação 4})$$

Todos os gráficos e cálculos de regressão linear foram obtidos, utilizando o software "Energrafis".

## 4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1.CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA

A Tabela 5 apresenta a composição centesimal do extrato hidrossolúvel de soja . Os resultados obtidos estão em concordância com os valores fornecidos pelo fabricante (OLVEBRA IND. SA,s.d.).

Tabela 5- Composição centesimal média do extrato hidrossolúvel de soja em pó

Componentes	Média
Umidade	5.07
Cinzas	6.57
Lipídios	1.60
Proteínas	57.20
Fibras	1.58
Carboidratos (*)	27.98

(\*)calculado por diferença

### 4.2.CARCTERIZAÇÃO DO LEITE TRADICIONAL E DOS FORMULADOS DE SOJA

A Tabela 6 apresenta os resultados da determinação da composição centesimal do leite condensado tradicional e dos formulados de soja. Os valores obtidos para o leite condensado tradicional estão de acordo com a literatura (HARGROVE & ALFORD, 1974).

Pode-se observar que conforme foi proposto, os formulados de soja apresentam composição centesimal bastante semelhante à do leite condensado tradicional, exceto para os açúcares. Isto pode ser explicado pelo fato de que foi adicionado aos formulados uma quantidade de sacarose equivalente a soma dos açúcares totais do leite condensado tradicional (sacarose e lactose), de modo que fosse atingido o teor de sólidos totais desejado no produto final.



**Tabela 6- Composição centesimal média\* do leite condensado tradicional e dos formulados de soja .**

<b>Componentes</b>	<b>Leite condensado tradicional</b>	<b>Formulado de soja (óleo)</b>	<b>Formulado de soja (gordura)</b>
Sólidos totais	71.53	71.31	71.99
Proteína	7.10	7.14	7.32
Lipídios	8.82	9.02	8.93
Sacarose	43.42	54.60**	54.40**
Lactose	10.70	-	-
Cinzas	1.41	0.88	0.73

(\*) - média de três determinações

(\*\*) - incluindo os açúcares da soja

### **4.3. MEDIDAS SENSORIAIS**

#### **4.3.1. Pré-Seleção de provadores**

Como critério de seleção, foi escolhido um mínimo de 50% de acertos totais obtido no teste de diferença. Desta forma, dos vinte e um provadores iniciais, apenas quinze foram selecionados para participarem do processo de seleção posterior.

#### **4.3.2. Análise Descritiva**

##### **4.3.2.1. Levantamento de atributos**

Como resultado da aplicação do método "The Kelly Repertory Grid", foram coletados 89 termos, sendo 21 para aparência, 20 para aroma, 25 para sabor, 8 para sabor residual e 15 para textura. Foram observados grupos de atributos que forneciam a mesma informação, desta forma, estes foram agrupados, como pode ser observado na Tabela 7.

Para facilitar a avaliação dos 13 atributos selecionados nesta fase (Figura 7), também foram discutidas as definições dos termos empregados (Figura 8), que era entregue aos provadores juntamente com a ficha de avaliação das amostras. Foi decidido também quais seriam os termos para definição dos extremos inferior e superior das escalas não estruturadas de 9cm usada na ficha apresentada na Figura 9 para seleção de atributos e de provadores.

##### **4.3.2.2. Seleção de atributos e provadores**

Embora já se tivesse obtido uma considerável redução de termos pela própria equipe, era interessante aplicar análise estatística para verificar se esta lista poderia ser menor, e ainda assim, discriminar adequadamente as amostras. Para tal, utilizou-se a análise discriminante por passos ("stepwise linear discriminant analysis") (DAMÁSIO, 1990).

Como resultado da aplicação da Análise Discriminante por Passos (Tabela 8), os atributos foram ordenados de acordo com o poder de discriminação, sendo selecionados os dez primeiros (Figura 10). São eles: cor creme, homogeneidade e viscosidade para avaliação da aparência; doce e cereais, para avaliação de aroma; característico de leite condensado, cereais e residual salgado, para sabor e, pulverulência e aderência para textura. Com estes atributos foi confeccionada a ficha para avaliação das amostras (Figura 11).

**Tabela 7 - Termos levantados pelo método "Kelly's Repertory Grid" para avaliação das amostras**

<b>Termo</b>	<b>Nº de menções</b>	<b>Termo</b>	<b>Nº de menções</b>
<b>APARÊNCIA</b>		<b>SABOR</b>	
Brilho	17	Doce/adocicado	52
Opacidade	2	Acúcar/açucarado	7
Leitosa	1	Caramelizado	2
Homogeneidade	16	Característico leite condensado	20
Textura lisa	10	Leite/lácteo	10
Bolhas na superfície	5	Leite em pó	2
Uniformidade	1	Leite de soja	4
Presença de:		Leite vegetal	4
pequenos cristais	11	Farinha láctea	2
partículas	8	Neston	2
grânulos	5	Soja	13
grumos	4	Amendoim	6
flocos	1	Cereal	2
pontinhos	1	Cereal torrado	3
Cor:		Salgado	1
amarela/amarelada	12	Ácido	1
bege	10	Feijão cru	1
creme	7	Óleo	4
amarelo-creme	6	Gorduroso	4
Tonalidade:		Gordura oxidada	1
marrom	2	Margarina	1
caramelo/caramelizado	2	Sabor residual:	
		salgado	8
		amargo	6
		soja	4
<b>AROMA</b>			
Característico leite condensado	28	metálico	2
Leite/lácteo	13	plástico	2
Leite em pó	2	queimado	1
Leite aquecido	1	"pega na garganta"	1
Doce	27	"coça na garganta"	1
Adocicado	9		
Doce de leite	2	<b>TEXTURA</b>	
Caramelado	2	Viscosidade	25
Soja	10	Consistência	10
Amendoim	5	Arenosidade	6
Cereal	5	Farinhenta	4
Cereal torrado	5	Grosso	5
Óleo	5	Corpo	4
Farinha cereais	4	Espesso	3
Semente	3	Denso	2
Leite de soja	2	Homogênea/uniforme	13
Leite vegetal	2	Lisa	4
Vegetal	2	Cremosa	2
		Fina	1
		Macia	1
		Granulosa	1

## **APARÊNCIA**

Cor creme  
Homogeneidade  
Viscosidade

## **AROMA**

Característico de leite condensado  
Doce  
Cereais

## **SABOR**

Característico de leite condensado  
Doce  
Cereais  
Residual salgado  
Oleoso

## **TEXTURA**

Pulverulência  
Aderência

**Figura 7- Lista dos termos obtidos na seleção de atributos pelos provadores**

## **APARÊNCIA**

**COR CREME** - Intensidade da cor creme.

**HOMOGENEIDADE** - Aspecto uniforme; liso; ausência de partículas.

**VISCOSIDADE** - modo como a amostra escorre da colher: "encorpado", "espesso", "denso".

## **AROMA**

**CARACTERÍSTICO DE LEITE CONDENSADO** - Conjunto de aromas próprios que caracterizam o produto tradicionalmente.

**DOCE** - Aroma também chamado de adocicado e açucarado.

**CEREAIS** - Definido como o aroma "estranho", podendo ser avaliado como nozes, leite de soja, malte, etc.

## **SABOR**

**CARACTERÍSTICO DE LEITE CONDENSADO** - Sabor próprio que caracteriza o produto tradicionalmente.

**DOCE** - Sabor também chamado de adocicado e açucarado.

**CEREAIS** - Definido como o aroma "estranho", podendo ser avaliado como nozes, leite de soja, malte, etc.

**OLEOSO** - Sabor de óleo, gordura, margarina.

**RESIDUAL SALGADO** - Sabor salgado que permanece na boca após ter engolido a amostra.

## **TEXTURA**

**PULVERULÊNCIA** - Presença de pó ou farinha

**ADERÊNCIA** - Grau de dificuldade para engolir a amostra

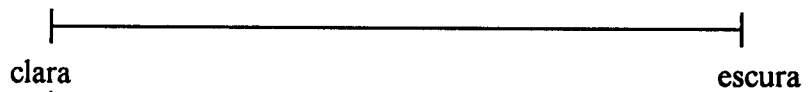
**Figura 8 - Definições dos atributos para avaliação das amostras**

NOME: \_\_\_\_\_ DATA \_\_\_\_\_

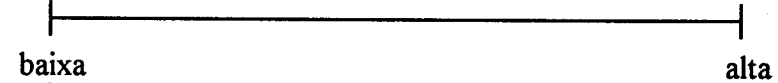
Por favor, avalie os seguintes atributos na amostra \_\_\_\_\_ utilizando as escalas abaixo:

**APARÊNCIA**

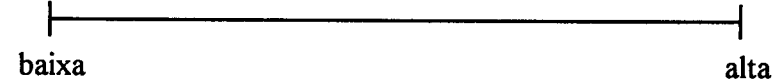
COR CREME:



HOMOGENEIDADE:



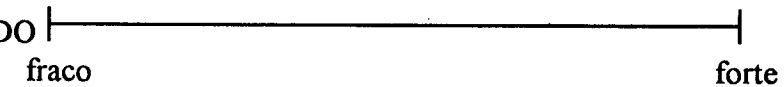
VISCOSIDADE:



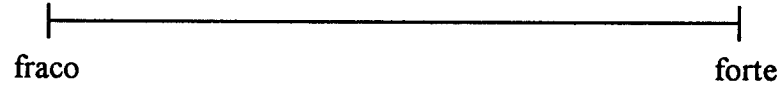
**AROMA**

CARACTERÍSTICO

DE LEITE CONDENSADO



DOCE:



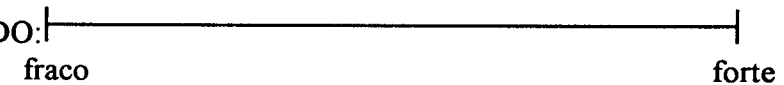
CEREAIS:



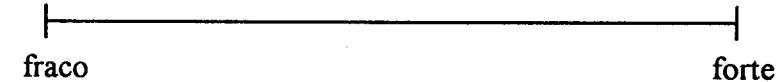
**SABOR**

CARACTERÍSTICO

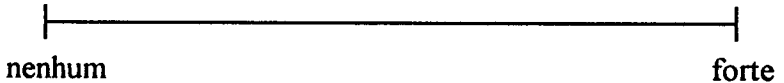
DE LEITE CONDENSADO:



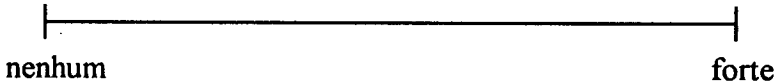
DOCE:



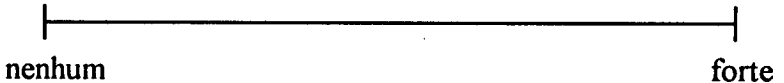
CEREAIS:



RESIDUAL SALGADO

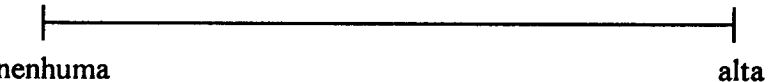


OLEOSO:

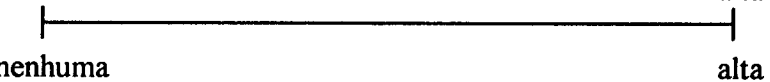


**TEXTURA**

PULVERULÊNCIA:



ADERÊNCIA:



Comentários \_\_\_\_\_

**Figura 9 - Ficha utilizada na seleção de atributos e de provadores**

**Tabela 8-Análise discriminante por passos**

Step	Variable	Number In	Partial R**2	F Statistic	Prob>F	Wilks' Lambda
1	PULVERULENCIA	1	0.5154	87.731	0.0001	0.48463429
2	SABOR CEREAIS	2	0.3721	48.587	0.0001	0.30431842
3	VISCOSIDADE	3	0.1830	18.256	0.0001	0.24862672
4	COR CREME	4	0.1630	15.771	0.0001	0.20810658
5	HOMOGENEIDADE	5	0.0850	7.474	0.0008	0.19042690
6	AROMA DOCE	6	0.0488	4.105	0.0183	0.18113353
7	AROMA CEREAIS	7	0.0350	2.881	0.0590	0.17479810
8	ADERENCIA	8	0.0248	2.010	0.1374	0.17046100
9	SABOR DE LEITE CONDENSADO	9	0.0202	1.616	0.2019	0.16702226
10	SALGADO	10	0.0228	1.817	0.1659	0.16321914
11	SABOR DOCE	11	0.0074	0.577	0.5626	0.16201223
12	AROMA DE LEITE CONDENSADO	12	0.0083	0.646	0.5256	0.16066453
13	OLEOSO	13	0.0033	0.251	0.7785	0.16013954

## **APARÊNCIA**

Cor creme  
Homogeneidade  
Viscosidade

## **AROMA**

Doce  
Cereais

## **SABOR**

Característico de leite condensado  
Cereais  
Residual salgado

## **TEXTURA**

Pulverulência  
Aderência

**Figura 10-Lista dos termos obtidos na seleção de atributos pela análise estatística**



NOME: \_\_\_\_\_ DATA \_\_\_\_\_

Por favor, avalie os seguintes atributos na amostra \_\_\_\_\_ utilizando as escalas abaixo:

### APARÊNCIA

COR CREME: \_\_\_\_\_  
clara \_\_\_\_\_ escura

HOMOGENEIDADE: \_\_\_\_\_  
baixa \_\_\_\_\_ alta

VISCOSIDADE: \_\_\_\_\_  
baixa \_\_\_\_\_ alta

### AROMA

DOCE: \_\_\_\_\_  
fraco \_\_\_\_\_ forte

CEREAIS: \_\_\_\_\_  
nenhum \_\_\_\_\_ forte

### SABOR

CARACTERÍSTICO  
DE LEITE CONDENSADO: \_\_\_\_\_  
fraco \_\_\_\_\_ forte

CEREAIS: \_\_\_\_\_  
nenhum \_\_\_\_\_ forte

RESIDUAL SALGADO  
\_\_\_\_\_  
nenhum \_\_\_\_\_ forte

### TEXTURA

PULVERULÊNCIA: \_\_\_\_\_  
nenhuma \_\_\_\_\_ alta

ADERÊNCIA: \_\_\_\_\_  
nenhuma \_\_\_\_\_ alta

Comentários \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Figura 11- Ficha utilizada na avaliação das amostras

A seleção de provadores foi realizada considerando somente os dez atributos selecionados, empregando os mesmos dados experimentais já utilizados para a seleção de atributos.

Para obter informações sobre a repetibilidade e o poder de discriminação destes provadores, foram realizadas análises de variância (ANOVA) de dois fatores (repetições e amostras) para cada um deles, com resultados de cada um dos atributos em separado, como recomendam POWERS *et alii* (1984). Os valores de F obtidos para cada um dos fatores estudados, podem ser observados nas Tabelas 9 e 10.

Foram eliminados os provadores 5, 7 e 13, porque além de apresentarem probabilidade de F amostras maiores que 0.50 para pelo menos um dos parâmetros, também apresentaram probabilidade de F repetições menores que 0.05 para pelo menos um dos parâmetros.

#### 4.3.2.3. Avaliação das amostras

Para se obter informações sobre as diferenças entre as amostras, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) de três fatores (teor de soja, tipo de gordura e provador) com interações entre eles, para cada um dos atributos sensoriais analisados.

Quanto aos provadores, existe diferença significativa ( $p < 0.05$ ) entre eles, para todos os atributos. Segundo STONE *et alii* (1974) e POWERS *et alii* (1984), isto não é crítico, e provavelmente está relacionado ao fato de utilizarem diferentes partes da escala. O importante é que a eficiência seja consistente como pode ser observado na Tabela 11, na qual se verifica baixas interações entre provador e amostras. Desta forma, considerou-se que a equipe sensorial utilizada neste trabalho apresentou uma eficiência satisfatória.

Os valores de F obtidos neste estudo de ANOVA encontram-se na Tabela 11. Observa-se que o teor de soja influenciou diretamente para diferenciar as amostras, já que todos os atributos apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação ao efeito do tipo de gordura empregada, este foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, apenas para o atributo "sabor característico de leite condensado". Isto demonstra que o tipo de gordura não influenciou significativamente na diferenciação das amostras estudadas.

Quanto ao efeito da interação entre tipo de gordura empregada e teor de soja, apenas o atributo "pulverulência" apresentou significância ( $p < 0.05$ ), ou seja, o efeito do teor de soja foi influenciado pelo tipo de gordura utilizada apenas para este atributo.

A Tabela 12 apresenta as médias das amostras por atributos. Para saber quais as amostras que diferenciaram, à partir dos cálculos da ANOVA, foi aplicado o teste de Tukey para comparação entre as médias.

**Tabela 9-Valores de F amostras da análise de variância de dois fatores para cada provador, por atributo**

provador	cor	homoge neidade	viscosidade	aroma doce	aroma cereais	sabor leite condenado	sabor cereais	salgado	pulverulência	aderência
01	9.62	12.66	3.87	3.41	128.89	42.49	730.66	7.16	20.57	9.74
02	9.37	73.26	2.29	4.63	7.92	13.77	32.20	9.07	41.22	1.99
03	4.34	11.64	14.86	2.16	1.23	14.54	12.19	2.68	4.04	98.51
04	11.58	4.61	11.87	11.15	4.46	33.09	3.66	12.10	23.95	3.35
05	0.09*	11.80	17.08	7.57	4.65	10.59	9.08	0.79*	47.30	4.83
06	28.37	14.36	13.07	6.82	38.09	13.65	2.99	1.01	12.51	4.55
07	4.07	13.94	1.66	6.00	7.80	8.01	7.47	0.15*	8.81	22.15
08	1.44	1.14	0.87	2.03	5.66	1.96	1.72	3.58	0.73*	0.37*
09	0.54*	19.05	0.84	1.06	0.84	2.31	5.50	1.74	4.46	1.15
10	7.51	5.31	11.67	1.31	0.99	1.39	1.97	1.73	17.60	47.77
11	5.11	4.96	3.37	4.13	6.35	18.36	16.40	4.17	4.59	11.60
12	3.71	30.83	5.58	2.82	27.50	112.24	37.27	5.95	34.13	5.26
13	8.87	30.25	8.00	0.06*	14.80	3.59	148.94	2.33	5.58	8.59
14	10.92	5.08	1.26	2.75	10.44	7.28	11.87	2.32	103.98	0.38*

(\*) valor de F não significativo (PFam > 0.50)

**Tabela 10 - Valores de F repetições da análise de variância de dois fatores para cada provador, por atributo**

provador	cor	homoge- neidade	visco- sidade	aroma doce	aroma cereais	sabor leite condenado.	sabor cereais	salgado	pulverulência	aderência
01	3.03	4.01	1.46	1.86	0.46	0.99	0.09	3.53	2.09	1.47
02	0.43	0.74	0.90	0.20	0.72	1.67	0.17	0.97	3.38	0.86
03	1.38	2.24	1.47	1.34	0.42	3.45	0.31	2.16	0.85	0.10
04	0.75	0.76	0.37	3.03	0.34	0.54	0.86	1.14	0.50	1.82
05	1.40	6.79*	0.93	0.69	0.06	1.65	2.33	0.63	0.54	1.30
06	6.99*	2.59	3.15	0.74	1.28	0.16	0.71	0.09	0.93	0.44
07	1.49	0.66	3.52	0.74	1.05	0.54	0.55	0.49	3.01	5.24*
08	0.33	0.16	0.73	0.93	0.71	0.26	0.82	2.15	0.39	1.34
09	2.27	3.22	0.69	0.99	0.20	0.58	3.10	0.18	0.79	0.46
10	1.57	3.65	2.18	0.04	6.82*	1.27	1.85	4.34	1.63	1.23
11	3.44	2.13	0.40	2.18	1.51	3.75	3.07	3.34	0.20	0.86
12	0.62	2.76	1.07	0.81	2.38	5.38*	1.24	0.65	0.81	7.66*
13	1.26	1.80	2.52	10.55*	5.80*	0.96	6.38*	0.02	0.20	1.49
14	0.27	0.92	1.66	1.63	4.86	4.07	2.52	1.45	2.65	0.30

(\*) valor de F significativo ao nível de 5% de significância

**Tabela 11- Valores de F da análise de variância para cada atributo para todas as amostras estudadas**

Causas de variação	cor	homoge- neidade	viscosi- dade	aroma doce	aroma cereais	sabor leite condensado	sabor cereais	sabor salgado	pulve- rulência	aderên- cia
tipo de gord.	1.56	0.50	0.66	0.09	1.48	8.92*	1.78	1.34	1.76	0.07
teor de soja	67.50*	64.32*	40.98*	8.69*	68.32*	83.00*	79.55*	9.23*	16.13*	22.54*
providor	11.24*	15.10*	11.51*	18.92*	21.76*	23.87*	8.02*	20.32*	13.73*	26.02*
int tipo/teor	0.95	1.21	0.91	1.15	0.50	0.67	0.20	0.57	2.67*	0.45
int tipo/prov	1.77	0.98	1.37	1.05	2.66	1.08	0.63	0.20	0.65	4.15
teor/prov	2.05*	3.00*	2.30*	1.32	3.00*	2.92*	1.58*	1.46*	1.52	1.38

(\*) Valores de F significativo ao nível de 5% (PF rep<0.05).

Tabela 12 - Médias das notas atribuídas pelos provadores por atributo para as amostras

Teor (%)	Tipo	cor	homog	visc	atributos						
					aroma doce	aroma cereais	sabor leite condens.	sabor cereais	sabor salgado	pulveru lência.	aderência
0%	gvh	0.63	8.63	2.29	7.17	0.37	8.04	0.42	1.73	0.79	3.04
0%	oleo	0.63	8.63	2.29	7.17	0.37	8.04	0.42	1.73	0.79	3.04
6%	gvh	1.95	8.35	2.17	6.20	1.09	6.95	1.31	2.12	1.51	2.44
6%	oleo	1.08	8.18	2.19	7.08	1.05	6.04	1.50	2.09	1.17	2.33
12%	gvh	2.18	8.02	3.39	6.20	2.52	5.36	3.85	2.57	0.96	3.09
12%	oleo	2.68	7.95	3.80	6.05	2.98	4.80	4.44	3.57	1.49	3.87
18%	gvh	3.29	6.48	5.16	6.17	3.89	4.38	4.86	2.71	2.15	4.45
18%	oleo	3.24	6.17	4.92	5.57	4.48	3.68	5.29	3.47	3.90	4.51
24%	gvh	5.33	5.47	5.53	5.22	4.44	3.85	5.57	3.73	2.43	5.68
24%	oleo	4.74	4.52	5.42	4.79	5.01	3.08	6.10	3.83	3.16	5.53
30%	gvh	6.58	3.65	7.44	4.86	5.22	3.03	6.54	4.31	3.91	5.53
30%	oleo	5.99	4.33	6.20	5.56	5.07	2.83	6.61	4.13	3.05	5.30

Desta forma, temos que a amostra sem substituição diferiu ao nível de 5% de probabilidade das amostras com 6% de substituição apenas no atributo "sabor característico de leite condensado", o que sugere que esta porcentagem de substituição, seja praticamente imperceptível ao consumidor, visto que a diferença foi detectada em apenas um atributo pela equipe sensorial treinada.

