

[www.arvoredoleite.org](http://www.arvoredoleite.org)

Esta é uma cópia digital de um documento que foi preservado para inúmeras gerações nas prateleiras da biblioteca **Otto Frensel** do **Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT)** da **Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)**, antes de ter sido cuidadosamente digitalizada pela [ArvoredoLeite.org](http://ArvoredoLeite.org) como parte de um projeto de parceria entre a ArvoredoLeite.org e a Revista do **Instituto de Laticínios Cândido Tostes** para tornarem seus exemplares online. A Revista do ILCT é uma publicação técnico-científica criada em 1946, originalmente com o nome **FELCTIANO**. Em setembro de 1958, o seu nome foi alterado para o atual.

Este exemplar sobreviveu e é um dos nossos portais para o passado, o que representa uma riqueza de história, cultura e conhecimento. Marcas e anotações no volume original aparecerão neste arquivo, um lembrete da longa jornada desta REVISTA, desde a sua publicação, permanecendo por um longo tempo na biblioteca, e finalmente chegando até você.

## Diretrizes de uso

A **Arvoredoite.org** se orgulha da parceria com a **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes** da **EPAMIG** para digitalizar estes materiais e torná-los amplamente acessíveis. No entanto, este trabalho é dispendioso, por isso, a fim de continuar a oferecer este recurso, tomamos medidas para evitar o abuso por partes comerciais.

Também pedimos que você:

- Faça uso não comercial dos arquivos. Projetamos a digitalização para uso por indivíduos e ou instituições e solicitamos que você use estes arquivos para fins profissionais e não comerciais.
  - Mantenha a atribuição **ArvoredoLeite.org** como marca d'água e a identificação do **ILCT/EPAMIG**. Esta atitude é essencial para informar as pessoas sobre este projeto e ajudá-las a encontrar materiais adicionais no site. Não removê-las.
  - Mantenha-o legal. Seja qual for o seu uso, lembre-se que você é responsável por garantir que o que você está fazendo é legal. O fato do documento estar disponível eletronicamente sem restrições, não significa que pode ser usado de qualquer forma e/ou em qualquer lugar. Reiteramos que as penalidades sobre violação de propriedade intelectual podem ser bastante graves.

Sobre a Arvoredoite.org

A missão da **ArvoredoLeite.org** é organizar as informações técnicas e torná-las acessíveis e úteis. Você pode pesquisar outros assuntos correlatos através da web em <http://arvoredoLeite.org>.

# Revista do INSTITUTO DE LATICÍNIOS CÂNDIDO TOSTES

DAIRY MAGAZINE PUBLISHED BIMONTHLY BY THE DAIRY INSTITUTE CÂNDIDO TOSTES

N.º 232

JUIZ DE FORA, MARÇO/ABRIL DE 1984

VOL. 39

Tema: Qualidade e comercialização de leite e derivados



VIII CONGRESSO  
NACIONAL DE  
LATICÍNIOS

de 16 a 20 de julho de 1984

Local: CENTRO DE PESQUISA E ENSINO/INSTITUTO DE LATICÍNIOS  
“CÂNDIDO TOSTES” — Juiz de Fora — MG

Patrocínio: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS



Governo do Estado de Minas Gerais  
Sistema Operacional da Agricultura  
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Centro de Pesquisa e Ensino  
Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”

digitalizado por a.vorodeloleite.org

# ESTUDO DE ALGUNS PRINCÍPIOS RELACIONADOS COM O CONCEITO DE QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DE LEITE “IN NATURA”(\*)

*Study of Some Principles Relating to the Concept of the  
Bacteriological Quality of Whole Raw Milk*

BIBLIOTECA  
CADASTRO / MICRO

*Funek*

Funcionário

Otacilio Lopes Vargas(\*\*)  
Antônio Felicio Filho(\*\*)  
Edson Clemente dos Santos(\*\*\*)

