IOGURTE DE "LEITE DE SOJA" ADICIONADO DE LEITE DE VACA
E SUA ACEITABILIDADE EM VÁRIOS SABORES

GENEVALDO DE SOUZA

Orientador: Antonio Joaquim de Oliveira

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Uni-
versidade de São Paulo, para obtenção do
título de **Mestre** em Agronomia. Área de
Concentração: Tecnologia de Alimentos.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Junho - 1986

A Deus agradeço!

*Aos meus pais, esposa
e filhos ofereço!*

AGRADECIMENTOS

O autor agradece:

- À DIRETORIA do Instituto de Tecnologia de Alimentos-ITAL, pelo apoio e colaboração;
- Ao ORIENTADOR PROF. DR. ANTONIO JOAQUIM DE OLIVEIRA do Departamento de Tecnologia Rural da ESALQ/USP, pelo apoio, orientação e colaboração;
- Ao PESQUISADOR CIENTÍFICO DR. ISSAO SHIROSE, Chefe da Seção de Estatística do ITAL, pelo planejamento dos experimentos organolépticos e análises dos dados experimentais;
- Ao CORPO DOCENTE E FUNCIONÁRIOS do Departamento de Tecnologia Rural da ESALQ/USP;
- Ao CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - CNPQ, pela bolsa de pesquisa;
- À EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, pela bolsa de pós-graduação;
- Aos PESQUISADORES CIENTÍFICOS DO ITAL - JOSÉ LEONARDO ETORE DO VALLE e LUIZ CARLOS DOS SANTOS, pela colaboração no suprimento do "leite de soja";
- Às INDÚSTRIAS CHR HANSENS LABORATORIUM A/S da Dinamarca e GIVAUDAN DO BRASIL LTDA, pelo fornecimento da Cultura Láctica e Essências de Frutas, respectivamente;

- Aos FUNCIONÁRIOS DO ITAL - GRACIANA DA PENHA ROSSATO SANCHO; CARMEN SILVIA BARROS PENTEADO; DORA REGINA DUARTE CHIARAMONTE; CRISTINA HELENA R. C. GONÇALVES; VERA MARIA BARBOSA LUPORINI e ORLANDO DIADAME, pelo apoio e colaboração nos serviços de datilografia, confecção dos gráficos, correção do vernáculo, impressão e encadernação deste trabalho;
- Aos PROVADORES que participaram nas avaliações organolépticas;
- Aos COLEGAS E FUNCIONÁRIOS da Seção de Leite e Derivados do ITAL, pelo apoio e sugestões e à estagiária MARINETIS APARECIDA SUSAN pelo auxílio prestado na condução dos experimentos e execução dos testes organolépticos; e
- A TODOS AQUELES que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

ÍNDICE

Página

RESUMO	viii
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAIS E MÉTODOS	17
3.1. Primeira etapa	17
3.1.1. Materiais	17
3.1.1.1. Matérias-primas	17
3.1.1.2. Equipamentos	18
3.1.2. Métodos	18
3.1.2.1. Tratamentos	18
3.1.2.2. Formulações	18
3.1.2.3. Processamento	19
3.1.2.3.1. Descrição do processo de fabricação de acordo com o fluxograma da Figu- ra 1	21
3.1.2.4. Avaliação organoléptica	23
3.2. Segunda etapa	25
3.2.1. Materiais	25
3.2.1.1. Matérias-primas	25
3.2.1.2. Equipamentos	26
3.2.2. Métodos	26
3.2.2.1. Tratamentos	26
3.2.2.2. Formulações	27
3.2.2.3. Processamento	27

3.2.2.3.1. Descrição do processo de fabricação de acordo com o fluxograma da Figura 4	31
3.2.2.4. Avaliação organoléptica	33
3.3. Terceira etapa	38
3.3.1. Materiais	38
3.3.1.1. Matérias-primas	38
3.3.1.2. Equipamentos	38
3.3.2. Métodos	39
3.3.2.1. Formulações	39
3.3.2.2. Processamento	41
3.3.2.2.1. Descrição do processo de fabricação de acordo com o fluxograma da Figura 7	41
3.3.2.3. Avaliação organoléptica	44
3.3.2.3.1. Avaliação do efeito da polpa de morango e leite de coco no sabor do iogurte de "leite de soja"	44
3.3.2.3.2. Avaliação da preferência do iogurte de "leite de soja" perante o tradicional, ambos com polpa de morango e leite de coco	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4.1. Primeira etapa	51
4.1.1. Acidez titulável expressa em percentagem de ácido láctico (% A.T.) e pH do iogurte de "leite de soja"	51
4.1.1.1. Incubação	53
4.1.1.2. Estocagem	53
4.1.1.3. Produto acabado	54
4.1.2. Avaliação organoléptica	54

	Página
4.2. Segunda etapa	57
4.2.1. Características do iogurte tradicional e do iogurte de "leite de soja" em vários sabores	57
4.2.2. Características do iogurte de "leite de soja" em vários sabores	57
4.2.3. Avaliação organoléptica	60
4.3. Terceira etapa	66
4.3.1. Avaliação do efeito da polpa de morango no sabor do iogurte de "leite de soja"	66
4.3.2. Avaliação do efeito do leite de coco no sabor do iogurte de "leite de soja"	66
4.3.3. Avaliação da preferência do iogurte de "leite de soja" perante o tradicional, ambos com sabor coco	71
4.3.4. Avaliação da preferência do iogurte de "leite de soja" perante o tradicional, ambos com sabor morango	71
4.3.5. Características do iogurte de "leite de soja" nos diferentes estágios de produção	74
5. CONCLUSÕES	76
6. LITERATURA CITADA	77

IOGURTE DE "LEITE DE SOJA" ADICIONADO DE LEITE DE VACA
E SUA ACEITABILIDADE EM VÁRIOS SABORES

CANDIDATO: GENEVALDO DE SOUZA

ORIENTADOR: ANTONIO JOAQUIM DE OLIVEIRA

RESUMO

Este trabalho versa sobre a produção e aceitabilidade do iogurte de "leite de soja" em vários sabores.

O trabalho foi desenvolvido em três etapas:

(1) Determinação da percentagem máxima de "leite de soja" a ser utilizado no produto;

(2) Estudo da aceitabilidade do produto com 85% de "leite de soja" + 15% de leite de vaca nos sabores abacaxi, figo, salada-de-frutas (mamão, banana, abacaxi, pêra e suco de maracujá), maracujá, pêssego, morango, ameixa, caju, coco e goiaba;

(3) Avaliação do efeito da polpa de morango e leite de coco no iogurte de "leite de soja" e estudo da preferência do "iogurte de leite de soja" em confronto com o tradicional, ambos nos sabores morango e coco.

Tendo em vista os resultados encontrados neste estudo, pode-se concluir que:

(a) Dentre as percentagens estudadas de "leite de soja", pode-se utilizar até 85%;

(b) O iogurte de "leite de soja" (85% de "leite de soja" + 15% de leite de vaca) é um produto aceitável, mesmo sem adição de aromatizantes;

(c) Os sabores estudados foram todos igualmente aceitos;

(d) A polpa de morango e o leite de coco contribuíram significativamente para a melhoria do sabor do iogurte de "leite de soja";

(e) Embora o iogurte de "leite de soja" tenha sido aceitável, a preferência foi para o tradicional;

(f) O iogurte de "leite de soja" é menos ácido e de menor teor de proteína, gordura e sólidos totais que o iogurte tradicional.

YOGHURT OF "SOYBEAN MILK" ADDED OF COW'S MILK AND ITS ACCEPTABILITY IN SEVERAL FLAVORS

AUTHOR: GENEVALDO DE SOUZA

ADVISER: ANTONIO JOAQUIM DE OLIVEIRA

SUMMARY

This paper concerns about the production and acceptability of soybean milk yoghurt in several flavors.

The work was carried out in three steps:

(1) Determination of the maximum percentage of soybean milk to be used in the product formulation;

(2) Acceptability of the product containing 85% of soybean milk + 15% of cow's milk in pineapple, fig, fruit salad (papaya, banana, pineapple, pear and passion fruit juice), passion fruit, peach, strawberry, plum, cashew, coconut and guava flavors;

(3) Evaluation of strawberry and coconut flavors effects in the soybean milk yoghurt, and study of this yogurth's preference in comparison to the tradicional yoghurt, both products in strawberry and coconut flavors.

Acccrding to the results obtained in this study, the following conclusions were withdran:

(a) Among the percentages studied of soybean milk, up to 85% of it can be used in the product formulation;

(b) The soybean milk yoghurt (85% of soybean milk + 15% of cow's milk) is an acceptable product, even without adition of flavors;

(c) All flavors studied were equally acceptable;

(d) The strawberry pulp and coconut milk contributed significantly to improve the flavor of the soybean milk yoghurt;

(e) The soybean milk yoghurt, although been an acceptable product, the preference was to the traditional yoghurt;

(f) The acidity, protein, fat and total solids contents were lower in the soybean milk yoghurt than in the traditional one.

1. INTRODUÇÃO

A oferta inadequada de alimentos ricos em proteína e de baixo custo é uma das principais causas da má nutrição nos países em desenvolvimento (PINTHONG *et alii*, 1980).

Uma excelente fonte de proteína de baixo custo e considerada de boa qualidade para alimentação humana é o extrato protéico líquido de soja ou "leite de soja". Entretanto, no Brasil, esse produto, mesmo aromatizado não é bem aceito pelos consumidores em geral. Tal fato decorre do gosto característico de "feijão cru" que o torna "enjoativo" para a maioria das pessoas.

Certos açúcares específicos do "leite de soja", tais como a rafinose e estaquiase, também causam flatulência ou desarranjo intestinal (RACKIS *et alii*, 1970a, b; MITAL e STEINKRAUS, 1975).

O gosto indesejável de feijão cru do "leite de soja" é atribuído a compostos voláteis de baixo peso molecular,

tais como aldeídos, cetonas e álcoois (KANDA *et alii*, 1976; PATEL e GUPTA, 1982 e PATEL *et alii*, 1980). Tais compostos são produzidos durante a operação de desintegração dos grãos de soja e resultam da ação da enzima lipoxidase sobre as cadeias de ácidos graxos insaturados (PINHONG *et alii*, 1980 e MITAL e STEINKRAUS, 1976, 1979).

A desintegração dos grãos de soja com auxílio de água quente a 80°C, ou aquecimento do "leite de soja" após a sua obtenção, inativam a ação da enzima lipoxidase. Todavia, por mais rápida que essa operação seja realizada, ainda há formação de compostos indesejáveis, isto, devido à velocidade com que se dá a reação enzimica (PATEL *et alii*, 1980).

Segundo PINHONG *et alii* (1980), a fermentação do "leite de soja" por bactérias lácticas do iogurte, tais como *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, mais adição de frutas, essências e açúcar ao fermentado, é a maneira mais simples e não dispendiosa de se melhorar ou mascarar o gosto indesejável do produto e, conseqüentemente, de se obter uma bebida fermentada com características muito semelhantes às do iogurte de leite de vaca.

No iogurte tradicional, a presença de frutas mais essências torna o produto mais agradável ao paladar (SOUZA, 1979; GROSSKOPF, 1979; COTTENIE, 1978). Esse efeito melhorador resulta da combinação do sabor agridoce das frutas com o ácido láctico do produto. Esse mesmo efeito também pode ocorrer no iogurte de "leite de soja" e, dessa forma, mascarar ou reduzir a intensidade do gosto residual da soja no produto final.

Dentro deste contexto, o objetivo do trabalho foi estudar a produção e aceitabilidade do iogurte de "leite de soja" em vários sabores. Para se atingir esses objetivos o trabalho foi desenvolvido em três etapas:

(1) Determinação da percentagem máxima de "leite de soja" a ser utilizada no produto;

(2) Estudo da aceitabilidade do produto com 85% de "leite de soja" + 15% de leite de vaca, nos sabores: abacaxi, figo, salada-de-frutas (mamão, banana, abacaxi, pêra e suco de maracujá), maracujá, pêssego, morango, ameixa, caju, coco e goiaba;

(3) Avaliação do efeito da polpa de morango e leite de coco no iogurte de "leite de soja" e estudo da preferência desse produto em confronto com o iogurte tradicional.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Atualmente, a fermentação do extrato protéico líquido de soja ("leite de soja") por bactérias lácticas representa um tópico de grande interesse e, até certo ponto, profundamente estudado por inúmeros pesquisadores de todo o mundo, principalmente a partir de 1960. A qualidade que o "leite de soja" oferece como meio de cultura para as bactérias lácticas, embora já bastante estudada quanto a diferentes aspectos, ainda merece um grande esforço de pesquisa.

Segundo MITAL e STEINKRAUS (1975), a fermentação do "leite de soja" por bactérias lácticas selecionadas preserva o produto e possibilita a sua transformação em um produto tipo iogurte com características agradáveis de sabor, aroma, textura e acidez. A seleção dos microrganismos deve ser feita com base na capacidade destes fermentarem os açúcares da soja, que são a rafinose, estaquiose e sacarose, a menos que seja feito ao substrato a adição daqueles açúcares exigidos pela cultura empregada. Para estes pesquisadores, a utilização da estaquiose e rafinose pelos microrganismos decresce a tendência

destes de causar a flatulência no trato intestinal e, consequentemente, melhora a digestibilidade e aceitabilidade do produto.