Em relação às demais amostras, a amostra sem soja diferiu ao nível de 5% de probabilidade das amostras com 12% para seis dos dez atributos avaliados (não diferiu para "homogeneidade", "aroma doce", "pulverulência" e "aderência"). E, em relação as amostras com 18,24 e 30% a diferença foi significativa para todos os atributos.

As amostras com 6% diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade das amostras com 12% para os atributos viscosidade, aroma de cereais, sabor característico e sabor de cereais. E, diferiram nos atributos cor, homogeneidade, viscosidade, aroma de cereais, sabor característico de leite condensado, sabor de cereais, pulverulência e aderência para as amostras com 18% de substituição. Em relação as amostras com 24% e 30%, houve diferença significativa para todos os atributos estudados.

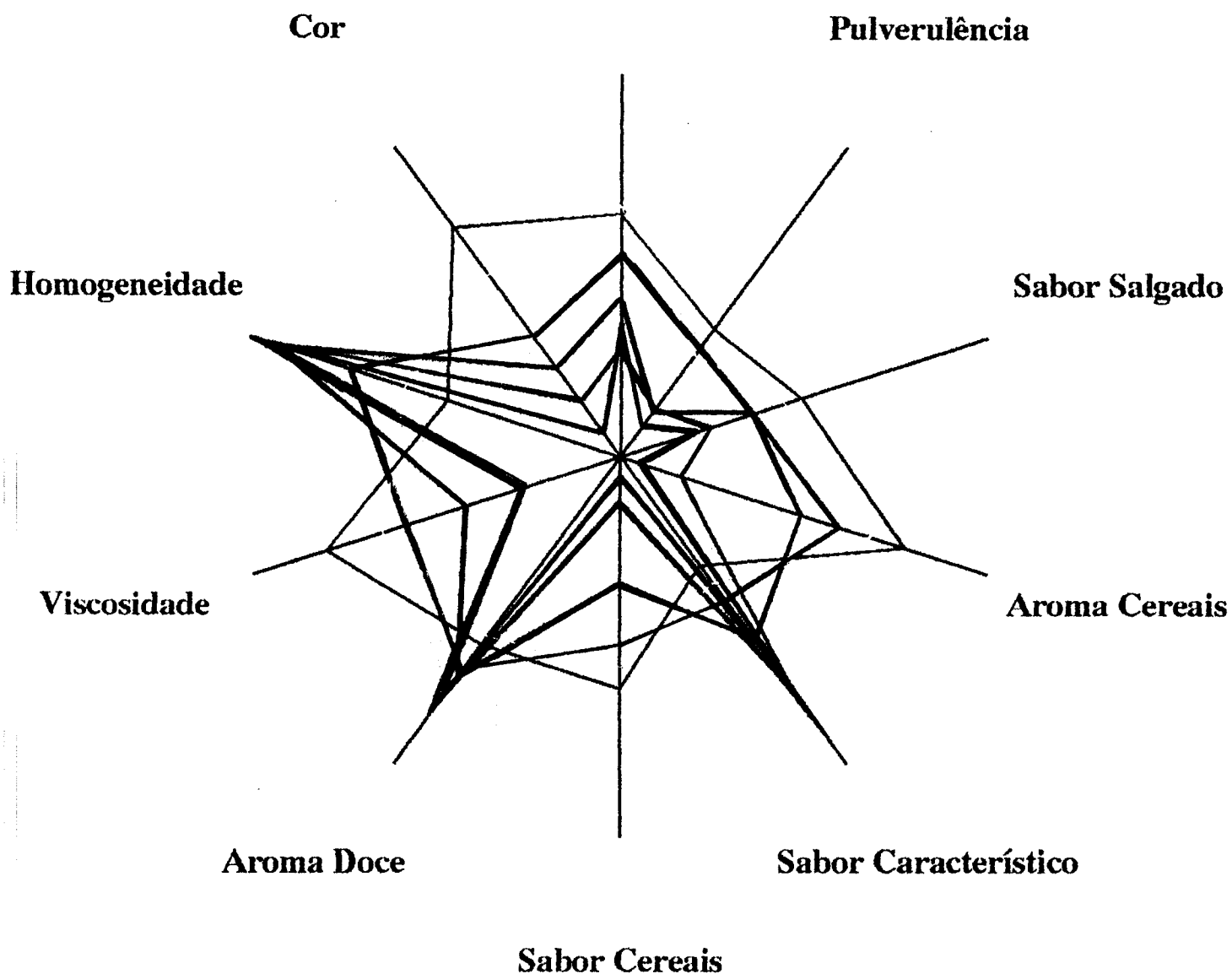
As amostras com 12% diferiram das de 18% para os atributos de viscosidade, aroma de cereais, sabor característico e pulverulência. E, diferiram das amostras de 24% e 30% para oito dos dez atributos estudados, não diferindo apenas para aroma doce e sabor salgado.

As amostras com 18% diferiram das de 24% para os atributos cor, homogeneidade e aderência. Em relação a amostra com 30%, a diferença foi significativa para seis atributos. Não houve diferença para aroma doce, aroma de cereais, pulverulência e aderência.

As amostras com 24% diferiram das de 30% apenas para os atributos cor, homogeneidade e viscosidade.

A Figura 12 representa a configuração da Análise Descritiva das amostras para os atributos estudados. O centro da figura representa a intensidade zero, e a intensidade de cada atributo é maior, quanto maior for a sua distância ao centro. As médias obtidas para as amostras de mesmos teores de soja incluindo os formulados com óleo e com gordura vegetal foram interligadas para produzir uma configuração descritiva de sabor, aroma aparência e textura. Pode-se observar que em geral, as amostras vão se distanciando da amostra de leite condensado tradicional proporcionalmente ao aumento de concentração de soja das mesmas.





**AMOSTRAS / TEORES**

—	0
—	6
—	12
—	18
—	24
—	30

**Figura 12- Configuração da Análise Descritiva Quantitativa das amostras estudadas**

### **4.3.3. Avaliação de preferência e aceitação**

Na escolha das amostras de leite condensado para o teste de preferência, considerou-se a amostra de nº 2 ( 6% de formulado de soja contendo óleo vegetal), porque as amostras com 6% de formulado de soja, diferiram ao nível de 5% de significância em relação a amostra tradicional, apenas no atributo "sabor característico de leite condensado". Sendo assim, o objetivo foi avaliar qual seria a reação do consumidor a um produto que se assemelha bastante ao leite condensado , mas apresenta uma característica de sabor própria e diferente do tradicional.

A escolha da amostra de nº 4 (18% de formulado de soja contendo óleo vegetal), foi baseada na diferença significativa à nível de 5% para todos os atributos entre as amostras com 18% de formulado de soja e a amostra de leite condensado tradicional, e no fato de apresentar diferença significativa em 8 atributos em relação a amostra de nº 2. A escolha desta amostra, teve por objetivo verificar se uma amostra que difere significativamente do produto tradicional ainda assim obteria aceitação por parte do consumidor.

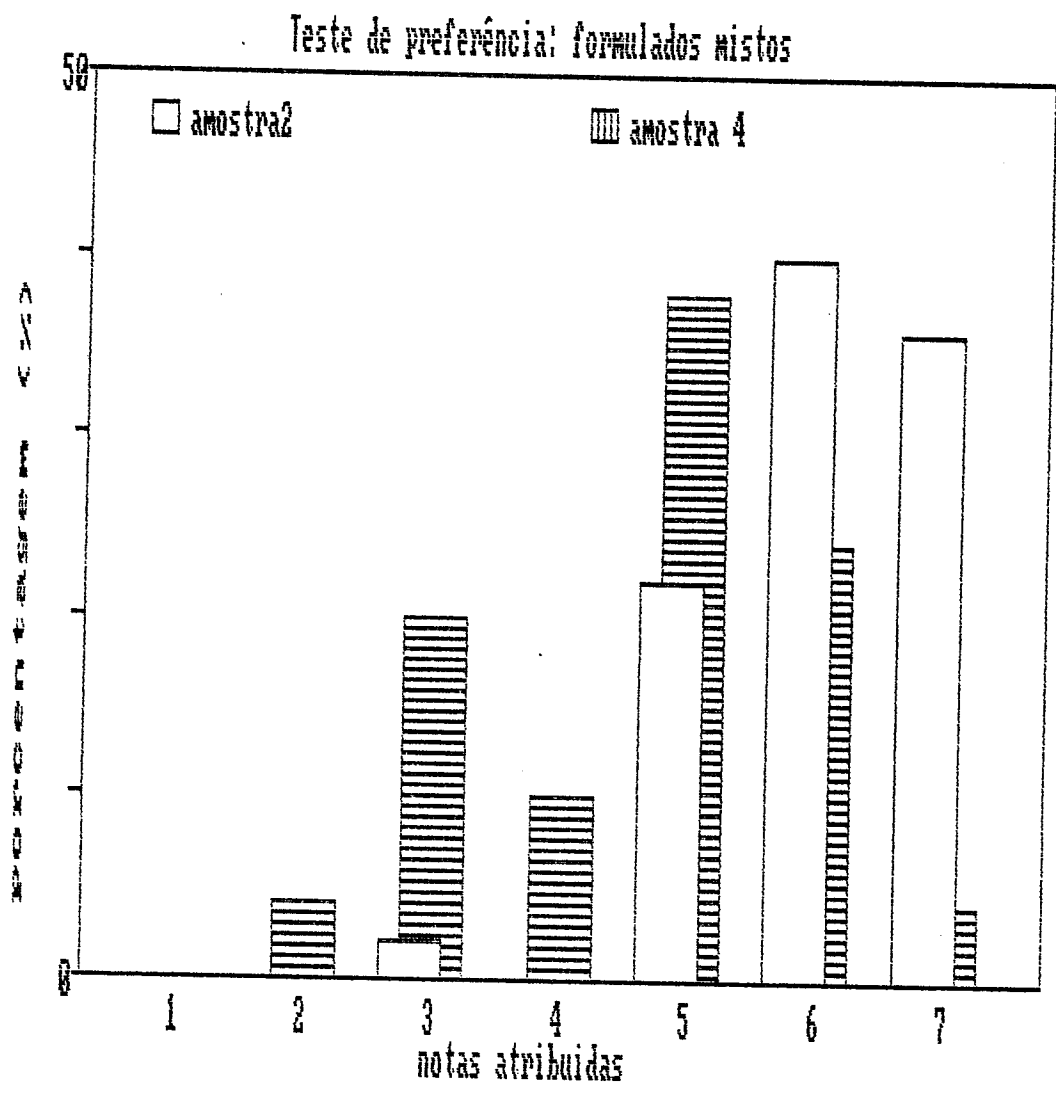
Os resultados obtidos neste teste podem ser observados na Figura 13. Pela análise de variância, foi observado que houve diferença significativa de preferência ao nível de 5% entre as amostras, sendo as médias 6,1 para a de nº 2 e 4,7 para a nº4, o que demonstra não ter havido rejeição do consumidor para nenhuma das duas. A Tabela 13 apresenta os motivos e frequência de aparecimento da preferência pela amostra nº2. Pode-se observar nesta tabela que esta amostra foi preferida principalmente pelo fato de ser mais semelhante ao produto tradicional em termos de sabor do que a amostra de nº 4.

A Tabela 14 apresenta os comentários gerais obtidos para amostra nº4. Embora tenham se utilizado de diferentes formas de expressão, um sabor diferente e estranho foi sentido pela grande maioria dos provadores, que mesmo não o tendo rejeitado, apresentaram preferência para a mostra mais próxima ao produto tradicional.

Para o teste de aceitação do brigadeiro, foi escolhida a amostra de nº 5 (24% de soja contendo óleo), com teor de soja mais elevado que as anteriores, pois era esperado que o sabor do chocolate mascarasse parcialmente o sabor característico da soja.

Os resultados podem ser observados na Figura 14. A nota dada com maior frequência pelos provadores foi a correspondente a "gostei muito" (nota 6), sendo a

média das notas 5,5. Os comentários podem ser observados na Tabela 15. Em grande parte, estes se referiram ao sabor global, considerado muito bom e a menor doçura dos brigadeiros. Este fato também foi verificado para os leites condensados mistos que em geral, apresentaram menor doçura com o aumento do teor de soja.



**LEGENDA**

- NOTA 1 - DESGOSTEI MUITÍSSIMO
- NOTA 2 - DESGOSTEI MUITO
- NOTA 3 - DESGOSTEI REGULARMENTE
- NOTA 4 - INDIFERENTE
- NOTA 5 - GOSTEI REGULARMENTE
- NOTA 6 - GOSTEI MUITO
- NOTA 7 - GOSTEI MUITÍSSIMO

**Figura 13- Resultados do teste de preferência dos leites condensados mistos (amostras nº 2 e nº 4)**

**Tabela 13- Resultados do teste de preferência com escala hedônica: Motivos da preferência pela amostra 2**

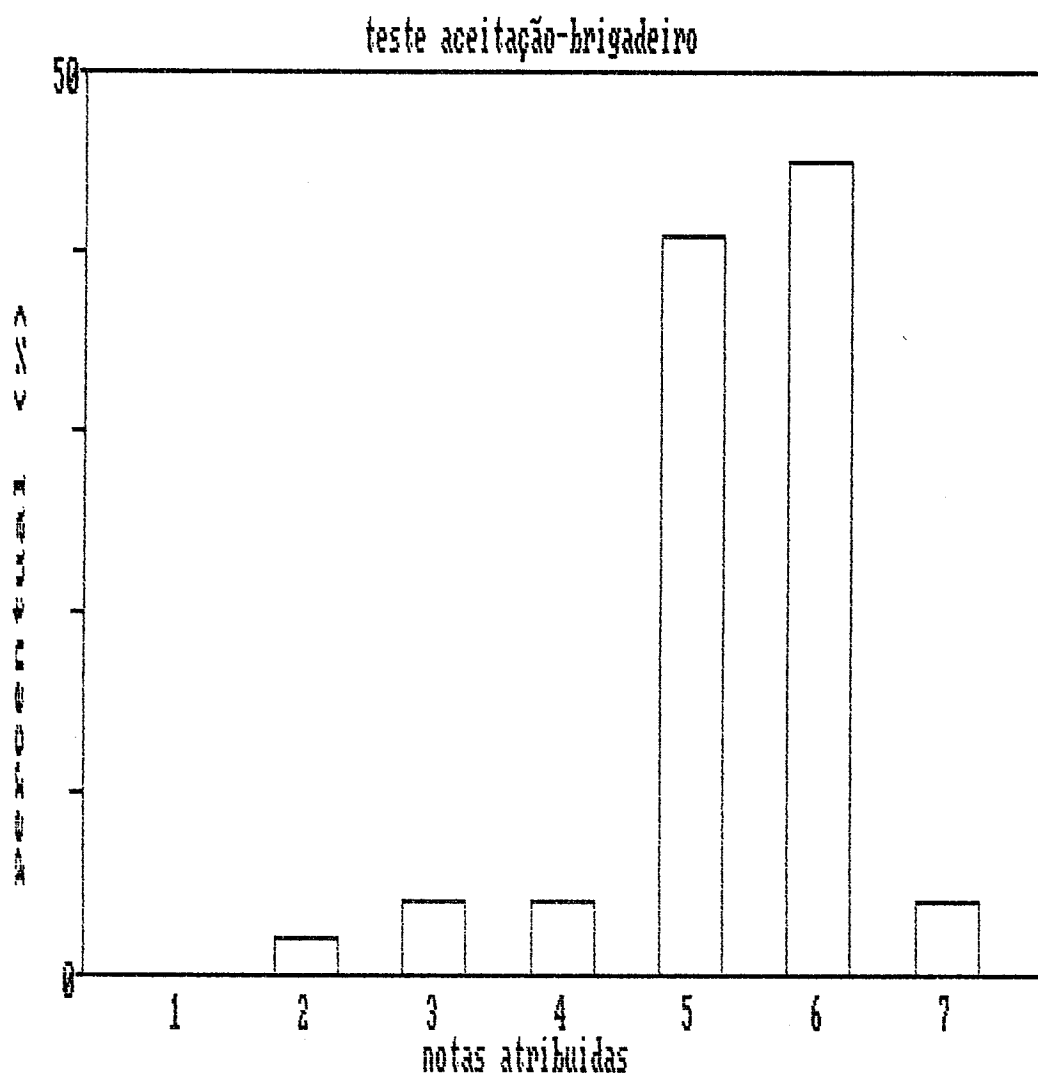
<b>Motivo</b>	<b>Frequência de aparecimento</b>
sabor característico	11
menos doce	9
melhor sabor	9
sabor mais suave	3
mais doce	2
mais homogênea	2
mais cremosa	2
menos enjoativa	1
menos viscosa	1
sabor de leite mais acentuado	1
menos gosto de soja	1

**Tabela 14 - Resultados do teste de preferência utilizando escala hedônica:  
comentários gerais a respeito da amostra 4**

<b>Comentários</b>	<b>Frequência de aparecimento</b>
sabor diferente	5
sensação de pó	4
maior viscosidade	3
sabor estranho	2
sabor menos enjoativo	2
muito doce	2
odor de óleo	1
boa textura	1
boa consistência	1
sabor de leite de soja	1
sabor de soja	1
sabor forte	1
gosto acentuado de leite em pó	1
leve sabor de doce de leite	1
gosto de mel	1
sabor que lembra a nozes	1
gosto de cozido	1
gosto de queimado	1
sabor caramelado	1
sabor de amido	1
gosto de farinha	1
maior concentração de açúcar	1
sabor amargo residual	1
sabor residual desagradável	1
sabor residual de leite em pó	1
"pega na língua"	1

**Tabela 15 - Resultado do teste de aceitação de brigadeiro: comentários e frequência de aparecimento**

<b>Comentários</b>	<b>Frequência de aparecimento</b>
muito saboroso	8
açúcar no ponto (não muito doce)	5
pouco doce	4
boa textura	4
sabor diferente	3
pouco chocolate	3
pouco sabor do leite condensado	2
produto à base de soja	2
chocolate com gosto forte	2
massa homogênea	1
pouco homogêneo	1
não enjoativo	1
seco	1
pouco cremoso	1
sabor residual de adoçante	1
sabor inicial de lecitina de soja	1
sabor de amendoim	1
sabor de coco	1
"meio grudento"	1
"não gruda nos dentes"	1



### LEGENDA

- NOTA 1 - DESGOSTEI MUITÍSSIMO
- NOTA 2 - DESGOSTEI MUITO
- NOTA 3 - DESGOSTEI REGULARMENTE
- NOTA 4 - INDIFERENTE
- NOTA 5 - GOSTEI REGULARMENTE
- NOTA 6 - GOSTEI MUITO
- NOTA 7 - GOSTEI MUITÍSSIMO

**Figura 14- Resultados do teste de aceitação dos brigadeiros**



### 4.3. REOLOGIA DE LEITE CONDENSADO TRADICIONAL

Para se estudar o efeito do teor de extrato hidrossolúvel de soja na viscosidade do leite condensado, é necessário primeiramente conhecer o comportamento reológico do fluido leite condensado que, como afirmou WEERSTA *et alii* (1988), é uma das suas principais características. Entretanto, são poucas as informações existentes, e se referem quase que exclusivamente a produtos não comerciais e com características particulares de processamento (ALVAREZ *et alii*, 1989). Sendo assim, antes de se conduzir a medida de viscosidade dos formulados, procedeu-se a um estudo reológico desse fluido.

As Figuras 15 e 16 representam os gráficos da tensão de cisalhamento ( $\tau$ ) em função da taxa de deformação corrigida ( $\dot{\gamma}_{\text{corrig}}$ ), para leite condensado, em todas as temperaturas estudadas. Os valores das leituras no equipamento e da tensão de cisalhamento calculada estão apresentados no Anexo 2.

As Tabelas 16 e 17 apresentam, a partir dos dados originais, os valores calculados dos parâmetros  $n$  e  $k$  do modelo da lei da potência. Os valores numéricos do parâmetro  $n$  indicam o comportamento de escoamento do fluido, sendo  $n=1$  para fluidos newtonianos,  $n<1$  para fluidos pseudoplásticos ("shear-thinning") e  $n>1$  para fluidos dilatantes ("shear-thickening").

Os resultados obtidos indicam que houve um decréscimo da viscosidade aparente com o aumento da taxa de deformação, indicando comportamento pseudoplástico em todos os casos. Observando os valores de  $n$  percebe-se que se trata de fluido de comportamento não Newtoniano e por ser menor, porém bastante próximo a 1, indica ser um fluido ligeiramente pseudoplástico. Estes resultados assemelham-se aos encontrados por SAMEL & MUERS (1962).

Como o fluido apresentou-se como não Newtoniano, corrigiu-se os valores de  $\dot{\gamma}$  através da equação 2 para cada rotação utilizada. Os fatores de correção  $k_{\text{Ostw}}$ , calculados pela equação 3 encontram-se apresentados nas Tabelas 18 e 19, e os de  $\dot{\gamma}_{\text{corrig}}$  estão nas Tabelas 20 a 27.

Com os valores das constantes  $k$  corrigidos, calculou-se, pela equação 4, a viscosidade aparente ( $\eta_{\text{ap}}$ ) do leite condensado, para cada rotação do reômetro e temperatura estudada. Em todas as temperaturas estudadas, o leite condensado açucarado apresentou comportamento pseudoplástico. Os valores de  $k$  corrigidos estão nas Tabelas 28 e 29.