**RESUMO.** Este trabalho engloba um estudo sobre a qualidade bacteriológica de leite “in natura” a nível de fazenda e a nível de indústria. Foram tomadas amostras representativas dos primeiros e dos últimos jatos, a nível de teta, de balde e de latão, submetidas às temperaturas de 4, 20 e 25°C e analisadas para CGP (contagem global padrão), CGT (contagem global de termodúricos) nos tempos de 0, 4 e 18 horas. A acidez titulável foi determinada no tempo de 18 horas. Os resultados demonstraram que o grau de invasão bacteriana estabelecido na porção dos primeiros jatos é significativamente superior ( $p$  menor que 0,05). Foi também estabelecido que o crescimento bacteriano representa um fato esperado que pode ser previsto pela seguinte equação:

$$Y = a \cdot e^{bx} \cdot \text{antilog}(K + Kf_1 + Kf_1 + Kf_b + Kf_r + Kf_h).$$

Foi demonstrado que certos cuidados higiênicos podem ser considerados na base numérica de pesos como função da média da contagem bacteriana regional pré-estabelecida. Estes princípios podem ter aplicações amplas como uma ferramenta governamental no estabelecimento de políticas para o desenvolvimento da qualidade higiênica de leite a nível de consumidor. Foi estabelecida uma curva de crescimento absoluto para descrever a evolução da população bacteriana após 18 horas de estocagem de leite. A equação que melhor ajustou-se aos dados experimentais, resultou ser contínua para o intervalo de 4 a 25°C, foi:

$$Y = a \cdot e^{bx}, \text{ onde } "a" \text{ tem o valor constante de } 1,2475; "b" \text{ depende da natureza da população mista do leite, sendo que, para termodúricos o valor é de } "b" = 0,0501 \text{ e para contagem global padrão } "b" = 0,2366; \text{ e } "x" \text{ representa a temperatura de estocagem escolhida. O valor } "Y" \text{ expressa o n.º de u.f.c./ml (unidade formadora de colónia por mililitro) esperado.}$$

## I. INTRODUÇÃO

O transporte de leite “in natura” em dias alternados pode ser considerado como o manejo ideal do produto, que visa, além da redução de gastos com combustível, o aproveitamento do leite da segunda ordenha diária, através da estocagem sob refrigeração a nível de produtor rural. Entretanto, devido às precárias condições da

tecnologia de leite, seja a nível de produtor rural (HUHN et al. 1980) ou a nível de distribuição e armazenamento no comércio varejista (ROSSI et al. 1982) a produção e distribuição de leite ou de produtos lácteos requerem um progressivo programa de aperfeiçoamento de qualidade de leite em nossas condições e a todos os níveis. O desenvolvimento dessa tecnologia interessa ao produtor, ao consumidor e

(\*) Estudo conduzido no Laboratório de Microbiologia do CEPE/ILCT da EPAMIG — Rua Tenente Freitas, 116 CP. 183, CEP 36.100 — Juiz de Fora — MG.

(\*\*) Pesquisadores do CEPE/ILCT/EPAMIG.

(\*\*\*) Professor da EV-UFMG e Coordenador de Pesquisa da EPAMIG/ILCT.

a todos os setores da industrialização de produtos derivados.

De acordo com MABBITT (1980) para melhorar as atividades de produção de leite "in natura" deve-se observar os seguintes aspectos fundamentais: (i) minimização da contaminação durante as atividades de produção de leite; (ii) redução da taxa de crescimento de microrganismos durante o transporte e estocagem de leite. Esta mesma afirmativa é feita nos trabalhos de JORGENSEN (1981), de-VRIES (1981), TOLLE (1981) e PALMER (1981). Assim, o crescimento de microrganismos durante o transporte e estocagem pode ser significativamente reduzido em função de rígidos controles de tempo e temperatura do leite resfriado a uma temperatura preferencial de 4°C (MABBITT, 1980, 1981).