KELLOGG (1934) foi o primeiro pesquisador a preparar um produto fermentado utilizando uma cultura láctica no "leite de soja". Um produto parecido com a manteiga foi obtido com o uso de *Lactobacillus acidophilus*. Posteriormente GEHRKE e WEISER (1947, 1948) descobriram que o "leite de soja" é um substrato orgânico satisfatório para o crescimento das bactérias lácticas. Entretanto, verificaram também que as culturas lácticas produziam menos ácido no "leite de soja" que no leite de vaca. *Streptococcus citrovorus* (*Leuconostoc cremoris*), *Streptococcus paracitrovorus* (*Leuconostoc dextranicum*) e *Streptococcus lactis* produziam apenas cerca de 50% de ácido no "leite de soja" comparado ao que era produzido no leite de vaca, embora em relação à acidez volátil, nenhuma diferença significativa tenha sido observada em ambos os leites.

ARIYAMA (1963) desenvolveu um processo para a produção de um tipo de iogurte de "leite de soja" com 9,8% de proteína e com uma percentagem de sais minerais superior àquela do iogurte com leite de vaca. O "leite de soja" era adicionado de 15% de sacarose e fermentado com *Lactobacillus bulgaricus* ou com a própria cultura utilizada na produção do iogurte tradicional para obter um produto agradável ao paladar. Por outro lado, em estudos conduzidos sobre a fermentação de carboidratos por um Comitê em Taxonomia de *Lactobacillus* (1967) e pelos pesquisadores MITAL *et alii* (1974, 1975) ficou demonstrado que o *L. bulgaricus* não metabolizava a sacarose. Portanto, a fermentação reportada por ARIYAMA (1963) deve ter sido obtida em consequência da cultura do iogurte, visto que esta contém ambos *Streptococcus thermophilus* e *L. bulgaricus*.

De acordo com MITAL e STEINKRAUS (1979), o *S. thermophilus* desdobra a sacarose e os produtos resultantes da

hidrólise são utilizados pelo *L. bulgaricus*. Desta forma, a produção de ácido em seu produto pode ter sido devido à atividade dos microrganismos da cultura do iogurte e não atribuída somente ao *L. bulgaricus* tal como foi suposto por ARIYAMA (1963). Sobretudo, em vista de sua alta percentagem de sólidos, este produto também teria sido muito diferente do iogurte tradicional.

HANG e JACKSON (1967a, 1967b) usaram o *S. thermophilus* na preparação de um produto tipo queijo elaborado com "leite de soja". Segundo seus resultados, a adição do leite desnatado ao "leite de soja" estimulava o crescimento destes microrganismos, devido à complementação dos carboidratos do "leite de soja" com a lactose do leite de vaca. Os constituintes do "leite de soja" não sofreram nenhuma mudança, exceto para os carboidratos, que supostamente foram utilizados para a produção de ácido.

YANAMAKA *et alii* (1970) utilizaram uma cultura mista de *S. thermophilus* e *L. bulgaricus* na preparação de uma bebida tipo leite fermentado envolvendo proteína de soja, leite de vaca e sacarose. Também foi adicionada uma mistura de aminoácidos para mascarar o gosto característico da proteína da soja. Uma mistura contendo os aminoácidos alanina, arginina, ácido aspártico, glutamato de sódio, lisina, metionina e glicina mascarava consideravelmente o gosto da soja. Os mesmos autores também relataram que a substituição desta mistura por prolina ou prolina mais alanina dava resultados satisfatórios.

MATSUOKA *et alii* (1967) descobriram que *S. thermophilus* produzia uma maior quantidade de ácido no "leite de soja" que os *S. lactis* e *S. bulgaricus*. KIM e SHIN (1971) também relataram maior produção de ácido pelo *S. thermophilus* do que pelos *S. cremoris* e *L. bulgaricus*. Entretanto, contrário às descobertas mais recentes, estes pesquisadores observaram

que a quantidade de ácido produzido pelo *S. lactis* subsp. *diacetylactis* era idêntica àquela produzida pelo *S. thermophilus*.

A produção de ácido por diversas culturas lácticas no "leite de soja" e no leite de vaca, ambos desnatados, bem como na mistura destes dois substratos, foi estudada por YAMANAKA e FURUKAWA (1970). A produção de ácido por culturas de *S. thermophilus*, *Streptococcus faecalis*, *Lactobacillus acidophilus*, *L. bulgaricus* e *Lactobacillus casei* era maior na mistura de "leite de soja" (70%) mais leite de vaca desnatado (30%) do que quando somente no leite de vaca desnatado. Estes autores também observaram que a suplementação do "leite de soja" desnatado com glicose estimulava a produção de ácido de todas as culturas, enquanto a adição de sacarose aumentava a produção de ácido somente para a cultura de *L. acidophilus*. Concluíram que a textura da coalhada se tornava mais firme à medida que era aumentado a proporção de "leite de soja".

ANGELES e MARTH (1971a) relataram que a produção de ácido no "leite de soja" por bactérias lácticas não está sempre diretamente relacionada com a taxa de crescimento dos microrganismos. Estes autores descobriram que o *S. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus plantarum* e *L. dextranicum* produziam maiores quantidades de ácido no "leite de soja" que outras espécies de bactérias lácticas testadas. Isto era devido à capacidade destes microrganismos utilizarem os açúcares específicos contidos no "leite de soja". Entretanto, a utilização de outros açúcares por estes microrganismos não foi estudada. Uma elevada produção de ácido pelos microrganismos *S. lactis*, *S. cremoris*, *L. lactis* subsp. *diacetylactis*, *L. casei* e *Lactobacillus helveticus* no "leite de soja" suplementado com glicose, soro de leite em pó ou lactose mostrou que os carboidratos presentes no "leite de soja" ou são um fator limitante ou então as culturas lácticas testadas não os utilizam completamente.

A produção de ácido em um determinado substrato depende do crescimento dos microrganismos e da sua capacidade em fermentar os carboidratos disponíveis neste substrato. Os carboidratos fermentáveis presentes na soja e seus derivados são os oligossacárides solúveis em água e de baixo peso molecular, tais como a sacarose (5%), rafinose (1,1%) e estaquiose (3,8%), KAWAMURA (1967).

MITAL *et alii* (1974) estudaram diferentes bactérias lácticas com relação à sua capacidade de utilizar os oligossacárides presentes no "leite de soja" para produção de ácido. Descobriram que os microrganismos, tais como *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *Lactobacillus cellubiosis* e *L. plantarum* utilizavam a sacarose, o principal açúcar fermentável do "leite de soja", e mostravam crescimento significativo, produzindo quantidades substanciais de ácido. Quanto ao *Lactobacillus buchneri*, embora fermentasse a sacarose, mostrou uma baixa taxa de crescimento e produzia menos ácido que os demais. Para o *L. bulgaricus*, o seu inexpressivo crescimento e a produção de ácido no "leite de soja" foram explicados como sendo a sua falta de capacidade para fermentar a sacarose e outros carboidratos da soja.

As atividades lipolíticas e proteolíticas das culturas lácticas no "leite de soja" foram estudadas por ANGELES e MARTH (1971a, 1971b). Segundo esses autores, a maioria das culturas experimentadas não hidrolisava os lípidos existentes na soja. Entretanto, os *L. casei*, *L. delbrueckii* e *S. thermophilus* liberavam alguns ácidos graxos livres no "leite de soja" e no meio de cultura MRS enriquecido com 2% de lípidos da soja. Os *L. delbrueckii* e *S. thermophilus* também mostraram atividades proteolíticas no "leite de soja". Entretanto, ambos foram apenas ligeiramente proteolíticos, quando comparados aos *Bacillus cereus* e ao *Micrococcus conglomeratus*.

Segundo SCHRODER e JACKSON (1971), em experimentos sobre a melhoria do sabor e textura do queijo de soja, a adição

de leite desnatado ao "leite de soja" foi insuficiente para mascarar o sabor dominante de feijão cru, entretanto, mudava consideravelmente a textura do produto final, devido ao efeito imposto pela matéria fibrosa da soja.

Segundo LO *et alii* (1968), diversas condições e métodos de preparo do "leite de soja" afetam a produção de âcido pelas bactérias lácticas. Quando a soja é deixada de molho em água, por exemplo, uma parte dos carboidratos vai para a água que é descartada. Esta prática reduz, portanto, a concentração de carboidratos no produto final e, por esta razão, decresce a produção de ácido pelas culturas lácticas. LO *et alii* (1968) também descobriram que quanto maior o tempo em que a soja era deixada em maceração, maior seria a quantidade de sôlidos solúveis presentes na água e, portanto, perdidos. Análises efetuadas no extrato seco presente na água em que era macerada a soja mostraram que os principais carboidratos desta eram perdidos.

BADENHOP e HACKLER (1970) demonstraram que, deixando a soja de molho em uma solução de hidróxido de sôdio, 0,05N, resultava num "leite de soja" com um pH de 7,37. Tal pH alcalino não favorecia o crescimento das culturas lácticas. MITAL *et alii* (1974) observaram que todas as culturas lácticas exibiam maior crescimento e produção de ácido no "leite de soja" preparado pelo método de trituração da soja com água em ebulição do que quando este extrato era preparado envolvendo a soja descascada e desengordurada. Estes pesquisadores concluíram que a perda de alguns dos fatores de crescimento, durante a extração do líquido por solvente dos grãos de soja desengordurado, explica a diferença no comportamento dos microrganismos nos dois tipos de "leite de soja".

O efeito do aquecimento do "leite de soja" sobre a produção de ácido foi estudado por ANGELES e MARTH (1971b). Verificaram que o tratamento térmico a 60°C durante 15 minutos

favorecia a sua produção, enquanto o aquecimento a 80°C entre 5 e 60 minutos provocava efeito contrário, isto devido a um considerável aumento na concentração de substâncias inibidoras, tais como os hidrosulfetos e os sulfurosos voláteis tóxicos. Aquecimento mais alto, 100 ou 120°C, melhorava consideravelmente a qualidade deste leite como substrato para a atividade de certas bactérias lácticas. O efeito benéfico deste aquecimento alto sobre a produção de ácido foi atribuído como sendo devido à expulsão dos compostos tóxicos e à queda no potencial de oxidorredução do meio.

Os oligossacárides da soja, tais como rafinose e estaquiose contêm ligações laterais (1:6) de galactose. De acordo com GITZELMANN e AURICCHIO (1965), o trato gastrointestinal do homem não possui a enzima α -galactosídase e o metabolismo destes oligossacárides é incerto. Para RACKII S *et alii* (1970a, 1970b), a rafinose e estaquiose são responsáveis por flatulência sempre ocorrida após ingestão de produtos de soja. Na tentativa de remover estes oligossacárides por fermentação láctica, MITAL *et alii* (1973) experimentaram uma grande variedade de culturas para sua atividade quanto à enzima α -galactosídase. Descobriram que a referida enzima está presente nas células dos *L. buchneri*, *L. brevis*, *L. cellubiosis*, *Lactobacillus fermentum* e *Lactobacillus salivarius subsp. salivarius*. Segundo MITAL (1974), esta enzima também pode ser produzida pelo *L. plantarum*. Para MITAL e STEINKRAUS (1975), a fermentação do "leite de soja" por bactérias lácticas dotadas de atividade α -galactosídase reduz o teor de rafinose e estaquiose. Entretanto, a utilização rápida de sacarose por estas bactérias resultava em um pH bastante baixo, suficiente para inibir a utilização dos sacarídeos maiores, e desta forma, provava ser um fator limitante para a sua completa degradação.

A mudança de pH do "leite de soja" fermentado por *L. acidophilus* e *L. bulgaricus* foi estudada por WANG *et alii* (1974). De acordo com os resultados encontrados por esses autores,

o *L. acidophilus* baixava consideravelmente o pH deste meio, o que refletia a sua capacidade em utilizar os carboidratos nele presentes para a produção de ácido. Em conformidade com as descobertas de MITAL *et alii* (1974), o *L. bulgaricus* não alterava o pH do "leite de soja" porquanto este microrganismo era incapaz de fermentar a sacarose, o principal açúcar deste substrato. Também concluíram que o *L. acidophilus* mascarava o sabor adstringente do "leite de soja", quando este era fermentado.

MITAL e STEINKRAUS (1976) compararam a aceitabilidade do "leite de soja" fermentado com a do iogurte tradicional. Segundo esses autores, o produto apresentava uma coagulada de sabor agradável. Entretanto, a baixa produção de ácido no "leite de soja" fermentado constituía um obstáculo para a sua melhor aceitabilidade. MITAL *et alii* (1974) demonstraram que a produção de ácido neste produto podia ser elevada por meio do enriquecimento da matéria-prima com os carboidratos sacarose, glicose ou lactose, e ainda mais com o uso de culturas lácticas devidamente selecionadas.

Para GERALDINI *et alii* (1979), as bactérias lácticas constituem um grupo de microrganismos de grande importância em alimentos e são caracterizadas principalmente pelo tipo de metabolismo fermentativo que apresentam (ácido láctico, CO₂, etanol e ácido acético como metabólitos principais) e sua capacidade de apresentarem desenvolvimento na presença de oxigênio, embora sendo catálise-negativas. Segundo STANIER *et alii* (1976), quatro gêneros podem ser diferenciados, a saber: *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* e *Pediococcus*. De acordo com BUCHANAN e GIBBONS (1974), as bactérias lácticas são separadas em duas famílias distintas: a *Lactobacillaceae*, contendo o gênero *Lactobacillus* com as bactérias na forma de bastonetes, gram-positivas, geralmente imóveis, catálase e bezendina negativas e sendo anaeróbias facultativas. Já na família *Streptococaceae*, estão incluídos os gêneros *Streptococcus*, *Pediococcus* e *Leuconostoc*, caracterizados morfologicamente por cocos em cadeias,

em tétrades e aos pares, respectivamente.