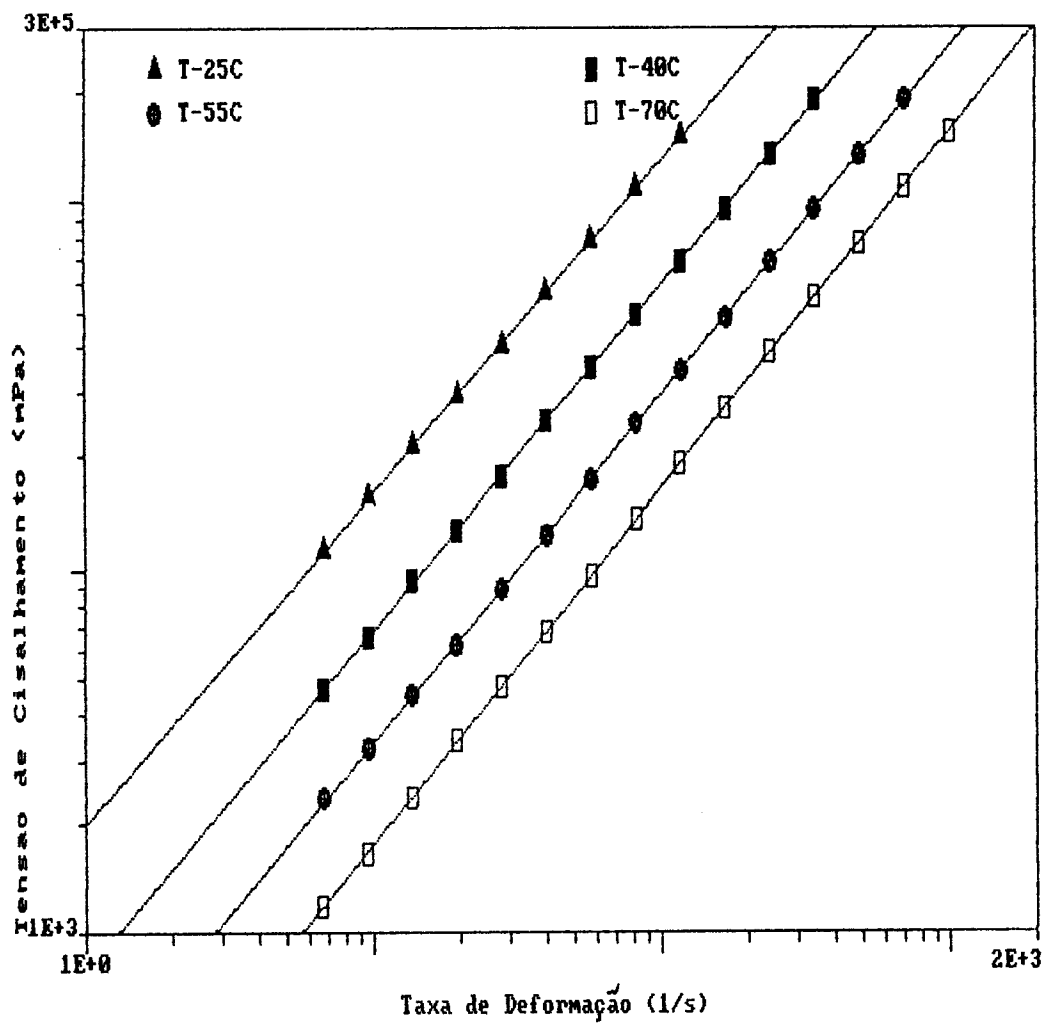
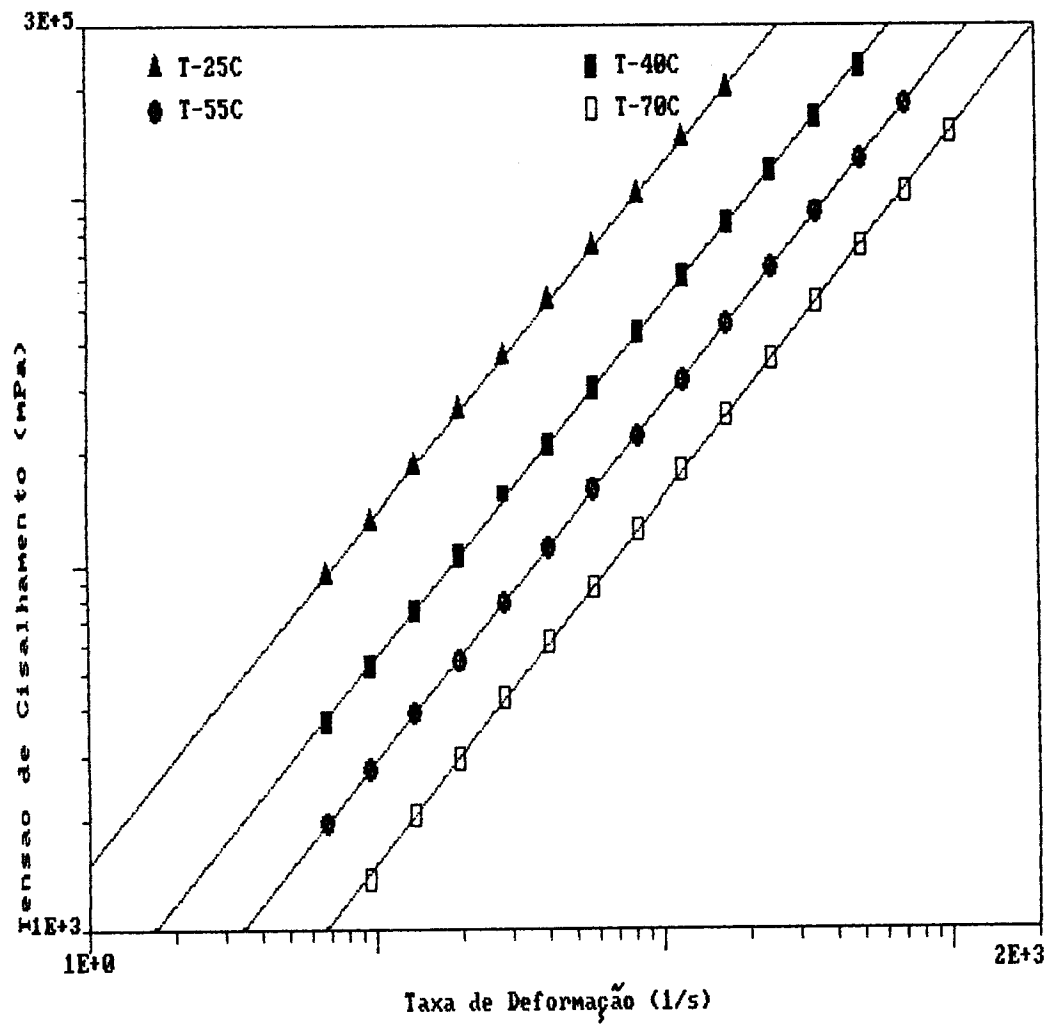


Figura 15- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado (amostra A), às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C



**Figura 16- Gráfico bilogárítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado (amostra B), às temperaturas de  $25^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $55^{\circ}$  e  $70^{\circ}C$**

#### 4.5. REOLOGIA DOS LEITES CONDENSADOS MISTOS

Os leites condensados mistos foram caracterizados reologicamente com o mesmo procedimento utilizado para o leite condensado tradicional. Os valores das leituras no equipamento e da tensão de cisalhamento calculada estão apresentados no Anexo 2.

As Tabelas 16 e 17 apresentam a partir dos dados originais, os valores calculados dos parâmetros  $n$  e  $k$  por meio da equação da lei da potência. Observa-se que esses fluidos também apresentam comportamento não Newtoniano, do tipo pseudoplástico.

Desta forma, corrigiu-se os valores de  $\dot{\gamma}$ , através da equação 2 para cada rotação utilizada. Os fatores de correção  $k_{Ostw}$ , calculados pela equação 3 encontram-se nas Tabelas 18 e 19 e os  $\dot{\gamma}_{corrig}$  estão nas Tabelas 20 a 27.

As Figuras 17 à 26 representam os gráficos da tensão de cisalhamento ( $\tau$ ) em função da taxa de deformação corrigida ( $\dot{\gamma}_{corrig}$ ), para os leites condensados mistos, em todas as porcentagens de substituição e temperaturas estudadas.

Com os valores corrigidos das constantes  $k$ , calculou-se pela equação 4, a viscosidade aparente das amostras às temperaturas experimentais. Como foi verificado que à temperatura de 70°C, as amostras apresentaram viscosidades aparentes inferiores a 300 cP, para todas as taxas de deformação, acredita-se haver a possibilidade de se concentrar misturas de leite de vaca e de soja para produção de leite condensado misto em evaporadores de circulação natural tipo filme descendente ou termo sifão, com utilização de vários efeitos para economia de vapor. A verificação desta hipótese necessita de estudos objetivos na concentração dos produtos nestes tipos de evaporadores.

As Figuras 27 à 34 demonstram que todas as amostras estudadas apresentam o mesmo tipo de comportamento reológico, possibilitando a conclusão a respeito do modelo a ser usado, neste caso, o modelo de Oswald -de Waele, da mesma forma que foi utilizado por ALVAREZ *et alii* (1989)

Quanto a relação entre viscosidade aparente, teor de soja e tipo de gordura utilizada, pode se observar que nas amostras contendo gordura vegetal hidrogenada, ocorreu uma relação direta entre o aumento da viscosidade aparente e o aumento do teor de soja, o que não pode ser concluído em relação às amostras contendo óleo vegetal.

Pode-se observar na Tabela 11, que em relação a avaliação sensorial da viscosidade, as amostras contendo óleo vegetal e gordura vegetal hidrogenada apresentaram aumento de viscosidade em função do aumento do teor de soja. Este comportamento foi semelhante ao comportamento reológico das amostras contendo gordura vegetal hidrogenada.

**Tabela 16- Parâmetros do modelo da Lei da Potência para os dados experimentais das amostras contendo óleo vegetal às concentrações e temperaturas experimentais**

		% de substituição											
		0		6		12		18		24		30	
T <sup>o</sup> (C)	(mPas)	k	n (-)	k	n (-)	k	n (-)	k	n (-)	k	n (-)	k	n (-)
25	1999.86	0.91	2460.37	0.91	2041.74	0.94	2312.06	0.94	2128.14	0.94	2600.16	0.91	0.91
40	787.05	0.94	1129.80	0.93	889.20	0.95	924.69	0.95	922.57	0.94	1156.11	0.91	0.91
55	379.31	0.95	587.49	0.92	424.62	0.95	488.65	0.94	511.68	0.93	574.12	0.92	0.92
70	183.23	0.97	431.19	0.92	243.78	0.96	284.45	0.94	305.49	0.94	358.09	0.92	0.92

**Tabela.17-Parâmetros do modelo da Lei da Potência para os dados experimentais das amostras contendo gordura vegetal hidrogenada às concentrações e temperaturas experimentais**

		% de substituição											
		0		6		12		18		24		30	
T <sup>o</sup> (C)	(mPas)	k	n (-)	k	n (-)	k	n (-)	k	n (-)	k	n (-)	k	n (-)
25	1527.57	0.95	1986.09	0.92	1749.85	0.96	1819.70	0.96	2084.49	0.95	2376.84	0.93	0.93
40	609.54	0.96	889.20	0.91	734.51	0.97	866.96	0.95	972.75	0.95	988.55	0.95	0.95
55	306.90	0.97	353.99	0.96	412.09	0.95	473.15	0.93	540.75	0.92	570.16	0.91	0.91
70	149.97	1.00	196.79	0.97	235.50	0.95	276.06	0.93	353.18	0.91	354.81	0.91	0.91

**Tabela 18- Valores dos fatores de correção de Ostwald (kOst) utilizados nos experimentos para as amostras contendo óleo vegetal**

Tº (C)	% de substituição					
	0	6	12	18	24	30
	<b>K Ostwald</b>					
25	1.010	1.009	1.006	1.006	1.006	1.010
40	1.006	1.007	1.006	1.005	1.006	1.009
55	1.005	1.008	1.005	1.007	1.007	1.008
70	1.003	1.008	1.004	1.006	1.007	1.008

**Tabela 19- Valores dos fatores de correção de Ostwald (kOst) utilizados nos experimentos para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada**

Tº (C)	% de substituição					
	0	6	12	18	24	30
	<b>K Ostwald</b>					
25	1.005	1.009	1.005	1.004	1.005	1.007
40	1.004	1.009	1.003	1.005	1.005	1.005
55	1.003	1.004	1.006	1.007	1.008	1.009
70	1.000	1.003	1.005	1.007	1.009	1.009

**Tabela 20- Valores da taxa de deformação corrigidos para as amostras contendo óleo vegetal à temperatura de 25°C**

	% de substituição					
	0	6	12	18	24	30
<b>γ tabelado</b>	<b>γ corrigido</b>					
<b>(1/s)</b>	<b>(1/s)</b>					
6.65	6.72	6.71	6.69	6.69	6.69	6.72
9.51	9.61	9.60	9.57	9.57	9.57	9.61
13.61	13.75	13.73	13.69	13.69	13.69	13.75
19.48	19.68	19.66	19.60	19.60	19.60	19.67
27.90	28.18	28.15	28.07	28.07	28.07	28.18
39.90	40.30	40.26	40.14	40.14	40.14	40.30
7.20	57.78	57.71	57.54	57.54	57.54	57.78
81.80	82.62	82.54	82.29	82.29	82.29	82.62
117.10	118.27	118.15	117.80	117.80	117.80	118.27
167.60	169.28	169.11	168.61	168.61	168.61	169.28
240.00	242.40	242.16	241.44	241.44	241.44	242.40
343.00	346.43	346.09	345.06	345.06	345.06	346.43
492.00	496.92	496.43	494.95	494.95	494.95	496.92
704.00	711.04	710.34	708.22	708.22	708.22	711.04
1008.00	1018.08	1017.01	1014.05	1014.05	1014.05	1018.08

**Tabela 21 - Valores da taxa de deformação corrigidos para as amostras contendo óleo vegetal à temperatura de 40°C**

γ tabelado (1/s)	% de substituição						γ corrigido (1/s)
	0	6	12	18	24	30	
6.65	6.69	6.70	6.69	6.68	6.69	6.69	6.71
9.51	9.57	9.58	9.57	9.56	9.57	9.57	9.60
13.61	13.69	13.71	13.69	13.68	13.69	13.69	13.73
19.48	19.60	19.62	19.60	19.58	19.60	19.60	19.66
27.90	28.07	28.10	28.07	28.04	28.07	28.07	28.15
39.90	40.14	40.18	40.14	40.10	40.14	40.14	40.26
57.20	57.54	57.60	57.54	57.49	57.54	57.54	57.71
81.80	82.29	82.37	82.29	82.21	82.29	82.29	82.54
117.10	117.80	117.92	117.80	117.69	117.80	117.80	118.15
167.60	168.61	168.77	168.61	168.44	168.61	168.61	169.11
240.00	241.44	241.68	241.44	241.20	241.44	241.44	242.16
343.00	345.06	345.40	345.06	344.72	345.06	345.06	346.09
492.00	494.95	495.44	494.95	494.46	494.95	494.95	496.43
704.00	708.22	708.93	708.22	707.52	708.22	708.22	710.34
1008.00	1014.05	1015.06	1014.05	1013.04	1014.05	1014.05	1017.01



**Tabela 22-Valores da taxa de deformação corrigidos para as amostras contendo óleo vegetal à temperatura de 55°C**

	% de substituição					
	0	6	12	18	24	30
<b><math>\dot{\gamma}</math> tabelado</b>	<b><math>\dot{\gamma}</math> corrigido</b>					
<b>(1/s)</b>	<b>(1/s)</b>					
6.65	6.68	6.70	6.68	6.70	6.70	6.70
9.51	5.56	9.59	9.56	9.58	9.58	9.59
13.61	13.68	13.72	13.68	13.71	13.71	13.72
19.48	19.58	19.64	19.58	19.62	19.62	19.64
27.90	28.04	28.12	28.04	28.10	28.10	28.12
39.90	40.10	40.22	40.10	40.18	40.18	40.22
57.20	57.49	57.66	57.49	57.60	57.60	57.66
81.80	82.21	82.45	82.21	82.37	82.37	82.45
117.10	117.69	118.04	117.69	117.92	117.92	118.04
167.60	168.44	168.94	168.44	168.77	168.77	168.94
240.00	241.20	241.92	241.20	241.68	241.68	241.92
343.00	344.72	345.74	344.72	345.40	345.40	345.74
492.00	494.46	495.94	492.46	495.44	495.44	495.94
704.00	707.52	709.63	707.52	708.93	708.93	709.63
1008.00	1013.04	1016.06	1013.04	1015.06	1015.06	1016.06

**Tabela 23-Valores da taxa de deformação corrigidos para as amostras contendo óleo vegetal à temperatura de 70°C**

	% de substituição					
	0	6	12	18	24	30
<b><math>\dot{\gamma}</math> tabelado</b>						
<b>(1/s)</b>						
6.65	6.67	6.70	6.68	6.69	6.70	6.70
9.51	5.54	9.59	9.55	9.57	9.58	9.59
13.61	13.65	13.72	13.66	13.69	13.71	13.72
19.48	19.54	19.64	19.56	19.60	19.62	19.64
27.90	28.01	28.12	28.01	28.07	28.10	28.12
39.90	40.02	40.22	40.16	40.14	40.18	40.22
57.20	57.37	57.66	57.43	57.54	57.60	57.66
81.80	82.05	82.45	82.13	82.29	82.37	82.45
117.10	117.45	118.04	117.57	117.80	117.92	118.04
167.60	168.10	168.94	168.27	168.61	168.77	168.94
240.00	241.72	241.92	241.96	241.44	241.68	241.92
343.00	344.03	345.74	344.37	345.06	345.40	345.74
492.00	494.48	495.94	492.97	495.95	495.44	495.94
704.00	707.11	709.63	707.82	708.22	708.93	709.63
1008.00	1013.02	1016.06	1012.03	1014.05	1015.06	1016.06



**Tabela 25-Valores da taxa de deformação corrigidos para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada à temperatura de 400C**

$\dot{\gamma}$ tabelado (1/s)	% de substituição					
	0	6	12	18	24	30
6.65	6.68	6.71	6.67	6.68	6.68	6.68
9.51	9.55	9.60	9.54	9.56	9.56	9.56
13.61	13.66	13.73	13.65	13.68	13.68	13.68
19.48	19.56	19.66	19.54	19.58	19.58	19.58
27.90	28.01	28.15	28.01	28.04	28.04	28.04
39.90	40.06	40.26	40.02	40.10	40.10	40.10
57.20	57.43	57.71	57.37	57.49	57.49	57.49
81.80	82.13	82.54	82.05	82.21	82.21	82.21
117.10	117.57	118.15	117.45	117.69	117.69	117.69
167.60	168.27	169.11	168.10	168.44	168.44	168.44
240.00	240.96	242.16	240.72	241.20	241.20	241.20
343.00	344.37	346.09	344.03	344.72	344.72	344.72
492.00	493.97	496.43	493.48	494.46	494.46	494.46
704.00	706.82	710.34	706.11	707.52	707.52	707.52
1008.00	1012.03	1017.01	1011.02	1013.04	1013.04	1013.04

**Tabela 26-Valores da taxa de deformação corrigidos para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada à temperatura de 55°C**

$\dot{\gamma}$ tabelado (1/s)	% de substituição					
	0	6	12	18	24	30
	$\dot{\gamma}$ corrigido (1/s)					
6.65	6.67	6.68	6.69	6.70	6.70	6.71
9.51	9.54	9.55	9.57	9.58	9.59	9.60
13.61	13.65	13.66	13.69	13.71	13.72	13.73
19.48	19.54	19.56	19.60	19.62	19.64	19.66
27.90	28.01	28.01	28.07	28.10	28.12	28.15
39.90	40.02	40.16	40.14	40.18	40.22	40.26
57.20	57.37	57.43	57.54	57.60	57.66	57.71
81.80	82.05	82.13	82.29	82.37	82.45	82.54
117.10	117.45	117.57	117.80	117.92	118.04	118.15
167.60	168.10	168.27	168.61	168.77	168.94	169.11
240.00	240.72	240.96	241.44	241.68	241.92	242.16
343.00	344.03	344.37	345.06	345.40	345.74	346.09
492.00	493.48	493.97	494.95	495.44	495.94	496.43
704.00	706.11	706.82	708.22	708.93	709.63	710.34
1008.00	1011.02	1012.03	1014.05	1015.06	1016.06	1017.01



**Tabela 28-Parâmetros corrigidos do modelo da Lei da Potência para os dados experimentais das amostras contendo óleo vegetal às concentrações e temperaturas experimentais**

		% de substituição																	
		0			6			12			18			24			30		
T <sup>o</sup> (C)		k (mPas)	n (-)	k (mPas)	n (-)	k (mPas)	n (-)	k (mPas)	n (-)	k (mPas)	n (-)	k (mPas)	n (-)	k (mPas)	n (-)	k (mPas)	n (-)		
25		1981.53	0.91	2360.48	0.92	1995.26	0.94	2296.15	0.94	2118.36	0.94	2535.13	0.91						
40		787.05	0.94	1111.73	0.93	885.12	0.95	903.65	0.95	905.73	0.95	1116.86	0.92						
55		377.57	0.95	580.76	0.92	422.67	0.95	485.29	0.94	505.82	0.93	554.63	0.93						
70		187.07	0.97	338.84	0.92	250.61	0.95	287.08	0.94	306.20	0.93	356.45	0.92						

**Tabela 29- Parâmetros corrigidos do modelo da Lei da Potência para os dados experimentais das amostras contendo gordura vegetal hidrogenada às concentrações e temperaturas experimentais**

		% de substituição																	
		0			6			12			18			24			30		
T <sup>o</sup> (C)		k (mPas)	n (-)	k (mPas)	n (-)	k (mPas)	n (-)	k (mPas)	n (-)	k (mPas)	n (-)	k (mPas)	n (-)	k (mPas)	n (-)	k (mPas)	n (-)		
25		1517.05	0.95	1874.99	0.93	1741.81	0.96	1807.17	0.96	2074.91	0.95	2317.39	0.94						
40		606.74	0.96	883.08	0.91	732.82	0.97	853.10	0.95	959.40	0.95	984.01	0.95						
55		306.20	0.97	346.74	0.96	392.64	0.96	441.57	0.95	497.74	0.94	511.68	0.94						
70		149.97	1.00	191.43	0.97	224.39	0.96	260.62	0.95	323.59	0.93	326.59	0.93						