O leite recém ordenhado torna-se progressivamente contaminado com organismos termodúricos e Gram negativos a despeito dos cuidados e das precauções que podem ou não ser adotadas. Nesta ótica os contaminantes normais do leite podem ser considerados em três agrupamentos: (i) termo-estáveis; incluindo os *Streptococcus* dos grupos Lancefield D, N e os *Enterococcus* (IENISTEA et al. 1970; DAVIS, 1975), alguns organismos Gram negativos com relativa resistência térmica (ABD-EL-MALEK & GIBSON, 1952; SINGH & SINHA, 1981), as bactérias e os fungos formadores de esporos, incluindo os psicrofílicos, *Bacillus cereus* e *Bacillus coagulans* além do gênero *Clostridium* (EVANS et al. 1970; ATHERTON et al. 1969; FRANKLIN, 1970; SCHRODER et al. 1982); (ii) termoestáveis; incluindo os bastonetes Gram negativos e as entero-bactérias listadas por DAVIS et al. (1973). Neste trabalho, o termo "termodúrico" tem o significado de "termoestável" e refere-se aos organismos viáveis no leite após o aquecimento de amostra à temperatura de 63°C durante 30 minutos, sendo definido como contagem global de termoestáveis (CGT). A contagem global padrão (CGP) é representada pela contagem para leite "in natura" antes do aquecimento da amostra. Assim, pode-se assumir a seguinte relação: CGP - CGT = CGN (1) onde CGN representa um grupo de bactérias relativamente termoestáveis. Esta diferenciação leva em conta o aquecimento referencial a uma temperatura teórica de 30 minutos (ELLIOTT et al.

## II. MATERIAL E MÉTODO

### a. Metodologia

Para estudar problemas gerais relativos à qualidade microbiológica de leite "in natura" adotou-se a contagem microbiana pelo método de placas, incluindo as enumerações globais CGP e CGT. O método geral de contagem CGP adotado, em essência, é o mesmo descrito por BRAZIS et al (1972a,b). Para CGT, empregou-se a mesma metodologia CGP para as amostras após o aquecimento à temperatura de 63°C durante 30 minutos. Para isto, algumas recomendações descritas pela Federação Internacional de Laticínios foram observadas (FIL 3:1958) porém a adoção da solução hidratante de Ringer foi refutada em favor do sistema tampão fosfato, de acordo com as recomendações de BRAZIS et al (1972b). Após o aquecimento e o período de residência total de 34 minutos, as amostras foram rapidamente resfriadas em banho de água e gelo.

### b. Amostras

Amostras de leite "in natura", proveniente de vários acondicionamentos higiênicos, foram tomadas a nível de produtor rural. A amostragem seguiu os cuidados indicados por BRAZIS et al (1972a). As amostras M1 - M6 representam diferentes parâmetros de acondicionamentos a nível de produtor rural. As amostras M1 e M2 comparam frações de leite "in natura", respectivamente, contendo a composição dos primeiros jatos e dos últimos jatos do rebanho, para as quais o esfriamento foi conduzido imediatamente pós-ordenha. Os dois blocos de amostras M3, M4 e M5, M6, comparam o efeito da higienização de ubere, da ordenha e a relavagem do latão na zona rural; M3 e M4 representam latões higienizados apenas na indústria, enquanto que M5 e M6 representam latões higienizados pela indústria e "relavados" na tonte de produção. As amostras M1, M2, M4 e M6 foram rapidamente resfriadas no pós-ordenha. Uma vez tomadas, as amostras foram rapidamente transportadas para o laboratório de microbiologia dentro de um período máximo de 60 minutos (2-4°C) entre a coleta e a análise. O número total de amostras coletadas a nível de produtor rural foi de 138, incluindo os seis parâmetros de acondicionamentos distribuídos no período experimental de um ano.