Segundo GERALDINI *et alii* (1979), as bactérias lácticas têm um habitat preferencial em matérias-primas e alimentos, tanto de origem vegetal quanto animal. Nestes substratos, exercem uma atividade pronunciada, algumas delas de grande utilidade, caso dos processos de fermentação láctica de certos alimentos, como ocorre no preparo de pickles e chucrutes, ou na produção de queijos, iogurte e outros produtos lácteos. As espécies dos gêneros *Lactobacillus*, *Streptococcus* e *Leuconostoc* são de maior importância.

Para KANDA *et alii* (1976), a fermentação do "leite de soja" por *L. acidophilus* é um método simples e econômico de melhorar o seu sabor. O "leite de soja" fermentado por esta bactéria láctica e aromatizado com essência de limão resultava num produto semelhante ao iogurte e, portanto, aceitável. Este produto, que ele denominou de "iogurte de soja", quando armazenado a 5°C, durante 19 dias, não apresentava alterações significativas. A cultura de *L. acidophilus*, antes de ser inoculada no "leite de soja", era primeiramente incubada a 37°C durante 24 horas e repicada pelo menos duas vezes no mesmo meio, antes de ser utilizada como "starter". Para KANDA *et alii* (1976), a adição de sacarose ao "leite de soja" não afeta o crescimento do *L. acidophilus*.

Na Argentina, a fabricação do iogurte de "leite de soja" foi estudada por KOPSIC e LAURIC (1978). O produto foi elaborado por fermentação láctica, tal como se prepara o iogurte convencional. O "leite de soja" foi pasteurizado e adicionado de essência de frutas, na proporção de 1% e de 3% de sacarose. A seguir, foi distribuído em copos à temperatura de 40°C, os quais foram incubados a 38°C. Depois de duas horas, foi obtido o iogurte de aspecto homogêneo e consistente. O "leite de soja" natural utilizado apresentava uma acidez de 9°D, enquanto no iogurte, esta era apenas de 15°D. O aumento de

acidez foi, portanto, considerado muito baixo. Este produto diferenciou-se do convencional, principalmente pela sua insipiência e falta de acidez. Para sanar estes inconvenientes, foram feitas misturas de leite de vaca ao "leite de soja" em diferentes proporções. Na proporção de 40% de leite de vaca e 60% de "leite de soja" foram obtidos resultados satisfatórios, segundo o paladar do povo argentino, cuja preferência é para o produto ácido. No produto misto, a acidez passou a ser de 35^oD, enquanto no convencional era de 90^oD. Para melhorar ainda mais este produto, foram adicionados entre 5 e 10% de leite em pó desnatado ao "leite de soja", passando então a se obter um produto que foi considerado de excelente qualidade. Entretanto, a acidez ainda foi inferior à do produto convencional.

O uso de antioxidantes, para evitar o gosto indesejável de feijão cru que possui o "leite de soja", também foi experimentado. O resultado obtido não foi satisfatório, porquanto o "leite de soja" assim tratado apresentava-se de gosto amargo. O gosto indesejável na matéria-prima é o resultado da oxidação das gorduras da soja, a qual se inicia tão logo os grãos põem-se em contato com o ar, após serem quebrados. Este gosto no "leite de soja" pode ser diminuído mediante adição de 2% de sacarose, 0,5% de NaCl e ajuste do seu pH entre 6,5 e 7,0. O "leite de soja" fermentado representa, na opinião de KOPSIC e LAURIC (1978), um produto agradável para os consumidores que necessitam mudar seus hábitos alimentares por razões diferentes, quer sejam de ordem fisiológica (obesidade) ou por uma questão de saúde (diabete), etc. Para estes pesquisadores, também há a possibilidade de se formar um novo tipo de consumidor, que não esteja acostumado ao iogurte convencional, por questões econômicas. Quanto à coagulação do "leite de soja", os autores afirmam que esta ocorre duas horas antes que a do leite de vaca, uma vez que aquele é capaz de se coagular com uma acidez mais baixa. Este aspecto representa, em suas opiniões, economia de tempo e de energia.

Para elevar naturalmente a acidez do "iogurte de soja", esses autores recomendam deixá-lo por mais tempo na incubadora, a fim de que seja acumulada uma maior quantidade de ácido láctico. Também afirmam que o hábito dos consumidores pelo iogurte com frutas muito favorece a produção deste novo tipo de produto.

De acordo com PATEL *et alii* (1980), a qualidade do "leite de soja" como meio de crescimento para as bactérias lácticas depende do tratamento térmico que recebe este leite e da presença nele de carboidratos que sejam utilizados pela cultura em questão.

Para KOTHARI (1973), o aquecimento térmico do "leite de soja" acima de 65°C retarda consideravelmente a produção de ácido por várias culturas de *Streptococcus* e *Lactobacillus*. Embora também fosse descoberto um efeito estimulante do aquecimento a 121°C, este era prejudicial para algumas culturas, quando superior a 10 minutos e, para outras, entre 15 e 20 minutos. Para o "leite de soja", cujos grãos haviam sofrido branqueamento em solução de bicarbonato de sódio a 0,2%, segundo KANDA (1976), o melhor tratamento térmico foi a 100°C durante 20 minutos, isto para preparar o leite fermentado com a cultura de *Lactobacillus*.

KOTHARI (1973) afirma que a variedade de soja utilizada para a produção do extrato exerce uma grande influência sobre o crescimento das bactérias lácticas.

Segundo HAMMER e BABEL (1957), as bactérias lácticas são conhecidas por metabolizarem os açúcares como a lactose, glicose, frutose, galactose e maltose. No "leite de soja", a produção de ácido láctico por estas bactérias depende predominantemente da presença de carboidratos que sejam metabolizados pelas culturas desejadas.

Segundo afirmam MITAL e STEINKRAUS (1975), MITAL *et alii* (1973), STERN (1977), os *Lactobacillus*, em particular,

utilizam até certo ponto, os oligossacáridos estaquiose e rafinose.

TAKASAGO (1970) descreveu um método para a produção de "leite de soja" fermentado, envolvendo adição de leite em pó desnatado. Segundo o autor, o leite em pó acentua a produção de ácido pelas bactérias do iogurte e melhora o paladar e a consistência do produto.

Para KOTHARI (1975), a simples coagulação do "leite de soja" por bactérias lácticas não deve ser tomada como sendo o final do período de incubação, porquanto esta não é uma função somente da acidez, mas também de outros fatores, tais como aquecimento e teor de sólidos. O "leite de soja" pode coagular sem, no entanto, haver desenvolvido uma acidez suficiente para torná-lo um produto aceitável. Para ANGELES e MARTH (1971c), o desenvolvimento de uma acidez titulável entre 0,23-0,25% de ácido láctico, correspondendo a um pH de 5,7, foi o bastante para causar a coagulação de um "leite de soja" esterilizado.

Segundo FOSTER (1958), a produção de substâncias aromáticas por bactérias lácticas produtoras de aroma depende da temperatura de incubação, principalmente quando as bactérias lácticas produtoras de ácido e aroma crescem juntas, tal como nas culturas para a produção do soro de manteiga ("butter milk") e creme ácido.

A aceitabilidade do "leite de soja" também pode ser melhorada devido à modificação do seu sabor original por fermentação láctica. Para OSAKA e HASHIMOTO (1976), o sabor de feijão cru do "leite de soja" pode ser eliminado pela fermentação láctica seguida de desodorização sob efeito de pressão reduzida. A melhoria do sabor no "leite de soja" fermentado por bactérias lácticas foi descrita por WANG *et alii* (1974) como sendo devido ao efeito mascarante de produtos da fermentação. Alguns compostos aromáticos produzidos durante o processo de fermentação podem

realmente retardar a percepção do seu sabor original. Neste caso, a acidez desenvolvida pode desempenhar um papel "chave" na aceitabilidade do produto. Para MITAL e STEINKRAUS (1976), o "leite de soja" fermentado, embora tenha uma boa aceitabilidade, é inferior quanto ao seu sabor, se comparado ao iogurte tradicional, mas de melhor aceitabilidade que o "leite de soja" não fermentado aromatizado artificialmente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Como o trabalho foi desenvolvido em três etapas, os materiais e métodos serão apresentados por etapa.

3.1. PRIMEIRA ETAPA

3.1.1. Materiais

3.1.1.1. Matérias-primas

"Leite de soja", marca VITAL, produzido pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), leite longa-vida integral, polpa de morango com 60% de açúcares totais, essência de morango, açúcar refinado e corante.

3.1.1.2. Equipamentos

Banho-maria à temperatura controlada ($\pm 1,0^{\circ}\text{C}$), termômetro de 0 a 150°C , balcão frigorífico com temperatura entre 4 e 6°C e incubadora à temperatura controlada ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$).

3.1.2. Métodos

3.1.2.1. Tratamentos

Foram estudados três tratamentos, a saber:

- **Tratamento A:** 60% de "leite de soja" + 40% de leite de vaca (Formulação I);
- **Tratamento B:** 75% de "leite de soja" + 25% de leite de vaca (Formulação II);
- **Tratamento C:** 85% de "leite de soja" + 15% de leite de vaca (Formulação III).

3.1.2.2. Formulações

As formulações I, II e III, que satisfazem aos tratamentos A, B e C, respectivamente, constam do Quadro 1.

No Quadro 1, o valor 48, na formulação I, foi encontrado do seguinte modo: $(\text{Total} - \% \text{ polpa de morango} - \% \text{ açúcar} - \% \text{ cultura "starter"} - \% \text{ essência de morango} - \% \text{ corante bordeaux S}) \times (\% \text{ "leite de soja" / total}) = (100 - 12,95 - 5,30 - 1,60 - 0,08 - 0,07) \times \left(\frac{60}{100}\right) = 48$.

QUADRO 1. Formulações do iogurte de "leite de soja"* sabor morango, para produção de 100kg do produto.

Ingrediente	Formulação		
	I	II	III
"Leite de soja"	48,00	60,00	68,00
Leite de vaca	32,00	20,00	12,00
Polpa de morango	12,95	12,95	12,95
Açúcar	5,30	5,30	5,30
Cultura "starter"	1,60	1,60	1,60
Essência de morango	0,08	0,08	0,08
Corante bordeaux S	0,07	0,07	0,07
Total	100,00	100,00	100,00

* Sem adição de espessantes.

O mesmo procedimento leva aos valores 60 e 68 para as formulações II e III, respectivamente.

3.1.2.3. Processamento

O fluxograma de processamento do iogurte de "leite de soja" para as amostras-testes consta da Figura 1.

FIGURA 1. Fluxograma de processamento do iogurte de "leite de soja".

3.1.2.3.1. Descrição do processo de fabricação de acordo com o fluxograma da Figura 1

(a) Preparo da mistura

A mistura de leite de vaca com "leite de soja", de cada formulação, foi feita em frascos Erlenmeyer incolor, de aproximadamente 500ml. A quantidade preparada foi de 400ml.

(b) Tratamento térmico

Após coberta a boca dos frascos com papel-alumínio, estes foram levemente agitados, levados ao banho-maria e aquecidos a 85°C durante 15 minutos.

(c) Resfriamento

Terminado o tempo de aquecimento, os frascos foram resfriados em água corrente para 42°C. O resfriamento foi conduzido no próprio banho-maria.

(d) Inoculação

Cada tratamento foi inoculado com 1,60% de uma cultura mista de bactérias lácticas constituídas de *S. thermophilus* mais *L. bulgaricus*, preparada da seguinte forma: o leite desnatado e esterilizado a 121°C, durante 15 minutos, foi resfriado para 37°C e inoculado inicialmente com uma cultura-mãe no estado liofilizado. Após inoculação este foi incubado a 37°C durante 12 horas. Foi utilizada a proporção de uma ampola de cultura-mãe para 2 litros de leite. Terminado o período de incubação, esta cultura ativada no leite foi em seguida reativada em série, duas vezes no mesmo meio, antes da sua utilização como cultura intermediária para o preparo da cultura industrial. A cultura intermediária foi preparada em leite

desnatado aquecido a 90°C durante 30 minutos. Em seguida, este foi resfriado para 42°C, inoculado com 2% da cultura anterior e incubado a 42°C durante 4 horas. A cultura industrial empregada na inoculação dos tratamentos foi preparada partindo desta cultura intermediária, usando o mesmo procedimento anterior e apresentou as seguintes características:

- pH: 4,2 (AACC, 1962; AOAC, 1975);
- Acidez total titulável, expressa em ácido láctico: 0,75 (AACC, 1962; AOAC, 1975);
- Relação de 1:1 entre cocos e bastonetes

Foi utilizada, portanto, uma cultura pura, mista, desenvolvida em associação e perfeitamente em equilíbrio.

(e) Incubação

Os frascos, após inoculados, foram colocados na estufa a 42°C durante 3 horas. Terminado o tempo de incubação, mediu-se o pH e acidez titulável em ácido láctico do coágulo.

(f) Resfriamento e estocagem

Cuidadosamente, a fim de que o coágulo não fosse quebrado, os frascos foram transferidos para o balcão frigorífico com temperatura entre 4 e 6°C, onde permaneceram em repouso durante 12 horas. No final do período, foram verificados novamente o pH e a acidez.

(g) Adição de ingredientes

Os ingredientes restantes das formulações foram adicionados ao coágulo nas seguintes percentagens:

- Açúcar: 5,3;
- Polpa de morango: 12,95;
- Essência de morango: 0,08;

- Solução aquosa 5% de corante bordeaux S: 0,07.

Em seguida agitou-se o produto até completa homogeneização, ou seja, sem a presença de granulações.

(h) Ajuste do pH

O pH final do produto acabado foi ajustado para 4,0, com solução aquosa 25% de ácido cítrico.

3.1.2.4. Avaliação organoléptica

Para fins de avaliação organoléptica do produto, foram realizados três processamentos por formulação, pois a avaliação organoléptica consistiu de três sessões.