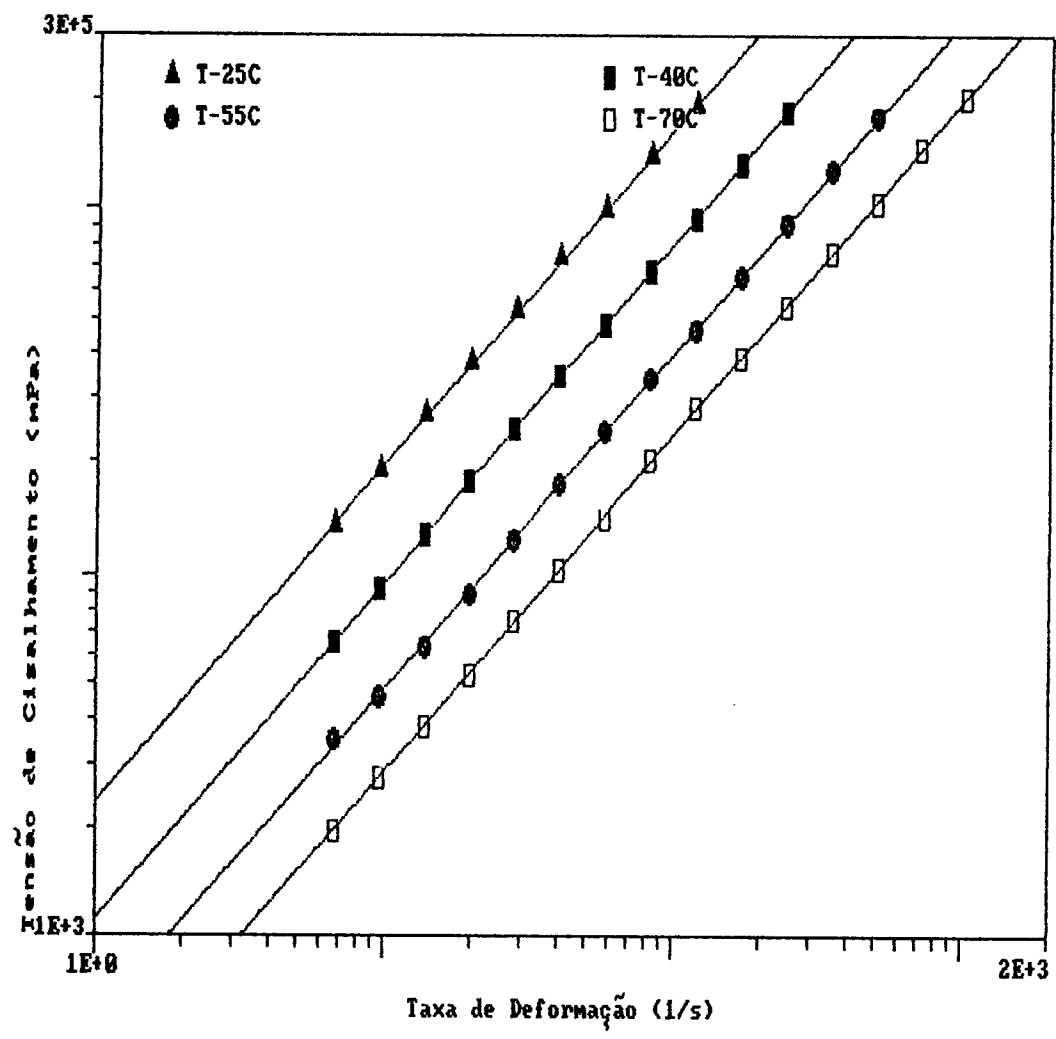
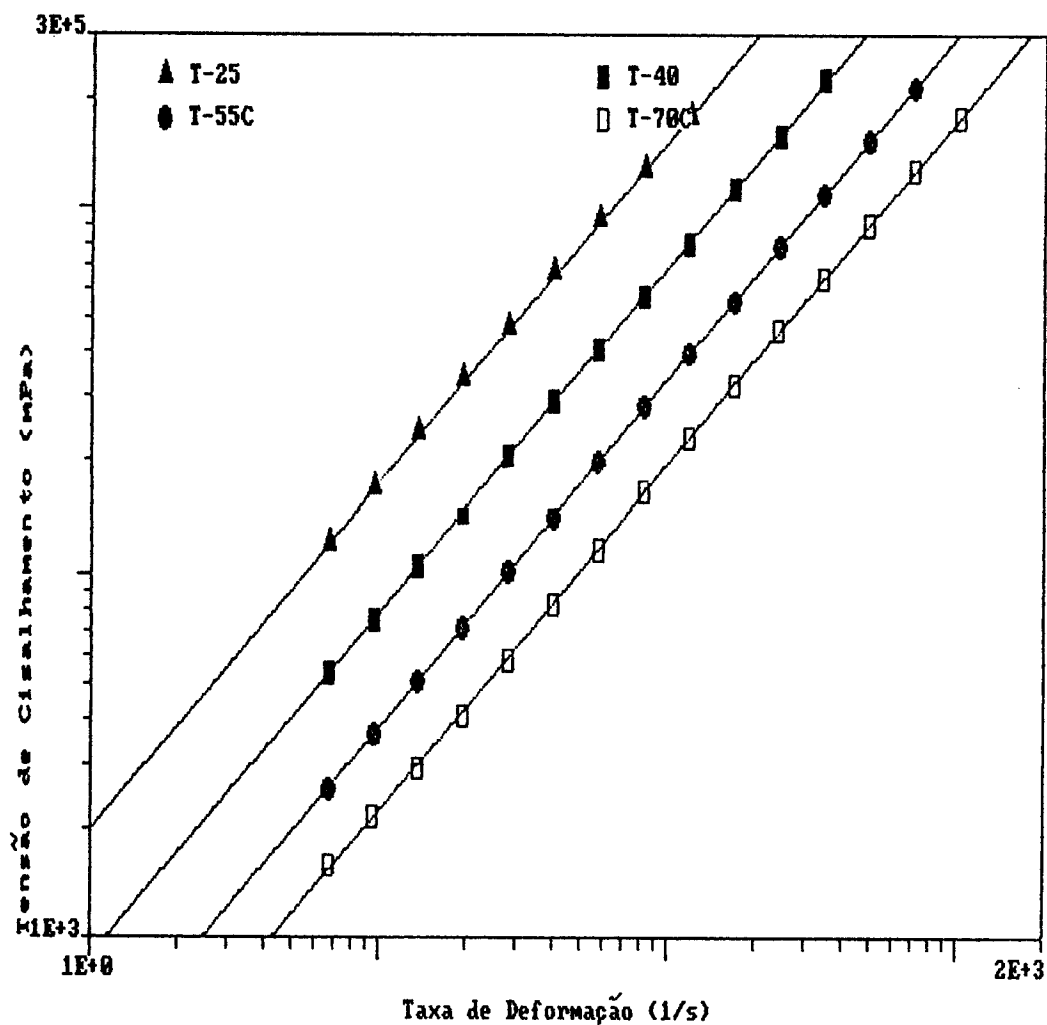


Figura 17- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto com 6% de substituição, contendo óleo na formulação às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C





**Figura 18-** Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto com 12% de substituição, contendo óleo na formulação às temperaturas de  $25^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $55^\circ$  e  $70^\circ\text{C}$

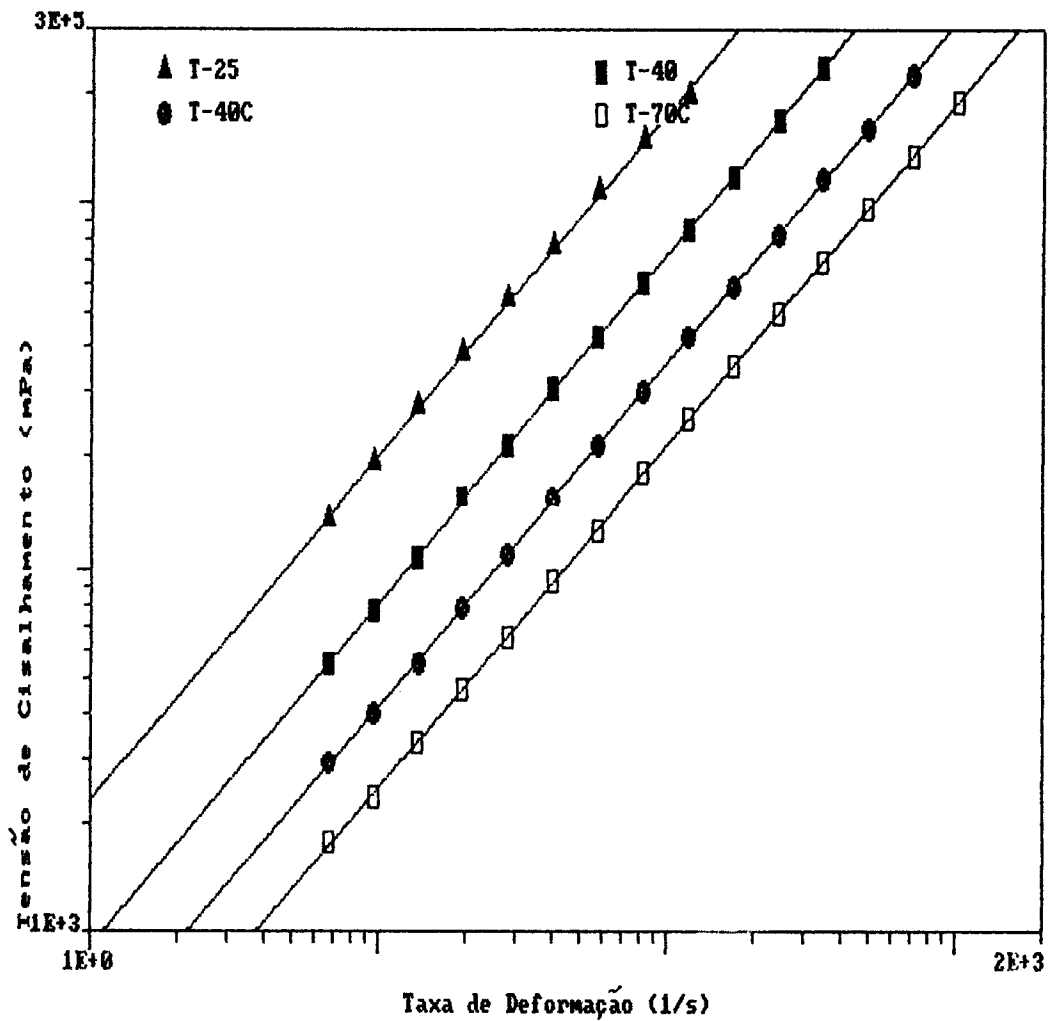
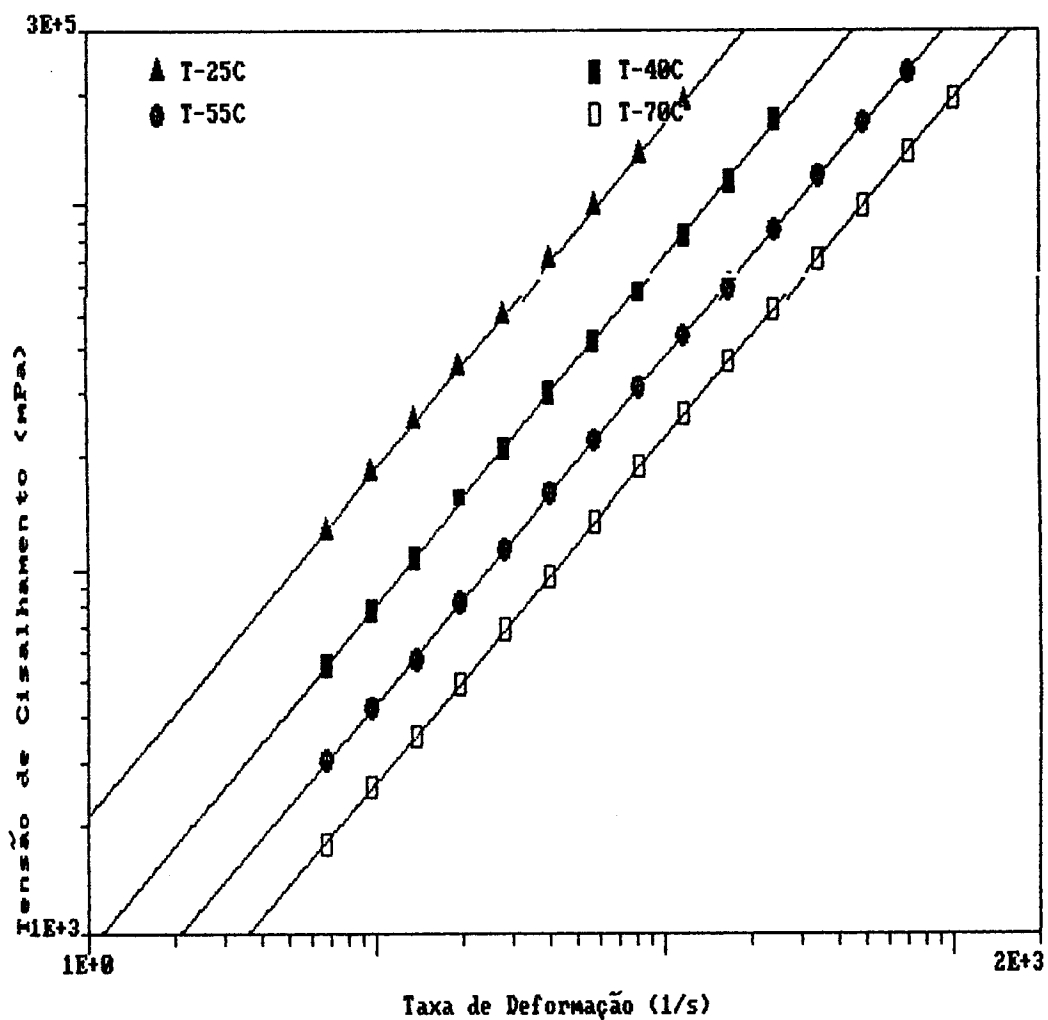
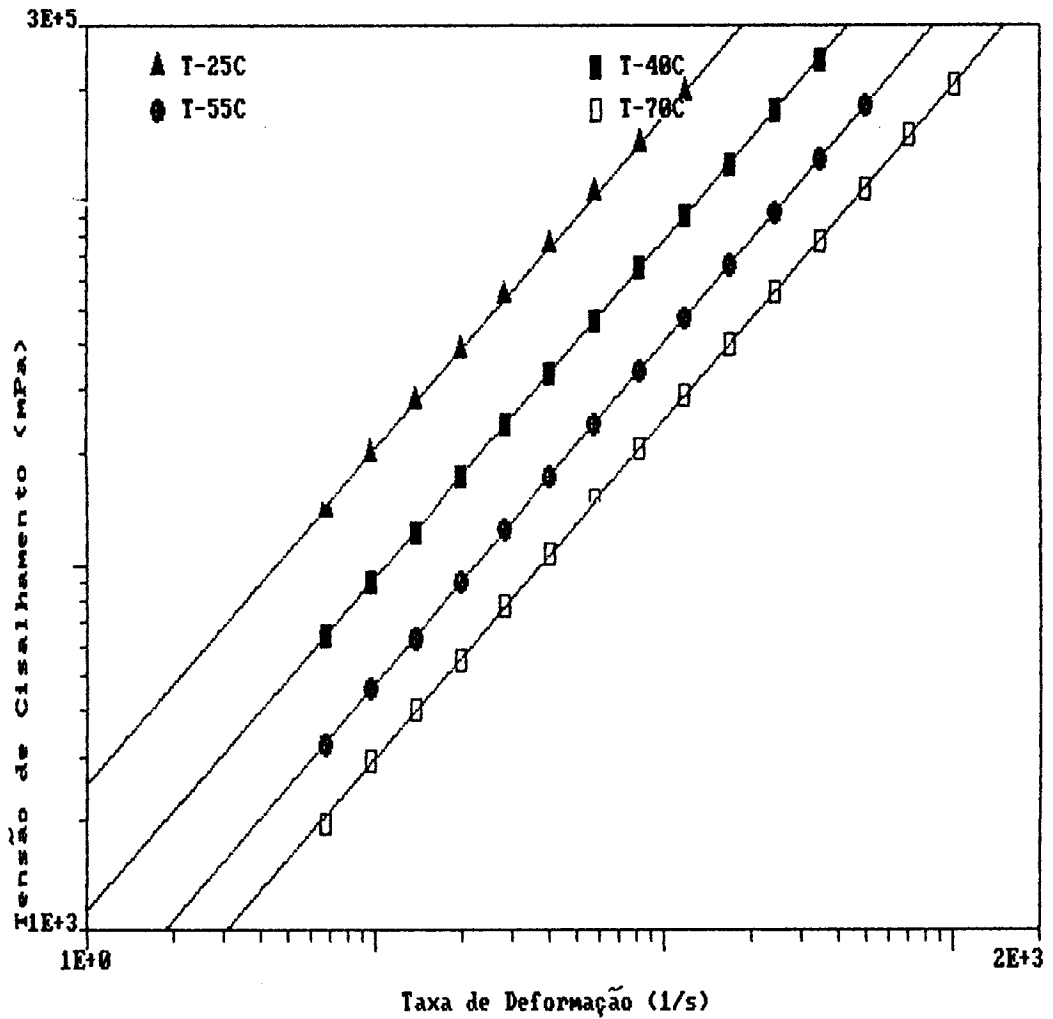


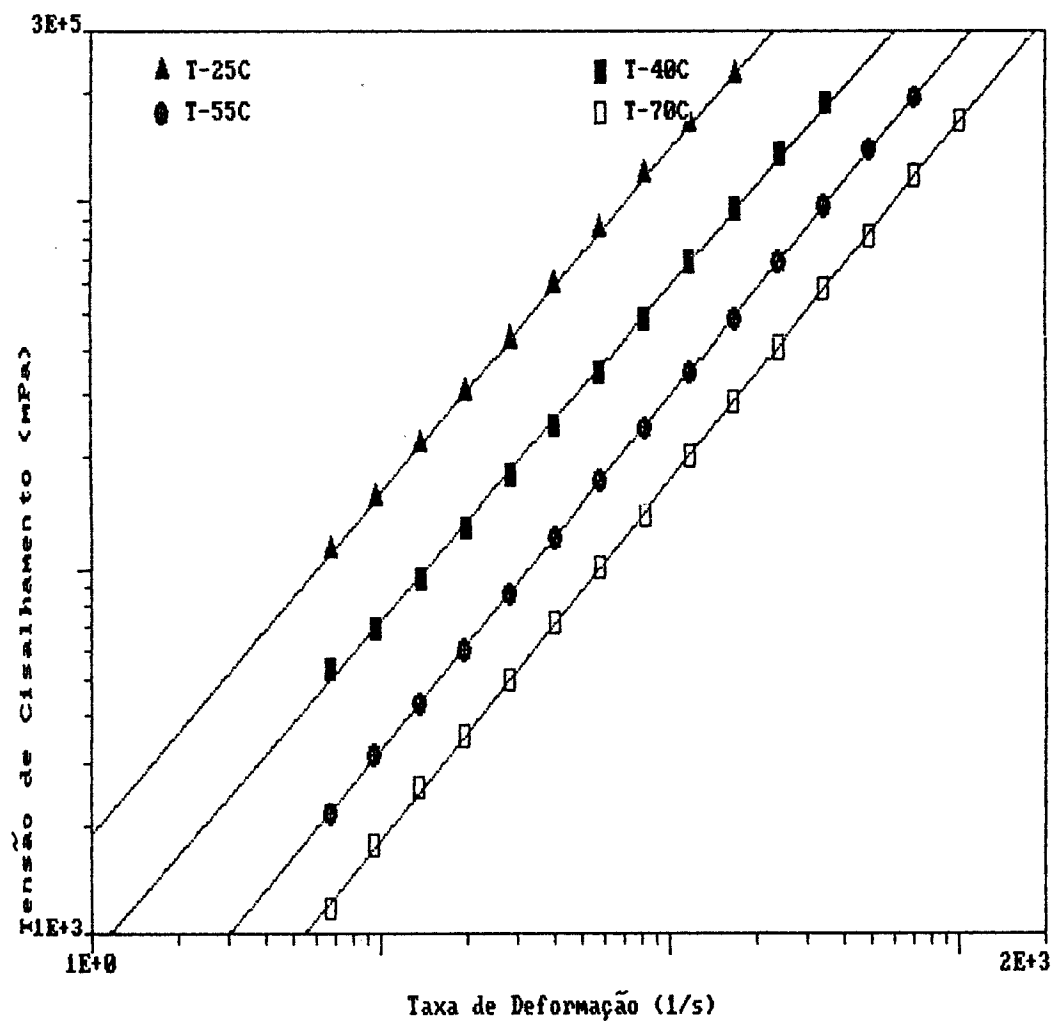
Figura 19- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto com 18% de substituição, contendo óleo na formulação às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C



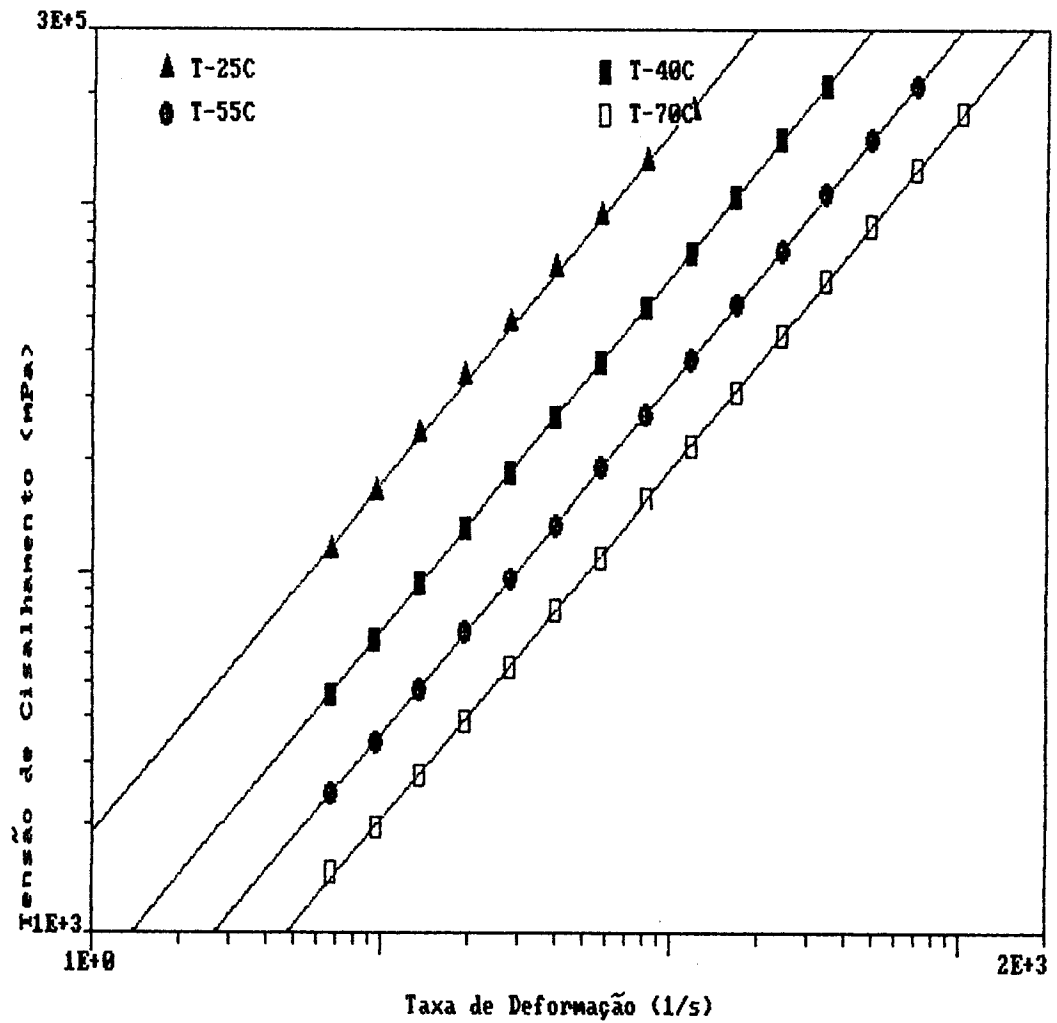
**Figura 20-** Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto com 24% de substituição, contendo óleo na formulação às temperaturas de 25°, 40°, 55° e 70°C



