EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO DO LEITE NA QUALIDADE DE IOGURTE

WILMA MARIA COELHO ARAÚJO

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Março, 1984

A meus pais

VICENTE (*in memoriam*)

e RENELDE

A ADEMIR, companheiro,

e aos nossos filhos

VICENTE e ADEMIR

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. João Gustavo Brasil Caruso, pela segura orientação e mútua amizade construída na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antônio Joaquim de Oliveira, pelas sugestões apresentadas e pelo marcante incentivo de amigo.

A Profa. Dra. Nonete Barbosa Guerra, Coordenadora do Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, pelo total apoio recebido.

Profa. Edleide Maria Freitas Pires, pela aplicação da análise sensorial.

Aos professores e aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos (1980/1981) da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelo convívio saudável e pela motivação conjunta.

Aos funcionários do Departamento de Tecnologia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", e aos funcionários do Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos, pelos valiosos auxílios prestados.

Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES), pelo auxílio concedido a partir de 1980, na forma de bolsa de estudos, e ao Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, pelos recursos oferecidos.

INDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Matéria-prima	4
2.2. Cultura lática	7
2.3. Processamento	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1. Cultura lática	30
3.2. Matéria-prima	30
3.3. Inoculação e incubação	31
3.4. Análises	31
3.4.1. Acidez titulável	31
3.4.2. pH	32
3.4.3. Sólidos totais	32
3.4.4. Contagem de microrganismos	33
3.4.5. Análise sensorial	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. Características principais da matéria-prima .	37

4.2. Acidez titulável e pH	38
4.3. Crescimento microbiano	46
4.4. Análise sensorial	48
4.5. Conservação do iogurte sob refrigeração	51
5. CONCLUSÕES	54
6. LITERATURA CITADA	57
7. APÊNDICE	70

LISTA DE TABELAS

Tabela Nº	Página
1 - Efeitos físicos e químicos do tratamento térmico do leite na qualidade de iogurte	14
2 - Efeito do tratamento térmico nas proteínas do soro	18
3 - Efeito do tratamento térmico no processo de coagulação	20
4 - Características principais do leite antes e após o tratamento térmico a 65°C por 30 minutos	38
5 - Características principais do leite antes e após o tratamento térmico a 75°C por 10, 20 e 30 minutos	38
6 - Características principais do leite antes e após o tratamento térmico a 85°C por 10, 20 e 30 minutos	39
7 - pH e acidez titulável durante a fermentação do leite previamente aquecido a 65°C por 30 minutos. Temperatura de incubação 42°C	40
8 - pH e acidez titulável durante a fermentação do leite previamente aquecido a 75°C por 10, 20 e 30 minutos. Temperatura de incubação 42°C	41

Tabela Nº

Página

9 - pH e acidez titulável durante a fermentação do leite previamente aquecido a 85°C por 10, 20 e 30 minutos. Temperatura de incubação 42°C	42
10 - pH e acidez titulável durante a fermentação do leite previamente aquecido a 75°C por 30 minutos. Temperaturas de incubação 32°C e 37°C....	43
11 - pH e acidez titulável durante a fermentação do leite previamente aquecido a 85°C por 30 minutos. Temperaturas de incubação 32°C e 37°C ...	44
12 - Análise sensorial dos iogurtes obtidos de leite aquecido a 85°C por 10, 20 e 30 minutos ...	48
13 - Análise sensorial dos iogurtes obtidos de leite aquecido a 75°C por 10, 20 e 30 minutos ...	49
14 - Análise sensorial dos iogurtes obtidos de leite aquecido a 65°C, 75°C e 85°C por 30 minutos	50
15 - pH e acidez titulável durante o armazenamento, para os tratamentos térmicos 75°C e 85°C por 30 minutos	52

LISTA DE FIGURAS

Figura Nº	Página
1 - Modelo da ficha utilizada na avaliação sensorial, para o teste de preferência	34
2 - Modelo da ficha utilizada na avaliação sensorial, para o teste triangular	36

EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO DO LEITE NA QUALIDADE DE IOGURTE

Candidata: WILMA MARIA COELHO ARAÚJO

Orientador: JOÃO GUSTAVO BRASIL CARUSO

RESUMO

O efeito do tratamento térmico do leite na qualidade do iogurte foi investigado aquecendo-se o leite em banho-maria a 65°C por 30 min., 75°C por 10, 20 e 30 min. e 85°C por 10, 20 e 30 min.

Após cada tratamento térmico, o leite era inoculado com 3,0% de uma cultura lática para iogurte (*Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*) e incubado a 32,37 e 42°C respectivamente, até completa coagulação.

Durante o período de incubação (fermentação), foram retiradas amostras a intervalos regulares de 20 minutos para determinação do pH e da acidez titulável e contagem de microrganismos pela técnica da contagem em placa.

A qualidade do iogurte foi avaliada por um painel de dez degustadores, utilizando-se a escala hedônica e o teste triangular para diferenciar a qualidade do produto fei-

to com o leite tratado como foi acima descrito. Aos degustadores foi pedido julgarem o flavor e a consistência do produto.

A análise estatística dos resultados mostrou uma preferência significativa pelo produto feito com o leite tratado a 85°C por 30 minutos. Contudo, após dez dias de armazenagem a 3°C, a preferência foi para o iogurte feito com leite aquecido a 75°C por 30 minutos, embora a diferença entre os produtos não tenha sido significativa.

THE MILK HEAT TREATMENT EFFECT ON THE YOGURT QUALITY

Candidate: WILMA MARIA COELHO ARAÚJO

Adviser: JOÃO GUSTAVO BRASIL CARUSO

SUMMARY

The effect of the milk heat treatment on the yogurt quality was investigated by heating the milk in water bath at 65°C for 30 min, 75°C for 10, 20 and 30 min. and 85°C for 10, 20 and 30 min.

After each heat treatment the milk was inoculated with 3.0% of a yogurt starter (*Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*) and incubated at 32,37 and 42°C respectively, until complete coagulation.

During the incubation period (fermentation) samples were taken at regular 20 minutes intervals for pH and titrable acidity determination and microbial population counting by plate count tecnic.

The yogurt quality was evaluated by a trained painel of ten panelists, using a hedonic scale from 0 to 6 and a triangle test to diferenciate the quality of the product made from milk heat treated as above described. To the pane-lists were asked to judge flavor and consistence of the product.

The statistical analysis of the results show a significant preference for the product made from the milk heat treated at 85°C for 30 min. However, after ten days of storage at 3°C, preference was for the yogurt made from the milk heated at 75°C for 30 min. although the difference between the products was not statistically significant.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade dos produtos alimentícios e a sua influência sobre a nutrição e a saúde humana vêm merecendo lugar de destaque nos meios científicos. Essa preocupação se deve ao grande número de produtos alimentícios existentes e a uma tendência atual de se ingerir produtos naturais.

Dentre esses produtos destaca-se o iogurte, que é resultante da fermentação do açúcar do leite - a lactose - por bactérias láticas.

Inicialmente, o consumo de iogurte foi bastante limitado, restringindo-se apenas a certos grupos étnicos. Em meados de 1960, a adição de frutas ao produto, com o objetivo de atenuar o seu sabor ácido, buscava uma maior aceitação popular, e, ao mesmo tempo, uma maior divulgação era dada às suas qualidades nutritivas e terapêuticas, levando a um considerável aumento no consumo do iogurte.

O valor nutritivo do iogurte é equivalente ao do leite utilizado em seu preparo, acrescido das vantagens

advindas do processo de fermentação, tal como a presença de nutrientes resultantes da atividade das bactérias envolvidas nesse processo. De acordo com DOAN e DIZIKES (1942), o iogurte é mais digestivo que o leite, qualidade essa atribuída às mudanças químicas das proteínas durante a formação do produto, e, ainda, ele contribui para a metabolização de outros produtos devido à sua atividade diastásica.

O iogurte, além da habilidade de restaurar a flora intestinal normal, no que diz respeito às bactérias do ácido lático, inibe o crescimento de microrganismos proteolíticos indesejáveis e é, também, uma opção aos indivíduos que apresentam intolerância à lactose. KILARA e SHAHANI (1978) chamam a atenção para uma ação inibitória do iogurte contra certos tipos de células cancerígenas, contribuindo, assim, na terapia de tumores malignos.

A elaboração do iogurte é uma técnica que se expande cada vez mais no mundo inteiro, e, de um preparo originalmente simples, vem-se transformando em um processo bastante sofisticado. Entretanto, com a rápida incorporação deste produto aos hábitos alimentares, a competição industrial desencadeou a busca de novos processos que possibilitassem a redução dos custos de fabricação, sem prejuízo da qualidade do produto.

Esse atributo é uma consequência, além das condições de fabricação, da qualidade e do tratamento térmico do

leite, como também da cultura láctica empregada, uma vez que da sua ação sobre os componentes do leite é que resultarão as características desejáveis no produto.

Tendo em vista esses fatos é que o presente trabalho foi desenvolvido, com o principal objetivo de se observar possíveis efeitos sobre a qualidade do iogurte, resultantes de variações no tratamento térmico do leite utilizado em seu preparo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Matéria-prima

A matéria-prima utilizada na elaboração do iogurte é o leite, principalmente o de origem bovina. Esse leite deve ser de excelente qualidade e sofrer tratamento adequado para obtenção de um produto com as melhores características possíveis.

De acordo com BEHMER (1978), o leite é uma emulsão de glóbulos graxos, estabilizada por substâncias albuminóides em um soro que contém em solução um açúcar (lactose), proteínas, sais orgânicos e minerais e vários outros produtos, em quantidades mínimas, tais como a lecitina, uréia, aminoácidos, ácidos cítrico, láctico e acético, vitaminas, enzimas, etc.

O leite destinado à elaboração do iogurte deve apresentar certas características fundamentais, tais como as citadas por KURMANN (1977): ausência total, ou presença míni-

ma, de substâncias estranhas (quantidade tecnicamente inevitável durante a produção leiteira); ausência de organismos patogênicos; ser isento de antibióticos; acidez máxima de 20 - 240D; apresentar sabor e odor normais; extrato seco o mais elevado possível e ser proveniente de úberes não infectados.

O teor de sólidos totais do leite pode variar dentro da faixa de 10.5 - 16.0% (FREITAS, 1971) e, para a elaboração do iogurte, os valores recomendados, segundo ROBINSON e TAMIME (1975), situam-se entre 14 e 18%. Esse teor de sólidos totais é de importância significativa, podendo, inclusive, exercer um controle no flavor e no aroma, na estabilidade e no valor nutritivo do iogurte (HUMPHREY, 1969).

No que diz respeito à acidez do leite, esta deve apresentar valores normais, isto é, dentro da faixa de 0.14 a 0.20% (gramas de ácido lático por 100 ml de leite). A determinação do pH é outra possibilidade de avaliação da acidez do leite que, recém-ordenhado, deve apresentar valores em torno de 6.5 - 6.7 (SPREER, 1975).

GALESLOOT (1958), ASHTON (1963) e SIEGENTHALER e RITTER (1964a) mostraram a importância da gordura em relação ao flavor e à consistência do iogurte. Além do mais, o conhecimento da sua concentração torna-se, às vezes, necessário, uma vez que o iogurte pode ser classificado em três possíveis tipos, conforme ele contenha teores de gordura elevado, médio ou baixo (FAO/WHO, 1973).

É de suma importância que o leite destinado à

fabricação do iogurte seja isento de antibióticos e esse ponto é relevante sob dois aspectos: primeiramente, porque pequenas concentrações podem afetar a atividade da cultura, levando ao produto uma qualidade inferior para o consumo, sem levar em consideração as perdas econômicas no processamento; em segundo lugar, os resíduos de antibióticos acarretam sérios problemas em termos de saúde pública. Infelizmente, não existe um teste rápido e eficiente para detecção de antibióticos no leite e assim definir a aceitação ou rejeição da matéria-prima. Uma alternativa encontrada pela "The Milk Marketing Boards", no Reino Unido, foi a de um sistema de multas para os fornecedores que apresentassem o leite com uma concentração de antibióticos acima de 0.02 U.I./ml. Entretanto, esse valor não era válido para penicilina, pois a esses níveis ela não afeta a atividade das culturas lácticas.