O experimento organoléptico foi conduzido segundo o delineamento blocos completos balanceados (Figura 2).

Provador	Posição das amostras		
	1	2	3
1	A	B	C
2	B	C	A
3	C	A	B
4	A	C	B
5	B	A	C
6	C	B	A

FIGURA 2. Delineamento blocos completos balanceados para três tratamentos (SIDEL e STONE, 1976).

Para cada sessão de avaliação organolêptica, o de lineamento básico foi repetido duas vezes, perfazendo um total de 12 provadores.

Cada provador recebeu uma ficha de avaliação organolêptica (MORAES, 1981), onde se pediu que expressasse o quanto gostou ou desgostou do produto em relação ao sabor (Figura 3).

NOME: _____ DATA: _____

Avalie cada amostra quanto ao sabor, usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou.

GRAU DE APRECIÇÃO	NÚMERO DA AMOSTRA
Gostei muito	_____
Gostei	_____
Indiferente	_____
Desgostei	_____
Desgostei muito	_____
Comentários:	_____

FIGURA 3. Ficha de avaliação do iogurte de "leite de soja" quanto ao sabor.

Para fins de análise estatística, a escala hedônica foi quantificada da seguinte maneira:

Escala hedônica	Valores
Gostei muito	5
Gostei	4
Indiferente	3
Desgostei	2
Desgostei muito	1

O nível de significância " α " para os testes estatísticos foi fixado em 5%.

3.2. SEGUNDA ETAPA

3.2.1. Materiais

3.2.1.1. Matérias-primas

Foram utilizadas as seguintes matérias-primas:

(a) "Leite de soja" marca VITAL, produzido pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL);

(b) Leite pasteurizado tipo "B";

(c) Polpas de frutas com 60% de açúcares totais (AACC, 1962; AOAC, 1975), a saber:

- Polpa de ameixa Carmesim, pH 3,40;
- Polpa de morango, pH 3,39;
- Polpa de figo, pH 4,78;
- Polpa de abacaxi, pH 3,66;
- Polpa de caju, pH 4,24;
- Polpa de salada-de-frutas (mamão maduro, banana, abacaxi, pêra e suco de maracujá), pH 3,60;

- Polpa de pêssego, pH 3,80; e
 - Polpa de goiaba, pH 4,16.
- (d) Suco de caju concentrado, pH 3,76;
- (e) Suco de macarujã concentrado, pH 2,92;
- (f) Leite de coco concentrado, pH 5,71;
- (g) Corantes bordeaux S (vermelho), "Sanei" (verde) e beta-caroteno (amarelo);
- (h) Leite em pó desnatado;
- (i) Essências de creme chantilly imitação leite condensado, abacaxi, ameixa, coco, goiaba, figo, morango, pêssego, banana e
- (j) Açúcar refinado.

3.2.1.2. Equipamentos

Foram utilizados os seguintes equipamentos:

- (a) Banho-maria à temperatura controlada ($\pm 1^{\circ}\text{C}$);
- (b) Termômetro de 0 a 150°C ;
- (c) Balcão frigorífico com temperatura entre -4 e 6°C ;
- (d) Incubadora regulada ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$);
- (e) Fermenteira para dois recipientes de 25 litros cada.

3.2.2. Métodos

3.2.2.1. Tratamentos

Estudou-se a aceitabilidade do iogurte de "leite de soja" (85% de "leite de soja" + 15% de leite de vaca) em dez sabores diferentes (tratamentos), a saber: abacaxi (A), figo (B), salada-de-frutas (C), maracujã (D), pêssego (E), morango (F),

ameixa (G), caju (H), coco (I) e goiaba (J).

3.2.2.2. Formulações

As formulações A, B, C, D, E, F, G, H, I, e J, que correspondem ao iogurte com 85% de "leite de soja" + 15% de leite de vaca, em vários sabores, constam do Quadro 2.

No Quadro 2, os valores 66,3 e 11,7, para "leite de soja" e leite de vaca, respectivamente, que aparecem em todas as formulações, foram encontrados na Formulação A, por exemplo, do seguinte modo:

$$\begin{aligned} & (\text{Total} - \% \text{ polpa de abacaxi} - \% \text{ açúcar} - \% \text{ cultura "starter"} - \\ & - \% \text{ essência de abacaxi} - \% \text{ leite em pó} - \% \text{ maisena} - \% \text{ essên-} \\ & \text{cia de creme chantilly} - \% \text{ de corante bordeaux S}) \times (\% \text{ "leite} \\ & \text{de soja"/Total}) = (100 - 13,0 - 5,45 - 1,60 - 0,07 - 0,86 - 0,86 - \\ & - 0,08 - 0,08) \times (85/100) = 66,3. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & (\text{Total} - \% \text{ polpa de abacaxi} - \% \text{ açúcar} - \% \text{ cultura "starter"} - \\ & - \% \text{ leite em pó} - \% \text{ maisena} - \% \text{ essência de creme chantilly} - \\ & - \% \text{ corante bordeaux S} - \% \text{ essência de abacaxi}) \times (\% \text{ leite de} \\ & \text{vaca/Total}) = (100 - 13,0 - 5,45 - 1,60 - 0,86 - 0,86 - 0,08 - \\ & - 0,08 - 0,07) \times \left(\frac{15}{100} \right) = 11,7. \end{aligned}$$

3.2.2.3. Processamento

O fluxograma de processamento do iogurte de "leite de soja", para as amostras-testes, consta da Figura 4.

QUADRO 2. Formulações do iogurte de "leite de soja"* para produção de 100kg do produto em vários sabores.

Ingrediente	Sabor				
	A	B	C	D	E
"Leite de soja"	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3
Leite de vaca	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7
Polpa de abacaxi	13,0				
Polpa de ameixa					
Suco de caju					
Polpa de goiaba		13,0			
Polpa de figo				5,6	
Suco de maracujá					
Polpa de morango					13,0
Polpa de pêssego					
Salada-de-frutas (polpa)			13,0		
Açúcar	5,45	5,45	5,45	12,80	5,45
Cultura "starter"	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Essência de abacaxi	0,07		0,03		
Essência de ameixa					
Leite de coco					
Essência de coco					
Essência de goiaba					
Essência de morango					
Essência de pêssego			0,03		0,08
Leite em pó	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Maisena	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Essência de creme chantilly	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Beta-caroteno, sol. 5%			0,06	0,2	0,04
Corante "Sanei", sol. 5%		0,08	0,01		0,03
Corante bordeaux S, sol. 5%	0,08				
Polpa de caju					
Essência de figo		0,07			
Essência de banana			0,02		
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*Com adição de espessantes.

Este Quadro continua na página 29.

QUADRO 2. Formulações do iogurte de "leite de soja"* para produção de 100kg do produto em vários sabores.

Sabor		F	G	H	I	J
Ingrediente						
"Leite de soja"		66,3	66,3	66,3	66,3	66,3
Leite de vaca		11,7	11,7	11,7	11,7	11,7
Polpa de abacaxi						
Polpa de ameixa			13,0			
Suco de caju				3,2		
Polpa de goiaba						13,0
Polpa de figo						
Suco de maracujá						
Polpa de morango		13,0				
Polpa de pêssago						
Salada-de-frutas (polpa)						
Açúcar		5,45	5,53	5,45	12,95	5,52
Cultura "starter"		1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Essência de abacaxi						
Essência de ameixa			0,07		5,60	
Leite de coco					0,05	
Essência de coco						0,06
Essência de goiaba						
Essência de morango		0,08				
Essência de pêssago						
Leite em pó		0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Maisena		0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Essência de creme chantilly		0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Beta-caroteno, sol. 5%				0,008		
Corante "Sanei", sol. 5%						
Corante Bordeaux S, sol. 5%		0,07		0,008		0,02
Polpa de caju				9,934		
Essência de figo						
Essência de banana						
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*Com adição de espessantes.

FIGURA 4. Fluxograma de processamento do iogurte de "leite de soja" em vários sabores.

**3.2.2.3.1. Descrição do processo de fabricação,
de acordo com o fluxograma da Figura 4**

(a) Preparo da mistura

Estimou-se uma quantidade de 1,5kg de produto acabado por formulação. Portanto, o total de produto-teste foi de $10 \times 1,5\text{kg} = 15\text{kg}$, onde 10 é o número de formulações, ou seja, uma formulação para cada sabor.

Para satisfazer a quantidade de 1,5kg de produto acabado por formulação, cada ingrediente da formulação foi multiplicado pelo fator 0,015.

A mistura constituída de "leite de soja", leite de vaca, leite em pó e maisena, no volume total para as dez formulações, foi preparada em uma cuba de aço inoxidável com capacidade para 25 litros, provida de agitador manual e tampa.

Para facilitar a incorporação do leite em pó e maisena, utilizou-se de um liquidificador.

(b) Tratamento térmico

A cuba foi levada à fermenteira e foi feito o aquecimento da mistura a 85°C durante 15 minutos.

(c) Resfriamento

O resfriamento foi conduzido na própria fermenteira até atingir temperatura de 42°C .

(d) Inoculação

A mistura à temperatura de 42°C foi inoculada com 1,60% de uma cultura mista de *S. thermophilus* e *L. bulgaricus* (MOON e REINBOLD, 1976) preparada da seguinte forma:

● O leite desnatado e esterilizado a 121°C durante 15 minutos foi resfriado para 37°C e inoculado inicialmente com uma cultura-mãe no estado liofilizado. Após inoculação, este foi incubado a 37°C durante 12 horas. Foi utilizada a proporção de uma ampola de 2g de cultura-mãe para 2 litros de leite. Terminado o período de incubação, esta cultura ativada no leite foi, a seguir, reativada em série, duas vezes no mesmo meio, antes da sua utilização como cultura intermediária para o preparo da cultura industrial. A cultura intermediária foi preparada em leite desnatado aquecido a 90°C durante 30 minutos. Em seguida, este foi resfriado para 42°C , inoculado com 2% da cultura anterior e incubado a 42°C durante 3 horas. A cultura industrial empregada na inoculação da mistura foi preparada partindo da cultura intermediária, usando o mesmo procedimento anterior e apresentou as seguintes características:

- pH: 4,2 (AACC, 1962; AOAC, 1975);
- Acidez total titulável, expressa em ácido láctico: 0,80 (AACC, 1962; AOAC, 1975);
- Relação entre cocos e bastonetes: 1:1

Portanto, foi utilizada uma cultura pura mista, crescida em associação e perfeitamente em equilíbrio.

(e) Incubação

Após inoculação, a cuba foi levada para a estufa a 42°C onde permaneceu durante 3 horas. Terminado o tempo de incubação, foram medidos o pH e a acidez titulável em ácido láctico do coágulo.

(f) Adição de ingredientes

Após completa homogeneização do coágulo, com auxílio de um agitador manual, este foi igualmente distribuído entre 10 frascos Erlenmeyer de 2.000ml. Em seguida codificaram-se os frascos com as letras das formulações (Quadro 2) e

acrescentaram-se os demais ingredientes, açúcares, essências, polpas de frutas e corantes, de acordo com cada uma das formulações, multiplicando por 15 suas respectivas percentagens nas formulações.

(g) Determinação do pH e extrato seco total (% E.S.T.)

Após adicionados os ingredientes, procedeu-se novamente à agitação do produto. Verificada a ausência de granulações e a completa dissolução de todos os ingredientes antes adicionados, foram determinados o pH e a % EST do produto nos diferentes sabores (AACC, 1962; AOAC, 1975).

3.2.2.4. Avaliação organoléptica

Para avaliar o efeito da adição dos diferentes aromatizantes no sabor do iogurte de "leite de soja", foi realizada a avaliação organoléptica do produto em dez sabores diferentes, com 60 provadores divididos em seis grupos de dez, sendo três de manhã e três à tarde.

O experimento organoléptico foi conduzido segundo o delineamento blocos incompletos balanceados tipo quadrados de Youden, Figura 5 (COCHRAN e COX, 1971).

Os parâmetros do delineamento da Figura 5 são:

$t = 10$ = nº de tratamentos
 $k = 3$ = nº de tratamentos por bloco (provador)
 $r = 9$ = nº de repetições por tratamento
 $b = 30$ = nº de blocos (provadores)
 $\lambda = 2$ = nº de vezes em que um par qualquer de tratamentos aparece no delineamento
 $E = 0,74$ = eficiência do delineamento

Provedor	Grupo I			Grupo II			Grupo III		
	Posição das amostras			Posição das amostras			Posição das amostras		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	C	A	B	E	D	I	A	I	J
2	B	H	J	I	F	H	D	J	E
3	G	E	H	D	A	B	F	B	G
4	J	I	C	A	E	G	I	C	H
5	E	J	F	B	I	E	C	E	F
6	D	C	G	J	H	A	E	A	C
7	I	F	D	H	C	D	B	G	I
8	F	D	A	G	J	F	H	F	A
9	H	B	E	F	B	C	J	D	B
10	A	G	I	C	G	J	G	H	D

FIGURA 5. Delineamento blocos incompletos balanceados tipo quadrados de Youden (COCHRAN e COX, 1971).

Na Figura 5 as letras referem-se às formulações com seus respectivos sabores (tratamentos), a saber:

- A = abacaxi
- B = figo
- C = salada-de-frutas
- D = maracujá
- E = pêssego
- F = morango
- G = ameixa
- H = caju
- I = coco e
- J = goiaba

Para perfazer o total de 60 provadores, o delineamento básico representado na Figura 5 foi repetido duas vezes.

Cada provador recebeu uma ficha de avaliação organoléptica onde se pediu que expressasse o quanto gostou ou desgostou do produto em relação ao sabor (Figura 6).