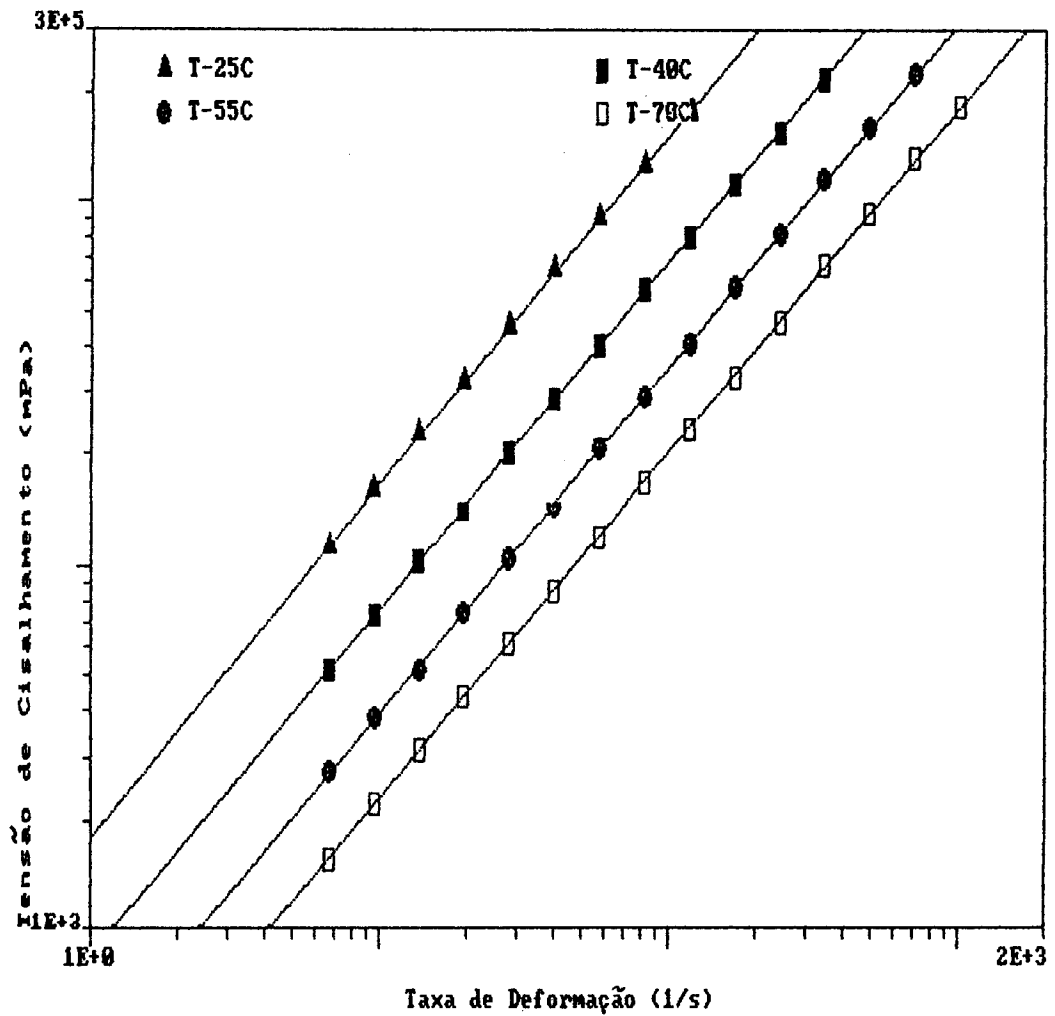
**Figura 21- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto com 30% de substituição, contendo óleo na formulação às temperaturas de 25°, 40°, 55° e 70°C**



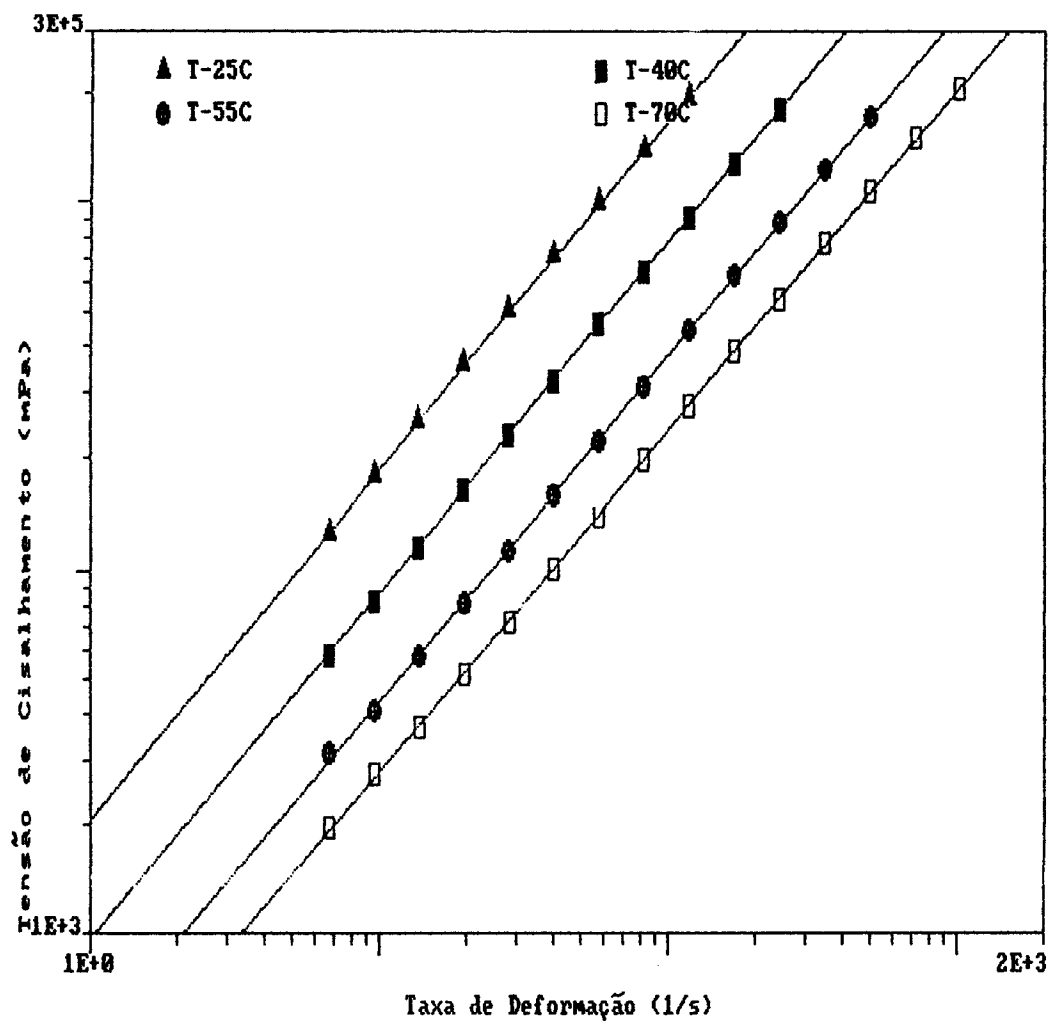
**Figura 22- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto com 6% de substituição, contendo gordura vegetal na formulação às temperaturas de 25°,40°,55° e 70°C**



**Figura 23-** Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto com 12% de substituição, contendo gordura vegetal na formulação às temperaturas de  $25^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $55^{\circ}$  e  $70^{\circ}C$



**Figura 24-** Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto 18% de substituição, contendo gordura vegetal às temperaturas de 25°, 40°, 55° e 70°C



**Figura 25- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto 24% de substituição, contendo gordura vegetal às temperaturas de  $25^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $55^\circ$  e  $70^\circ C$**



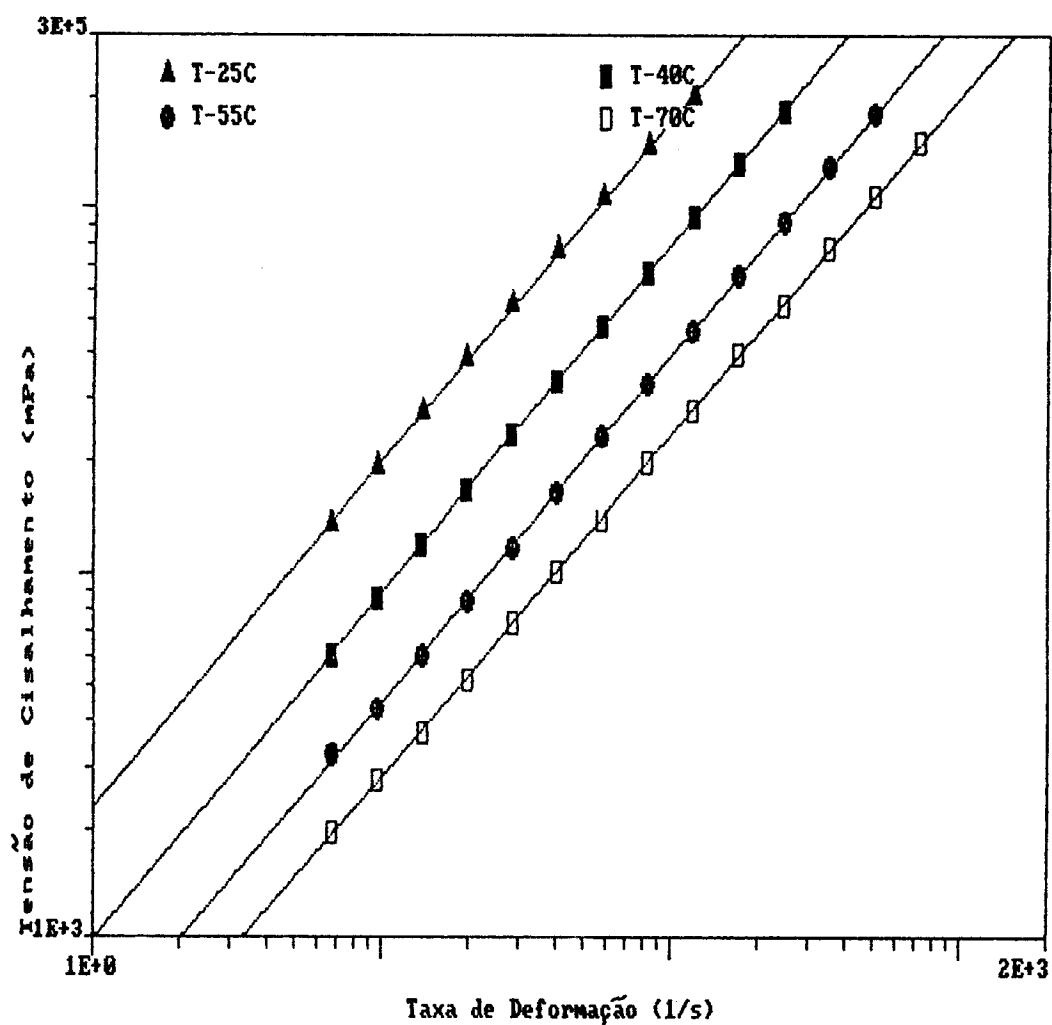


Figura 26- Gráfico bilogarítmico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação corrigida, para leite condensado misto 30% de substituição, contendo gordura vegetal às temperaturas de  $25^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $55^{\circ}$  e  $70^{\circ}C$

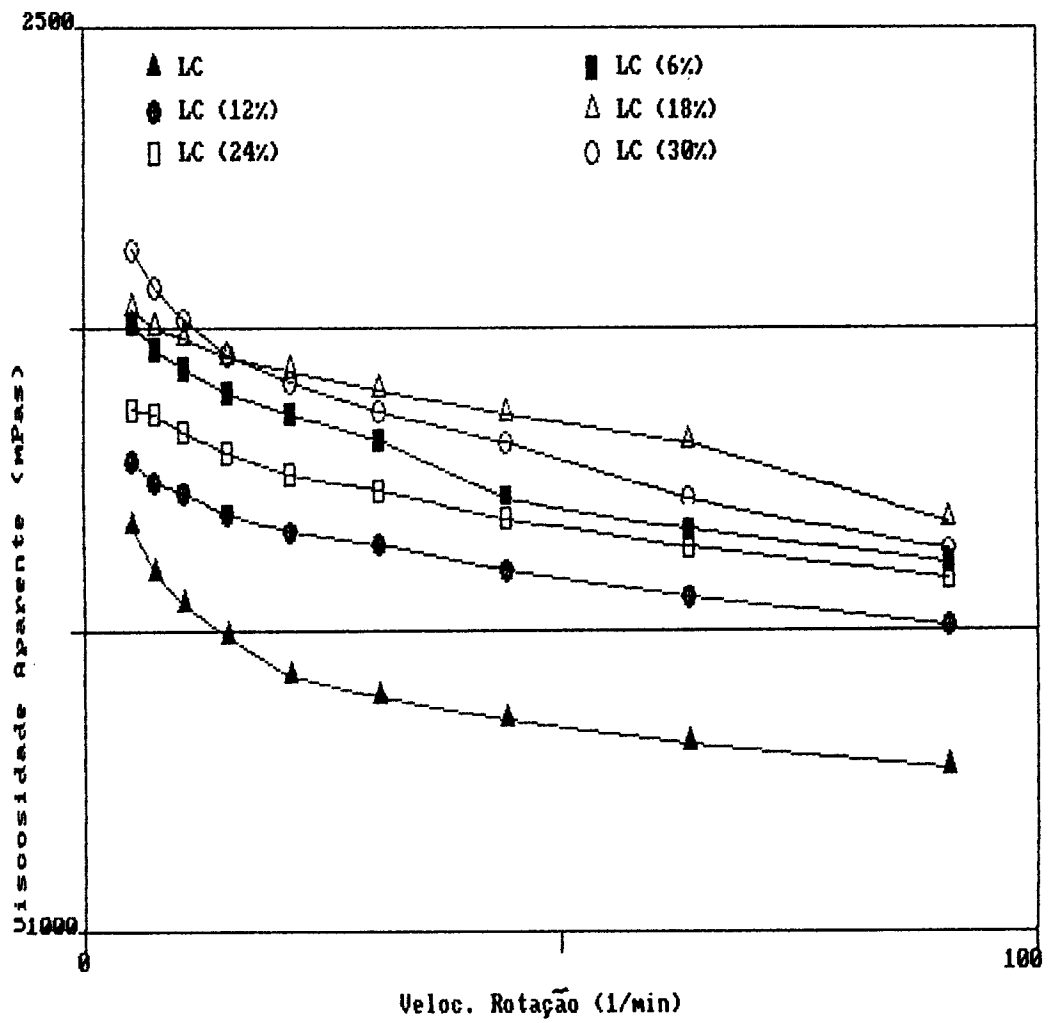
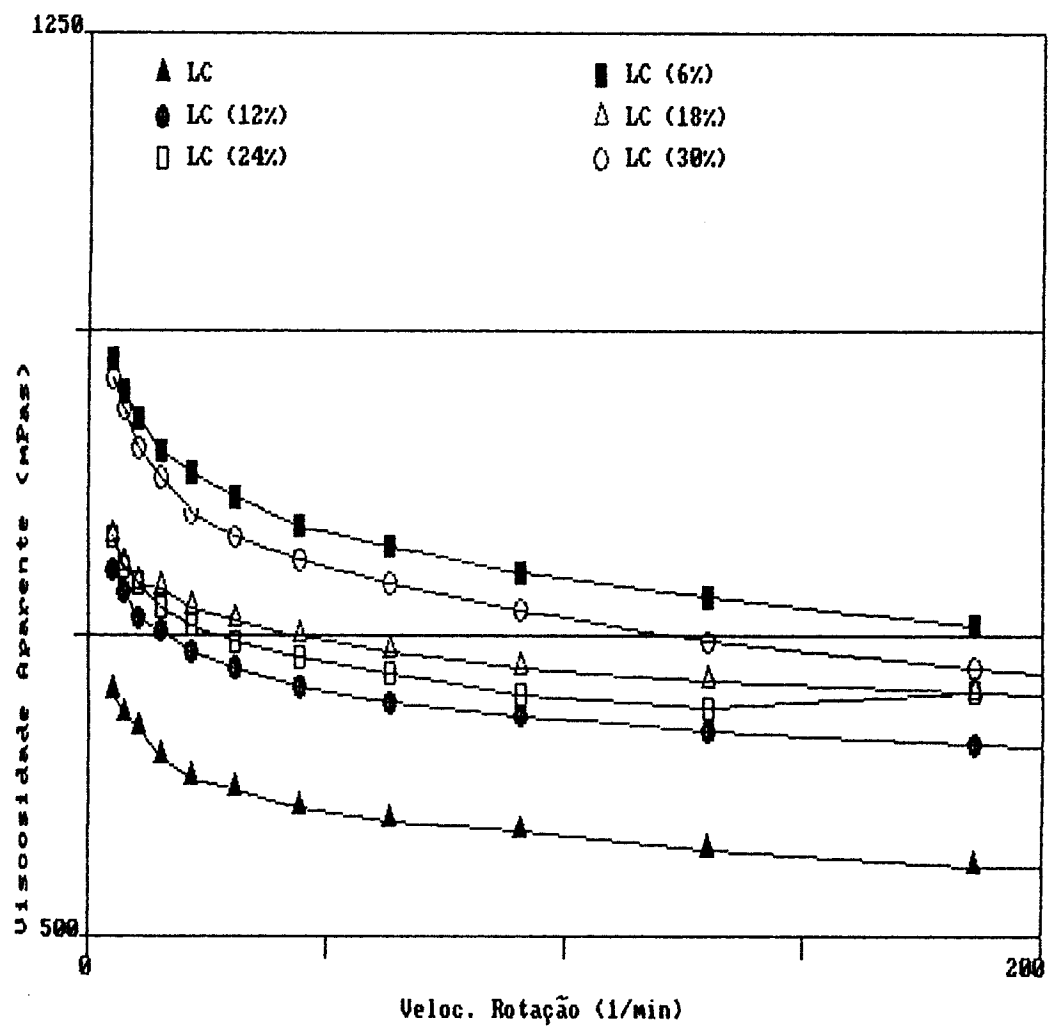
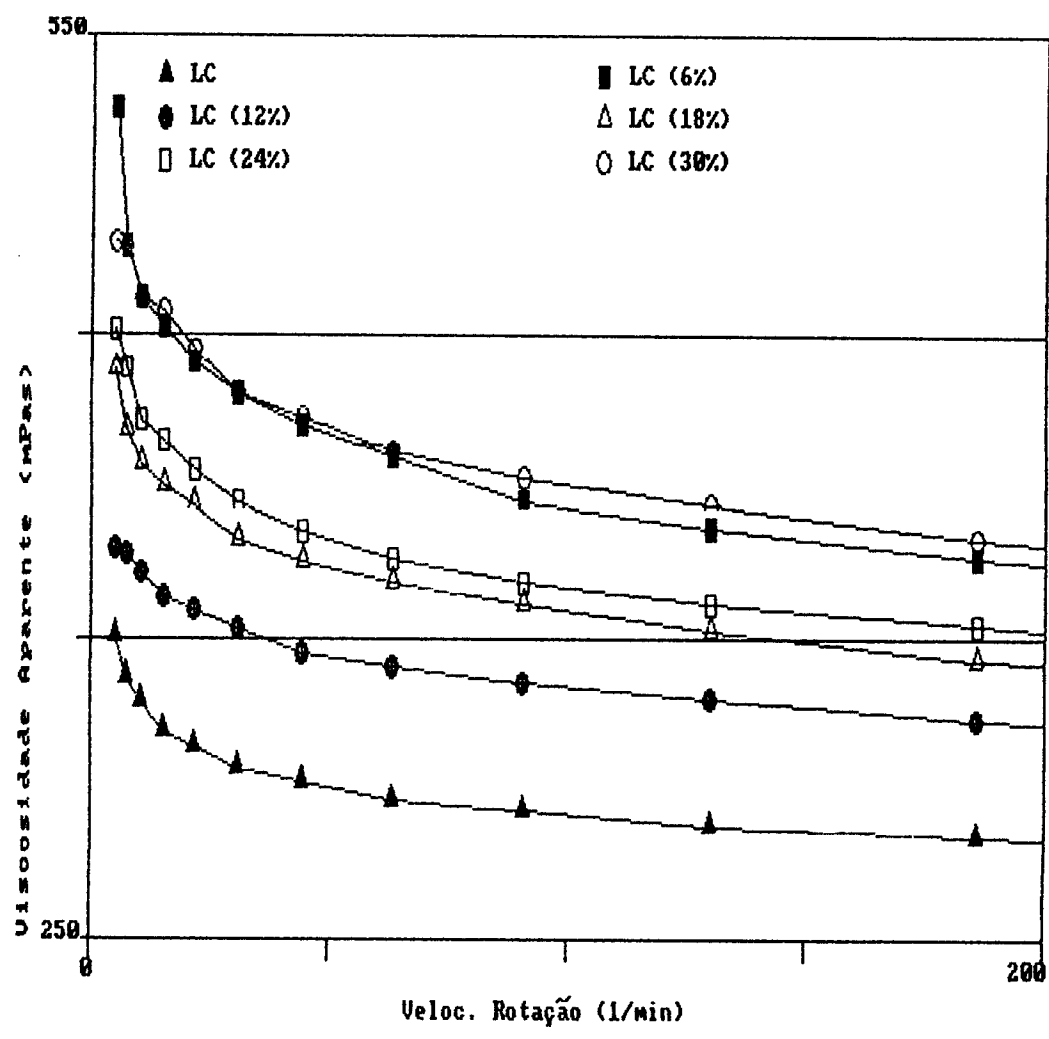