Quanto à presença de substâncias inibidoras no leite, este contém duas classes de substâncias naturais que inibem o crescimento das culturas lácticas: os anticorpos aglutinantes específicos (aglutininas) e o sistema lacto-peroxidase-tiocianato- H_2O_2 . As aglutininas são de importância secundária, já que são inativadas pela homogeneização e pelo tratamento térmico do leite. O sistema lacto-peroxidase-tiocianato- H_2O_2 , porém, não apresenta efeitos inibidores a todas as linhagens de estreptococos do Grupo N, sendo que algumas são, inclusive, estimuladas (MARTINS, 1981).

Dentre os outros defeitos que o leite pode apre

sentar, quando considerado como matéria-prima para a elaboração do iogurte, destaca-se a rancidez. Certos ácidos graxos livres como o caprílico, o cáprico e o láurico (COTISLOW e SPECK, 1951) são inibidores no desenvolvimento da cultura láctica (SIEGENTHALER e RITTER, 1964a). Outro defeito é o leite obtido de vacas com mastite, o qual, segundo KISZA e ROTKIEWICZ (1967), torna mais lenta a atividade da cultura láctica.

2.2. Cultura láctica

Para um perfeito controle de qualidade do processamento do iogurte é necessário que se dê um destaque especial à cultura a ser utilizada, porque da sua ação sobre os componentes do leite é que resultarão as características desejáveis no produto final.

De acordo com SELLARS e BABEL (1970), as culturas lácticas podem ser agrupadas em quatro diferentes categorias: a) cultura simples, com uma única linhagem de *Streptococcus lactis* ou de *Streptococcus cremoris*; b) cultura tipo mista, que apresenta duas ou mais linhagens de uma mesma espécie; c) cultura tipo múltipla, constituída por uma linhagem de *Streptococcus lactis* ou *Streptococcus cremoris*, mais uma linhagem fermentadora de ácido cítrico; d) cultura tipo múltipla, que contém linhagens misturadas (produtoras de áci-

do juntamente com fermentadoras de ácido cítrico). As características de cada categoria é que influenciarão na escolha da cultura a ser utilizada.

Normalmente, as culturas láticas empregadas comercialmente são compostas por bactérias produtoras de ácido lático e fermentadoras de ácido cítrico.

Para a seleção das culturas de iogurte, tendo-se em vista a segurança de uma boa fabricação e obtenção de um iogurte com elevada qualidade organoléptica, KURMANN (1977) cita certas características importantes a serem observadas na cultura:

a) poder acidificante - as culturas láticas devem produzir uma acidez de 78 - 90ºD (0.78 a 0.90 g de ácido lático por 100 ml do produto). Atualmente, existe uma tendência em se obter culturas com poder acidificante médio ou baixo, evitando-se assim a pós-acidificação durante o resfriamento, a estocagem e a distribuição do iogurte;

b) pós-acidificação - é a acidez produzida após o período de incubação. Para produzir um iogurte doce e aromático é necessário escolher culturas com a pós - acidificação mais baixa possível;

c) formação de aroma - a cultura lática deve conferir qualidades ao produto que sejam atrativas ao consumidor. Os lactobacilos produzem aldeído acético, que confere o aroma típico do iogurte, enquanto os estreptococos, pelo menos algumas cepas, têm capacidade de produzir diacetil (subs-

tância aromática da manteiga), que pode ser um complemento útil. A formação de substâncias aromáticas pode ser desprezada para a fabricação de iogurte com frutas, mas é indispensável para a fabricação de iogurte natural;

d) formação de mucus - a produção de mucus melhora a viscosidade e a consistência do iogurte;

e) proteólise - a atividade proteolítica é de grande importância na elaboração do iogurte, pelas seguintes razões: quando é intensa pode provocar enfraquecimento da estrutura, favorece a simbiose entre as culturas e, também, poderá provocar o aparecimento do defeito chamado "amargo", devido ao acúmulo de peptídios.

As culturas lácticas podem ser encontradas comercialmente nas formas líquida, liofilizada ou congelada (CARINI, 1972; SPEECK, 1977, LLOYD, 1971; SELLARS, 1970).

A utilização da forma líquida é viável quando em pequenas distâncias e sob a forma de leite inoculado, transportado sob refrigeração. O tempo de preservação, nestas condições, é de uma semana, sem implicações sérias em seu desempenho. Por outro lado, a forma liofilizada, no mercado nacional, é a forma física de distribuição mais comumente encontrada. O seu processamento envolve o congelamento da cultura, com posterior remoção de umidade sob alto vácuo, isto é, por sublimação; é normal, neste caso, um certo grau de dano às células, que pode ser tanto menor quanto melhor a técnica utilizada pelo laboratório produtor. Entretanto, para melhor

aproveitamento, devem ser armazenadas sob refrigeração ou, de preferência, a temperaturas inferiores a -23°C (MARTINS, 1981).

Conforme VIEIRA (1981), para que as culturas lácticas apresentem boa viabilidade, após longo período de tempo, elas devem ser armazenadas sob refrigeração, liofilizadas fora do meio de crescimento, a fim de que a presença de metabólitos e, principalmente, o baixo pH, não as prejudiquem, ou então, liofilizadas em presença de agentes protetores, sendo os melhores o glutamato de sódio e o glicerol.

As culturas congeladas foram introduzidas no mercado internacional há pouco mais de dez anos. São constituídas por suspensão concentrada de bactérias congeladas e mantidas em nitrogênio líquido ou dióxido de carbono sólido, e assim as células são mantidas em estado latente e seus processos enzimáticos são total e temporariamente suspensos. A grande dificuldade existente para sua utilização no Brasil é o sofisticado sistema de distribuição e manutenção exigido, o que dificulta seu transporte às fábricas pequenas e isoladas (DUTTA, 1972).

As culturas lácticas são vulneráveis ao ataque de bacteriófagos, que podem resultar em falhas na produção de ácido láctico. Os fagos são eliminados por aquecimento a 85°C /20 minutos (STOLK, 1955), e, uma vez que o tratamento térmico do leite para a produção do iogurte garante a destruição dos vírus, estes serão destruídos se forem originários da matéria-prima.

2.3. Processamento

No processamento do iogurte, uma matéria-prima de excelente qualidade e seu tratamento adequado são pontos que merecem destaque especial.

O nível de sólidos totais no leite é significativo, e esta concentração varia bastante, desde 9%, para iogurte desnatado, até 20%, em outros tipos de iogurte. ROBINSON e TAMIME (1976) mostraram que o valor recomendado situava-se entre 14-18%. Entretanto, comercialmente, estas concentrações variam consideravelmente, sendo a faixa usual de 14 - 15%.

Concentrações acima de 30% foram sugeridas por vários pesquisadores (DORDEVIC et al., 1973; ZMARLICKI et al., 1974). Entretanto, um estudo realizado por PULAY e KRASZ (1974) acerca do efeito destas concentrações sobre a atividade da cultura concluiu que valores acima de 25% afetam adversamente o aproveitamento da matéria-prima e impedem a atividade da cultura.

Além do mais, a concentração elevada de sólidos afeta a acidez titulável, devido ao poder-tampão das proteínas, fosfatos, citratos, lactatos e outros constituintes (JENNESS e PATTON, 1959).

O aumento dos sólidos aumenta também a acidez titulável (HUMPHREYS e PLUNKETT, 1969) e a redução do tempo de coagulação.

De acordo com DAVIS (1973), quando a concentração de sólidos é duplicada, a acidez titulável também é duplicada.

A prática comum da adição do leite em pó (integral, desnatado ou semidesnatado) é amplamente usada na indústria, com o objetivo de alcançar a concentração de sólidos desejável. O nível de adição varia desde 1% (STOCKLIN, 1969; WILCOX, 1971; GROZDOVA, 1971) a 6% (HAMMOND, 1972). Entretanto, o nível recomendado é o de 3-4%, conforme BECKER (1971); STADHOUDERS e HASSING (1974) e DAVIS (1967, 1971 e 1973).

A utilização de leite em pó é também importante sob o ponto de vista de enriquecimento em vitaminas, particularmente ácido ascórbico e vitamina B₁₂. SULC (1960a) mostrou que 84% de ácido ascórbico são perdidos na concentração de leite, enquanto RASIĆ e PANIĆ (1961, 1963) mostraram que a perda de vitamina B₁₂, devido ao aquecimento do leite, era de 55-70%.

Outro procedimento utilizado para aumentar os níveis de sólidos é a concentração da mistura básica (ANON, 1976a, 1977a; LUNDSTEDT, 1974; NIELSEN, 1974; BAUSTIAN, 1970), e é conduzida antes da homogeneização e do tratamento térmico. O processo normalmente ocorre por evaporação, e, com uma pequena perda de componentes voláteis, todos os constituintes do leite são retidos e concentrados.

A evaporação melhora a consistência e reduz o flavor "goaty" do produto (HADLAND e HOFFMANN, 1974). A evaporação a vácuo também reduz a entrada de ar na mistura básica, diminuindo também a sinérese, aumentando a estabilidade do leite fermentado durante o armazenamento (GRADHAGE e THURELL, 1978).

Em termos de tratamento térmico, as pesquisas realizadas por STORGARDS (1964) relatam o efeito benéfico da pasteurização do leite sob dois aspectos: como melhoramento do meio para o crescimento da cultura, com a conseqüente redução da população bacteriana e a formação de substâncias que atuam como estimulantes do crescimento da cultura; e também como melhora de consistência e firmeza do iogurte.

Conforme relatou KURMANN (1977), através do aquecimento do leite é que se processa a desnaturação de uma quantidade elevada de proteínas do soro, que serão precipitadas durante a acidificação. Elas se inflam, absorvendo água, o que explica o melhoramento da consistência e da viscosidade.

Industrialmente, o leite destinado à fabricação do iogurte é pré-aquecido a 85°C por 30 minutos ou 90 - 95°C por 5-10 minutos.

Um resumo dos efeitos do tratamento térmico do leite e a relevância destes na manufatura do iogurte é dado na Tabela 1.

Tabela 1. Efeitos físicos e químicos do tratamento térmico do leite na qualidade do iogurte (TAMIME et al., 1980).

Constituintes do leite	Mudanças induzidas	Importância na manufatura do iogurte	Efeitos na qualidade
Proteínas do soro	- desnaturação e agregação	quase completa	destruição das lacteninas
	- inativação das imunoglobulinas		
	- formação de grupos sulfidrilas	máxima 90°C/10 min	sabor de cozido, formação de lipídios com propriedades antioxidantes.
	- interação de α -La- β -Lg	ocorre antes liberação com K-caseína	contribui para estabilidade do gel.
	- interação β -Lg-K-caseína	muito significativo	minimiza a sinérese, aumenta o tamanho do micela, estabiliza o gel.
Caseína	- hidrólise parcial	significância limitada	redistribuição dos fosfatos
	- liberação de glicopeptídeos de K-caseína		
	- desfosforilação	reduzida	

Cont.

Tabela 1 - Continuação.

Constituintes do leite	Mudanças induzidas	Importância na maturação do leite	Efeitos na qualidade
Caseína	- agregação	ocorre com micelas menores	aumento do tamanho da micela; formação de uma rede de proteínas.
	- desagregação		
	- inativação	destruição de lipídeos e proteases do leite e da bactéria	minimiza a rancidez e produz sabores amargos.
	- decomposição de aminoácidos para componentes do flavor.	efeito significativo	contribuintes do flavor
Outros	- Interação da lactose-aminoácido, reação de Maillard, formação de base Schiff's.	ocorre em baixa proporção	pequeno decréscimo no valor nutritivo, significativo quando o produto é complementado com leite em pó e concentrados.

Cont.

Tabela 1 - Continuação.

Constituintes do leite	Mudanças induzidas	Importância na maturação	Efeitos na qualidade
Carboidratos	- decomposição para formação de ácidos orgânicos, furfural e hidroximetil-furfural.	ocorre em pequena quantidade	redução do pH, redução do potencial de oxirredução, produção de ácido fórmico; e afeta o crescimento da cultura, contribuindo para a formação de flavor.
	- diminui a concentração de hexosaminas e aumenta o nível de hexoses	ocorre a 85°C/10 minutos	desconhecidos
Gordura	- formação de lactonas metil-cetona e outros compostos voláteis.	ocorre em pequena quantidade	contribui para formação do flavor
	- hidrólise	insignificante	insignificantes

Cont.

Tabela 1 - Continuação.