Para fins de análise estatística, a escala hedônica foi quantificada da seguinte maneira (MORAES, 1981):

Escala hedônica	Valores
Gostei muitíssimo	9
Gostei muito	8
Gostei regularmente	7
Gostei ligeiramente	6
Indiferente	5
Desgostei ligeiramente	4
Desgostei regularmente	3
Desgostei muito	2
Desgostei muitíssimo	1

NOME : _____ DATA: _____

Avalie cada amostra quanto ao sabor, usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou.

GRAU DE APRECIÇÃO

NÚMERO DA AMOSTRA

Gostei muitíssimo

Gostei muito

Gostei regularmente

Gostei ligeiramente

Indiferente

Desgostei ligeiramente

Desgostei regularmente

Desgostei muito

Desgostei muitíssimo

Comentários: _____

FIGURA 6. Ficha de avaliação do iogurte de "leite de soja" em vários sabores.

O nível de significância " α " para os testes estatísticos foi fixado em 5%.

O esquema de análise de variância do experimento organoléptico, conduzido segundo o delineamento da Figura 5, é apresentado no Quadro 3.

QUADRO 3. Esquema de análise de variância do experimento organoléptico em blocos incompletos balanceados do tipo quadrados de Youden (PIMENTEL GOMES, 1970).

F. V.	G. L.
Grupos de provadores	5
Provadores dentro dos grupos	54
Posições dentro dos grupos	12
Tratamentos	9
Resíduo	99
Total	179

Neste Quadro:

F.V. = fonte de variação

G.L. = graus de liberdade

3.3. TERCEIRA ETAPA

3.3.1. Materiais

3.3.1.1. Matérias-primas

Foram utilizadas as seguintes matérias-primas:

- (a) "Leite de soja" marca VITAL, produzido pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL);
- (b) Leite pasteurizado tipo "B";
- (c) Polpa de morango com 60% de açúcares totais e pH 3,4;
- (d) Leite de coco concentrado com pH 5,7 e 42% de gordura;
- (e) Corante bordeaux S em solução 5%;
- (f) Leite em pó integral;
- (g) Açúcar cristal;
- (h) Maisena;
- (i) Essência de coco;
- (j) Essência de creme chantilly, imitação leite condensado;
- (l) Essência de morango;
- (m) Cultura "starter" para iogurte, mista de *S. thermophilus* e *L. bulgaricus* com 80⁰D (graus Dornic) de acidez e pH 4,2 (MOON e REINBOLD, 1976).

3.3.1.2. Equipamentos

Foram utilizados os seguintes equipamentos:

- (a) Banho-maria à temperatura controlada ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$);

- (b) Termômetro de 0 a 150°C;
- (c) Balcão frigorífico com temperatura entre 4 e 6°C;
- (d) Incubadora à temperatura controlada ($\pm 1,0^{\circ}\text{C}$); e
- (e) Fermenteira em aço inoxidável para dois recipientes de 25 litros cada.

3.3.2. Métodos

3.3.2.1. Formulações

Para obter o iogurte de "leite de soja" (85% de "leite de soja" + 15% de leite de vaca) nos sabores morango e coco, foram utilizadas, respectivamente, as formulações F e I do Quadro 2.

Para se obter o iogurte tradicional (iogurte de leite de vaca) nos sabores morango (M) e coco (N), substituiu-se o "leite de soja" por leite de vaca nas formulações F e I, respectivamente.

Para se obter o iogurte de "leite de soja" (85% de "leite de soja" + 15% de leite de vaca) sem sabor, excluíram-se o leite de coco e a essência de coco na formulação I.

As formulações F, I, L, M e N encontram-se no Quadro 4.

No Quadro 4, o valor 66,3kg de "leite de soja", que aparece nas formulações F e I, foi calculado, por exemplo, para a formulação F, do seguinte modo:

$$(\text{Total} - \% \text{ polpa de morango} - \% \text{ açúcar} - \% \text{ cultura "starter"} - \% \text{ essência de morango} - \% \text{ leite em pó} - \% \text{ maisena} - \% \text{ essência de creme chantilly} - \% \text{ de corante bordeaux S}) \times (\% \text{ "leite de soja" / total}) = (100 - 13,0 - 5,45 - 1,60 - 0,08 - 0,86 - 0,86 - 0,08 - 0,07) \times (85/100) = 66,3.$$

QUADRO 4. Formulações do iogurte de "leite de soja" e do tradicional** para a produção de 100kg de produto*.

Ingrediente (kg)	Iogurte				
	"Leite de soja"			Tradicional	
	F	I	L	M	N
"Leite de soja"	66,3	66,3	66,3	-	-
Leite de vaca	11,7	11,7	11,7	78,0	78,0
Polpa de morango	13,0	-	-	13,0	-
Açúcar cristal	5,45	12,95	12,95	5,45	12,95
Cultura "starter"	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Leite de coco	-	5,60	-	-	5,60
Essência de coco	-	0,05	-	-	0,05
Essência de morango	0,08	-	-	0,08	-
Leite em pó	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Maisena	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Essência de creme chantilly	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Corante bordeaux S solução 5%	0,07	-	-	0,07	-
Total	100,00	100,00	94,35	100,00	100,00

* Exceto para a formulação L.

** Com adição de espessantes.

O valor 11,7 presente nas formulações F e I foi calculado, por exemplo, na formulação I do seguinte modo:

$(\text{Total} - \% \text{ açúcar} - \% \text{ cultura "starter"} - \% \text{ leite de coco} - \% \text{ essência de coco} - \% \text{ leite em pó} - \% \text{ maisena} - \% \text{ essência de creme chantilly}) \times (\% \text{ leite de vaca} / \text{total}) = (100 - 12,95 - 1,60 - 5,60 - 0,05 - 0,86 - 0,86 - 0,08) \times (15/100) = 11,7.$

3.3.2.2. *Processamento*

O fluxograma do processamento do iogurte de "leite de soja", bem como do iogurte tradicional, para as amostras-testes, consta da Figura 7 (PINTHONG *et alii*, 1980; SUGIMOTO *et alii*, 1981; STEIBERG, 1979).

3.3.2.2.1. *Descrição do processo de fabricação, de acordo com o fluxograma da Figura 7*

(a) **Preparo da mistura**

Estimou-se uma quantidade de 1,5kg de produto acabado por formulação. Portanto, o total de produto-teste foi de $5 \times 1,5\text{kg} = 7,5\text{kg}$, onde cinco é o número de formulações, ou seja, três formulações para o iogurte de "leite de soja" (F, I e L) e duas para o iogurte tradicional (M e N).

Para satisfazer a quantidade de 1,5kg de produto acabado por formulação, cada ingrediente da formulação foi multiplicado pelo fator 0,015.

No caso do iogurte de "leite de soja", a mistura constituída de "leite de soja", leite de vaca, leite em pó e maisena, no volume total para as três formulações (F, I e L), foi preparada em uma cuba de aço inoxidável, com capacidade para 25 litros, provida de agitador manual e de tampa.

FIGURA 7. Fluxograma de processamento de iogurte de "leite de soja" com e sem adição de sabores e do iogurte tradicional (somente com leite de vaca).

Para facilitar a incorporação do leite em pó e maisena, utilizou-se de um liquidificador comum.

Quanto ao iogurte tradicional, a mistura constituída de leite de vaca, leite em pó e maisena foi preparada de modo semelhante em uma segunda cuba.

(b) Tratamento térmico

As cubas foram levadas à fermenteira para aquecimento das misturas a 85°C durante 15 minutos.

(c) Resfriamento

O resfriamento das misturas foi conduzido na própria fermenteira, até atingir temperatura de 42°C .

(d) Inoculação

A mistura de cada cuba, à temperatura de 42°C , foi inoculada com 1,60% de uma cultura mista de *S. thermophilus* mais *L. bulgaricus*. A cultura foi a mesma utilizada na etapa anterior, e sua manutenção durante um período de quatro meses foi feita mediante repicagem semanal em leite de vaca.

No momento do uso, a cultura apresentou as mesmas características da sua cultura-mãe, ou seja, pH 4,2, 0,80% de ácido láctico e relação de 1:1 entre cocos e bastonetes.

(e) Incubação

Após inoculação, as duas cubas foram levadas para uma estufa a 42°C , onde permaneceram durante três horas. Terminado o tempo de incubação, foram determinados o pH e a percentagem de ácido láctico dos respectivos coágulos.

(f) Resfriamento após incubação

Feitas as determinações de pH e de ácido láctico (AACC, 1962; AOAC, 1975), as cubas com seus respectivos coágulos foram levados para um tanque contendo aproximadamente 150 litros de água gelada entre 2 e 4°C.

O abaixamento da temperatura inicial de 42°C para 6°C foi de aproximadamente 40 minutos. Atingida a temperatura de 6°C no coágulo de cada cuba, estas foram em seguida levadas para um balcão frigorífico com temperatura entre 4 e 6°C, onde permaneceram durante 12 horas.

(g) Adição de ingredientes

Após resfriamento e completa homogeneização do coágulo de cada uma das cubas, este foi colocado em frascos do tipo Erlenmeyer de 2.000ml. O conteúdo da cuba referente ao iogurte de "leite de soja" foi colocado nos frascos codificados F, I e L, e o da cuba referente ao iogurte tradicional, nos frascos M e N. Feito isso, acrescentaram-se os demais ingredientes, conforme mencionado em cada uma das formulações (Quadro 4). Em seguida, procedeu-se novamente a agitação do produto de cada frasco. Verificada a ausência de granulações e a completa dissolução dos ingredientes acrescentados conforme cada formulação, determinaram-se pH, acidez expressa em percentagem de ácido láctico (% A.T.), percentagem de gordura (% G), acidez expressa em graus Dornic (°D), percentagem de extrato seco total (% E.S.T.) e percentagem de proteína (% P) de cada um dos produtos (AACC, 1962; AOAC, 1975).

3.3.2.3. Avaliação organoléptica

3.3.2.3.1. Avaliação do efeito da polpa de morango e leite de coco no sabor do iogurte de "leite de soja"

Para avaliar o efeito da polpa de morango e leite de coco no sabor do iogurte de "leite de soja", o experimento organoléptico foi o pareado. Participaram do teste 56 provadores.

Cada provador recebeu amostras-testes e uma ficha de avaliação organoléptica (Figura 8), onde se pediu que expressasse o quanto gostou ou desgostou do sabor das amostras (MORAES, 1981).

As amostras-testes foram servidas em copinhos de poliestireno de 60ml, que foram identificados com números casuais de três dígitos. A quantidade servida foi de 30ml.

Para fins de análise estatística, a escala hedônica foi quantificada da seguinte maneira:

Escala hedônica	Valores
Gostei muitíssimo	9
Gostei muito	8
Gostei regularmente	7
Gostei ligeiramente	6
Indiferente	5
Desgostei ligeiramente	4
Desgostei regularmente	3
Desgostei muito	2
Desgostei muitíssimo	1

Para avaliação estatística dos resultados organolépticos, utilizou-se o teste "t" de Student (AMERINE & ROESSLER, 1976).

O nível de significância " α " para os testes estatísticos foi fixado em 5%.

NOME: _____ DATA: _____

Avalie cada amostra quanto ao sabor, usando a escala hedônica abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou.

GRAU DE APRECIAÇÃO

NÚMERO DA AMOSTRA

Gostei muitíssimo

Gostei muito

Gostei regularmente

Gostei ligeiramente

Indiferente

Desgostei ligeiramente

Desgostei regularmente

Desgostei muito

Desgostei muitíssimo

Comentários: _____

FIGURA 8. Ficha de avaliação do iogurte de "leite de soja" com e sem sabor.

3.3.2.3.2. Avaliação da preferência do iogurte de "leite de soja" perante o tradicional, ambos com polpa de morango e leite de coco

Para conduzir o experimento organoléptico pareado-preferência, utilizou-se o teste seqüencial bicaudal (STEINER, 1966), com os parâmetros:

$$p_0 = \frac{1}{2} \text{ (não há preferência entre o iogurte de "leite de soja" e o tradicional);}$$

$$p_1 = \frac{3}{4} \text{ (iogurte tradicional mais preferido que o iogurte de "leite de soja");}$$

$$p_2 = \frac{1}{4} \text{ (iogurte de "leite de soja" mais preferido que o iogurte tradicional);}$$

e os riscos:

$$\alpha_1 = 0,025 = \text{probabilidade de dizer que o iogurte de "leite de soja" é mais preferido que o iogurte tradicional, quando, na verdade, não existe preferência entre eles;}$$

$$\alpha_2 = 0,025 = \text{probabilidade de dizer que o iogurte tradicional é mais preferido que o iogurte de "leite de soja", quando, na verdade, não existe preferência entre eles;}$$

$$\beta_1 = 0,05 = \text{probabilidade de dizer que não existe preferência entre os iogurtes de "leite de soja" e tradicional, quando, na verdade, iogurte de "leite de soja" é mais preferido que o tradicional;}$$

$\beta_2 = 0,05 =$ probabilidade de dizer que não existe preferência entre os iogurtes de "leite de soja" e o tradicional quando, na verdade, o tradicional é mais preferido que o "iogurte de leite de soja".

O teste seqüencial bicaudal pareado-preferência foi conduzido graficamente (Figura 9), projetando-se depois de cada avaliação organoléptica, um ponto (n,y) , atribuindo o valor 1 (um) a cada avaliação favorável ao iogurte tradicional até que um ponto atinja ou cruze uma das quatro retas $(R_{1n}, A_{1n}, R_{2n}, A_{2n})$.

Aos resultados "não tenho preferência", foram associados números casuais; caso em que este foi par, considerou-se como preferido o iogurte tradicional; caso contrário, o iogurte de "leite de soja".