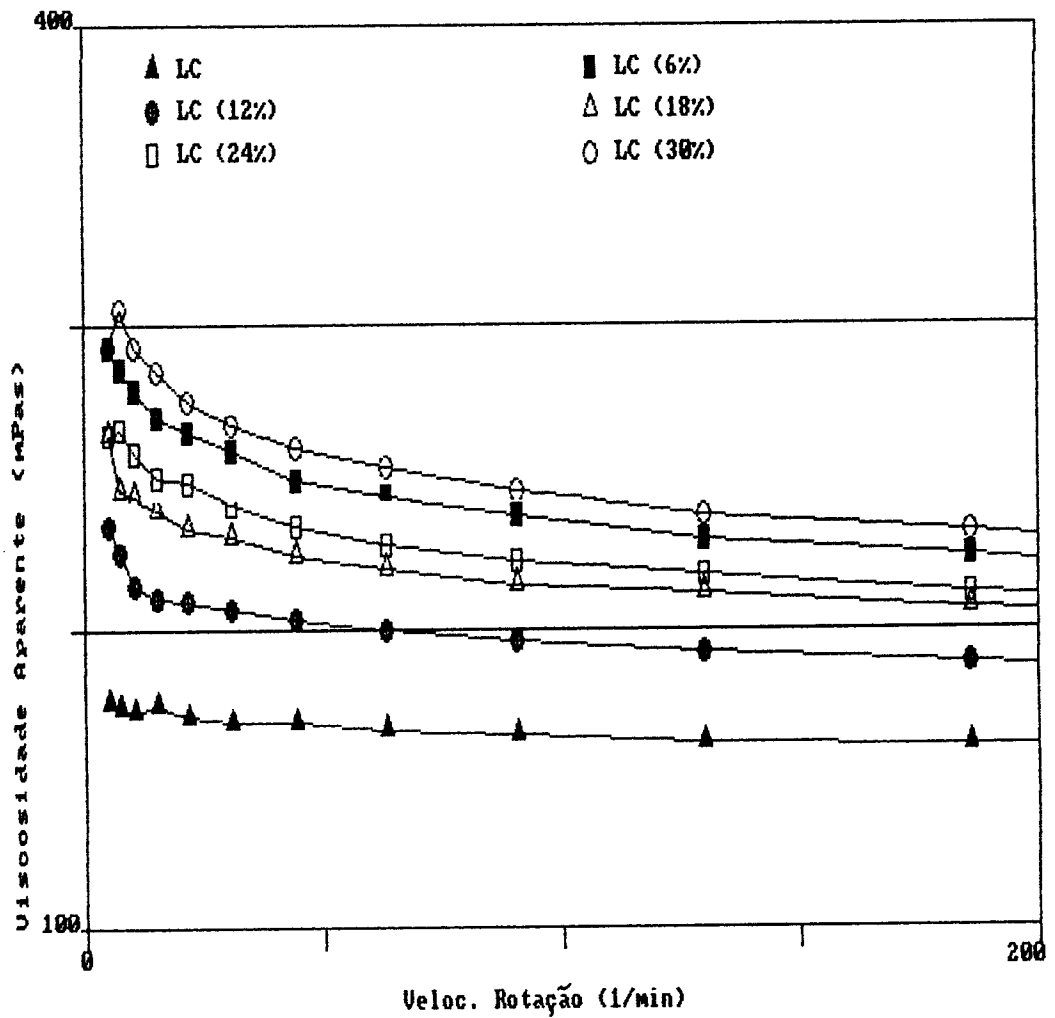
Figura 27- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo óleo na formulação à temperatura de 25°C



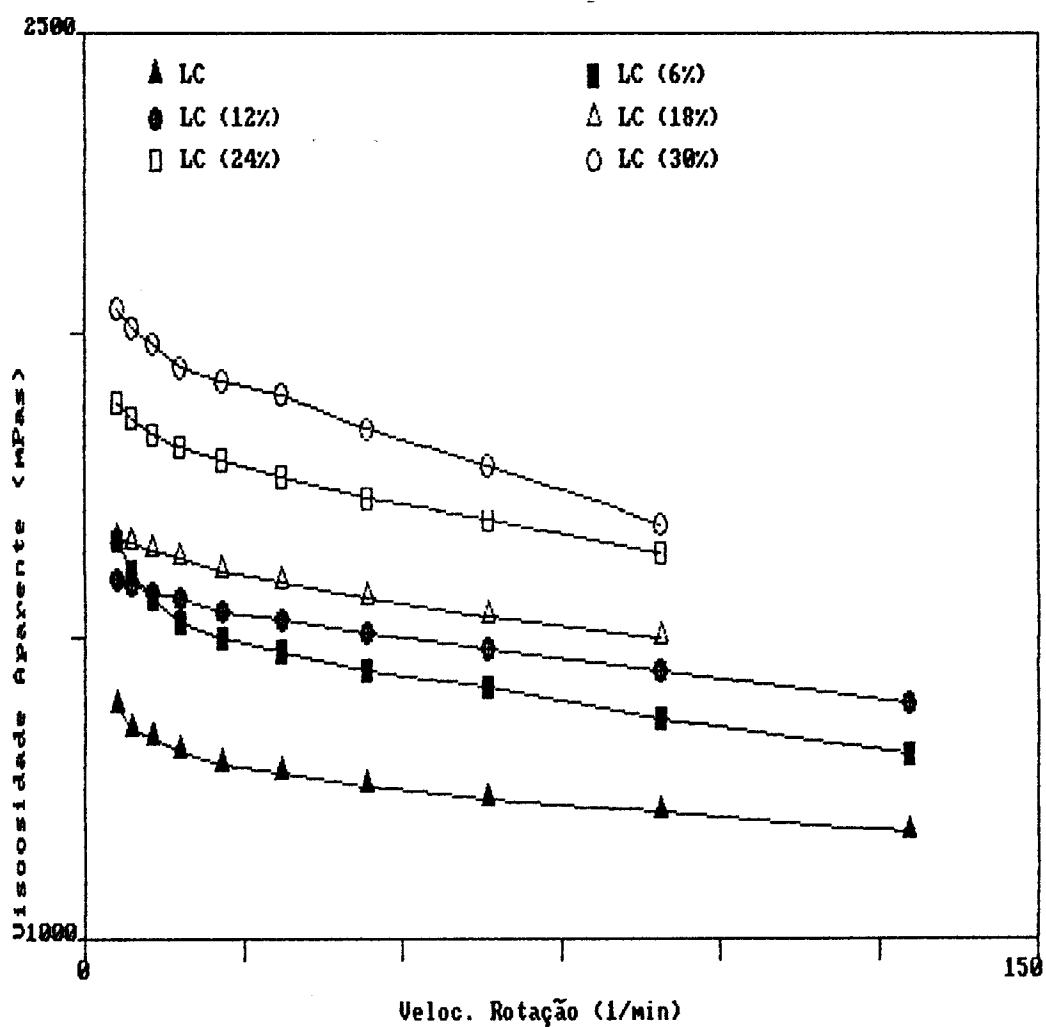
**Figura 28- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo óleo na formulação à temperatura de 40°C**



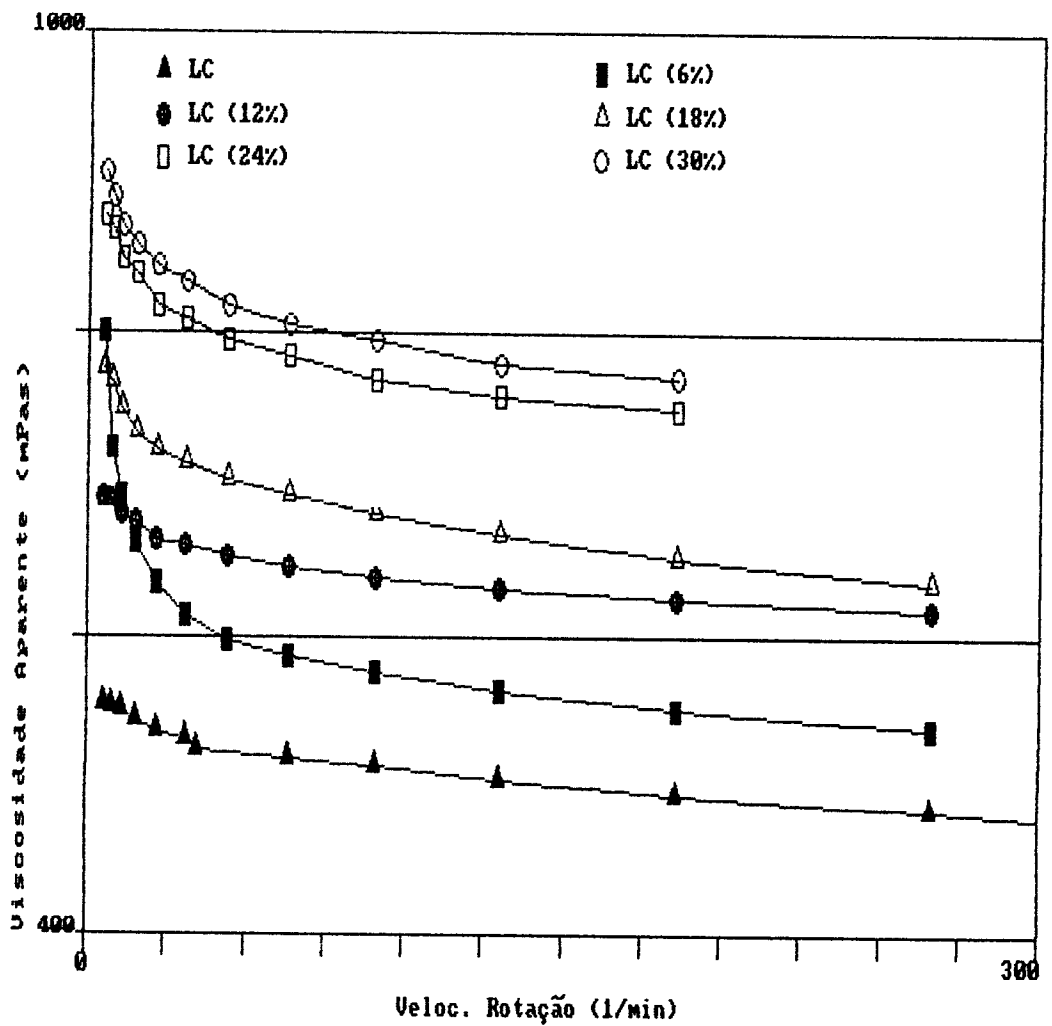
**Figura 29- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo óleo vegetal na formulação à temperatura de 55°C**



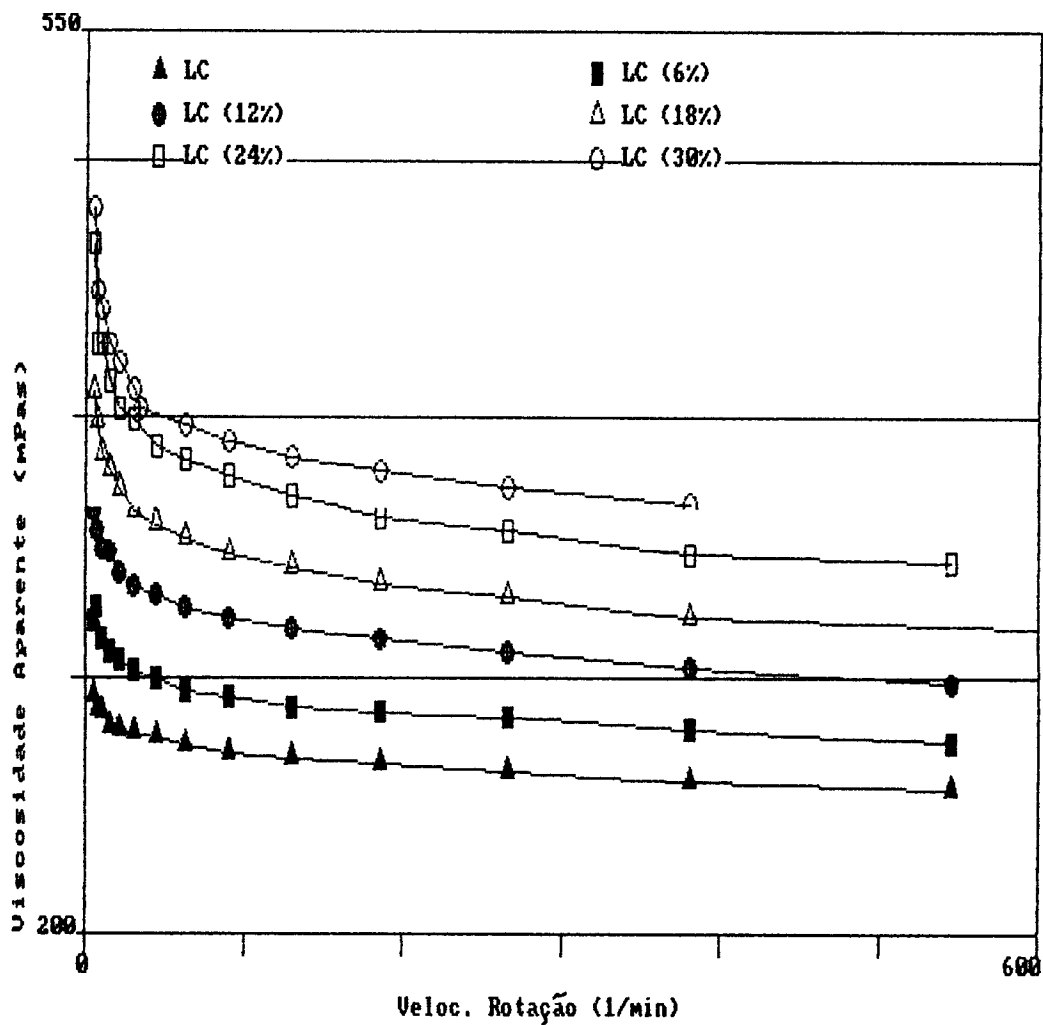
**Figura 30- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo óleo vegetal na formulação à temperatura de 70°C**



**Figura 31- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada na formulação à temperatura de 25°C**

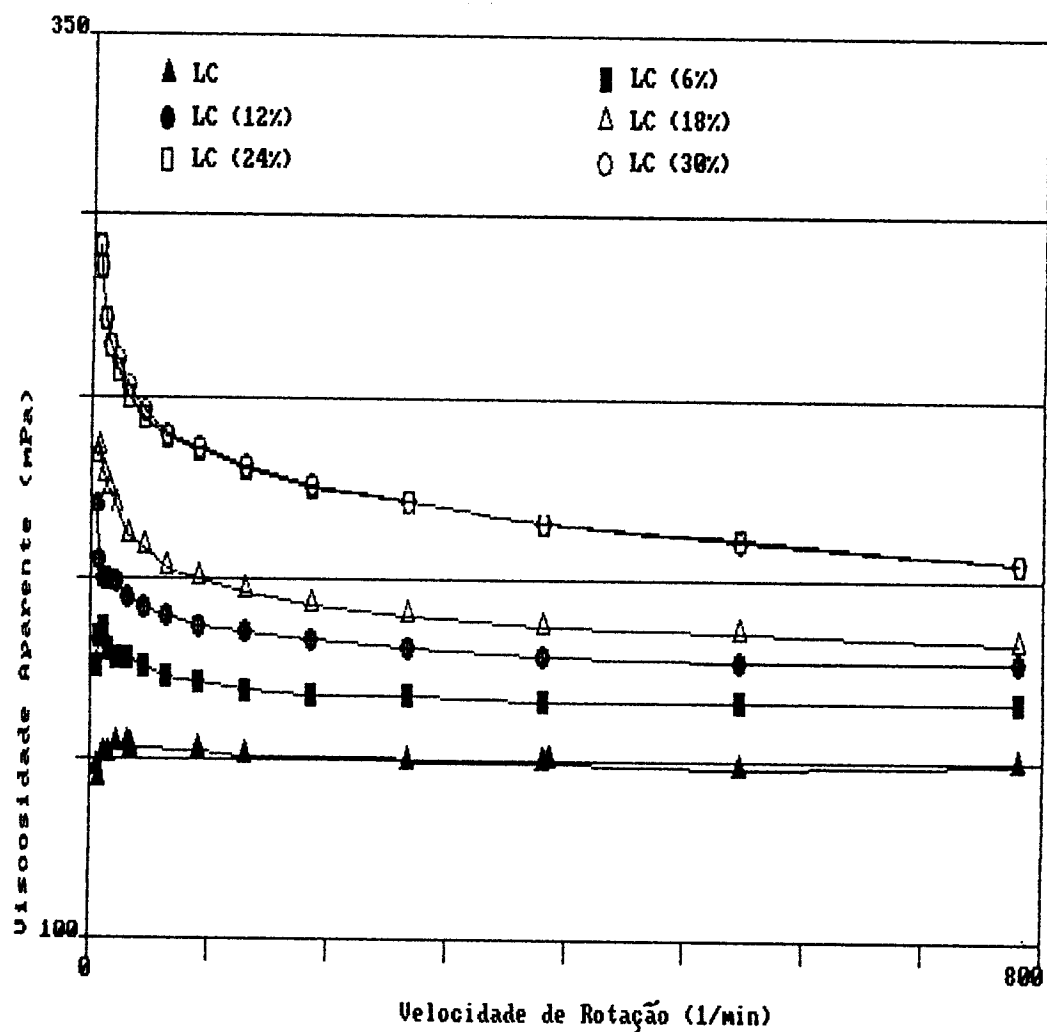


**Figura 32- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada na formulação à temperatura de 40°C**



**Figura 33- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada na formulação à temperatura de 55°C**





**Figura 34- Gráfico da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada na formulação à temperatura de 70°C**

## CONCLUSÃO

Foi possível obter leites condensados mistos à partir do leite condensado açucarado e de formulados de soja apresentando composição, características sensoriais e reológicas semelhantes ao produto tradicional.

O leite condensado açucarado e os formulados mistos apresentaram comportamento reológico de fluido não Newtoniano com características pseudoplásticas. Todas as amostras estudadas puderam ser descritas pelo modelo da lei da Potência:  $\tau = k \cdot \dot{\gamma}^n$

Ocorreu uma relação direta entre o aumento da viscosidade aparente em função do aumento do teor de soja nas amostras contendo gordura vegetal hidrogenada. O mesmo não pode ser concluído para as que continham óleo de soja na formulação.

Na Análise Descritiva Quantitativa dos leites condensados mistos, foi reportado sabor e aroma de cereais. Esta característica é própria para extrato hidrossolúvel de soja processado adequadamente.

O teor de soja influenciou diretamente nos atributos sensoriais estudados, o que não ocorreu em relação ao efeito do tipo de gordura empregada.

A equipe sensorial detectou diferença significativa, a nível de 5%, entre as amostras com 6% de formulado de soja e a tradicional apenas para o atributo "sabor característico de leite condensado". É possível que esta diferença não seja percebida pelos consumidores.

Em vista da boa aceitação do brigadeiro, os leites condensados mistos, mesmo com elevado teor de substituição (24%), podem ser utilizados como ingredientes para doces e confeitos.

## 6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.A.C.C. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 8a ed., St. Paul, 1983.
- A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 13a. ed., Arlington, 1980.
- A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14a. ed., Arlington, 1984.
- ALVAREZ,A.I.; MÉLCON,B.; COSTELL,E.; ZAPICO,J. Evaluación de la tixotropía en leche condensada. Influencia de la temperatura en el comportamiento reológico. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**,29(4):519-529, 1989
- ANTUNES, P.L. & SGARBIERI, V.C. Propriedades físicas, químicas e nutricionais das proteínas da soja. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C., eds. A Soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. p.850-857.
- ARBUCKLE,W.S. Dairy products. In: KRAMER,A; TWIGG,B.A. eds. Quality for the food industry. 3 ed. AVI, Westport,1973. v.2, cap.3. p.92-156.
- ARKCOLL,D.B. Inibidores nutricionais da soja. **Boletim do Instituto de tecnologia de Alimentos**,48:31-51, 1976
- ATHERNON, H.; NEWLANDER,J.A. Chemistry and testing of dairy products. 4a.ed. Westport. AVI, 1981. 369p.
- AWADHWAL,N.K. & SINGH,C.P. A rheological model for milk products. **Journal of Food Science**,50:1611-1614, 1985.
- BASSETE,R.; ACOSTA,J. Composition of milk products. In: WONG,N.P. ed. Fundamentals of dairy chemistry. 3a ed. New York, Van Nostrand Reinhold, 1988. p.39-80.
- BLIGH, E.G. & DYER, W.Y. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.**, 37: 911-917, 1959.
- BODYFELT, F.W.; TOBIAS, J.; TROUT, G.M. Sensory evaluation of concentrated and dry milk. In: BODYFELT, F.W.; TOBIAS, J.; TROUT, G.M (eds). The sensory evaluation of dairy products. New York, Van Nostrand Reinhold, 1988. p.430-435.

- BOGER,D.V. & TIU,C. Rheological properties of food products and their use in the design of flow systems. **Food Thecnology in Australia**, 26(8):325-335, 1974.
- BOURNE,M.C. Effect of sodium alkalis and salts on pH and flavor of soymilk. **Journal of Food Science**,41(1):62-66,1976.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Inspeção de produtos de Origem Animal. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Brasília, 1974. 364p.
- BRASIL,Ministério da Saúde. Resolução 14/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA). Brasília, 1978
- BRESSANI,R. The role of soybeans in fodd systems. **Journal of American Oil Chemist Society**,58(3): 392-399,1981.
- CANTO,W.L.;MORETTI,V.A.;GASPARINO FILHO,J.;ALMEIDA,L.A.S.B.; SANTOS,L.C. Leite de soja líquido: uma opção alimentar. Estudos Econômicos-Alimentos Processados, 13. Campinas, ITAL, 1982.
- CASTRO, L.P. Avaliação dos processos convencional e de centrifugação na obtenção de concentrado de tomate. FEA, Campinas, 1992. 126 p (Tese de Mestrado).
- CHOAT, T. Recombined sweetened condensed milk. Recombined filled sweetened condensed milk. **Bulletin, IDF**, 116:23-27,1979.
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Experimental Design. 2a ed. New York, Wiley Inc., 1957. p:470-476.
- CONTRAVES. Rheomat-115. Manual de operação. 1987.
- COSTA,S.I. & MORI,E.E.M. Principais formas de aproveitamento da soja na alimentação humana. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 56:27-50, 1978.
- COSTA,S.I.; QUAST,D.Q.; MORETTI,V.A.; CANTO,W.L.; COBBE,R.V O emprego da soja na alimentação humana. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 46:1-24, 1976.
- DAMÁSIO,M.H. Medida das propriedades mecânicas e da textura de géis mistos de k-carragenato-goma garrofim-goma-guar. Influência da composição e relação entre os dados instrumentais e sensoriais. Campinas, 1990. 263 p. (Tese de Doutorado)

- DURAN,L. Controle de qualidade na indústria de alimentos. In:Seminário de Controle de Qualidade na Indústria de Alimentos: resumos. Campinas, ITAL,1991. p.1.
- FERBER,C.E.M. & COOKE,R.D. Factors involved in the preparation of sunflower milk. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 30(10):974-980, 1979.
- FERREIRA,V.L.P; SANTOS,L.C; VALLE,J.L.E. Estabilidade e aceitabilidade do leite de soja formulado. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 23(4):425-436, 1986
- FERREIRA, V.L.P; UBOLDI,E.M.N.; MORI,E.E.M.; CIAMPI,C.M.S. O comportamento do leite de soja "VITAL" natural quanto aos aspectos fisico-químicos-organolépticos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**,53:53-68, 1977.
- FORSTER,L.L & FERRIER,L.K. Viscometric characteristics of whole soybean milk. **Journal of Food Science**,44(2):583-590, 1979.
- FOLHA DE SÃO PAULO. Pesquisas eliminam sabor ruim da soja. *Agrofolha*, caderno 5-1, 26 de outubro de 1993a.
- FOLHA DE SÃO PAULO. Genética antecipa melhoramento da soja. *Agrofolha*, caderno 5-3, 26 de outubro de 1993b.
- GASPARETTO,C.A. Reologia. Capítulo 1. In: Práticas de Fenômenos de Transporte. Ed. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1982. p. 13-29.
- GLICKSMAN,M. Gum technology in the food industry. In: Rheology, Texture, and Gums. Academic Press, New York., 1969.
- GOLBITZ, P. Aspectos práticos de la comercialización de productos de soya y otros alimentos de soya listos para su consumo. **Soya Notícias**, 20(6); 6-20. 1992.
- HARGROVE, R.E.; ALFORD, J.A. Composition of milk products. In: WEEB, B.H.; JONHSON, A.H.; ALFORD, J.A.(eds.) *Fundamentals of dairy chemistry*. 2ed. AVI publishing, Westport,Connectituc, 1974. cap.2. p.58-86.
- HALL, C.W. *Dictionary of drying*.New York, Marcel Dekker Inc., 1979. p.69.
- HALL, C.W.; HENDRICK,T.I. Processing, packing, and storage of evaporated, condensed, and sweetened condensed milks. In: HALL,C.W.; HENDRICK,T.I (eds.) *Drying of milk and milk products*. 2ed. AVI Publishing, Westport,Connectituc, 1971. p.116-273.