Constituintes do leite	Mudanças induzidas	Importância na maturação do leite	Efeitos na qualidade
Vitaminas	- destruição das hidrossolúveis	reduz a concentração C, B ₁ , B ₆ , B ₁₂ , e ácido fólico	reduz o valor nutritivo
Minerais	- redistribuição de Ca, P, Mg, entre as formas voláteis e coloidais.	efeito significativo, modificação da superfície da estrutura da micela de caseína	redução de pH; diminui o tempo de coagulação.
Microorganismo	- destruição	eliminação dos patógenos e organismos que podem afetar a qualidade dos produtos.	segurança em termos de saúde pública; minimização dos defeitos da qualidade.
Gases	- reduz os níveis de oxigênio, nitrogênio e gás carbônico.	produz microrganismos aeróbios.	

As transformações físico-químicas da estrutura das proteínas, o abaixamento do pH e o efeito nas propriedades nutritivas são as principais mudanças que ocorrem no processamento do iogurte.

As mudanças na fração protéica envolvem as proteínas do soro e a caseína e são muito importantes na determinação do gel do iogurte.

A literatura cita que a desnaturação das proteínas pelo calor induz a interações entre as proteínas do soro e a caseína (LARSON e ROLLERI, 1955; SAWYER, 1969).

Também já foi preconizado que a β -lactoglobulina inter-reage com a k-caseína, mas recentes trabalhos (ELFAGM e WHEELLOCK, 1977, 1978a, b) indicaram que a α -lactoalbumina é envolvida.

A intensidade de desnaturação das proteínas do soro pelo calor é mostrada na tabela 2.

Tabela 2 - Efeito do tratamento térmico nas proteínas do soro. (LARSON et al., 1955).

Proteína	% Desnaturação	
	80°C/30 min.	90°C/30 min.
Imunoglobulinas	100	100
β - Lactoglobulina	90	100
α - Lactoalbumina	60	90 - 100

A interação entre a β - lactoglobulina e a caseína é muito importante. Há um aumento das propriedades hidrofílicas da caseína (GRIGOROV, 1966b, c) e facilidade na formação e na estabilidade do coágulo.

O tratamento térmico também diminui o tempo de fermentação (KALAB et al., 1976), e isto é particularmente devido a uma diminuição do pH. Também já foi verificado que o efeito da hidratação é máximo quando o leite é aquecido a 85°C, mas diminui quando a temperatura é superior a 85°C (PRODANSKI, 1967; IYENGAR et al., 1967); isto se reflete adversamente na qualidade do iogurte (GALESLOOT e HASSING, 1969).

A Tabela 3, adaptada por GRIGOROV (1966b), mostra a diminuição no tempo de coagulação, pH, concentração de ácido lático - em leite aquecido por 30 minutos - em relação a outra mistura aquecida à mesma temperatura e resfriada imediatamente.

Pesquisas realizadas com o objetivo de verificar o efeito do tratamento térmico do leite na performance de alguns "strains", por DUTTA e colaboradores (1973), mostraram que havia uma pequena melhora no leite aquecido a 85°C por 10 minutos, quando comparado com aquele aquecido a 63°C por 30 minutos.

De fato, houve uma significativa redução na atividade proteolítica dos organismos no leite que foi submetido ao tratamento mais rigoroso. Porém, outros pesquisadores verificaram que havia um estímulo no crescimento dos organis-

Tabela 3 - Efeito do tratamento térmico no processo de coagulação. (GRIGOROV, 1966b).

	Tratamento térmico do leite					
	85°C	85°C 30min.	90°C	90°C 30min.	95°C	95°C 30min.
tempo de coagulação (h)	2.43	2.01	2.34	2.04	2.29	2.04
acidez (%)	0.63	0.49	0.63	0.50	0.63	0.50
pH de coagulação	4.70	5.16	4.78	5.12	4.80	5.08

mos, principalmente devido à destruição das lacteninas (STORGARDS, 1964; HUMPHREYS e PLUNKETT, 1969) e à formação de substâncias estimulantes do crescimento, tais como peptídios, aminoácidos e ácido fórmico.

Um estudo realizado por STORGARDS (1964) mostrou que a esterilização a 134°C é inferior à pasteurização a 80°C por 30 minutos, devido à precipitação incompleta das proteínas do soro.

Portanto, é de fundamental importância o delineamento do tratamento térmico a que será submetida a matéria-prima, porque, conforme as discussões citadas anteriormente, o tratamento térmico tem um papel decisivo na qualidade do produto que se deseja.

KURMANN (1977) relatou que a homogeneização do leite não é um tratamento indispensável, mas é recomendada para melhorar a consistência do iogurte, efetuando uma melhor distribuição dos glóbulos de gordura, para provocar uma desnaturação suplementar das proteínas do soro, melhorar o sabor, tornando-o mais cremoso, produzir um iogurte mais homogêneo e melhorar a digestibilidade.

Esta operação pode ser realizada antes do tratamento térmico (STORGARDS, 1964; MARTENS, 1972), mas, em alguns casos, pode ser feita após o tratamento térmico (GIRGINOV, 1971; BRINK, 1971; NIKOLOV e CHERNEV, 1967).

É um processo importante quando as indústrias adicionam leite em pó à matéria-prima.

O aumento da viscosidade, através do processo de homogeneização, é relatado como a mudança da capacidade de retenção de água das proteínas do leite.

GALESLOOT (1958) estudou o efeito da homogeneização na produção de iogurte e concluiu ser ela essencial para a obtenção de um produto de boa consistência.

Etapa importante no processamento do iogurte é aquela em que ocorre a acidificação do leite e a formação do produto pela ação das bactérias lácticas.

A flora normal do iogurte é constituída pelo *Lactobacillus bulgaricus* e pelo *Streptococcus thermophilus*, que, vivendo em simbiose, legam ao produto final as suas características físicas, químicas e nutricionais (BOTTAZZI, et

al., 1971; BOTTAZZI, 1973). O *Lactobacillus bulgaricus*, atuando sobre as proteínas, libera aminoácidos que estimulam o desenvolvimento da espécie *Streptococcus thermophilus*, que por sua vez produz ácido fórmico, necessário ao desenvolvimento do *Lactobacillus bulgaricus*. A reciprocidade desta simbiose parece estar ligada à proporção das duas espécies, durante a fermentação, alcançando na primeira etapa a proporção de 3:1 de *Streptococcus* para *Lactobacillus*, começando o último a predominar nas fases seguintes (SURAZYNSKI, 1975a).

Conforme relatou DAVIS (1975), o melhor crescimento do *Streptococcus lactis* ocorre a pH 6.5, parando a pH 4.2 - 4.4. Para o *Lactobacillus bulgaricus*, o crescimento se realiza a pH 5.5, cessando o desenvolvimento na faixa de pH 3.5 - 3.8.

A acidificação ocorre exponencialmente durante o desenvolvimento da cultura mista e prossegue ainda ativamente quando cada um dos organismos atinge a sua população máxima. (KURMANN, 1977).

HUMPHREYS et al. (1969) afirmaram que ambos os microrganismos transformam a lactose em ácido lático e traços de subprodutos que são importantes para produzir o flavor característico. O *Streptococcus* produz diacetil e o *Lactobacillus* produz acetaldeído. O controle desta proporção, segundo estudos realizados por DEMETER (1969), reveste-se então de especial importância, devendo ser encontrado ao redor de 100 *Lactobacillus* para cada 120-200 *Streptococcus*. Esta proporção se

altera em favor das termobactérias, ao serem semeadas maiores quantidades destas ou ainda devido ao aumento de temperatura, determinando uma acidez bem mais intensa.

A existência de interações entre estas duas bactérias, favoráveis ao desenvolvimento da associação bacteriana, à acidificação e à formação do aroma foi demonstrada em um certo número de casos ACCOLAS, (1977); BARBER, (1962); FERREIRA, (1978).

PETTE e LOLKEMA (1951b); estudando os fatores que afetam a proporção dos componentes da cultura láctica, concluíram que a manutenção de um bom equilíbrio entre as duas espécies bacterianas de culturas mistas, durante as sucessivas repicagens, é uma técnica desejável, e uma relação 1:1 de *Streptococcus* e *Lactobacillus* é geralmente considerada ótima. Temos visto que é possível a manutenção desta relação, entretanto, como sugere o estudo de PUHAN e BANHEGYI (1974) sobre duas culturas mistas, a obtenção de uma cultura mista estável pode requerer algumas vezes uma dezena de repicagens preliminares.

Segundo trabalhos realizados por PETTE (1950) e PUHAN et al. (1974), a manutenção do equilíbrio entre *Streptococcus* e *Lactobacillus*, a produção de ácido e de aroma depende das linhagens, do ajustamento do inóculo, do tempo e da temperatura de incubação e, eventualmente, do número de repicagens. E conforme AUCLAIR (1964) e VASSAL e AUCLAIR (1966),

o desenvolvimento destas bactérias e a produção concomitante de ácido dependem da qualidade do leite utilizado e do tratamento térmico a que o leite foi submetido.

ACCOLAS (1977), estudando a produção de ácido de culturas que foram incubadas em temperaturas que variaram entre 35 e 50°C, verificou variações na medida da acidez titulável em função da temperatura de incubação. O *Lactobacillus bulgaricus* apresenta uma temperatura de crescimento ótima ao redor de 45°C, e, segundo HELFERICH (1980), tanto o *Lactobacillus* como o *Streptococcus* podem ser classificados como termófilos.

O trabalho realizado por ACCOLAS (1977) sobre culturas individuais de *Streptococcus* e *Lactobacillus* mostrou que a atividade acidificante máxima ocorre a uma temperatura de 42-45°C para o *Streptococcus* e ao redor de 44-46°C para o *Lactobacillus*. A cultura mista composta por *Streptococcus* e *Lactobacillus* apresenta uma atividade acidificante máxima no intervalo de temperatura correspondente a 35-43°C. A acidificação ocorre exponencialmente durante o crescimento da cultura mista e prossegue ainda ativamente quando cada um dos organismos atinge a sua população máxima.

De acordo com KURMANN (1977), temperaturas inferiores a 40°C favorecem apenas o desenvolvimento de *Streptococcus lactis*, provocando um desequilíbrio na proporção *Streptococcus lactis*/*Lactobacillus bulgaricus*. Este desequilíbrio não é recomendado por trazer conseqüências às qualidades

organoléticas do produto. E como fator dependente da temperatura, da relação *Streptococcus/Lactobacillus*, sua proporção e sua fase de crescimento, tem-se o tempo de fermentação. Deve ser mínimo, para não arriscar uma superacidificação até o resfriamento do produto, e deve ser suficiente para assegurar a formação das substâncias aromáticas.

Portanto, as culturas de iogurte são misturas de "strains" de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, que normalmente são desenvolvidas em temperaturas ao redor de 42°C.

Entretanto, a escolha da temperatura de incubação depende: da adaptação das bactérias a uma determinada temperatura, considerada a temperatura ótima de cultivo; da capacidade de produção de substâncias desejadas; das instalações técnicas disponíveis para o resfriamento e das condições atmosféricas para reduzir a pós-acidificação.

A concentração de cultura a ser utilizada será função: do seu poder acidificante; do tempo de incubação desejado; da riqueza em células bacterianas; da fase de crescimento na qual se encontra a cultura; da relação *Lactobacillus / Streptococcus*; do teor de sólidos, uma vez que, quando este valor é muito elevado, a acidificação se faz mais lentamente. A porcentagem de inoculação deve ser mínima, com o objetivo de impedir uma acidificação muito intensa, e normalmente se trabalha com o nível de 3%, ou menos.

O sucessivo subcultivo pode levar à mutação de um em outro organismo, por isso é importante o acompanhamento da cultura, através da microscopia, geralmente usando o método de Breed (SCHONHERR, 1959).

Este acompanhamento também é essencial, sob o aspecto de manutenção da proporcionalidade entre os organismos, que deve ser de 1:1. Para verificação dessa proporcionalidade existem outros métodos, tais como o emprego de meios seletivos que permitem o crescimento de um ou outro organismo, ou, então, que permitem a identificação morfológica dos mesmos.

Os dois métodos citados acima apresentam vantagens e desvantagens. O método de Breed praticamente se mostra adequado para uma avaliação rápida, na qual o objetivo básico seria o conhecimento das condições da cultura sob todos os aspectos.