No teste pareado, cada provador recebeu duas amostras, sendo uma do iogurte tradicional e, a outra do iogurte de "leite de soja".

As amostras-testes foram servidas em copinhos de poliestireno com capacidade aproximada de 60ml. Os copinhos foram identificados com números casuais de três dígitos, e a quantidade de produto colocada em cada copinho foi de 30ml.

Cada provador recebeu uma ficha de avaliação organoléptica (Figura 10), onde se pediu para provar as amostras quanto ao sabor e dizer se tem preferência por uma delas.

FIGURA 9. Procedimento do teste pareado-preferência seqüencial bicaudal, com os parâmetros: $P_0 = \frac{1}{2}$, $P_1 = \frac{3}{4}$; $P_2 = \frac{1}{4}$; e os riscos: $\alpha_1 = \alpha_2 = 0,025$, $\beta_1 = \beta_2 = 0,05$.

NOME: _____ DATA: _____

Por favor, prove estas duas amostras quanto ao SABOR. Você tem preferência por uma delas?

SIM _____

NÃO _____

Se respondeu **sim**, escreva o número da amostra preferida.

Amostra preferida Nº _____

Comentários: _____

FIGURA 10. Ficha de avaliação da preferência entre o iogurte de "leite de soja" e o tradicional, ambos com sabor.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se que o presente estudo foi desenvolvido em três etapas diferentes, os resultados e discussão serão apresentados por etapa.

4.1. PRIMEIRA ETAPA

4.1.1. Acidez titulável expressa em percentagem de ácido láctico (% A.T.) e pH do iogurte de "leite de soja"

O iogurte de "leite de soja" nos tratamentos A, B e C foram avaliados quanto ao pH e acidez titulável expressa em percentagem de ácido láctico (% A.T.) nos diferentes estágios de produção, a saber: incubação a 42°C durante três horas, estocagem entre 4 e 6°C durante 12 horas e produto acabado. Os resultados médios de seis determinações encontram-se no Quadro 5.

QUADRO 5. pH médio e acidez titulável expressa em percentagem de ácido láctico (% A. T.) do iogurte de "leite de soja" nos diferentes estágios de produção.

Tratamento	Número de determinações	Estádio de produção					
		Incubação (42°C/5 horas)		Estocagem (4-6°C/12 horas)		Produto acabado	
		pH	% A.T.	pH	% A.T.	pH	% A.T.
A	6	4,20	0,73	4,22	0,75	4,0	0,75
B	6	4,32	0,60	4,40	0,65	4,0	0,65
C	6	4,47	0,58	4,48	0,60	4,0	0,60

Neste Quadro:

A = 60% "leite de soja" + 40% leite de vaca.

B = 75% "leite de soja" + 25% leite de vaca.

C = 85% "leite de soja" + 15% leite de vaca.

4.1.1.1. Incubação

Os resultados observados para pH após a incubação (Quadro 5), foram considerados satisfatórios, porquanto no iogurte tradicional o pH ideal está entre 4,6 e 4,2 (MOON e REINBOLD, 1976). Quanto à acidez, os valores encontrados de 0,73, 0,60 e 0,58 estão abaixo das percentagens ideais para um bom iogurte tradicional (perfeito equilíbrio entre a produção de ácido, sabor e aroma) que são de 0,80 a 0,90% de ácido láctico (MOON e REINBOLD, 1976). Esta baixa produção de ácido láctico no produto pode estar atribuída a inúmeras causas, tais como: elevado número de células de *S. thermophilus* e poucas células de *L. bulgaricus*, quantidade insuficiente de inóculo e meio de cultura desprovido de fatores de crescimento. Com relação ao "leite de soja" como meio de crescimento para as bactérias do iogurte, vale dizer que este permite o crescimento do *S. thermophilus* mas não do *L. bulgaricus*. Para que ambos pudessem crescer e produzir ácidos, sabor e aroma, tornou-se imperativo a adição de lactose por meio do leite de vaca. O carboidrato lactose é facilmente metabolizado por ambas as bactérias (PINTHONG *et alii*, 1980; ANGELES e MARTIN, 1971d; MITAL *et alii*, 1977; MITAL e STEINKRAUS, 1975; MARSHALL *et alii*, 1982).

4.1.1.2. Estocagem

Após incubação, o coágulo apresentou-se bastante frágil. Por este motivo os frascos foram resfriados lentamente e sem agitação. Esta operação possibilitou o coágulo tornar-se firme e cremoso.

Durante o resfriamento ocorreu ligeira redução no pH e pequeno aumento na produção de ácido láctico. Estas alterações no pH e na percentagem de ácido láctico foram desejáveis e resultaram do crescimento dos microrganismos durante a operação de resfriamento, a qual se processou lentamente.

Quanto à fragilidade do coágulo, pode estar associada a uma desnaturação mais ou menos intensa das globulinas do "leite de soja" durante o tratamento térmico, uma vez que esta fragilidade foi menor no tratamento com maior percentagem de leite de vaca (Fragilidade: $C > B > A$).

4.1.1.3. Produto acabado

Para melhorar o sabor e aroma do produto final adicionou-se ácido cítrico até reduzir o pH para 4,0. Se comparado este valor com os valores encontrados para o iogurte tradicional (Quadro 6), este novo produto foi apenas ligeiramente mais ácido que as duas primeiras marcas comerciais X e Y.

QUADRO 6. Valores de pH e acidez titulável (% A.T.) de quatro diferentes marcas comerciais de iogurte com polpa de morango.

Marca	pH	% A. T.
X	4,18	0,80
Y	4,03	0,85
Z	3,99	0,90
W	3,81	0,90

4.1.2. Avaliação organoléptica

Os graus de apreciação expressos pelos provadores na avaliação de sabor do iogurte de "leite de soja" estão no Quadro 7.

QUADRO 7. Graus de apreciação expressos pelos provadores na avaliação de sabor do iogurte de "leite de soja".

Provador	Posição das amostras			Total
	1	2	3	
1	C = 2	A = 4	B = 2	8
2	A = 4	B = 3	C = 4	11
3	B = 5	C = 4	A = 4	13
4	B = 5	A = 5	C = 3	13
5	C = 3	B = 4	A = 4	11
6	A = 5	C = 4	B = 4	13
7	C = 4	B = 4	A = 4	12
8	A = 5	C = 4	B = 4	13
9	B = 5	A = 4	C = 4	13
10	B = 4	C = 5	A = 5	14
11	C = 4	A = 4	B = 2	10
12	A = 4	B = 4	C = 4	12
13	A = 4	B = 4	C = 5	13
14	C = 2	A = 4	B = 3	9
15	B = 2	C = 4	A = 4	10
16	B = 3	A = 4	C = 5	12
17	A = 3	C = 2	B = 4	9
18	A = 4	C = 3	B = 5	12
19	A = 5	C = 5	B = 5	15
20	C = 3	B = 2	A = 2	7
21	B = 5	A = 4	C = 4	13
22	B = 2	C = 2	A = 4	8
23	A = 4	B = 3	C = 3	10
24	C = 2	A = 4	B = 2	8
25	C = 3	A = 5	B = 4	12
26	A = 5	C = 4	B = 4	13
27	A = 5	B = 4	C = 3	12
28	B = 4	C = 4	A = 4	12
29	A = 3	B = 4	C = 5	12
30	B = 3	C = 4	A = 5	12
31	C = 4	B = 5	A = 4	13
32	B = 5	A = 4	C = 5	14
33	C = 4	B = 5	A = 4	13
34	A = 3	C = 4	B = 4	11
35	B = 4	A = 3	C = 4	11
36	C = 4	A = 5	B = 4	13
Total	136	141	140	417

O Quadro 8 mostra a análise da variância dos dados do Quadro 7 e o Quadro 9 os totais e as médias dos tratamentos A, B e C.

Referindo-se as médias do Quadro 9 à escala hedônica da Figura 3, observa-se que o tratamento A classifica-se entre os graus de apreciação "Gostei muito" e "Gostei", e os tratamentos B e C entre "Gostei" e "Indiferente". Mas a não significância do valor F observado de 2,97 (Quadro 8), menor que o F crítico 3,95, indica que as médias dos tratamentos A, B e C não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade. Isto indica que a percentagem de "leite de soja" não teve influência significativa no sabor do produto. Assim sendo, para a segunda etapa do experimento, optou-se pelo tratamento C: 85% de "leite de soja" + 15% de leite de vaca (Formulação III).

QUADRO 8. Análise da variância dos dados do Quadro 7.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F _o
Provadores	35	42,9167	1,2262	2,97 ^{n.s.}
Tratamentos	2	3,5000	1,7500	
Posições	2	0,3889	0,1944	
Resíduo	68	40,1111	0,5898	
Total	107	86,9167		

Neste Quadro:

F.V. = fonte de variação

G.L. = graus de liberdade

S.Q. = soma dos quadrados

Q.M. = quadrado médio

F_o = valor da estatística F de Snedecor

n.s. = não significativo ao nível de 5% de probabilidade

QUADRO 9. Totais e médias dos tratamentos.

	Tratamento			Total
	A	B	C	
Total	148	136	133	417
Média	4,1	3,8	3,7	3,9

4.2. SEGUNDA ETAPA

4.2.1. Características do iogurte tradicional e do iogurte de "leite de soja" em vários sabores

Com o objetivo de avaliar as características do iogurte de "leite de soja" em vários sabores, confrontando-o com o tradicional, foram realizadas as determinações de pH e percentagem do extrato seco total (% E.S.T.). Os resultados dessas determinações constam do Quadro 10.

Os valores apresentados no Quadro 10 indicam que o iogurte de "leite de soja" é menos ácido e possui menor teor de extrato seco total que o iogurte tradicional.

4.2.2. Características do iogurte de "leite de soja" em vários sabores

Para caracterizar o iogurte de "leite de soja" em vários sabores, foram realizadas as determinações de açúcares totais e gordura em termos de percentagem. Os resultados constam do Quadro 11.

QUADRO 10. Características do iogurte tradicional e iogurte de "leite de soja" em vários sabores.

Sabor	pH		% E. S. T.	
	Tradicional	Com soja	Tradicional	Com soja
Coco	3,84	4,10	24,10	23,54
Abacaxi	3,90	4,00	24,71	19,55
Ameixa	4,09	3,95	25,00	18,72
Figo*	-	4,09	-	20,58
Caju*	-	4,06	-	20,63
Salada-de-frutas tropicais	3,96	4,02	24,32	19,85
Goiaba*	-	4,01	-	21,96
Morango	3,98	4,03	24,36	18,38
Pêssego	3,95	4,00	22,38	20,60
Maracujã*	-	3,85	-	22,39

Neste Quadro:

* Sabor não encontrado no mercado para o produto tradicional.

QUADRO 11. % de açúcares totais e gordura do iogurte de "leite de soja" em vários sabores.

Sabor	Açúcar* (%)	Gordura (%)
Abacaxi	13,25	2,02
Ameixa	13,33	2,12
Caju	13,25	2,09
Coco	12,95	4,30
Goiaba	13,32	1,88
Figo	13,25	2,05
Maracujã	12,80	2,03
Morango	13,25	2,15
Pêssego	13,25	2,09
Salada-de-frutas	13,25	1,96

* Sacarose adicionado mais açúcares totais do aromatizante.

O iogurte no sabor coco foi o que apresentou a mais alta percentagem de gordura, ou seja, 4,30%. Isto deve-se à alta percentagem de gordura presente no leite de coco utilizado, o qual contém aproximadamente 42% de gordura.

4.2.3. Avaliação organoléptica

Os graus de apreciação expressos pelos provadores na avaliação do sabor do iogurte de "leite de soja" em vários sabores estão no Quadro 12 (equipe da manhã) e no Quadro 13 (equipe da tarde).

No Quadro 14, são apresentados os cálculos necessários para a obtenção da análise da variância dos dados dos Quadros 12 e 13.

No Quadro 15, é apresentada a análise da variância dos dados dos Quadros 12 e 13.

Referindo-se as médias do Quadro 14 à escala hedônica da Figura 6, observa-se que os tratamentos A, C e J classificam-se entre os graus de apreciação "Gostei muito" e "Gostei regularmente"; os tratamentos D, E, F, G, H e I entre "Gostei regularmente" e "Gostei ligeiramente"; e o tratamento B entre "Gostei ligeiramente" e "Indiferente". Mas, a não significância do valor da estatística $F = 1,38$ para os tratamentos indica que as médias dos tratamentos de A a J não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade. Isto indica que o efeito de frutas no sabor do iogurte de "leite de soja" foi o mesmo para todos os tratamentos, isto é, todos os sabores foram igualmente aceitos.

Assim sendo, para a terceira etapa do experimento, optou-se pelos sabores morango e coco (Formulação F e I do Quadro 2), visto que estes sabores, em relação ao iogurte tradicional, são os mais comuns no mercado.

QUADRO 12. Graus de apreciação em notas, expressos pelos provadores no período da manhã, na avaliação organoléptica do iogurte de "leite de soja" em vários sabores.