- HIGGS, S.J. & NORRINGTON, R.J. Rheological properties of selected foodstuffs. *Process Biochemistry*,6 (5):52-54, 1971.
- HINOJOSA,R.G. Contribuição ao estudo da extração e concentração do leite de Soja. Campinas, FEA-UNICAMP,1974. 47p. (Tese de Mestrado).
- HOLDSWORTH, S.D. (Review Paper). Applicability or rheological models to the interpretation of flow and processing behavior of fluid food products. *Journal of Texture Studies*, 2 (4):393-418, 1971.
- HOSKEN, F.S. Doce de leite- Durabilidade e cristalização. *Revista do ILCT*, nov/dez: 10-17, 1969.
- JARDINE, J.G. & MORETTI, R.H. Tratamento enzimático de extrato de café para visando a obtenção de café solúvel. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia*,27(1):14-23,1993.
- JUDKINGS, H.F.; KEENER, H.A. Diversos productos lacteos. In: La leche: su produccion y procesos industriales. JUDKINGS, H.F.; KEENER, H.A. (eds). Compañia editorial continental, México, 1976. 5ed. cap 21 p. 421-445.
- KHALEQUE, A.; BANNATYNE,W.R.; WALLACE,G.M. Studies on the processing and properties of soymilk. I-Effect of preprocessing conditions on the flavour and compositions of soymilks. *Journal of Science Food Agriculture*,21(11):579-583, 1970.
- KANTHAMANI, S. A new concept for home preparation of soymilk. Urbana-Champaign, University of Illinois, 1977, 95p. (Tese de Mestrado).
- KING,D.L. & KLEIN,B.P. Effect of flavonoids and related compounds on soybean lipoxigenase-1 activity. *Journal of Food Science*,52:220-221, 1987.
- KOLAR,C.W. Dairy products with soy protein. *Food Engineering*,24(2):38-39, 1979
- LIENER,I.E. Nutricional value of food protein products. In: SMITH,A.K. & CIRCLE,S.J.,eds. Soybean: Chemistry andTechnology. Vol 1, cap.7. AVI Publishing, Westport,1972.
- LIENER,I.E. Significance for humans of biologically active factors in soybean and other food legumes. *Journal of American Oil Chemist Society*,56:121-129,1979.
- LIENER,I.E. Factors affecting the nutritional quality of soya products. *Journal of American Oil Chemist Society*,58(3):406-415,1981.

- LO, W.Y.L.; STEINKRAUS, K.H.; HAND, D.B. Concentration of soysoymilk. *Food Technology*, 22:1028-1030, 1968.
- LÓPEZ, J.H.; FARIAS, R.N.; ADRIS, J.; DE RANK, E.F.; SAMMAN, N.; AVELLANEDA, R. Leche de soja ennoblecida con suero de leche de vaca. *La Alimentación Latinoamericana*, 15(128):65-67, 1981.
- MATTICK, L.R. & HAND, D.B. Identification of a volatile component in soybeans that contributes to the raw bean flavor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 17(1):15-17, 1969.
- MAYES, P.A. Metabolismo dos Lipídeos: I-Ácidos graxos. In: HARPER, H.A.; RODWELL, V.W.; MAYES, P.A., eds. *Manual de Química Fisiológica*. Atheneu editora, São Paulo, p.343. 1982
- MELLO, M.C. Efeito do descascamento e do pré-aquecimento do grão de soja no sabor e nos rendimentos de sólidos totais, proteína e processo do extrato hidrossolúvel de soja. Rio de Janeiro, IT-UFRRJ, 1992. 90p. (Tese de Mestrado)
- MORALES, J.D.J.Z. Aspectos tecnológicos envolvidos na preparação de uma bebida proteica de girassol, soja e soro de queijo. Campinas, FEAA-UNICAMP, 1985, 168p. (Tese de Mestrado).
- MORAES, M.A.C. Métodos para avaliação sensorial dos alimentos. 8ed. Campinas, Editora da UNICAMP, 1993. 93p.
- MORETTI, R.H. Contribuição ao desenvolvimento de uma mistura protéica solúvel em pH ácido para crianças em idade escolar. Campinas, FEAA, UNICAMP, 1976, 111p. (Tese de Livre Docência)
- MORETTI, R.H. Soy milk developments in Latin America. World conference on soya processing and utilization. *Journal of American Oil Chemist Society*, 58(3):521-522, 1981.
- MOSKOWITZ, H.R. Product Testing and Sensory Evaluation of Foods-Marketing and R & D Approaches. Food & Nutrition Press, Inc. Westport, 1983. 605p.
- NELSON, A.I.; STEINBERG, M.P.; WEI, L.S. Illinois process for preparation of soymilk. *Journal of Food Science*, 41: 57-61, 1976.
- NELSON, J.A.; TROUT, G.M. Judging concentrated milk. In: NELSON, J.A.; TROUT, G.M. (eds.). *Judging Dairy products*. 4ed. Olsen publishing, Milwaukee, 1965. 463p.

- NESTLÉ. In: O doce Brasileiro. NESTLÉ Ind. Com. 3a ed., 1990. 311p.
- NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. vol.1, 2a. ed., São Paulo, 1976.
- O'MAHONY, M. Sensory evaluation of food: Statistical methods and procedures. Marcel Dekker, Inc. New York, 1986. 487p.
- OLIVER, A.L.; HSIEH, A., HU, S.; CHANG, S.S. Isolation and identification of objectionable volatile flavor compounds in deffated soybean flour. *Journal of Food Science*, 47:16-18, 1982.
- OGUNTUNDE, A.O. & AKINTOYE, O.A. Measurement and Comparision of Density, Specific Heat and Viscosity of Cow's Milk and Soymilk. *Journal of Food Engineering*, 13: 221-230, 1991.
- PARRY Jr, R.M. Milk coagulation and protein denaturation. In: WEBB, B.H; JOHNSON, A.H.; ALFORD, J.A. Fundamentals of dairy chemistry 2ed. 1974, p. 603-661
- PENTEADO, P.T.P.S.; RODRIGUEZ, R.M.H.P.; MASSON, M.L. Estudo de formulações do doce misto de leite e soja, tipo pastoso e sabor chocolate. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnolcia de Alimentos*, 25(2):55-56, 1991
- PIGGOTT, J.R. Statistical procedures in food research. Elsevier Applied Science Publishers, London, 1986. 415p.
- PIPER, C.V. & MORSE, W.J. The Soybean. New York, Mc Graw Hill. 1923. 320p
- POWERS, J.J.; CENCIARELLI, S.; SHINHOLSER, K. El uso de programas estadísticos generales en la evaluación de los resultados sensoriales. *Revista Agroquímica y Tecnologia de Alimentos*, 24(4): 469-484, 1984.
- PRENTICE, J.H. Rheology and texture of dairy products. *Journal of Texture Studies*, 3(4):415-418, 1972.
- RACKIS, J.J.; HONING, D.H.; SESSA, D.J.; STEGGERDA, F.R. Flavorand flatulence factors in soybean protein products. *Journal of Agriculture of Food Chemistry*, 18(6): 977-982, 1970.
- RACKIS, J.J.; SESSA, D.J.; HONING, D.H. Flavor problems of vegetable food proteins. *Journal of American Oil Chemist Society*, 56:262-271, 1979.



- RAO, M.A. Measurement of flow properties of fluid foods-development, limitations and interpretation of phenomena. **Journal of Texture Studies**, 8(3):257-282, 1977.
- RAO, M.A. Flow properties of fluid foods and their measurement. A.I.C.H.E Symposium Series. **Food Process Engineering**, 218(78):144-153, 1982.
- SAMEL, R. & MUERS, M.M. The age-thickening of sweetened condensed milk. I. Rheological properties. **Journal Dairy Research**, 29:9-258, 1962.
- SANTOS, D.M. MARTINS, J.F.P.; SANTOS, N.C. Arenosidade e outros problemas do doce de leite. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 52:61-80, 1977.
- SERPE, E.R. & FERREIRA S.M.R. Obtenção de leite condensado à partir de uma mistura com extrato hidrossolúvel de soja em pó e leite de vaca. **Boletim CEPPA**, 7(1):53-61, 1989.
- SESSA, D.J.; WARNER, K.; HONIG, D.H. Soybean phosphatidylcholine develops bitter taste on autoxidation. **Journal of Food Science**, 39(1): 69-72, 1974.
- SILVEIRA, I.L.; FLÁVIO, E.F.; OLIVEIRA, S.A.M. Soja, o alimento e a nutrição. Ed. Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989. 58p.
- SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. Soybean: chemistry and technology. Westport, AVI Publishing, 1972. 470p.
- SOLOMON, J.B.; DOREA, J.G.; GARRONE, D.Jr. O extrato hidrossolúvel de soja integral na alimentação infantil. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C., eds. A Soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981.
- SOEST, P.H. van. Collaborative study of acid detergent fiber and lignin. **JAOAC**, 56(4): 781-784, 1973
- SOUZA, G.de; MORI, E.M.; COSTA, S.I. da Estudos preliminares sobre a produção de doce pastoso misto de leite e soja. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 16(1):35-40, 1979.
- STONE, H.; SIDEL, J.L.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C.. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, 28(11):24-34, 1974
- STONE, H.; SIDEL, J.L. Sensory evaluation practices. Academic Press, Inc. London, 1985. 311p.

- TRAVAGLINI, D.A; AGUIRRE, J.M.; TRAVAGLINI, M.M.E.; SALES,A.M.; ANGELUCCI, E.; ARIMA, H.K. Composição química e características nutricionais do extrato hidrossolúvel de soja. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**,8(3):385-393, 1981..
- URBANSKY, G.E.; WEI, L. S.; NELSON, A.I.; STEINBERG, M.P. Rheology and water imbibing of major fractions of soybean beverage. **Journal of Food Science**, 47: 1021-1022,1982.
- WALLACE,G.M. & KHALEQUE,A. Studies on the processing and properties of soymilk. III-Factors affecting concentration of soymilk and its estability during heat sterilization. **Journal of Science Food Agriculture**,22:531-535, 1971.
- WEEB,B.H. Condensed products. In: WEEB,B.H. (ed). *Byproducts from milk*. AVI publishing, Westport, Connecticut, 1970. cap.4 p.83-123.
- WEERSTA,R.; SJOLLEMA,A.; TOKLEY,R. Improved viscosity test for the evaluation of skim milk powder for use in recombined sweetened condensed milk. **Netherland Milk Dairy Journal**,42:375-386, 1988.
- WILKENS,W.F. & HACKLER,L.R. Effect of processing conditionson the composition of soy milk. **Cereal Chemistry**,46(4):391-397, 1969.
- WILKENS,W.F. & LIN,F.M. Gas chromatografic and mass spectral analysis of soybean milk volatiles. **Journal Agricultural Food Chemical**,18(3):333-336, 1970.
- WILKENS,W.F.; MATTICK,L.R.; HAND,D.B. Effect of processing method on oxidative off-flavors of soybean milk. **Food Technology**,21(12):1630-1633, 1967.
- WOLF,W.J. Lipxygenase and flavor of soybean protein products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**,23(2):136-141, 1975.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

Tabela 1- Delineamento experimental utilizado na avaliação sensorial das amostras

	bloco	tratamentos	bloco	tratamentos	bloco	tratamentos	bloco	tratamentos	bloco	tratamentos	bloco	tratamento		
(1)	1	2	(12)	4	11	(23)	2	9	(34)	7	10	(45)	6	8
(2)	2	11	(13)	4	1	(24)	7	8	(35)	3	9	(46)	5	10
(3)	3	10	(14)	2	6	(25)	4	8	(36)	5	11	(47)	1	9
(4)	4	5	(15)	7	3	(26)	9	11	(37)	1	6	(48)	8	10
(5)	5	6	(16)	4	10	(27)	3	11	(38)	5	8	(49)	7	9
(6)	6	7	(17)	3	5	(29)	2	4	(40)	8	9	(51)	11	6
(8)	3	8	(19)	1	8	(31)	3	6	(42)	2	10	(53)	7	11
(10)	9	10	(21)	6	4	(32)	5	7	(43)	1	11	(54)	2	3
(11)	8	11	(22)	2	7	(33)	6	10	(44)	2	5	(55)	3	1
	bloco	tratamentos	bloco	tratamentos	bloco	tratamentos	bloco	tratamentos	bloco	tratamentos	bloco	tratamento		
(56)	6	5	(67)	3	1	(78)	8	2	(89)	11	9	(100)	7	4
(57)	3	8	(68)	10	9	(79)	6	4	(90)	5	1	(101)	7	2
(58)	8	1	(69)	6	2	(80)	11	3	(91)	9	7	(102)	10	4
(59)	10	3	(70)	4	1	(81)	11	6	(92)	9	2	(103)	8	5
(60)	1	6	(71)	10	2	(82)	9	1	(94)	4	2	(105)	10	7
(62)	7	8	(73)	9	5	(84)	3	2	(95)	10	6	(106)	11	1
(63)	9	4	(74)	7	5	(85)	9	6	(96)	11	2	(107)	6	3
(64)	1	7	(75)	11	10	(86)	9	6	(97)	4	3	(108)	5	2
(65)	4	5	(76)	8	6	(87)	11	7	(98)	2	1	(110)	9	8

## ANEXO 2

1.a.- Valores da taxa de deformação corrigida ( $\dot{\gamma}$  corrigida), da tensão de cisalhamento ( $\tau$ ) e da viscosidade aparente ( $\eta_{ap}$ ) calculados para as amostras de leite condensado tradicional às temperaturas de 25°C, 40°C, 55° e 70°C.

Leite condensado (amostra A)- temperatura 25°C						
Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)	
5.15	6.72	58	57	11241	1673	
7.37	9.61	78	79	15347	1597	
10.54	13.75	108	109	21212	1543	
15.09	19.68	149	151	29325	1490	
21.60	28.18	205	205	40078	1422	
30.90	40.30	285	288	56011	1390	
44.30	57.78	396	401	77907	1348	
63.40	82.62	547	560	108209	1310	
90.70	118.27	750	784	149949	1268	

Leite condensado (amostra A)- temperatura 40°C						
Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)	
5.15	6.69	24	24	4692	701	
7.37	9.57	33	34	6550	684	
10.54	13.69	47	47	9189	671	
15.09	19.60	65	65	12708	648	
21.60	28.07	90	91	17693	630	
30.90	40.14	127	128	24926	621	
44.30	57.54	178	179	34897	606	
63.40	82.29	250	251	48973	595	
90.70	117.80	352	353	68914	585	
129.80	168.61	495	490	96284	571	
185.80	241.44	694	685	134797	558	
266.00	345.06	990	954	190026	551	

Leite condensado (amostra A)- temperatura 55°C

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.68	12	12	2346	351
7.37	9.56	16	17	3226	337
10.54	13.68	23	23	4497	329
15.09	19.58	32	32	6256	320
21.60	28.04	45	45	8798	314
30.90	40.10	63	63	12317	307
44.30	57.49	89	89	17400	303
63.40	82.21	125	125	24438	297
90.70	117.69	177	176	34506	293
129.80	168.44	249	247	48484	288
185.80	241.20	351	349	68425	284
266.00	344.72	495	490	96284	279
381.00	494.46	700	682	135091	273
545.00	707.52	1000	957	191297	270

Leite condensado (amostraA)- temperatura 70°C

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.67	6	6	1173	176
7.37	9.54	9	8	1662	174
10.54	13.65	12	12	2346	172
15.09	19.54	18	17	3421	175
21.60	28.01	25	24	4790	171
30.90	40.02	35	34	6745	169
44.30	57.37	50	49	9677	169
63.40	82.05	70	69	13587	166
90.70	117.45	99	98	19257	164
129.80	168.10	141	138	27272	162
185.80	240.72	200	196	38709	161
266.00	344.03	283	277	54740	159
381.00	493.48	401	391	77418	157
545.00	706.11	568	553	109578	155
780.00	1011.02	814	788	156596	155

Leite condensado (amostraB)- temperatura 25°C

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{sp}$ (cP)
5.15	6.68	48	47	9286	1390
7.37	9.56	67	65	12903	1350
10.54	13.68	94	93	18279	1336
15.09	19.58	132	131	25708	1313
21.60	28.04	185	186	63265	1293
30.90	40.10	261	263	51221	1277
44.30	57.49	368	370	72140	1255
63.40	82.21	518	521	101562	1235
90.70	117.69	727	732	142617	1212
129.8	168.44	1006	1022	198237	1177

Leite condensado (amostraB)- temperatura 40°C

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{sp}$ (cP)
5.15	6.68	19	19	3715	556
7.37	9.55	27	27	5279	553
10.54	13.66	39	38	7527	551
15.09	19.56	55	54	10655	545
21.60	28.01	77	77	15053	537
30.90	40.06	109	109	21310	532
44.30	57.43	154	155	30205	526
63.40	82.13	218	219	42717	520
90.70	117.57	308	311	60507	515
129.80	168.27	432	438	85043	505
185.80	240.96	607	616	119548	496
266.00	344.37	845	865	167153	485
381.00	493.97	1165	1192	230397	466

**Leite condensado (amostraB)- temperatura 55°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.67	10	10	1955	293
7.37	9.54	14	14	2737	287
10.54	13.65	20	20	3910	286
15.09	19.54	28	28	5474	280
21.60	28.01	40	40	7820	279
30.90	40.02	57	57	11144	278
44.30	57.37	81	81	15836	276
63.40	82.05	115	114	22385	273
90.70	117.45	163	162	31767	270
129.80	168.10	231	230	45063	268
185.80	240.72	328	327	64026	266
266.00	344.03	465	462	90614	263
381.00	493.48	658	651	127955	259
545.00	706.11	929	922	180935	256

**Leite condensado (amostraB)- temperatura 70°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.65	5	5	978	147
7.37	9.51	7	7	1369	144
10.54	13.61	11	10	2053	151
15.09	19.48	15	15	2933	151
21.60	27.90	22	22	4301	154
30.90	39.90	32	31	6158	154
44.30	57.20	45	44	8700	152
63.40	81.80	65	63	12512	153
90.70	117.10	92	90	17791	152
129.80	167.60	131	128	25317	151
185.80	240.00	186	182	35972	149
266.00	343.00	265	259	51221	150
381.00	492.00	378	370	73117	149
545.00	704.00	541	528	104495	148
780.00	1008.00	776	763	150437	149



1.b.- Valores da taxa de deformação corrigida ( $\dot{\gamma}$  corrigida), da tensão de cisalhamento ( $\tau$ ) e da viscosidade aparente ( $\eta_{ap}^*$ ) calculados para os leites condensados mistos contendo óleo de soja às temperaturas de 25°C, 40°C, 55° e 70°C.