Os métodos de plaqueamento apresentam desvantagens sob o aspecto de tempo necessário para se ter uma resposta, e, principalmente, em termos econômicos.

Conforme KURMANN (1977), nos países quentes, alguns parâmetros devem ser observados em termos de cultura, uma vez que esta deve apresentar um fraco poder acidificante e pós-acidificante, e uma alteração da relação *Lactobacillus*/*Streptococcus*, em favor dos *Streptococcus*. Recomenda também a substituição do *Lactobacillus bulgaricus* pelo *Lactobacillus acidophilus* ou *Lactobacillus bifidus*, e, se a acidificação

for insuficiente, sugere a adição de 0.01-0.05% de uma cultura de iogurte clássica, para que o tempo de incubação não se torne muito prolongado.

O tempo de fermentação está diretamente relacionado com a temperatura de incubação. É importante procurar um tempo mínimo para assegurar a formação de substâncias aromáticas suficientes e para não arriscar uma superacidificação até o resfriamento do iogurte.

KURMANN (1977) preconiza também que o tempo de incubação depende de vários fatores, dentre eles: a atividade da cultura - em termos de produção de ácido e aroma; a relação *Streptococcus/Lactobacillus*; a matéria-prima; a concentração da cultura e sua distribuição; sua fase de crescimento; e a introdução ou presença de ar e espuma.

Atualmente, podem-se distinguir duas tendências na escolha do tempo de incubação: a incubação no tempo normal de três horas a 40°C e acima, ou a incubação a 30°C durante dez a doze horas, usando culturas contendo bactérias mesófilas.

Após o período de incubação, o iogurte deve ser rapidamente resfriado. Ao atingir 18°C, o desenvolvimento microbiano é interrompido, e ao atingir o intervalo entre 5 - 12°C, a atividade enzimática chega ao seu limite, conforme relatou REICHART (1978). É, portanto, uma fase muito importante na fabricação do iogurte.

O resfriamento deve ser iniciado assim que o

iogurte estiver bem coagulado e apresentando uma acidez 72 - 76ºD ou pH 4.7. Em relação a esta etapa do processamento, KURMANN (1977) relata ainda que é preciso distinguir o resfriamento preliminar, que consiste no abaixamento da temperatura de incubação no final, ou incubação à temperatura regressiva; o resfriamento principal, após a incubação; e o resfriamento posterior, que consiste no abaixamento da temperatura após o resfriamento principal e abaixamento à temperatura de estocagem.

O resfriamento principal se divide em quatro fases, interessantes de conhecer, para escolha do sistema de resfriamento.

Primeira fase: resfriamento choque - o abaixamento da temperatura de incubação de 40-45ºC para 38ºC deve ser bastante rápido, para causar um choque de frio nas células em vias de multiplicação.

Segunda fase: o resfriamento a 20ºC tem como objetivo a paralisação completa da multiplicação bacteriana.

Terceira fase: resfriamento de 19ºC para 10 - 12ºC e diminui suficientemente a atividade acidificante.

Quarta fase: redução da temperatura entre 10 - 12ºC para 5ºC; consiste na fase de estocagem e conservação prolongada. Deve-se ter cuidado para que a temperatura não atinja 0ºC, para evitar o congelamento.

No que se refere à conservação pelo frio, não existe uma solução simples. Para manutenção da acidez do io-

gurte ao nível desejado, o resfriamento rápido não é suficiente, porque as culturas mistas são capazes de produzir acidificação a baixa temperatura. Isto foi relatado por LUEDEKING e PIRET (1959); BERGÈRE e HERMIER (1968); e FRIEDMAN e GADEN (1970).

De acordo com ACCOLAS (1977), muitos trabalhos mostram que as bactérias lácticas na fase estacionária de crescimento são ainda capazes de produzir bastante ácido. Esta pós-acidificação será tanto mais reduzida quanto menor for o poder acidificante das culturas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Cultura lática

A cultura lática utilizada para obtenção do iogurte, no presente trabalho, constou de uma mistura na proporção 1:1, de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus* proveniente do Laboratorium WIESBY Gm b & Co. (Joghurt - 709) e que inicialmente se encontrava na forma liofilizada.

Com o objetivo de manter a atividade da cultura foram realizadas repicagens a intervalos de 48-72 horas, em leite reconstituído desnatado e esterilizado. Nesses mesmos intervalos de tempo, a cultura mista foi examinada ao microscópio para verificação da proporcionalidade entre as linhagens e sua viabilidade.

3.2. Matéria-prima

Como matéria-prima para elaboração do iogurte

foi utilizado leite de vaca proveniente do rebanho leiteiro da região de Recife - PE. O leite, imediatamente após a ordenha, foi transportado para o laboratório e porções de 1000 ml, cada uma, foram colocadas em Erlenmeyers de 2.000 ml, tampadas e submetidas aos tratamentos térmicos: 65°C por 30 minutos; 75°C por 10, 20 e 30 minutos e 85°C por 10, 20 e 30 minutos, em banho-maria. A seguir foram resfriadas em água corrente até 32, 37 e 42 $\pm$ 1°C.

3.3. Inoculação e incubação

Cada porção de leite, submetida a um diferente tratamento térmico, foi inoculada com 3%, em volume, da cultura láctica. Essa mistura foi dividida em alíquotas de 10 ml, distribuídas em tubos de ensaio devidamente esterilizados e contendo tampão de algodão e, a seguir, incubadas a 42°C até a coagulação. Para os tratamentos térmicos a 75°C por 30 minutos e 85°C por 30 minutos, também incubações a 32 e 37°C foram utilizadas.

3.4. Análises

3.4.1. Acidez titulável

A acidez titulável do leite antes e após o tra

tamento térmico e, também, durante a fermentação a cada 20 minutos, foi determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio 0.1 N, utilizando-se, como indicador, 2 a 3 gotas de uma solução alcoólica de fenolftaleína a 1%.

A seguinte fórmula foi utilizada para o cálculo da acidez titulável, expressa em gramas de ácido lático por 100ml do produto (FERREIRA, 1981):

$$\text{acidez titulável (\% de \u00e1c. l\u00e1tico)} = \frac{V \times f \times 0.009}{A} \times 100,$$

onde;

V = nº de ml da solução de hidróxido de sódio 0.1 N gastos na titulação.

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio 0.1 N.

A = nº de mililitros da amostra.

3.4.2. pH

O pH foi determinado através do uso de potenciômetro, devidamente calibrado.

3.4.3. Sólidos totais

A porcentagem de sólidos totais no leite, an-

tes e após o tratamento térmico, foi determinada utilizando-se o método descrito em AOAC (1970).

3.4.4. Contagem dos microrganismos

Numa tentativa de acompanhar a relação *S. thermophilus*: *L. bulgaricus*, durante o transcorrer da fermentação, foi feita a contagem desses microrganismos utilizando-se o método da contagem em placas de Petri, com meios específicos para *S. thermophilus* (Agar Casoy - Merck) e para *L. bulgaricus* (Rogosa Agar - Merck), de acordo com TAMIME et al., (1980).

As placas de Petri, após inoculação, foram colocadas em estufa por 72 horas a 37°C, após o que foram feitas as contagens de colônias em contador tipo Quebec. Em ambos os casos foram realizadas técnicas para crescimento anaeróbico.

3.4.5. Análise sensorial

Os atributos sabor, aroma e textura dos iogurtes obtidos com leite submetido aos diferentes tratamentos térmicos foram avaliados por uma equipe composta de dez degustadores previamente treinados para degustação de iogurte e para o tipo de análise empregada. O modelo da ficha de avaliação sensorial utilizada é mostrado na figura 1.

TESTE DE PREFERÊNCIA

Nome:

Data:

Produto:

Avalie estas amostras quanto ao flavor. Prove cada uma. Use a escala apropriada para mostrar sua avaliação e identifique o ponto que melhor descreve o que voce sentiu acerca do flavor da amostra.

CÓDIGO

Excelente _____

Muito bom _____

Bom _____

Regular _____

Ruim _____

Muito ruim _____

CÓDIGO

Excelente

Muito bom

Bom

Regular

Ruim

Muito ruim _____

CÓDIGO

Excelente _____

Muito bom _____

Bom _____

Regular _____

Ruim _____

Muito ruim _____

Razão da sua classificação:

Figura 1 - Modelo da ficha utilizada na avaliação sensorial.

O produto foi obtido respeitando-se as mesmas condições técnicas empregadas durante os ensaios realizados para acompanhamento do pH e acidez (3.1.; 3.2. e 3.3.), e as circunstâncias exigidas para aplicação do teste sensorial foram cumpridas ou adaptadas a cada situação.

Para avaliação dos resultados obtidos através da análise de variância (AMERINE, 1965), após a realização do teste sensorial foram atribuídos valores de 1 a 6 às classificações muito ruim, ruim, regular, bom, muito bom e excelente, respectivamente. A escolha do melhor tratamento foi feita levando-se em consideração a soma dos pontos obtidos.

Para observar a influência do tempo de armazenamento, durante dez dias, a uma temperatura de 3°C, sobre a qualidade do iogurte, escolheram-se os dois melhores tratamentos, submetendo, posteriormente, os produtos obtidos ao teste triangular (AMERINE, 1965). Os testes foram realizados nos períodos de 1, 3, 5, 7 e 10 dias, acompanhados das determinações do pH e acidez. O modelo da ficha de avaliação é mostrado na figura 2.

TESTE TRIANGULAR

Nome: _____

Data: _____

Produto: _____

Nesta prova, duas das três amostras são iguais e uma é diferente. Assinale, por favor, a amostra diferente.

Nº da amostra diferente _____ .

Indique o grau de diferença entre a duplicata de amostras e a amostra diferente.

LEVE _____

GRANDE _____

MODERADO _____

EXTREMO _____

Aceitabilidade:

A amostra diferente é mais aceitável _____

A duplicata de amostras é mais aceitável _____

Comentários:

Figura 2 - Modelo da ficha utilizada na avaliação sensorial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características principais da matéria-prima

Os valores obtidos para pH, acidez titulável e sólidos totais do leite antes e após os tratamentos térmicos a 65°C por 30 minutos, 75°C por 10, 20 e 30 minutos e 85°C por 10, 20 e 30 minutos, encontram-se expressos nas tabelas 4, 5 e 6. Nessas tabelas, cada valor representa a média de três repetições, enquanto os valores de cada uma dessas repetições encontram-se no apêndice (tabelas 1, 2 e 3).

Os resultados obtidos mostram que praticamente nenhuma alteração ocorreu nessas três características do leite (pH, acidez e teor de sólidos), em função dos diferentes tratamentos térmicos empregados, embora, no que diz respeito ao pH, TAMIME et al. (1980) e KALAB et al. (1976) afirmem ser o tratamento térmico do leite responsável por um abaixamento do pH.

Tabela 4 - Características principais do leite antes e após o tratamento térmico a 65°C por 30 minutos.

Características	antes	após
pH	6.90	6.83
acidez titulável	0.17	0.18
sólidos totais	13.76	14.20

Tabela 5 - Características principais do leite antes e após o tratamento térmico a 75°C por 10, 20 e 30 minutos.

Características	75°C/10 min.		75°C/20 min.		75°C/30 min.	
	antes	após	antes	após	antes	após
pH	6.83	6.85	6.90	6.90	6.97	6.93
acidez titulável	0.20	0.20	0.16	0.16	0.19	0.20
sólidos totais	13.14	13.14	13.70	13.70	14.66	13.92

4.2. Acidez titulável e pH

Os valores obtidos para pH e acidez titulável durante a fermentação do leite, previamente submetido a diferentes tratamentos térmicos e incubado a diferentes temperatu

Tabela 6 - Características principais do leite antes e após o tratamento térmico a 85°C por 10, 20 e 30 minutos.

Características	85°C/10 min.		85°C/20 min.		85°C/30 min.	
	antes	após	antes	após	antes	após
pH	6.75	6.58	6.95	6.87	6.88	6.85
acidez titulável	0.13	0.14	0.16	0.16	0.17	0.17
sólidos totais	11.88	11.87	12.35	12.63	12.71	12.65

ras, encontram-se expressos nas tabelas 7, 8, 9, 10 e 11. Nessas tabelas, cada valor representa a média de três repetições, enquanto que os valores de cada uma dessas repetições encontram-se no apêndice (tabelas 4, 5 e 6).