Grupo I				Grupo II				Grupo III						
Provedor	Posição das amostras			Total	Provedor	Posição das amostras			Total	Provedor	Posição das amostras			Total
	1	2	3			1	2	3			1	2	3	
1	C=8	A=9	B=2	19	1	E=7	D=8	I=8	23	1	A=8	I=8	J=9	25
2	B=7	H=8	J=8	23	2	I=5	F=7	H=7	19	2	D=9	J=8	E=7	24
3	G=6	E=7	H=7	20	3	D=7	A=8	B=4	19	3	F=9	B=8	G=7	24
4	J=8	I=7	C=7	22	4	A=5	E=7	G=7	19	4	I=7	C=8	H=7	22
5	E=6	J=8	F=6	20	5	B=6	I=5	E=6	17	5	C=8	E=8	F=8	24
6	D=3	C=8	G=7	18	6	J=8	H=4	A=7	19	6	E=7	A=8	C=7	22
7	I=7	F=5	D=6	18	7	H=6	C=7	D=4	17	7	B=8	G=8	I=6	22
8	F=2	D=7	A=6	15	8	G=7	J=9	F=8	24	8	H=8	F=8	A=8	24
9	H=7	B=4	E=9	20	9	F=7	B=4	C=8	19	9	J=3	D=7	B=8	18
10	A=6	G=7	I=8	21	10	C=7	G=9	J=9	25	10	G=7	H=7	D=4	18
Total	60	70	66	196	Total	65	68	68	201	Total	74	78	71	223

QUADRO 13. Graus de apreciação em notas, expressos pelos provadores no período da tarde, na avaliação organoléptica do iogurte de "leite de soja" em vários sabores.

Grupo I				Grupo II				Grupo III						
Provedor	Posição das amostras			Total	Provedor	Posição das amostras			Total	Provedor	Posição das amostras			Total
	1	2	3			1	2	3			1	2	3	
1	C=6	A=7	B=5	18	1	E=7	D=8	I=5	20	1	A=8	I=6	J=7	21
2	B=6	H=8	J=6	20	2	I=7	F=6	H=5	18	2	D=6	J=9	E=8	23
3	G=4	E=3	H=8	15	3	D=9	A=8	B=4	21	3	F=3	B=7	G=8	18
4	J=6	I=8	C=4	18	4	A=7	E=6	G=7	20	4	I=7	C=8	H=7	22
5	E=7	J=8	F=9	24	5	B=6	I=8	E=7	21	5	C=7	E=3	F=4	14
6	D=7	C=8	G=6	21	6	J=8	H=4	A=9	21	6	E=8	A=9	C=8	25
7	I=7	F=7	D=7	21	7	H=6	C=8	D=9	23	7	B=6	G=8	I=8	22
8	F=6	D=7	A=4	17	8	G=6	J=8	F=8	22	8	H=6	F=7	A=7	20
9	H=6	B=7	E=7	20	9	F=6	B=7	C=7	20	9	J=6	D=3	B=7	16
10	A=4	G=4	I=8	16	10	C=7	G=5	J=8	20	10	G=6	H=4	D=8	18
Total	59	67	64	190	Total	69	68	69	206	Total	63	64	72	199

QUADRO 14. Totais de tratamentos e cálculos necessários para a obtenção da análise da variância dos dados dos Quadros 12 e 13.

Cálculos necessários	T r a t a m e n t o				
	A	B	C	D	E
T_i	128	106	131	119	120
B_i	362	357	269	350	371
$Q_i = 3T_i - B_i$	22	-39	24	7	-11
$T_i = \frac{Q_i}{40}$	0,55	-0,975	0,6	0,175	-0,275
$\bar{x}_i = 6,75 + t_i$	7,3	5,8	7,4	6,9	6,5

Neste Quadro: Este Quadro continua na página 64.

T_i = total das notas atribuídas ao tratamento i;

B_i = total dos provadores que avaliaram o tratamento i;

$\bar{x}_i$ = média ajustada do tratamento i.

QUADRO 14. Totais de tratamentos e cálculos necessários para a obtenção da análise de variância dos dados dos Quadros 12 e 13.

Cálculos necessários	T r a t a m e n t o					
	F	G	H	I	J	Total
T_i	116	119	115	125	136	1.215
B_i	361	363	359	368	385	3.645
$Q_i = 3T_i - B_i$	-13	-6	-14	7	23	0
$T_i = \frac{Q_i}{40}$	-0,325	-0,15	-0,35	0,175	0,575	0,000
$\bar{x}_i = 6,75 + t_i$	6,4	6,6	6,4	6,9	7,3	

Neste Quadro:

T_i = total das notas atribuídas ao tratamento i;

B_i = total dos provadores que avaliaram o tratamento i;

$\bar{x}_i$ = média ajustada do tratamento i.

QUADRO 15. Análise de variância dos dados dos Quadros 13 e 16.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F _o
Grupos de provadores	5	21,1667	4,23334	1,69 ^{n.s.}
Provadores dentro dos grupos	54	120,5833	2,23302	0,89 ^{n.s.}
Posições dentro dos grupos	12	16,6833	1,39028	0,55 ^{n.s.}
Tratamentos	9	31,0833	3,45370	1,38 ^{n.s.}
Resíduo	99	248,2334	2,50741	1,69 ^{n.s.}
Total	179	427,7500		

Neste Quadro:

F.V. = fonte de variação

G.L. = graus de liberdade

S.Q. = soma de quadrados

Q.M. = quadrado médio

F_o = valor da estatística F de Snédecor

n.s. = não significativo ao nível de 5% de probabilidade

4.3. TERCEIRA ETAPA

4.3.1. Avaliação do efeito da polpa de morango no sabor do iogurte de "leite de soja"

Os graus de apreciação expressos pelos provadores na avaliação do iogurte de "leite de soja" com sabor (F) e sem sabor (L) constam do Quadro 16.

Pelo Quadro 16, observa-se que o valor 5,33 da estatística "t" de Student foi significativo ao nível de 0,1% de probabilidade. Isso indica que há uma evidência de que o iogurte de "leite de soja" melhora de sabor se receber a polpa de morango. Esta melhoria foi da ordem de 0,96 pontos. Como este valor é menor que um, alguns provadores atribuíram notas maiores ao iogurte de "leite de soja". Ainda pelo Quadro 16, observa-se que os iogurtes com e sem sabor alcançaram médias de 7,77 e 6,80, respectivamente, que os classificam segundo a escala utilizada (Figura 6), entre "Gostei muito" e "Gostei regularmente", "Gostei regularmente" e "Gostei ligeiramente".

4.3.2. Avaliação do efeito do leite de coco no sabor do iogurte de "leite de soja"

Os graus de apreciação expressos pelos provadores na avaliação do iogurte de "leite de soja" com sabor (I) e sem sabor (L) constam do Quadro 17.

Pelo Quadro 17, observa-se que o valor 3,23 da estatística "t" de Student foi significativo ao nível de 1% de probabilidade. Isso indica que há uma evidência de que o iogurte de "leite de soja" melhora de sabor se receber o leite de coco. Esta melhoria foi da ordem de 0,66 pontos. Como este valor é menor que um, alguns provadores atribuíram notas maiores ao iogurte de "leite de soja".

QUADRO 16. Notas atribuídas pelos provadores aos iogurtes F e L na avaliação do sabor.

Provador	Iogurte		D = F - L
	F	L	
1	8	7	1
2	9	9	0
3	8	7	1
4	8	7	1
5	9	8	1
6	8	6	2
7	8	7	1
8	9	8	1
9	6	7	-1
10	9	7	2
11	7	4	3
12	8	7	1
13	8	7	1
14	8	6	2
15	7	8	-1
16	8	7	1
17	8	7	1
18	9	8	1
19	8	6	2
20	9	7	2
21	7	7	0
22	8	7	1
23	7	8	-1
24	6	7	-1
25	7	2	5
26	7	8	-1
27	7	9	-2
28	8	6	2
29	8	7	1
30	9	9	0
31	7	6	1
32	8	7	1
33	6	6	0
34	9	6	3
35	9	7	2
36	7	6	1
37	7	7	0
38	8	7	1
39	6	7	-1
40	8	7	1

Este Quadro continua na página 68.

QUADRO 16. Notas atribuídas pelos provadores aos iogurtes F e L na avaliação do sabor.

Provador	iogurte		D = F - L
	F	L	
41	8	8	0
42	8	6	2
43	9	9	0
44	9	8	1
45	8	7	1
46	7	4	3
47	7	7	0
48	9	9	0
49	7	4	3
50	8	4	4
51	7	4	3
52	8	6	2
53	6	7	-1
54	9	7	2
55	7	6	1
56	7	9	-2
Total	435	381	54
Média	7,77	6,80	0,96
t	5,33 ^{xxx}		

Neste Quadro:

F = iogurte de "leite de soja" sabor morango;

L = iogurte de "leite de soja" sem sabor;

t = valor da estatística "t" de Student;

xxx = significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

QUADRO 17. Notas atribuídas pelos provadores aos iogurtes I e L na avaliação do sabor.

Provador	iogurte		$D = I - L$
	I	L	
1	7	6	1
2	9	8	1
3	7	8	-1
4	8	7	1
5	6	7	-1
6	8	7	1
7	7	8	-1
8	8	6	2
9	4	5	-1
10	9	7	2
11	9	8	1
12	7	8	-1
13	7	6	1
14	9	8	1
15	6	4	2
16	8	7	1
17	7	8	-1
18	7	6	1
19	8	7	1
20	8	7	1
21	6	6	0
22	7	6	1
23	8	7	1
24	7	4	3
25	6	8	-2
26	9	8	1
27	7	6	1
28	9	4	5
29	4	6	-2
30	8	4	4
31	7	4	3
32	5	6	-1
33	7	6	1
34	5	7	-2
35	7	5	2
36	8	7	1
37	4	6	-2
38	7	6	1
39	7	6	1
40	7	6	1

Este Quadro continua na página 70.

QUADRO 17. Notas atribuídas pelos provadores aos iogurtes I e L na avaliação do sabor.

Provador	iogurte		D = I - L
	I	L	
41	6	4	2
42	8	6	2
43	8	6	2
44	8	6	2
45	8	8	0
46	9	8	1
47	8	9	-1
48	8	7	1
49	6	8	-2
50	4	6	-2
51	8	8	0
52	9	8	1
53	8	7	1
54	7	6	1
55	7	8	-1
56	8	6	2
Total	404	367	37
Média	7,21	6,55	0,66
t	3,23 ^{xx}		

Neste Quadro:

I = iogurte de "leite de soja" sabor coco;

L = iogurte de "leite de soja" sem sabor;

t = valor da estatística "t" de Student;

xx = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Pelo Quadro 17, observa-se que os iogurtes com e sem sabor alcançaram médias 7,21 e 6,55, respectivamente, que os classificam segundo a escala utilizada (Figura 8) entre "Gostei regularmente" e "Gostei ligeiramente", "Gostei ligeiramente" e "Indiferente".

4.3.3. Avaliação da preferência do iogurte de "leite de soja" perante o tradicional, ambos com sabor coco

A aplicação do teste pareado seqüencial preferência entre o iogurte de "leite de soja" I e o tradicional N, ambos com sabor coco, levou ao resultado apresentado na Figura 11.

Pela Figura 11, observa-se que, com 12 provadores, a preferência é pelo iogurte tradicional N, pois o 12º ponto caiu na região de preferência pelo iogurte tradicional.

4.3.4. Avaliação da preferência do iogurte de "leite de soja" perante o tradicional, ambos com sabor morango

A aplicação do teste pareado seqüencial preferência entre o iogurte de "leite de soja" F e o tradicional M, ambos com sabor morango, levou ao resultado apresentado na Figura 12.

Pela Figura 12, observa-se que, com 15 provadores, a preferência é pelo iogurte tradicional M, pois o 15º ponto atingiu a região de preferência pelo iogurte tradicional.

FIGURA 11. Avaliação da preferência entre o iogurte de "leite de soja" I e o tradicional N pelo teste pareado seqüencial bicaudal.

FIGURA 12. Avaliação da preferência entre o iogurte de "leite de soja" F e o tradicional M pelo teste pareado seqüencial bicaudal.

4.3.5. Características do iogurte de "leite de soja" nos diferentes estádios de produção

Com a finalidade de avaliar a composição físico-química do "leite de soja", leite de vaca, misturas, coágulos (misturas fermentadas) e iogurtes, foram realizadas as determinações de pH, acidez em graus Dornic ($^{\circ}\text{D}$), acidez titulável expressa em percentagem de ácido láctico (% A.T.), percentagem de gordura (% G), percentagem de extrato seco total (% E.S.T.), densidade a 15°C , percentagem de proteína (% P) e percentagem de açúcares totais (% A.C.). Os resultados dessas determinações constam do Quadro 18.

Pelo Quadro 18, observa-se que o iogurte de "leite de soja" contém menor percentagem de ácido láctico, gordura e proteína que o iogurte tradicional. Essas diferenças são devidas à composição e qualidade do "leite de soja" como meio de crescimento e, conseqüentemente, a menor produção de ácido pelas bactérias do iogurte *S. thermophilus* e *L. bulgaricus*.

O maior teor de ácido láctico no iogurte tradicional é devido ao leite de vaca ser melhor que o "leite de soja" para o crescimento e produção de ácido pelas bactérias do iogurte (MITAL e STEINKRAUS, 1975). No leite de vaca as bactérias do iogurte crescem e produzem ácido, mas, no "leite de soja", apenas o *S. thermophilus* é capaz de crescer e produzir ácido láctico (MITAL *et alii*, 1974). As bactérias do iogurte são específicas quanto à utilização de açúcares. No leite de vaca estas bactérias desdobram a lactose, mas, no "leite de soja", dos açúcares rafinose, estaquiose e sacarose presentes, somente a sacarose é desdobrada pelo *S. thermophilus* (ANGELES e MARTH, 1971a; MITAL *et alii*, 1977).

QUADRO 18. Características físico-químicas do "leite de soja", leite de vaca, misturas, coágulos e iogurtes.