Leite condensado misto com 6% de substituição (óleo) - temperatura 25°C						
Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)	
5.15	6.71	69	69	13490	2010	
7.37	9.60	96	97	18866	1965	
10.54	13.73	135	137	26588	1936	
15.09	19.66	188	193	37243	1894	
21.60	28.15	265	271	52394	1861	
30.90	40.26	368	380	73117	1816	
44.30	57.71	485	530	99216	1719	
63.40	82.54	675	736	137925	1671	
90.70	118.15	935	1017	190808	1615	

Leite condensado misto com 6% de substituição-temperatura 40°C						
Rotação(1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura 1 (-)	leitura 2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)	
5.15	6.70	34	33	6549	977	
7.37	9.58	47	46	9091	949	
10.54	13.71	66	64	12708	927	
15.09	19.62	91	90	17693	902	
21.60	28.10	128	126	24829	884	
30.90	40.18	179	176	34701	864	
44.30	57.60	251	246	48582	843	
63.40	82.37	352	342	67839	824	
90.70	117.92	492	476	94622	802	
129.80	168.77	688	663	132060	783	
185.80	241.68	958	915	183086	758	

**Leite condensado misto com 6% de substituição (óleo) - temperatura 55°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.70	18	18	3519	525
7.37	9.59	24	23	4594	479
10.54	13.72	33	32	6354	463
15.09	19.64	46	45	8895	453
21.60	28.12	64	63	12414	441
30.90	40.22	89	88	17302	430
44.30	57.66	124	123	24144	419
63.40	82.45	173	172	33724	409
90.70	118.04	235	241	46529	394
129.80	168.94	331	336	65199	386
185.80	241.92	463	467	90908	376
266.00	345.74	655	450	127564	369
381.00	495.94	923	898	178003	359

**Leite condensado misto com 6% de substituição (óleo)-temperatura 70°C**

Rotação(1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.70	10	10	1955	292
7.37	9.59	14	14	2737	285
10.54	13.72	20	19	3812	278
15.09	19.64	27	27	5279	269
21.60	28.12	38	38	7429	264
30.90	40.22	53	53	10362	258
44.30	57.66	73	73	14272	248
63.44	82.45	102	103	20039	243
90.70	118.04	143	144	28054	238
129.80	168.94	197	200	38807	230
185.80	241.92	275	280	54251	224
266.00	345.74	384	388	75463	218
381.00	495.94	536	539	105081	212
545.00	709.63	748	744	145843	206
780.00	1016.06	1045	1020	201854	199

**Leite condensado misto (óleo) com 12% de substituição- temperatura 25°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitural1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.69	62	60	11926	1783
7.37	9.57	86	85	16715	1747
10.54	13.69	122	120	23656	1728
15.09	19.60	171	169	33235	1696
21.60	28.07	240	239	46822	1668
30.90	40.14	339	337	66079	1646
44.30	57.54	470	472	92081	1600
63.40	82.29	651	660	128150	1557
90.70	117.80	895	921	177514	1507

**Leite condensado misto (óleo) com 12% de substituição-temperatura 40°C**

Rotação(1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitural1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.69	28	27	5376	804
7.37	9.57	39	38	7527	787
10.54	13.69	54	53	10459	764
15.09	19.60	76	75	14760	753
21.60	28.07	106	105	20625	735
30.90	40.14	150	147	29032	723
44.30	57.54	210	206	40664	707
63.40	82.29	296	289	57139	694
90.70	117.80	417	405	80351	682
129.80	168.61	591	564	112901	670
185.80	241.44	840	786	158942	658

**Leite condensado misto (óleo) com 12% de substituição-temperatura 55°C**

Rotação(1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{sp}$ (cP)
5.15	6.68	13	13	2542	380
7.37	9.56	19	18	3617	378
10.54	13.68	26	26	5083	372
15.09	19.58	37	36	7136	364
21.60	28.04	52	51	10068	359
30.90	40.10	73	72	14174	353
44.30	57.49	102	101	19843	345
63.40	82.21	144	143	28054	341
90.70	117.69	203	201	39491	336
129.80	168.44	285	283	55522	330
185.80	241.20	400	397	77907	323
266.00	344.72	561	556	109187	317
381.00	494.46	790	770	152490	308
545.00	707.52	1120	1070	214073	303

**Leite condensado misto (óleo) com 12% de substituição-temperatura 70°C**

Rotação(1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{sp}$ (cP)
5.15	6.68	8	8	1564	234
7.37	9.55	11	11	2151	225
10.54	13.66	15	15	2933	215
15.09	19.56	21	21	4106	210
21.60	28.01	30	30	5865	209
30.90	40.06	43	42	8309	207
44.30	57.43	60	59	11632	203
63.40	82.13	84	84	16422	200
90.70	117.57	118	118	23069	196
129.80	168.27	166	166	32453	193
185.80	240.96	233	233	45552	189
266.00	344.37	328	328	64124	186
381.00	493.97	461	459	89930	182
545.00	706.82	650	646	126684	179
780.00	1012.03	919	900	177807	176

**Leite condensado misto (óleo) 24% de substituição - temperatura 25°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.69	66	62	12512	1870
7.37	9.57	93	89	17791	1859
10.54	13.69	130	126	25024	1828
15.09	19.60	182	178	35190	1795
21.60	28.07	254	251	49364	1759
30.90	40.14	357	354	69500	1731
44.30	57.54	496	498	97164	1689
63.40	82.29	686	695	134993	1640
90.70	117.80	940	970	186703	1585

**Leite condensado misto (óleo) 24% de substituição - temperatura 40°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.69	29	28	5572	833
7.37	9.57	40	39	7722	807
10.54	13.69	56	55	10850	793
15.09	19.60	78	77	15151	773
21.60	28.07	110	108	21310	759
30.90	40.14	154	152	29912	745
44.30	57.54	218	213	42130	732
63.40	82.29	306	299	59139	719
90.70	117.80	425	418	82403	700
129.80	168.61	604	585	116225	689
185.80	241.44	919	815	169499	702

**Leite condensado misto (óleo) 24% de substituição - temperatura.55°C**

Rotação(1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida(1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{sp}$ (cP)
5.15	6.70	16	15	3030	452
7.37	9.58	22	21	4203	439
10.54	13.71	30	29	5767	421
15.09	19.62	42	41	8113	414
21.60	28.10	59	57	11339	404
30.90	40.18	82	80	15836	394
44.30	57.60	114	113	22189	385
63.40	82.37	159	158	30987	376
90.70	117.92	223	221	43401	368
129.80	168.77	313	311	60996	361
185.80	241.68	440	435	85531	354
66.00	345.40	616	607	119548	346
381.00	495.44	870	842	167348	338
545.00	708.93	1225	1135	230690	325

**Formulado misto (óleo) 24% de substituição - temperatura.70°C**

Rotação(1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida(1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{sp}$ (cP)
5.15	6.70	9	9	1760	263
7.37	9.58	13	13	2542	265
10.54	13.71	18	18	3519	257
15.09	19.62	25	25	4888	249
21.60	28.10	35	36	6940	247
30.90	40.18	49	50	9677	241
44.30	57.60	68	70	13490	234
63.40	82.37	95	97	18768	228
90.70	117.92	133	136	26295	223
129.80	168.77	186	190	36754	218
185.80	241.68	259	265	51221	212
266.00	345.40	362	368	71358	207
381.00	495.44	507	510	99412	201
545.00	708.93	712	704	138414	195
780.00	1015.06	1008	975	193839	191

**Leite condensado misto (óleo) 30% de substituição- temperatura 25°C**

<b>Rotação (1/min)</b>	<b><math>\dot{\gamma}</math> corrigida(1/s)</b>	<b>leitura1 (-)</b>	<b>leitura2 (-)</b>	<b><math>\tau</math> (mPa)</b>	<b><math>\eta_{ap}</math> (cP)</b>
5.15	6.70	75	71	14272	2130
7.37	9.59	103	100	19843	2069
10.54	13.72	144	139	27663	2016
15.09	19.64	197	196	38416	1956
21.60	28.12	275	275	53763	1912
30.90	40.22	380	387	74974	1864
44.30	57.66	526	542	104397	1811
63.40	82.45	723	727	141738	1719
90.70	118.04	955	1020	193056	1636

**Leite condensado misto (óleo) 30% de substituição- temperatura 40°C**

<b>Rotação (1/min)</b>	<b><math>\dot{\gamma}</math> corrigida(1/s)</b>	<b>leitura1 (-)</b>	<b>leitura2 (-)</b>	<b><math>\tau</math> (mPa)</b>	<b><math>\eta_{ap}</math> (cP)</b>
5.15	6.71	33	33	6452	961
7.37	9.60	45	47	8993	937
10.54	13.73	62	65	12414	904
15.09	19.66	87	90	17302	880
21.60	28.15	120	126	24047	854
30.90	40.26	168	175	33528	833
44.30	57.71	236	244	46920	813
63.40	82.54	330	340	65493	793
90.70	118.15	462	470	91103	771
129.80	169.11	644	645	126000	745
185.80	242.16	895	897	175168	723

Leite condensado misto (óleo) 30% de substituição - temperatura 55°C

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.70	17	16	3226	481
7.37	9.59	24	23	4594	479
10.54	13.72	33	32	6354	463
15.09	19.64	46	46	8993	458
21.60	28.12	64	64	12512	445
30.90	40.22	88	89	17302	430
44.30	57.66	124	125	24340	422
63.40	82.45	173	174	33920	411
90.70	118.04	243	243	47507	402
129.80	168.94	340	339	66372	393
185.80	241.92	475	470	92374	382
266.00	345.74	670	650	129030	373
381.00	495.94	945	900	180349	364

Leite condensado misto (óleo) 30% de substituição- temperatura 70°C

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida(1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.70	10	10	1955	292
7.37	9.59	15	15	2933	306
10.54	13.72	20	21	4008	292
15.09	19.64	28	29	5572	284
21.60	28.12	39	40	7722	275
30.90	40.22	54	56	10753	267
44.30	57.66	75	78	14956	259
63.40	82.45	105	108	20821	255
90.70	118.04	146	150	28934	245
129.80	168.94	203	209	40273	238
185.80	241.92	283	290	56011	232
266.00	345.74	395	397	77418	224
381.00	495.94	550	552	107721	217
545.00	709.63	768	764	149753	211
780.00	1016.06	1068	1052	207230	204



**1.c.- Valores da taxa de deformação corrigida ( $\dot{\gamma}$  corrigida), da tensão de cisalhamento ( $\tau$ ) e da viscosidade aparente ( $\eta_{ap}$ ) calculados para os formulados contendo gordura vegetal hidrogenada à temperatura de 25°C, 40°C, 55° e 70°C.**

Leite condensado misto (gordura) com 6% de substituição - temperatura 25°C						
Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)	
5.15	6.71	58	56	11144	1661	
7.37	9.60	80	78	15445	1609	
10.54	13.73	111	109	21505	1566	
15.09	19.66	154	153	30009	1526	
21.06	28.15	216	216	42228	1500	
30.90	40.26	304	304	59432	1476	
44.30	57.71	426	428	83479	1447	
63.40	82.54	598	602	117300	1421	
90.70	118.15	826	827	161581	1368	
129.80	169.11	1125	1140	221404	1309	

Leite condensado misto (gordura) com 6% de substituição-temperatura 40°C						
Rotação(1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)	
5.15	6.71	28	27	5376	801	
7.37	9.60	36	35	6940	723	
10.54	13.73	49	48	9482	691	
15.09	19.66	67	66	13001	661	
21.60	28.15	92	91	17888	635	
30.90	40.26	127	126	24731	614	
44.30	57.71	176	177	34506	598	
63.40	82.54	248	248	48484	587	
90.70	118.15	347	349	68034	576	
129.80	169.11	487	489	95404	564	
185.80	242.16	681	686	133624	552	
266.00	346.09	952	959	186800	540	

**Leite condensado misto (gordura) com 6% de substituição - temperatura 55°C**

Rotação(1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.68	11	11	2151	322
7.37	9.55	16	16	3128	328
10.54	13.66	22	22	4301	315
15.09	19.56	31	31	6061	310
21.06	28.01	44	44	8602	307
30.90	40.06	62	62	12121	303
44.30	57.43	88	88	17204	300
63.40	82.13	124	124	24242	295
90.70	117.57	176	176	34408	293
129.80	168.27	249	248	48582	289
185.80	240.96	353	352	68914	286
266.80	344.37	500	499	97652	284
381.80	493.97	711	700	137925	279
545.00	706.82	1002	980	193741	274

**Leite condensado misto (gordura) com 6% de substituição-temperatura 70°C**

Rotação(1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.67	6	6	1173	176
7.37	9.54	9	9	1760	184
10.54	13.65	13	13	2542	186
15.09	19.54	18	18	3519	180
21.06	27.98	26	25	4985	178
30.90	40.02	37	36	7136	178
44.30	57.37	52	51	10068	176
63.40	82.05	73	72	14174	173
90.70	117.45	103	102	20039	171
129.80	168.10	146	145	28445	169
185.80	240.72	209	205	40469	168
266.80	344.03	298	292	57673	168
381.80	493.48	423	413	81719	166
545.00	706.11	606	592	117105	166
780.00	1011.02	868	852	168130	166

**Leite condensado misto (gordura) com 12% de substituição - temperatura 25°C**

<b>Rotação (1/min)</b>	<b><math>\dot{\gamma}</math> corrigida (1/s)</b>	<b>leitura1 (-)</b>	<b>leitura2 (-)</b>	<b><math>\tau</math> (mPa)</b>	<b><math>\eta_{ap}</math> (cP)</b>
5.15	6.68	55	54	10655	1595
7.37	9.55	78	77	15151	1585
10.54	13.66	111	109	21505	1572
15.09	19.56	157	156	30596	1563
21.60	28.01	222	221	43303	1544
30.90	40.06	314	314	61387	1531
44.30	57.43	443	443	86607	1506
63.40	82.13	622	624	121797	1482
90.70	117.57	865	876	170183	1446
129.80	168.27	1180	1218	234405	1392

**Leite condensado misto (gordura) com 12% de substituição - temperatura 40°C**

<b>Rotação (1/min)</b>	<b><math>\dot{\gamma}</math> corrigida (1/s)</b>	<b>leitura1 (-)</b>	<b>leitura2 (-)</b>	<b><math>\tau</math> (mPa)</b>	<b><math>\eta_{ap}</math> (cP)</b>
5.15	6.67	24	23	4594	689
7.37	9.54	34	33	6549	687
10.54	13.65	48	47	9286	680
15.09	19.54	68	67	13196	675
21.60	28.01	95	95	18573	663
30.90	40.02	136	134	26393	659
44.30	57.37	193	190	37438	653
63.40	82.05	274	268	52981	646
90.70	117.45	390	378	75072	639
129.80	168.10	555	532	106254	632
185.80	240.72	792	746	150340	625
266.00	344.03	1130	1040	212118	617

**Leite condensado misto (gordura) com 12% de substituição - temperatura 55°C**

<b>Rotação (1/min)</b>	<b><math>\dot{\gamma}</math> corrigida (1/s)</b>	<b>leitura1 (-)</b>	<b>leitura2 (-)</b>	<b><math>\tau</math> (mPa)</b>	<b><math>\eta_{sp}</math> (cP)</b>
5.15	6.69	13	12	2444	365
7.37	9.57	18	17	3421	358
10.54	13.69	25	24	4790	350
15.09	19.60	35	35	6843	349
21.60	28.07	49	49	9580	341
30.90	40.14	69	69	13490	336
44.30	57.54	98	98	19159	333
63.40	82.29	138	138	26979	328
90.70	117.80	195	195	38123	324
129.80	168.61	275	279	53860	319
185.80	241.44	388	389	75952	315
266.00	345.06	545	549	106939	310
381.00	494.95	767	770	150242	304
780.00	708.22	1077	1080	210847	298

**Leite condensado misto (gordura) com 12% de substituição - temperatura 70°C**

<b>Rotação (1/min)</b>	<b><math>\dot{\gamma}</math> corrigida (1/s)</b>	<b>leitura 1 (-)</b>	<b>leitura 2 (-)</b>	<b><math>\tau</math> (mPa)</b>	<b><math>\eta_{sp}</math> (cP)</b>
5.15	6.68	8	7	1466	220
7.37	9.56	10	10	1955	205
10.54	13.68	14	14	2737	200
15.09	19.58	20	20	3910	200
21.60	28.04	29	28	5572	199
30.90	40.10	40	40	7820	195
44.30	57.49	57	56	11046	192
63.40	82.21	80	80	15640	190
90.70	117.69	113	112	21994	187
129.80	168.44	160	159	31182	185
185.80	241.20	226	225	44085	183
266.00	344.72	321	319	62560	181
381.00	494.46	454	451	88464	179
545.00	707.52	645	639	125511	177
780.00	1013.04	921	910	178980	177

**Leite condensado misto (gordura) com 18% de substituição - temperatura 25°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{sp}$ (cP)
5.15	6.68	58	56	11144	1668
7.37	9.55	82	80	15836	1658
10.54	13.66	115	115	22483	1646
15.09	19.56	163	163	31867	1629
21.60	28.01	230	231	45063	1609
30.90	40.06	325	327	63733	1591
44.30	57.43	457	462	89832	1564
63.40	82.13	640	650	126098	1535
90.70	117.57	890	910	175950	1497

**Leite condensado misto (gordura) com 18% de substituição - temperatura 40°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{sp}$ (cP)
5.15	6.68	27	26	5180	776
7.37	9.56	38	37	7331	767
10.54	13.68	53	52	10264	750
15.09	19.58	74	73	14370	734
21.60	28.04	104	103	20234	722
30.90	40.10	147	145	28543	712
44.30	57.49	207	205	40273	701
63.40	82.21	293	289	56891	692
90.70	117.69	412	407	80057	680
129.80	168.44	578	571	112315	667
185.80	241.20	809	798	157084	651
266.00	344.72	1127	1108	218471	634

**Leite condensado misto (gordura) com 18% de substituição - temperatura 55°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitural (-)	leitural1 (-)	leitural2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.70	14	14	14	2737	409
7.37	9.58	20	20	19	3812	398
10.54	13.71	27	27	27	5279	385
15.09	19.62	38	38	38	7429	379
21.60	28.10	54	54	53	10459	372
30.90	40.18	76	76	74	14663	365
44.30	57.60	107	107	105	20723	360
63.40	82.37	151	151	147	29130	354
90.70	117.92	213	213	207	41055	348
129.80	168.77	300	300	292	57868	343
185.80	241.68	424	424	410	81524	337
266.00	345.40	596	596	576	114563	332
381.00	495.44	835	835	806	160408	324
780.00	708.93	1164	1164	1127	223945	316

**Leite condensado misto (gordura) com 18% de substituição - temperatura 70°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitural (-)	leitural1 (-)	leitural2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.70	8	8	8	1564	233
7.37	9.58	12	12	11	2248	235
10.54	13.71	16	16	16	3128	228
15.09	19.62	23	23	22	4399	224
21.60	28.10	32	32	31	6158	219
30.90	40.18	44	44	43	8504	212
44.30	57.60	62	62	61	12023	209
63.40	82.37	86	86	85	16715	203
90.70	117.92	121	121	120	23558	200
129.80	168.77	170	170	168	33040	196
185.80	241.68	240	240	237	46627	193
266.00	345.40	339	339	334	65786	190
381.00	495.44	479	479	469	92667	187
545.00	708.93	678	678	664	131181	185
780.00	1015.06	960	960	934	185139	182

**Leite condensado misto (gordura) com 24% de substituição - temperatura 25°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{sp}$ (cP)
5.15	6.68	65	64	12610	1888
7.37	9.56	92	90	17791	1861
10.54	13.68	130	127	25122	1836
15.09	19.58	183	180	35483	1812
21.60	28.04	258	255	50146	1788
30.90	40.10	365	358	70673	1762
44.30	57.49	513	504	99412	1729
63.40	82.21	720	707	139489	1697
90.70	117.69	987	985	192763	1638

**Leite condensado misto (gordura) com 24% de substituição - temperatura 40°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{sp}$ (cP)
5.15	6.68	30	30	5865	878
7.37	9.56	43	42	8309	869
10.54	13.68	60	59	11632	850
15.09	19.58	85	83	16422	839
21.60	28.04	119	116	22971	819
30.90	40.10	168	164	32453	809
44.30	57.49	237	231	45747	796
63.40	82.21	334	326	64515	785
90.70	117.69	470	456	90517	769
129.80	168.44	667	639	127662	758
185.80	241.20	960	890	180838	750

**Leite condensado misto (gordura) com 24% de substituição - temperatura 55°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigido (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{sp}$ (cP)
5.15	6.70	16	16	3128	467
7.37	9.59	21	21	4106	428
10.54	13.72	30	30	5865	427
15.09	19.64	42	41	8113	413
21.60	28.12	59	57	11339	403
30.90	40.22	83	81	16031	399
44.30	57.66	116	113	22385	388
63.40	82.45	163	160	31573	383
90.70	118.04	230	225	44476	377
129.80	168.94	324	316	62560	370
185.80	241.92	456	443	87877	363
266.00	345.74	641	621	123361	357
381.00	495.94	898	870	172822	348
545.00	710.34	765	774	150437	212
780.00	1017.01	1061	1070	208305	205

**Leite condensado misto (gordura) com 24% de substituição - temperatura 70°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{sp}$ (cP)
5.15	6.72	10	10	1955	291
7.37	9.60	14	14	2737	285
10.54	13.73	19	19	3715	271
15.09	19.66	27	26	5181	264
21.60	28.15	37	37	7234	257
30.90	40.26	52	51	10068	250
44.30	57.71	72	72	14076	244
63.40	82.54	101	101	19746	239
90.70	118.15	142	142	27761	235
129.80	169.11	199	199	38905	230
185.80	242.16	279	279	54545	225
266.00	346.09	391	392	76538	221
381.00	496.43	547	549	107134	216



**Leite condensado misto (gordura) com 30% de substituição - temperatura 25°C**

<b>Rotação (1/min)</b>	<b><math>\dot{\gamma}</math> corrigida (1/s)</b>	<b>leitura1 (-)</b>	<b>leitura2 (-)</b>	<b><math>\tau</math> (mPa)</b>	<b><math>\eta_{ap}</math> (cP)</b>
5.15	6.70	71	69	13685	2043
7.37	9.58	100	97	19257	2010
10.54	13.71	141	137	27175	1982
15.09	19.62	196	194	38123	1943
21.60	28.10	278	274	53958	1920
30.90	40.18	396	385	76343	1900
44.30	57.60	546	540	106157	1843
63.40	82.37	747	755	146821	1782
90.70	117.92	990	1048	199215	1689

**Leite condensado misto (gordura) com 30% de substituição- temperatura 40°C**

<b>Rotação (1/min)</b>	<b><math>\dot{\gamma}</math> corrigida (1/s)</b>	<b>leitura1 (-)</b>	<b>leitura2 (-)</b>	<b><math>\tau</math> (mPa)</b>	<b><math>\eta_{ap}</math> (cP)</b>
5.15	6.68	31	31	6061	907
7.37	9.56	44	43	8504	890
10.54	13.68	61	61	11926	872
15.09	19.58	86	86	16813	859
21.60	28.04	122	120	23656	844
30.90	40.10	172	170	33431	834
44.30	57.49	243	238	47018	818
63.40	82.21	343	335	66275	806
90.70	117.69	488	469	93547	795
129.80	168.44	688	655	131278	779
185.80	241.20	985	913	185830	770

**Leite condensado misto (gordura) com 30% de substituição- temperatura 55°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.71	16	17	3226	481
7.37	9.60	22	22	4301	448
10.54	13.73	31	31	6061	441
15.09	19.66	43	43	8407	428
21.60	28.15	61	60	11828	420
30.90	40.26	85	84	16520	410
44.30	57.71	120	118	23265	403
63.40	82.54	169	166	32746	397
90.70	118.15	238	233	46040	390
129.80	169.11	337	328	65004	384
185.80	242.16	478	460	91690	379
266.00	346.09	678	642	129030	373
381.00	496.43	969	897	182402	367

**Leite condensado misto (gordura) com 30% de substituição- temperatura 70°C**

Rotação (1/min)	$\dot{\gamma}$ corrigida (1/s)	leitura1 (-)	leitura2 (-)	$\tau$ (mPa)	$\eta_{ap}$ (cP)
5.15	6.71	10	10	1955	291
7.37	9.60	14	14	2737	285
10.54	13.73	19	19	3715	271
15.09	19.66	27	26	5181	264
21.60	28.15	38	37	7331	260
30.90	40.26	52	52	10166	253
44.30	57.71	73	72	14174	246
63.40	82.54	102	101	19843	240
90.70	118.15	143	142	27859	236
129.80	169.11	200	200	39100	231
185.80	242.16	279	280	54642	226
266.00	346.09	391	392	76538	221
381.00	496.43	545	550	107036	216
545.00	710.34	760	772	149753	211
780.00	1017.01	1056	1072	208012	205