Analisando os resultados obtidos em relação à acidez expressa em ácido lático, observa-se que para o tratamento térmico a 65°C por 30 minutos a acidez média foi de 0.78% em ácido lático; para os tratamentos a 75°C por 10, 20 e 30 minutos os valores médios situam-se entre 0.71 - 0.86% em ácido lático; e 0.66 - 0.80% em ácido lático para os tratamentos a 85°C por 10, 20 e 30 minutos, todos a uma temperatura de incubação igual a 42°C.

Verifica-se também que para os tratamentos a 85°C por 10, 20 e 30 minutos houve tendência para o aumento da acidez, expressa em ácido lático, à proporção que o tempo de

Tabela 7 - pH e acidez titulável durante a fermentação do leite previamente aquecido a 65°C por 30 minutos. Temperatura de incubação: 42°C.

Tempo (minutos)	pH	acidez titulável
0	6.63	0.20
20	6.47	0.22
40	6.33	0.24
60	6.13	0.27
80	5.82	0.31
100	5.30	0.45
120	4.88	0.51
140	4.67	0.62
160	4.50	0.69
180	4.38	0.78

tratamento aumentou. Em relação ao pH, observa-se uma diminuição proporcional ao aumento do tempo, concordando assim com a citação feita por KALAB et al. (1976), que relaciona a influência do tratamento térmico sobre a diminuição do pH.

Entretanto, para os tratamentos a 75°C por 10, 20 e 30 minutos, os resultados concordam com aqueles obtidos por TAMIME et al. (1980), nos quais, à proporção que se aumenta o tempo, a uma dada temperatura, ocorre a diminuição da acidez final, e, conseqüentemente, um crescente aumento do pH.

Tabela 8 - pH e acidez titulável durante a fermentação do leite previamente aquecido a 75°C por 10, 20 e 30 minutos. Temperatura de incubação: 42°C.

Tempo (minutos)	75°C/10 min.		75°C/20 min.		75°C/30 min.	
	-----		-----		-----	
	pH	acidez	pH	acidez	pH	acidez
0	6.67	0.24	6.82	0.19	6.90	0.23
20	6.63	0.25	6.73	0.22	6.85	0.24
40	6.47	0.29	6.67	0.24	6.83	0.25
60	6.27	0.30	6.50	0.26	6.78	0.26
80	5.77	0.38	6.40	0.29	6.68	0.27
100	5.57	0.51	6.07	0.37	6.57	0.33
120	5.30	0.63	5.77	0.45	6.35	0.40
140	4.83	0.70	5.44	0.55	5.60	0.51
160	4.63	0.77	5.50	0.66	5.60	0.61
180	4.50	0.86	4.90	0.72	5.23	0.71

Analizando ainda os tratamentos a 65°C, 75°C e 85°C por 30 minutos, observa-se que no primeiro tratamento a acidez é de 0.78% em ácido lático e pH igual a 4.38; para 75°C por 30 minutos a acidez é de 0.71% e pH igual a 5.23, e para 85°C por 30 minutos os resultados obtidos foram de 0.80% em ácido lático e pH igual a 4.75.

Verifica-se, através desses dados, que no tratamento a 75°C por 30 minutos, os resultados foram inferior -

Tabela 9 - pH e acidez titulável durante a fermentação do leite previamente aquecido a 85°C por 10, 20 e 30 minutos. Temperatura de incubação: 42°C.

Tempo (minutos)	85°C/10 min.		85°C/20 min.		85°C/30 min.	
	pH	acidez	pH	acidez	pH	acidez
0	6.69	0.17	6.55	0.20	6.65	0.22
20	6.59	0.18	6.26	0.23	6.57	0.24
40	6.39	0.20	5.81	0.25	6.50	0.28
60	5.93	0.25	5.49	0.33	6.36	0.31
80	5.79	0.29	5.14	0.41	6.16	0.33
100	5.17	0.39	4.96	0.52	5.79	0.46
120	4.75	0.52	4.55	0.56	5.32	0.57
140	4.62	0.60	4.38	0.60	5.09	0.67
160	4.49	0.63	4.15	0.66	4.90	0.69
180	4.42	0.66	3.99	0.74	4.75	0.80

res em relação a acidez e pH, e a explicação para que nesse tratamento os produtos tenham apresentado melhores características em relação à estabilidade do coágulo, provavelmente é devida a interação entre a β - lactoglobulina e a caseína, e ao melhoramento das propriedades hidrofílicas da caseína. (TAMME et al., 1980). Temperaturas inferiores ou superiores a essa provavelmente não provocam as mudanças desejáveis em relação à desnaturação das proteínas.

Tabela 10 - pH e acidez titulável durante a fermentação do leite previamente aquecido a 75°C por 30 minutos. Temperaturas de incubação 32°C e 37°C.

Tempo (minutos)	32°C		37°C	
	pH	acidez titulável	pH	acidez titulável
0	6.60	0.18	6.56	0.17
20	6.55	0.20	6.51	0.21
40	6.50	0.21	6.46	0.26
60	6.35	0.24	6.10	0.25
80	6.19	0.25	5.53	0.33
100	5.96	0.27	5.28	0.42
120	5.91	0.26	5.27	0.46
140	5.70	0.31	4.96	0.55
160	5.44	0.36	4.44	0.62
180	5.20	0.42	4.24	0.66
200	4.90	0.42	4.19	0.67
220	4.70	0.51	4.14	0.73
240	4.68	0.56	-	-
260	4.61	0.62	-	-

Segundo GRIGOROV (1966b), o tratamento térmico apresenta uma relação com o tempo de coagulação, uma vez que tratamentos mais rigorosos destroem as lacteninas (STORGARDS, 1964; HUMPHREYS e PLUNKETT, 1969) e dão origem a peptídeos, aminoácidos e ácido fórmico, substâncias estimulantes do desenvolvimento da cultura lática (MILLER et al., 1964).

Tabela 11 - pH e acidez titulável durante a fermentação do leite previamente aquecido a 85°C por 30 minutos. Temperaturas de incubação 32°C e 37°C.

Tempo (minutos)	32°C		37°C	
	pH	acidez titulável	pH	acidez titulável
0	6.84	0.17	6.85	0.18
20	6.68	0.19	6.71	0.21
40	6.60	0.21	6.62	0.24
60	6.45	0.22	6.45	0.27
80	6.26	0.27	6.21	0.30
100	6.16	0.29	5.85	0.35
120	5.98	0.38	5.64	0.40
140	5.82	0.40	5.37	0.44
160	5.70	0.43	5.16	0.46
180	5.59	0.47	4.94	0.58
200	5.34	0.54	4.78	0.65
220	5.13	0.61	4.66	0.67
240	4.96	0.64	-	-
260	4.83	0.67	-	-

Os resultados apresentados nas tabelas 7, 8 e 9 mostram que o tempo necessário para que o produto, a cada diferente tratamento térmico e temperatura de incubação 42°C, apresente acidez 0.60 - 0.70% em ácido lático, é em torno de 120 - 140 minutos. Para os tratamentos a 85°C, a proporção que se aumenta o tempo há um aumento na acidez titulável; entre -

tranto, para os tratamentos a 75°C verifica-se que, à proporção que se aumenta o tempo, a acidez titulável diminui, concordando assim com as referências feitas por TAMIME et al. (1980) e ao mesmo tempo contrariando as recomendações feitas por KURMANN (1977), que dizem ser de três horas o tempo mínimo para elaboração do iogurte, nessas condições.

Entretanto, o tempo deve ser o necessário para assegurar a formação de substâncias aromáticas suficientes e para não arriscar uma superacidificação até o resfriamento do iogurte.

ACCOLAS (1977), estudando a influência da temperatura de incubação sobre o desenvolvimento da cultura mista constituída por *Streptococcus* e *Lactobacillus*, verificou que a atividade acidificante máxima estava ao redor de 35 - 43°C. Portanto, observa-se que, provavelmente, temperaturas menores que 40°C afetarão o tempo necessário para a coagulação do leite, tornando-a mais lenta.

Os dados apresentados nas tabelas 10 e 11 referem-se à cinética de fermentação, quando amostras de leite foram submetidas a tratamentos térmicos 75°C e 85°C por 30 minutos e a temperaturas de incubação iguais a 32°C e 37°C.

Observa-se que para a temperatura de incubação igual a 37°C, ao final de um período correspondente a 220 minutos, o tratamento térmico 75°C por 30 minutos foi mais efetivo em relação à produção de ácido, tendo a média dos produtos, como características principais, acidez a 0.62% em áci-

do láctico, pH igual a 4.44 e tempo de coagulação igual a 160 minutos, quando comparado ao tratamento a 85°C por 30 minutos, que apresenta acidez a 0.65% em ácido láctico, pH igual a 4.78 e tempo de coagulação igual a 200 minutos. Nesse caso, verifica-se que a diferença é apenas em relação ao tempo de coagulação do leite.

Em relação à temperatura de incubação igual a 32°C, as tabelas 10 e 11 mostram que para o tratamento a 75°C por 30 minutos a acidez é de 0.62% em ácido láctico, pH igual a 4.61 e tempo de coagulação 260 minutos; e, ao se comparar com os dados obtidos com o tratamento a 85°C por 30 minutos, a diferença é apenas em relação ao tempo de coagulação.

Portanto, provavelmente, o que justifica um tempo maior para a fermentação, a temperaturas menores que 40°C, é a necessidade de formação dos componentes voláteis, conforme relatou KURMANN (1977).

4.3. Crescimento microbiano

No presente trabalho, uma tentativa foi feita para se acompanhar o desenvolvimento da cultura láctica, em termos de *S. thermophilus* e *L. bulgaricus*, em cada etapa do processo de fermentação, uma vez que segundo HAMDAN et al. (1971 b) e BOTTAZZI (1973), a relação simbiótica existente entre os microrganismos aumenta o nível de acetaldeído produzido no io

gurte, e, em geral, o *L. bulgaricus* é relatado como o mais importante contribuinte para a produção de flavor, apesar de SHANKAR (1977) e SHANKAR e DAVIES (1978) haverem relatado que o *S. thermophilus* produz maior quantidade de acetaldeído, proveniente, inclusive, dos fatores de crescimento do meio.

DAVIS (1975) relatou também a relação existente entre o pH e o desenvolvimento dos microrganismos e, segundo DEMETER (1969), ao final do período de fermentação do leite deve ser encontrada uma proporção de 100 *Lactobacillus*: 120 - 200 *Streptococcus*.

Entretanto, os resultados obtidos neste trabalho não são satisfatórios. A dificuldade encontrada em se obter tais resultados poderá estar relacionada com o fato de que no desenvolvimento isolado desses microrganismos em meio sintético, as condições não são idênticas às da mistura básica e também não ocorrem as condições de simbiose, ou ainda, por mais completo que tenha sido o meio utilizado, existe a possibilidade da deficiência em algum elemento essencial, uma vez que esses microrganismos são bastante exigentes em termos nutricionais. Essa exigência se refere principalmente a substâncias nitrogenadas e vitaminas, devendo o meio para seu crescimento conter uma mistura completa de aminoácidos e fatores de crescimento, especialmente vitaminas do complexo B. Deve-se levar em consideração também a dificuldade de crescimento desses microrganismos pelo fato de serem anaeróbios facultativos ou microaerófilos.

4.4. Análise sensorial

Nas tabelas 12, 13 e 14 encontram-se os resultados obtidos para a avaliação sensorial dos iogurtes processados, a cada vez, com leite submetido a um diferente tratamento térmico.

Tabela 12 - Análise sensorial dos iogurtes obtidos de leite aquecido a 75°C por 10, 20 e 30 minutos, incubado a 42°C por 180 minutos.

	Pontos (1)			Teste F
	75°C/10 min.	75°C/20 min.	75°C/30 min.	
Aroma	42	46	47	0,75ns
Corpo e textura	35	46	42	5.30**
Sabor	33	39	42	2.40ns
Total de pontos	110	131	131	

ns - não há diferença significativa entre as amostras.

** - há diferença significativa entre as amostras, a nível de 5%.

(1)- soma dos pontos conferidos pelos dez degustadores.

Observa-se que os tratamentos térmicos 85°C por 10, 30 e 20 minutos (tabela 12) apresentam esta ordem de magnitude no que diz respeito a aroma, apresentando inclusive di

Tabela 13 - Análise sensorial dos iogurtes obtidos de leite aquecido a 85°C por 10, 20 e 30 minutos, incubado a 42°C por 180 minutos.