Estádio de produção e produtos acabados	D e t e r m i n a ç ã o						
	pH	°D	% A.T.	% G	% E.S.T.	D ₁₅ [*]	% P** % A.C.
- "Leite de soja"	6,5	13	0,13	1,8	6,2	1,012	2,8
- Leite de vaca	6,8	13	0,13	3,4	12,5	1,028	3,8
- Mistura 1 ("leite de soja" + leite de vaca)	6,5	12	0,12	2,1	7,9	-	-
- Mistura 2 ("leite de soja" + leite de vaca + leite em pó + maisena)	6,5	13	0,13	2,4	9,7	-	-
- Mistura 3 (leite de vaca + leite em pó + maisena)	6,7	13	0,13	3,6	15,5	-	-
- Coágulo da mistura 2 após incubação (42°C/3 horas)	4,2	56,7	0,57	2,5	-	-	-
- Coágulo da mistura 3 após incubação (42°C/3 horas)	4,2	63,0	0,63	3,7	-	-	-
- Coágulo da mistura 2 após resfriamento e estocagem (4-6°C/12 horas)	4,1	57,0	0,57	-	-	-	-
- Coágulo da mistura 3 após resfriamento e estocagem (4-6°C/12 horas)	4,1	68,0	0,68	-	-	-	-
- Iogurte de "leite de soja", sabor morango - (F)	4,2	58,0	0,58	2,1	19,6	-	3,1 13,2
- Iogurte de leite de vaca, sabor morango - (M)	4,2	72,0	0,72	5,0	25,3	-	4,1 13,3
- Iogurte de "leite de soja", sabor coco - (I)	4,2	57,0	0,57	3,9	22,5	-	3,0 13,0
- Iogurte de leite de vaca, sabor coco - (N)	4,2	70,0	0,70	6,3	25,6	-	4,0 13,2
- Iogurte de "leite de soja" com açúcar e sem aromatizante (L)	4,2	57,0	0,57	2,3	18,1	-	3,1 13,1

* Densidade feita a 15°C.

** Percentagem de proteína

5. CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados encontrados neste estudo, pode-se concluir que:

(a) Dentre as percentagens estudadas de "leite de soja", é viável utilizar o nível máximo, ou seja, 85%;

(b) O iogurte de "leite de soja" (85% de "leite de soja" + 15% de leite de vaca) é um produto aceitável, mesmo sem adição de aromatizantes;

(c) Os dez sabores estudados foram igualmente aceitos;

(d) A polpa de morango e leite de coco contribuíram significativamente para a melhoria do sabor do iogurte de "leite de soja";

(e) Embora o iogurte de "leite de soja" tenha sido aceitável, a preferência é para o iogurte tradicional;

(f) O iogurte de "leite de soja" é menos ácido e de menor teor de proteína, gordura e sólidos totais que o iogurte tradicional.

6. LITERATURA CITADA

AACC, 1962. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods, 6 ed., St. Paul, Minn.

ANGELES, A.G. e E.G. MARTH, 1971a. Growth and activity of lactic acid bacteria in soy milk. I. Growth and acid production. J. Milk Food Technol., 34 (1): 30-36; 63-73; 134-128.

ANGELES, A.G. e E.G. MARTH, 1971b. Growth and activity of lactic acid bacteria in soy milk. II. Heat treatment of soy milk and culture activity. J. Milk Food Technol., 34 (1): 63-68.

ANGELES, A.G. e E.G. MARTH, 1971c. Growth and activity of lactic acid bacteria in soy milk. III. J. Milk Food Technol., 34 (1): 69-75.

- ANGELES, A.G. e E.G. MARTH, 1971d. Growth and activity of lactic acid bacteria in soy milk. IV. Proteolytic activity. J.Milk Food Technol., 34 (2): 123-128.
- AMERINE, M.A. e E.B. ROESSLER, 1976. Wines: Their sensory Evaluation. W. H. Freeman and Company, San Francisco, 230 p.
- AOAC, 1975. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, Washington, 12 ed.
- ARIYAMA, H., 1963. Process for the manufacture of a synthetic yoghurt from soybean. U.S. Patent 3.096.177. July, 2.
- BADENHOP, A.F. e L.R. RACKLER, 1970. Effects of soaking soybeans in sodium hydroxide solution as pretreatment for soy milk production. Cereal Sci. Today, 15 (1): 84-88.
- BUCHANAN, R.E. e N.E. GIBBONS, 1974. Bergey's Manual of Determinative Bacteriological. 8th ed. The Willian and Wilkins Co., Baltimore, USA, 1268 p.
- COCHRAN, W.G. e G.M. COX, 1971. Diseños Experimentales. Editorial Trillas, México, 66 p. (Tradução do Centro de Estatística e Cálculos do Colégio de Pós-Graduação da Escola Nacional de Agricultura de Chapingo, México).
- COTTENIE, J., 1973. Yoghurt processing in Europe. Cultured Dairy Products Journal, 13 (4): 6-14.
- FOSTER, E.M., 1958. Dairy Microbiology. Macmilian & Co. Ltd., London.

- GEHRKE, C. e H.H. WEISER, 1947. Comparative studies in growth and biochemical features of microorganisms growth in cow's and soybean milk. Food Res., 12 (5): 360-364.
- GEHRKE, C. e H.H. WEISER, 1948. A comparative study of the biochemical activity of *Streptococcus lactis*, *Streptococcus citrovorus* and *Streptococcus paracitrovorus* when grown in cow's milk and soybean milk. J. Dairy Sci., 31 (2): 213-222.
- GERALDINI, A.M.; I. DELAZARI; M.F.F. LEITÃO; C. M.M. OLIVEIRA e M. N.U. EIROA, 1979. Caracterização de bactérias lácticas em alimentos. I. Avaliação de meios sólidos para contagens de culturas puras. Bol. Inst. Tecn. Al., Campinas, SP, 16 (1): 54-64.
- GITZELMANN, R. e S. AURICCHIO, 1965. The handling of alpha-galactosides by a normal and galactosemic child. Pediatrics, 36: 231-235.
- GROSSKOPF, J.C., 1979. Fruits, flavors and the yoghurt industry. American Dairy Review, 41 (5): 38-39; 51.
- HAMNER, B.W. e F.J. BABEL, 1957. Dairy Bacteriology. 4th ed. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- HANG, Y.D. e H. JACKSON, 1967a. Preparation of soybean cheese using lactic starter organisms. I. General characteristics of the finished cheese. Food Technol., 21 (1): 95-96.
- HANG, Y.D. e H. JACKSON, 1967b. Preparation of soybean cheese using lactic starter organisms. II. Effects of addition of rennet extract and skim milk. Food Technol., 21 (1): 97-100.

- KANDA, H.; H.L. WANG; C.W. HESSELTINE e K. WARER, 1976. Yoghurt production by *Lactobacillus* fermentation of soy bean milk. Process Biochem., 2 (4): 23-25; 46.
- KAWAMURA, S., 1967. Review of PL 480 work on soybean carbohydrates. Proc. International Conference on Soybean Protein in Food. IL. May 1967. ARS 71-35, U.S. Dept. Agric., pp. 249-254.
- KELLOG, J.H., 1934. Method of making acidophilus milk. U. S. Patent, 1.982.941. Dec., 4.
- KIM, C.S. e S.H. SHIN, 1971. Studies on preparation of a cheese-like product from soybean milk-korean. J. Food Sci. Technol., 3 (1): 57-63. (Dairy Sci. Abstr. 33: 822).
- KOPSIC, T. e V. LAURIC, 1978. Productos lacteos a partir de la soja. La Alimentacion Latino Americana, n° 114. Nov./Dec.: 44-48.
- KOTHARI, S.L., 1973. Studies on fermented soymilk products. II. Effect of soymilk processing factors on the acid production by lactic acid bacteria in soymilk. Indian J. Microbiol., 13: 109-117.
- KOTHARI, S.L., 1975. Studies on fermented soymilk products. III. Activity of cheese and yoghurt cultures in soymilk and fortified soymilk. Indian J. Microbiol., 15: 18-26.
- LO, W.Y.L.; K.H. STEINKRAUS; D.B. HAND; L.R. HACKLER e W.F. WILKENS, 1968. Soaking soybeans before extraction as it affects chemical composition and yield of soy milk. Food Technol., 22 (9): 1188-1190.

- MATSUOKA, H.; K. SASAGO e M. SEKIGUCHI, 1968. Manufacturing of a cheese-like product from soybean milk. J. Food Sci. Technol. (Tokyo) 15 (3): 103-108.
- MARSHALL, V.; W.M. COLE e L.A. MABBIT, 1982. Yoghurt made from single starter organisms using heat or enzyme-treated milk or milk to which casein hydrolysate or sodium formate is added. J. of Dairy Research, 49 (1): 147-152.
- MITAL, B.K., 1974. Fermentation of soy milk oligosaccharides by lactic acid bacteria. PhD Thesis, Cornell University.
- MITAL, B.K. e K.H. STEINKRAUS, 1975. Utilization of oligosaccharides by lactic acid bacteria during fermentation of soy milk. J. Food Sci., 40 (1): 114-118.
- MITAL, B.K. e K.H. STEINKRAUS, 1976. Flavour acceptability of unfermented and lactic fermented soy milks. J. Milk Food Technol., 39 (5): 342-344.
- MITAL, B.K. e K.H. STEINKRAUS, 1979. Fermentation of soy milk by lactic acid bacteria. A review. J. Food Protection, 42 (11): 895-899.
- MITAL, B.K.; K.H. STEINKRAUS e H.B. MAYLOR, 1974. Growth of lactic acid bacteria in soy milks. J. Food Sci., 39 (5): 1018-1022.
- MITAL, B.K.; K.H. STEINKRAUS; R. PRASAD e S. SINGH, 1977. Effect of carbohydrates and phosphates on acid production by lactic acid bacteria in soy milk. J. Food Sci. Technol., 14: 182-184.

MITAL, B.K.; R.S. SHALLENBERGER e K.H. STEINKRAUS, 1973. Alpha-galactosidase activity of lactobacilli. Appl. Microbiol., 26 (5): 783-788.

MOON, N. e D.G. REINBOLD, 1976. Commensalism and Competition in Cultures of *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. J. Milk Food Technol., 39 (5): 337-341.

MORAES, M.A.C., 1981. Métodos para avaliação sensorial de alimentos. 3 ed. Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia. Campinas, SP., 62 p.

OSAKA, M. e Y. HASHIMOTO, 1976. (Fuji Oil Co. Ltd.). U.S.Pat. 937.843.

PATEL, A. e S.K. GUPTA, 1982. Fermentation of blanched-bean soymilk with lactic cultures. J. of Food Protection, 45 (7): 620-623.

PATEL, A.; W.M. WAGHMARE e S.K. GUPTA, 1980. Lactic fermentation of soymilk. A review. Process Biochem., 15 (7): 9-13.

PIMENTEL GOMES, F., 1970. Curso de Estatística Experimental. 4.^a Edição. Livraria Nobel S.A., São Paulo, SP., 430 p.

PINTHONG, R.; R. MACRAE e J. ROTHOWELL, 1980. The development of a soya based yoghurt.

I. Acid production by lactic acid bacteria.

II. Sensory evaluation and analysis of volatiles.

III. Analysis of oligosaccharides. J. Food Technol., 15 (6): 647-667.

- RACKIS, J.J.; D.H. HONING; D.J. SESSA e F.R. STEGGERDA, 1970a. Flavor and flatulence factors in soybean protein products. J. Agr. Food Chem., 18 (6): 977-982.
- RACKIS, J.J.; D.H. HONING; D.J. SESSA; F.R. STEGGERDA; T. SHIMUZU; J. ANDERSON e S.L. PEARL, 1970b. Soybean factors relating to gas production by intestinal bacteria. J. Food Sci., 35 (5): 634-639.
- SHRODER, D.J. e H. JACKSON, 1971. Preparation of soybean cheese using lactic starter organisms. III. Effects of mold ripening and increasing concentrations of skim milk solids. J. Food Sci., 36 (1): 22-24.
- SIDEL, J.L. e H. STONE, 1976. Experimental design and analysis of sensory tests. Food Technol., 30 (11): 32-38.
- SOUZA, G., 1979. Processamento de iogurtes com novos sabores. Boletim do ITAL, Campinas, SP. (52): 113-129.
- STANIER, B.Y.; E.A. ADELBERG e J.L. INGRAHAM, 1976. The Microbiological world. Prentice-Hall, IMC; Englewood Cliffs, N. J. USA, 871 p.
- STEIBERG, A.F., 1979. Cultured product ideas. Yoghurt the cin-derella product. American Dairy Review, 41 (7): 50F-50H.
- STEINER, E.H., 1966. Sequential procedures for triangular and paired comparison tasting tests. J. Food Technol., 1 (1): 41-53.
- STERN, N.J., 1977. Canada Inst. Food Sci. Technol. J., 10: 197-200.

SUGIMOTO, H.; M. NISHIO; T. HORIUCHI e D. FUKUSHIMA, 1981.

Improvement of organoleptic quality of fermented soybean beverage by additions of propylene glycol alginate and calcium lactate. J. Food Processing and Preservation, 5 (2): 83-93.

SUBCOMMITTEE on the International Committee on Nomenclature of Bacteria of the International Association of the Microbiological Societies, 1967. Type-strains of *Lactobacillus* species. A report by the taxonomic subcommittee on Lactobacilli and closely related organisms. Am. Type Culture Collection, Rockville, MD.

TAKASAGO KORIO KOGIO Co., 1979. Jap. Pat. 12, 256.170.

WANG, H.L.; L. KRAIDEJ e C.W. HESSELTINE, 1974. Lactic acid fermentation of soybean milk. J. Milk Food Technol., 37 (1): 71-73.

YANAMAKA, Y. e N. FUKURAWA, 1970. Studies on utilization of soybean protein for food manufacturing. II. Influence on soy milk added to skim milk on the activity and the hardness of curd produced by lactic bacteria for dairy use. J. Food Technol., TOKYO, 17 (6): 456-461.