	Pontos (1)			Teste F
	85°C/10 min.	85°C/20 min.	85°C/30 min.	
Aroma	49	41	47	5.1**
Corpo e Textura	39	32	41	1.1ns
Sabor	35	32	38	0.5ns
Total de pontos	123	105	126	

ns - não há diferença significativa entre as amostras.

** - há diferença significativa entre as amostras, a nível de 5%.

(1) - soma dos pontos conferidos pelos dez degustadores.

ferença significativa a nível de 5%; enquanto que para consistência e sabor, a ordem de preferência foi 85°C por 30 > 10 > 20 minutos, embora as amostras entre si, nesses dois casos, não apresentem diferença significativa.

Já para os produtos obtidos a partir dos binômios 75°C por 10, 20 e 30 minutos (tabela 13), observa-se que em relação a aroma e sabor a preferência está nos tratamentos a 75°C por 30 > 20 > 10, não havendo entretanto diferença significativa entre as amostras; e, para consistência, a ordem

Tabela 14 - Análise sensorial dos iogurtes obtidos de leite aquecido a 65°C, 75°C e 85°C por 30 minutos, incubados a 42°C por 180 minutos.

	Pontos (1)			Teste F
	65°C/30 min.	75°C/30 min.	85°C/30 min.	
Aroma	32	47	38	7.0**
Corpo e textura	24	42	34	15.0**
Sabor	16	40	30	32.2**
Total de pontos	72	129	102	

** - há diferença significativa entre as amostras, a nível de 5%.

(1) - soma dos pontos conferidos pelos dez degustadores.

de magnitude foi para os processamentos a 75°C por 20 > 30 > 10, havendo diferença significativa entre as amostras.

A aplicação deste mesmo teste para o melhor processamento, em termos de aroma e sabor, de cada grupo, como também para o tratamento a 65°C por 30 minutos (tabela 14), mostra que em relação a aroma, consistência e sabor, resultados satisfatórios foram obtidos quando se empregaram binômios 75°C e 85°C por 30 minutos, havendo entretanto diferença significativa a nível de 5%.

Portanto, tais tratamentos, 75°C e 85°C por 30 minutos, foram os mais efetivos em termos de produzir o io-

gurte conforme as características apresentadas pela literatura, em relação a aroma e sabor, principalmente.

Comparando-se também os resultados obtidos pela análise sensorial com aqueles mostrados na tabela 8, verifica-se que os dados estão de acordo com aqueles citados por TAMIME et al. (1980) preconizam a influência do tempo, a uma dada temperatura, no caso 75°C por 30 minutos, sobre as qualidades organoléticas do produto final.

4.5. Conservação do iogurte sob refrigeração

KURMANN (1977) denominou como pós-acidificação a acidez produzida após o período de incubação, isto é, durante o resfriamento, estocagem e distribuição, até o consumo; e, segundo SÄLJÖ e ISMAIL (1983) e TOBA (1983), essa acidez muda durante o armazenamento, em maior ou menor grau, dependendo da acidez inicial do produto e da temperatura de armazenamento e do poder acidificante da cultura.

Com a finalidade de acompanhar este fenômeno e seus efeitos sobre os atributos de qualidade do iogurte, uma vez que a acidez é um dos fatores que limita uma maior aceitação do produto, procedeu-se a outra série de análises sensoriais, aplicando-se nessa etapa o teste triangular aos melhores tratamentos obtidos nesse trabalho.

Paralelamente, foram também realizadas as de-

terminações de pH e acidez, expressa em ácido lático, e os valores encontrados estão na tabela 15.

Tabela 15 - pH e acidez titulável durante o armazenamento, para os tratamentos térmicos 75°C e 85°C por 30 minutos, durante 10 dias, à temperatura de 3±1°C.

Tempo (dias)	75°C/30 min.		85°C/30 min.	
	pH	acidez	pH	acidez
1	4.00	0.98	4.05	0.86
3	3.85	1.16	3.90	1.12
5	4.05	1.04	4.12	1.00
7	3.90	1.05	3.90	1.07
10	4.09	1.04	4.12	1.02

Tais resultados mostram que, durante o período de armazenamento, o desenvolvimento da acidez foi lento, não obedecendo a uma ordem em termos de pH; entretanto, para acidez titulável houve um aumento crescente de 0.06% em ácido lático (0.98 - 1.04), para o tratamento a 75°C por 30 minutos.

Para 85°C por 30 minutos, a variação é de 0.16% em ácido lático (0.86 - 1.02) e também não se observa uma ordem em relação ao pH.

Entretanto, a análise sensorial revela que a preferência dos provadores variou em função do tempo de armazenamento.

No primeiro dia, os produtos apresentaram diferença significativa e a preferência foi dada ao iogurte obtido através do tratamento térmico 75°C por 30 minutos. Após três dias, mantidos à temperatura de $3 \pm 1^\circ\text{C}$, as amostras continuaram a apresentar diferença significativa; no entanto, o tratamento térmico 85°C por 30 minutos foi o escolhido.

Aos cinco, sete e dez dias, os produtos já não apresentaram mais diferença significativa de preferência.

Segundo SALJI e ISMAIL (1983), as mudanças na acidez titulável não parecem ser muito afetadas pela acidez inicial, entretanto, tais autores consideram como mais eficaz a avaliação feita através da medida do pH.

5. CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados, conclui-se:

1. Os tratamentos térmicos a 85°C por 10, 20 e 30 minutos, com posterior incubação do leite à temperatura de 42°C, são efetivos em produzir o iogurte com as características desejáveis, entretanto, observa-se uma tendência para o aumento na acidez, à proporção que o tempo, a essa temperatura, aumenta.

2. Os tratamentos térmicos a 75°C por 10, 20 e 30 minutos, seguidos da incubação do leite à temperatura de 42°C, são também efetivos em produzir o iogurte com as características de pH e acidez titulável, sendo no entanto o maior tempo, a essa temperatura, responsável por uma menor acidez do produto.

3. Os tratamentos térmicos a 65°C por 30 minutos, com posterior incubação do leite a 42°C, apresentam pH

e acidez titulável desejáveis; no entanto, é fraca a consistência do produto.

4. Todos os tratamentos térmicos apresentam, à temperatura de incubação igual a 42°C, tempo de coagulação ao redor de 120 - 140 minutos.

5. Os resultados obtidos através da análise sensorial mostram que os tratamentos térmicos 75°C e 85°C por 30 minutos, e posterior incubação à temperatura de 42°C, são os mais efetivos em produzir iogurte apresentando as características de aceitabilidade satisfatórias, com diferença a nível de 5% entre os produtos.

6. Os tratamentos térmicos a 75°C e 85°C por 30 minutos, com posterior incubação do leite à temperatura de 42°C, quando armazenados por um período de dez dias, à temperatura de $3 \pm 1^\circ\text{C}$, apresentam diferença significativa até o terceiro dia; no entanto, aos cinco, sete e dez dias, já não se observa mais diferença significativa de preferência entre os mesmos.

7. Tendo em vista os resultados anteriormente citados, o tratamento térmico a 75°C por 30 minutos é o mais favorável à produção do iogurte.

8. Temperaturas de incubação iguais a 37°C e 32°C não aumentam extraordinariamente o tempo de coagulação.

9. Nenhuma alteração ocorre em relação a pH, acidez titulável e teor de sólidos, em função dos diferentes tratamentos térmicos.

10. O acompanhamento da cinética de fermentação através da técnica de contagem em placas de microrganismos não apresenta resultados satisfatórios.

6. LITERATURA CITADA

- ACCOLAS, J.P. et al., 1977. Propriétés Acidifiantes des Bactéries Lactiques Thermophilus en Relation avec la Fabrication du Yoghourt. Le Lait, 561 - 562, 1-23.
- AMERINE, M.A. et al., 1965. Principles of sensory evaluation of food. New York, Academic Press, 602 p.
- ANON, 1976a. Cultured Milk Products, Technical Information. "In: TAMINE, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".
- ANON, 1977a. Fermented Milk Process Guide, Technical Information Bulletin No. WM60779, Alfa-Laval A/B, Lund, Swedden. "In: TAMINE, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".
- ASHTON, T.R., 1963. J. Soc. Dairy Technol. 16, 58. "In: HUMPHREYS, C.L. e PLUNKETT, M., 1969. Yogurt: A Review of its Manufacture. Dairy Sci. Abstr., 31 (44): 607 - 22".

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1970. Official methods of analysis. 11th. Ed. AOAC, Washington. D.C.

AUCLAIR, J., 1964. Les Substances Antibactériennes du lait cru et leur rôle en Technologie Laitière 4th. Inter. Simposium on Food Microbiology, SIK, Goteborg (Suède), 281 - 296. "In: ACCOLAS, J. P., et al., 1977. Propriétés Acidifiantes des Bactéries Lactiques en Relation avec la Fabrication du Yoghourt. Le Lait, 561 -562, 1-23".

BARBER, F.W., 1962. Milk Hygiene, Monograph.Ser.W.H.O.48,405. "In: HUMPHREYS, C.L. e PLUNKETT, M. 1969. Yogurt: A Review of its Manufacture. Dairy Sci. Abstr. 31 (11): 607 - 22".

BAUSTIAN, H., 1970. Dairy Sci. Abstr. 32, 157. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".

BECKER, F., 1971. Dairy Sci. Abstr., 33, 884. "In: TAMIME, A. Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".

BERGÈRE, J.J. e HERMIER, J., 1968. La Production Massive de Cellules de Streptocoques lactiques II. Croissance de *Streptococcus lactis* dan un milieu à pH Constant. Le Lait, 48, 13 - 30.

BOTTAZZI, V. et al., 1971. Continuous Production of Yogurt Cultures and Stimulation of *Lactobacillus bulgaricus* by Formic Acid. Milchwissenschaft, 26 (4), 214 - 219. "In: TERRA, N.N. et al., 1977. Estudo do Iogurte Comercializado em Santa Maria, RS. Revista do Centro de Ciências Rurais, 7 (3), 275 - 281.

- BOTTAZZI, V., 1973. Effect of Single and Associated Strain of *L. bulgaricus* and *S. thermophilus* as well as milk treatment on the Production of Acetaldehyde in yogurt. Le Lait, 53 (525-526), 295 - 308.
- BRINK, T. van dlen., 1971. Dairy Sci. Abstr., 3, 759. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".
- CARINI, S. et al., 1972. Lipolise Microbica: i lattici. Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia, 23 (6), 377 - 388. "In: MARTINS, J.F.P., 1981. Controle de Culturas Láticas e seu Uso Adequado. Instruções Técnicas. Instituto de Tecnologia de Alimentos, nº 17, 153.
- COTISLOW, R.N. e SPECK, N.L., 1951. J. Dairy Sci., 34, 1104. "In: HUMPHREYS, C.L. e PLUNKETT, M., 1969. Yogurt: A Review of its Manufacture. Dairy Sci. Abstr., 31 (11), 607 - 22".
- DAVIS, J.G., 1967. Dairy Ice-Cream Ind. Dir. 5. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".
- DAVIS, J.G., 1971. Dairy Ind. 36, 456. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".
- DAVIS, J.G., 1973. Food Manuf., 48, 23. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".

- DAVIS, J.G., 1975a. IFST Proc., 8, 50. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".
- DEMETER, J.K., 1969. Lactobacteriologia. Zaragoza, Editorial Acribia, 212 p.
- DOAN, F.J. e DIZIKES, J.L., 1942. Digestion Characteristic of various types of milk compared with human milk. Pa. Agric. Exp. Sta. n° 428. "In: FERREIRA, C.L.L.F., 1978. Elementos Composicionais e Aspectos Nutritivos do Leite e Iogurte. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, 33 (200): 13 - 16.
- DORDEVIC, J. et al., 1973. Dairy Sci. Abstr., 35, 390. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".
- DUTTA, S.M. et al., 1972. Effect of incubation temperature on acid flavor production in milk by lactic acid bacteria. J. Milk Food Technol., 35 (4), 242 - 244.
- DUTTA, S.M. et al., 1973. Milchwissenschaft 28, 231. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".
- ELFAGM, A.A. e WHEELLOCK, J.V., 1977. J. Dairy Res., 44, 367. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".
- ELFAGM, A.A. e WHEELLOCK, J.V., 1978a. J. Dairy Sci., 61, 28. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".

- ELFAGM, A.A. e WHEELOCK, J.V., 1978b. J. Dairy Sci., 61, 159. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".
- FAO/WHO, 1973. Code of Principles Concerning Milk & Milk Products. cx. 5/70, 16th Session, Rome, Italy.
- FERREIRA, C.L.L.F., 1978. Elementos Composicionais e Aspectos Nutritivos do Leite e Iogurte. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, 33 (200): 13 - 16.
- FERREIRA, C.L.L.F., 1981. Caracterização do Iogurte Comercializado na Zona da Mata, Minas Gerais. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, nov-dez, 27-31.
- FREITAS, J., 1971. Valor Nutritivo do Leite e Derivados sob Aspecto Bioquímico. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, 26 (158-159): 35 - 7.
- FRIEDMAN, N.R. e GADEN, E.D., 1970. Growth and Acid Production by *Lactobacillus* (L.) *delbrueckii* in a dialysis Culture System. Biotech. Biogeng, 12, 961-974. "In: ACCOLAS, J.P. et al., 1977. Propriétés Acidifiantes des Bactéries Lactiques Thermophiles en Relation avec la Fabrication du Yogurt. Le Lait, 561-562, 1 - 23".
- GALESLOOT, Th. E. et al., 1958. Netherland Milk Dairy J., 12, 130. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".

- GALESLOOT, Th.E. e HASSING, F., 1969. Dairy Sci. Abstr., 31, 63. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- GIRGINOV, T.A., 1971. Dairy Sci. Abstr., 33, 195. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- GRADHAGE, L. e THURELL, K.E., 1978. XX International Dairy Congress E, 1019. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- GRIGOROV, M., 1966b. XVII International Dairy Congress, E/F 643. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- GRIGOROV, M., 1966c. XVII International Dairy Congress, E/F 649. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- GROZDOVA, G.N., 1971. Dairy Sci. Abstr., 33, 453. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- HADLAND, G. e HOFFMANN, T., 1974. XIX International Dairy Congress IE, 740. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".

HAMDAN, I.Y. et al., 1971b. J. Dairy Sci., 54, 1080. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".

HAMMOND, L.A., 1972. Seminar on Recombined Dairy Products Session 3, page 58-64, CSIRO, Australia. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".

HELFERICH, W. e WESTMOFF, D., 1980. All About Yogurt. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. Jersey, 145p.

HUMPHREYS, C.L. e PLUNKETT, M., 1969. Yogurt: A review of its Manufacture. Dairy Sci. Abstr., 31 (11), 607-22.

IYENGAR, M.K.K. et al., 1967. Indian J. Dairy Sci., 20, 8. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".

JENNESS, R. e PATTON, S., 1969. Principles of Dairy Chemistry. New York, John Wiley e Sons. "In: HUMPHREYS, C.L. e PLUNKETT, M., 1969. Yogurt: A Review of its Manufacture. Dairy Sci. Abstr., 31 (11), 607-22".

KALAB, M. et al., 1976. Milchwissenschaft 31, 402. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".

KILARA, A. e SHAHANI, K.M., 1978. Lactic Fermentation of Dairy Foods and their Biological Significance. Journal of Dairy Science, 61, 1973.

- KISZA, J. e ROTKIEWICZ, W., 1967. Milchwissenschaft, 22, 627.
 "In: HUMPHREYS, C.L. e PLUNKETT, M., 1969. Yogurt: A Review of Its Manufacture. Dairy Sci. Abstr., 31 (11), 607-22".
- KURMANN, J.A., 1977. Os Fatores Biológicos e Técnicos da Fabricação do Iogurte. Anais do IV Congresso Nacional de Laticínios, 74-84.
- LARSON, B.L. e ROLLERI, G.D., 1955. J. Dairy Sci., 38, 351.
 "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".
- LOYD, D.T., 1971. New developments in starter technology. Dairy Sci. Abstr. 33 (6), 411-416. "In: MARTINS, J. E. P., 1981. Controle de Culturas Láticas e seu uso adequado. Instruções Técnicas do Instituto de Tecnologia de Alimentos, nº 17".
- DEKING, R. e PIET, E.L., 1959. A Kinetic Study of the Lactic Acid Fermentation. Batch Process at Controlled pH. J. Biochem. Microbiol. Techn. Eng., 1, 393-442. "In: ACCOLLAS, J.P. et al., 1977. Propriétés Acidifiantes des Bactéries Lactique Thermophiles en Relation avec la Fabrication du yogurt. Le Lait, 561-562, 1-23".
- LUNDSTEDT, E., 1974. Amer. Dairy Rev., 36, 38A. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- MARTENS, R., 1972. Dairy Sci. Abstr., 34, 602. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".

- MARTINS, J.F.P., 1981. Controle de Culturas Láticas e seu Uso Adequado. Instruções Técnicas do Instituto de Tecnologia de Alimentos, nº 17.
- MILLER, I. et al., 1964. Milchwissenschaft, 19, 18. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- NIELSEN, J.P., 1974. XIX International Dairy Congress IE, 736. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- NIKOLOV, N.M. e CHERNEV, P., 1967. Dairy Sci. Abstr., 29, 17. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".
- PETTE, J.W., 1950. Symbiosis and Antibiosis in Mixed Cultures of *L. bulgaricus* and *S. thermophilus*. Neth. Milk Dairy J., 4, 197-208. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- PETTER, J.W. e LOLKEMA, M., 1951b. Factors Influencing the Proportion of Streptococci and Lactobacilli in a Yogurt Culture. Neth. Milk Dairy J., 5, 14-26.
- PRODANSKI, P., 1967. Milchwissenschaft 22, 167. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".

- PUHAN, Z. et al., 1974. XIX International Dairy Congress IE, 451. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- PULAY, G. e KRASZ, A., 1974. XIX International Dairy Congress IE, 413. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- RASIC, J. e PANIC, B., 1961. Arch. poljopr. Nauk. 14. 94 (DSA 23(3326)). "In: HUMPHREYS, C.L. e PLUNKETT, M., 1969. Yogurt: A Review of Its Manufacture. Dairy Sci. Abstr., 31 (11), 607-22".
- RASIC, J. e PANIC, B., 1963. Dairy Inds., 28, 35. "In: HUMPHREYS, C.L. e PLUNKETT, M., 1969. Yogurt: A Review of Its Manufacture. Dairy Sci. Abstr., 31 (11), 607-22".
- REICHART, O., 1978. Kinetic Analysis of Batch Fermentations of Yogurt. Acta. Alimentaria, 7(4), 309-21.
- ROBINSON, R.K. e TAMIME, A.Y., 1976. Quality Appraisal of Yogurt. Journal of the Society of Dairy Techn. 29 (3), 148-55.
- SALJI, J.P. e ISMAIL, A.A., 1983. Effect of initial acidity of plain Yogurt on acidity changes during refrigerated storage. Journal of Food Science, 48(1), 258-259.
- SAWYER, W.H., 1969. J. Dairy Sci., 52, 1347. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".

- SCHONHERR, W., 1959. Manual Prático de Analisis de Leche. Editorial Acribia, Zaragoza, 239 p.
- SELLARS, R.L. e BABEL, F.J., 1970. Cultures for the Manufacture of Dairy Products's Christensen Hansen's Lab. Inc. Wisconsin, pp. 46-49.
- SHANKAR, P.A. et al., 1977. J. Soc. Dairy Technol., 30, 28. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".
- SHANKAR, P.A. e DAVIES, F.L., 1978. XX International Dairy Congress 3, 467. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- SIEGENTHALER, E.H. e RITTER, P., 1964a. Fermented Milks'IDF. Annual Bulletin Part III, page 54-59, Bruxelles, Belgium. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939 - 977".
- SPECK, M.L., 1977. J. Food Prot. 40, 863. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- SPREER, E., 1975. Lactologia Industrial, Zaragoza, Editorial Acribia, 458 p.
- STADHOUDERS, J. e HASSING, F. 1974. Dairy Sci. Abstr., 36, 448. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".

- STOCKLIN, P., 1969. Cultured Dairy Prod. 4, 6. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- STOLK, K., 1955. Netherland Milk Dairy J., 9, 37. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- STORGARDS, T., 1964. Fermented Milk's. IDF Annual Bulletin Part III, page 65-75, Bruxelles, Belgium. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- SULC, J., 1960a. "In: HUMPHREYS, C.L. e PLUNKETT, M., 1969. Yogurt: A Review of Its Manufacture. Dairy Sci. Abstr., 31 (11), 607-22".
- SULC, J., 1963. Enrichment of Yogurt with Vitamin C. Tech. Publ. Stredisko. Protavinar Prumslu., 139, 231-236. "In: TERRA, N.N. et al., 1977. Estudo do Iogurte Comercializado em Santa Maria, RS. Revista do Centro de Ciências Rurais, 7(3), 275-281".
- SURAZYNSKI, A. et al., 1975a. Produtos Lácteos Fermentados Y sus Propriedades Dietéticas: bioghurt y biogord. Industria Lechera, 642, 10-16.
- TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".
- TOBA, T. et al., 1983. Quantitative changes in sugars, especially oligosaccharides, during fermentation and storage of yogurt. J. Dairy Science, 66(1), 17-20.

VASSAL, L. e AUCLAIR, J., 1966. Variations de la Production d'Acide for les Bactéries du Yoghurt dans les Lait de Grand Mēlange. XVII Congress Inst. Laiterie, E/F, 669 - 676. "In: ACCOLAS, J.P. et al., 1977. Propriētes Acidifi - cantes des Bactéries Lactiques Thermophiles en Relation avec la Fabrication dy Yoghurt, Le Lait, 561-562, 1-32.

VIEIRA, S.D.A., 1981. A Utilizaçāo de Culturas Lāticas na Indústria de Laticīnios. Boletim do Leite, 267, janeiro.

WILCOX, G., 1971. Egg, Cheese & Yogurt page 269, Food Proc. Rev. Noyes Data Corp., New Jersey, USA. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".

ZMARLICKI, S. et al., 1974. XIX International Dairy Congress. IE, 771. "In: TAMIME, A.Y. e DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry¹. Journal of Food Protection, 43, 939-977".

7. APENDICE

Tabela 1 - Características principais do leite antes e após o tratamento térmico 65°C por 30 minutos.

Características	Antes	Após
pH	7.00	6.90
	6.80	6.80
	6.90	6.80
Acidez titulável	0.17	0.17
	0.19	0.21
	0.14	0.15
Sólidos totais	13.96	14.10
	14.96	15.21
	12.35	13.29

Tabela 2 - Características principais do leite antes e após os tratamentos térmicos a 75°C por 10, 20 e 30 minutos.

Características	75°C/10 min		75°C/20 min		75°C/30 min	
	Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após
pH	6.84	6.80	6.85	6.85	7.00	7.10
	6.86	6.85	6.95	6.95	6.70	6.60
	6.80	6.90	6.90	6.90	7.20	7.10
Acidez titulável	0.21	0.23	0.16	0.16	0.17	0.17
	0.21	0.21	0.16	0.16	0.21	0.23
	0.17	0.17	0.16	0.16	0.19	0.19
Sólidos totais	12.98	12.98	13.89	14.07	14.70	14.10
	13.05	13.08	13.31	13.32	14.84	14.08
	13.38	13.36	13.89	13.70	14.45	13.59

Tabela 3 - Características principais do leite antes e após os tratamentos térmicos
85°C por 10, 20 e 30 minutos.

Características	85°C/10 min		85°C/20 min		85°C/30 min	
	Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após
pH	6.71	6.36	7.26	7.19	6.80	6.78
	6.75	6.74	6.78	6.64	7.01	6.98
	6.80	6.63	6.80	6.78	6.82	6.80
Acidez titulável	0.13	0.13	0.17	0.17	0.17	0.17
	0.12	0.12	0.17	0.17	0.16	0.17
	0.13	0.17	0.15	0.15	0.17	0.17
Sólidos totais	10.90	10.88	12.42	12.85	12.68	12.53
	11.05	11.05	12.07	12.47	12.70	12.65
	13.68	12.69	12.57	12.58	12.76	12.78

Tabela 4 - pH e acidez titulável após tratamento térmico a 65°C por 30 minutos.

Tempo (minutos)	pH	Acidez
0	6.90	0.19
	6.50	0.23
	6.50	0.19
20	6.85	0.21
	6.30	0.23
	6.25	0.23
40	6.70	0.23
	6.25	0.23
	6.05	0.26
60	6.50	0.26
	6.10	0.24
	5.80	0.31
80	6.00	0.33
	5.95	0.24
	5.50	0.35
100	5.20	0.58
	5.70	0.30
	5.00	0.47
120	4.70	0.66
	5.35	0.35
	4.60	0.53
140	4.50	0.77
	5.10	0.42
	4.40	0.66
160	4.25	0.88
	4.95	0.49
	4.30	0.77
180	4.20	0.93
	4.75	0.53
	4.20	0.88

Temperatura de incubação: 42°C.

Tabela 5 - pH e acidez titulável após tratamentos térmicos a 75°C por 10, 20 e 30 minutos.

Tempo (minutos)	75°C/10min		75°C/20min		75°C/30min	
	pH	Acidez	pH	Acidez	pH	Acidez
0	6.50	0.27	6.70	0.19	6.95	0.23
	6.80	0.27	6.80	0.19	6.60	0.26
	6.70	0.19	6.95	0.19	7.15	0.21
20	6.50	0.27	6.65	0.21	6.85	0.23
	6.80	0.27	6.75	0.23	6.55	0.26
	6.60	0.21	6.80	0.21	7.15	0.23
40	6.30	0.35	6.60	0.23	6.85	0.23
	6.70	0.30	6.70	0.26	6.50	0.28
	6.40	0.21	6.70	0.24	7.15	0.23
60	6.00	0.35	6.50	0.24	6.70	0.24
	6.50	0.32	6.50	0.27	6.50	0.30
	6.30	0.24	6.50	0.28	7.15	0.24
80	5.30	0.44	6.50	0.26	6.50	0.26
	6.10	0.35	6.25	0.32	6.40	0.30
	5.90	0.35	6.45	0.28	7.10	0.24
100	5.10	0.66	6.20	0.35	6.35	0.32
	5.90	0.46	5.85	0.40	6.45	0.39
	5.70	0.40	6.15	0.35	6.90	0.28
120	5.00	0.75	5.85	0.40	6.10	0.35
	5.70	0.60	5.45	0.56	6.25	0.49
	5.20	0.53	6.00	0.39	6.70	0.35
140	4.80	0.82	5.62	0.49	5.80	0.49
	4.80	0.71	5.10	0.66	5.70	0.62
	4.90	0.58	5.60	0.49	6.30	0.42
160	4.70	0.89	5.40	0.62	5.50	0.60
	4.60	0.71	5.85	0.71	5.20	0.76
	4.60	0.71	5.25	0.65	6.10	0.46
180	4.50	0.92	5.10	0.78	5.20	0.67
	4.50	0.81	4.65	0.72	4.80	0.88
	4.50	0.85	4.95	0.67	5.70	0.58

Temperatura de incubação: 42°C.

Tabela 6 - pH e acidez titulável após tratamentos térmicos a 85°C por 10, 20 e 30 minutos.

Tempo (minutos)	85°C/10 min		85°C/20 min		85°C/30 min	
	pH	Acidez	pH	Acidez	pH	Acidez
0	6.63	0.17	7.01	0.21	6.90	0.23
	6.68	0.17	6.34	0.16	6.95	0.23
	6.77	0.17	6.30	0.23	6.10	0.21
20	6.55	0.19	6.71	0.25	6.90	0.23
	6.67	0.17	6.04	0.18	6.51	0.25
	6.54	0.17	6.04	0.25	6.30	0.23
40	6.29	0.19	5.89	0.25	6.70	0.25
	6.57	0.19	5.85	0.21	6.30	0.32
	6.31	0.21	5.70	0.30	6.50	0.27
60	5.90	0.23	5.38	0.28	6.50	0.32
	6.05	0.24	5.70	0.25	6.18	0.34
	5.83	0.28	5.38	0.46	6.40	0.28
80	5.41	0.26	5.01	0.37	6.30	0.39
	6.30	0.31	5.45	0.32	5.89	0.30
	5.66	0.31	4.97	0.55	6.30	0.30
100	4.94	0.33	4.83	0.48	5.70	0.50
	5.52	0.40	5.20	0.41	5.68	0.50
	5.04	0.44	4.85	0.66	6.00	0.37
120	4.47	0.44	4.19	0.53	5.40	0.62
	4.98	0.50	5.02	0.41	5.25	0.64
	4.80	0.61	4.44	0.75	5.30	0.46
140	4.68	0.52	3.94	0.62	5.10	0.66
	4.45	0.59	4.75	0.43	4.97	0.78
	4.72	0.70	4.46	0.76	5.20	0.57
160	4.56	0.59	3.81	0.73	4.90	0.66
	4.23	0.61	4.60	0.44	4.80	0.82
	4.67	0.70	4.04	0.82	5.00	0.59
180	4.40	0.61	3.55	0.78	4.80	0.85
	4.30	0.68	4.53	0.57	4.66	0.89
	4.56	0.70	3.89	0.87	4.80	0.67

Temperatura de incubação: 42°C.

Tabela 7 - pH e acidez titulável após tratamento térmico a 75°C por 30 minutos e temperaturas de incubação 32°C e 37°C.

Tempo (minutos)	32°C		37°C	
	pH	Acidez	pH	Acidez
0	6.70	0.19	6.70	0.17
	6.70	0.17	6.60	0.17
	6.40	0.19	6.40	0.19
20	6.65	0.19	6.65	0.21
	6.60	0.21	6.50	0.21
	6.40	0.21	6.40	0.21
40	6.50	0.22	6.55	0.22
	6.75	0.22	6.60	0.22
	6.25	0.21	6.25	0.24
60	6.40	0.24	6.40	0.22
	6.50	0.26	5.90	0.24
	6.15	0.22	6.00	0.31
80	6.30	0.26	5.80	0.29
	6.30	0.28	5.40	0.26
	5.98	0.22	5.40	0.45
100	6.10	0.31	3.75	0.35
	5.90	0.28	5.50	0.35
	5.90	0.22	4.60	0.58
120	6.10	0.33	5.30	0.42
	5.92	0.22	5.30	0.45
	5.73	0.24	5.20	0.51

Cont.

Tabela 7 - Continuação.

Tempo (minutos)	32°C		37°C	
	pH	Acidez	pH	Acidez
140	5.60	0.38	5.00	0.49
	5.85	0.28	5.28	0.51
	5.65	0.29	4.60	0.65
160	5.00	0.44	4.50	0.58
	5.80	0.31	4.53	0.58
	5.52	0.35	4.30	0.72
180	4.50	0.44	4.30	0.58
	5.80	0.35	4.12	0.70
	5.30	0.49	4.30	0.72
200	4.50	0.44	4.15	0.61
	5.10	0.37	4.19	0.63
	5.12	0.47	4.25	0.79
220	4.30	0.52	4.15	0.70
	4.84	0.56	4.19	0.70
	4.98	0.47	4.10	0.79
240	4.25	0.61	-	-
	4.89	0.58	-	-
	4.90	0.51	-	-
260	4.20	0.70	-	-
	4.80	0.65	-	-
	4.85	0.52	-	-

Tabela 8 - pH e acidez titulável após tratamento térmico a 85°C por 30 minutos e temperatura de incubação 32°C e 37°C.

Tempo (minutos)	32°C		37°C	
	pH	Acidez	pH	Acidez
0	6.80	0.17	6.80	0.21
	6.84	0.17	6.90	0.17
	6.90	0.17	6.86	0.17
20	6.65	0.21	6.75	0.22
	6.60	0.19	6.60	0.22
	6.80	0.17	6.80	0.21
40	6.65	0.22	6.75	0.28
	6.45	0.22	6.40	0.22
	6.72	0.21	6.72	0.22
60	6.40	0.24	6.60	0.35
	6.25	0.22	6.15	0.24
	6.70	0.21	6.60	0.22
80	6.20	0.29	6.25	0.42
	6.10	0.24	5.95	0.26
	6.50	0.28	6.45	0.24
100	6.15	0.33	5.90	0.49
	5.95	0.28	5.65	0.28
	6.38	0.28	6.00	0.28
120	5.85	0.45	5.75	0.56
	5.80	0.40	5.38	0.35
	6.30	0.31	5.80	0.31

Cont.

Tabela 8 - Continuação.

Tempo (minutos)	32°C		37°C	
	pH	Acidez	pH	Acidez
140	5.65	0.49	5.50	0.61
	5.73	0.40	4.98	0.38
	6.10	0.33	5.63	0.35
160	5.65	0.52	5.25	0.61
	5.55	0.40	4.90	0.40
	5.90	0.37	5.35	0.38
180	5.65	0.52	4.80	0.67
	5.38	0.52	4.87	0.52
	5.75	0.38	5.15	0.56
200	5.40	0.58	4.60	0.70
	5.10	0.58	4.85	0.67
	5.53	0.47	4.90	0.59
220	5.20	0.59	4.45	0.75
	4.95	0.72	4.70	0.56
	5.25	0.52	4.85	0.70
240	5.00	0.65	-	-
	4.95	0.70	-	-
	4.95	0.58	-	-
260	4.90	0.70	-	-
	4.80	0.70	-	-
	4.80	0.63	-	-

Tabela 9 - Valores ⁽¹⁾ atribuídos aos iogurtes obtidos com leite aquecido a 75°C por 10, 20 e 30 minutos.

Degustador	75°C/10 min		75°C/20 min		75°C/30 min	
	-----		-----		-----	
	S ⁽²⁾	A ⁽³⁾	T ⁽⁴⁾	S	A	T
1	3	3	3	3	3	5
2	1	3	4	4	3	4
3	2	6	4	5	6	5
4	4	6	4	5	5	5
5	4	4	5	4	4	3
6	5	5	4	6	6	5
7	3	3	5	3	5	4
8	3	3	1	3	4	4
9	4	4	3	3	5	3
10	4	5	4	3	4	4

(1) - valores de 1 a 6 atribuídos às características: muito ruim, ruim, regular, bom, muito bom, excelente.

(2) - Sabor.

(3) - Aroma

(4) - Textura.

Tabela 10 - Valores ⁽¹⁾ atribuídos aos iogurtes obtidos com leite aquecido a 85°C por 10, 20 e 30 minutos.

Degustador	85°C/10 min				85°C/20 min				85°C/30 min			
	S ⁽²⁾		A ⁽³⁾		S		A		S		A	
	T ⁽⁴⁾		T ⁽⁴⁾		T		T		T		T	
1	2	3	4	4	2	3	4	4	4	3	4	4
2	4	6	5	5	4	4	3	4	4	5	4	4
3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
4	3	5	3	3	3	3	3	3	5	5	6	6
5	4	6	4	4	2	4	1	1	5	5	3	3
6	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3
7	5	5	5	5	2	3	3	3	2	3	2	2
8	3	6	5	5	6	6	5	5	4	6	6	6
9	3	6	4	4	3	5	3	3	5	6	5	5
10	5	5	3	3	3	5	3	3	4	6	4	4

(1) - Valores de 1 a 6 atribuídos às características: muito ruim, ruim, regular, bom, muito bom, excelente.

(2) - Sabor

(3) - Aroma

(4) - Textura.

Tabela 11 - Valores ⁽¹⁾ atribuídos aos iogurtes obtidos com leite aquecido a 65°C, 75°C e 85°C por 30 minutos.

Degustador	65°C/10 min				65°C/20 min				65°C/30 min			
	S ⁽²⁾	A ⁽³⁾	T ⁽⁴⁾		S	A	T		S	A	T	
1	1	3	3		4	5	5		3	4	5	
2	2	4	4		5	6	6		4	5	5	
3	2	3	3		4	4	5		2	3	3	
4	3	3	1		3	5	3		4	3	2	
5	1	3	1		5	6	5		4	6	5	
6	1	3	2		5	6	4		2	4	4	
7	2	4	3		5	5	5		4	5	4	
8	2	4	3		5	5	5		4	5	4	
9	2	4	3		5	5	5		4	5	4	
10	-	-	-		-	-	-		-	-	-	

(1) - Valores de 1 a 6 atribuídos às características: muito ruim, ruim, regular, bom, muito bom, excelente.
(2) - Sabor
(3) - Aroma
(4) - Textura.