### c. Plaqueamento e incubação

As amostras foram divididas em duas frações homogêneas para procedimento das enumerações CGP e CGT, ampliando o n.º de sub-amostras no tempo zero para 276. Para enumeração CGT, 2 ml. de cada uma das frações homogêneas foram colocadas em tubos de ensaio de 100 x 12 mm com tampa rosqueável. Os tubos foram aquecidos em banho maria à temperatura de 63°C com controle termostático. Em experimentações preliminares, o tempo de 3 minutos foi considerado suficiente para que a temperatura do leite atingisse 62,5°C no tubo de referência. O tempo "come up" constante de 4 minutos foi adotado para tubos de ensaio de 100 x 12 mm. com 2ml da amostra, com imersão no banho maria até a altura de 2,5 cm da extremidade superior da tampa. O tempo total de residência foi de 34 minutos, após os

quais, as amostras foram rapidamente resfriadas em banho de água e gelo (THOMAS & THOMAS, 1978).

As diluições foram conduzidas em tubos de ensaio contendo 9 ml. de tampão fosfato, ou em vidros especiais com 99 ml. do mesmo tampão. Para o plaqueamento foram tomados volumes constantes de 1 ml. das diluições para as placas. O agar padrão indicado por OKEY & WALTER (1972) foi adotado como sistema de nutriente.

As placas foram incubadas à temperatura de 30°C durante um período de 72 horas. A leitura das placas foi feita em contador de colônias (Phoenix mod. EC 550A).

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para qualidade de leite "in natura", a nível de produtor, são os apresentados no Quadro 1. A fração da

QUADRO 1a. — Qualidade microbiológica de leite sob diferentes acondicionamentos higiênicos a nível de produtor rural.

Tipo de Contagem	log. u.f.c./ml					
	M3*	M4	M5	M6	M1	M2
CGP (A)	3,39	2,84	5,07	5,00	5,45	5,16
CGT (B)	1,76	1,52	3,88	3,82	4,17	4,23
CGN (C)	3,38	2,81	5,04	4,98	5,43	5,10
B/Ax100 (%)	2,31	4,80	6,42	6,56	5,19	11,87
C/Ax100 (%)	97,69	95,20	93,58	93,44	94,81	88,13

CGP = Contagem global padrão após incubações a 30°C durante 72 horas.

CGT = Contagem global de termoestáveis após o aquecimento a 63°C durante 30 minutos e incubação a 30°C durante 72 horas.

CGN = CGP - CGT

M1 = Fração da ordenha inicial, incluindo os primeiros jatos, de leite "in natura" esfriado;

M2 = Fração da ordenha final, incluindo os últimos jatos, de leite "in natura" esfriado;

M3 = Úbere não higienizado, acondicionado em latões lavados pela indústria, leite não esfriado;

M4 = Úbere não higienizado, acondicionado em latões lavados pela indústria, leite esfriado;

M5 = Úbere higienizado, acondicionado em latões lavados pela indústria e na fazenda, leite não esfriado;

M6 = Úbere higienizado, acondicionado em latões lavados pela indústria e na fazenda, leite esfriado;

(\* ) Situação considerada representativa da grande maioria dos produtores atuais.

ordenha inicial, contém uma carga microbiana significativamente mais elevada, veja Quadro 1a e amostras M1 e M2 (p menor que 0,05) provavelmente devido a progressiva e contínua invasão de organismos tipicamente encontrados no canal da teta e nas cavidades da cisterna inferior. JORGENSEN (1981) listou tais organismos como "similares àqueles da superfície do úbere", que em ordem decrescente da frequência numérica, são incluídos *Staphylococcus* sp., coliformes, *Pseudomonas* sp., *Corynebacterium* sp., *Streptococcus* sp., *Bacillus* sp., *Actinomycetos* sp., e *Proteus* sp. Como complemento a esta listagem, com ênfase especial para as regiões tropicais, os organismos termoestáveis dos gêneros *Clostridium*, *Bacillus*, e *Streptococcus* devem ser lembrados (GOUDKOV & SHARPE, 1965; KREULA, 1977; IENISTEA et al. 1970; SKJELKVALE et al. 1979).

Quando os animais são mantidos sobre pastagens naturais estas contaminações externas tendem a reduzir de intensidade por um fator de pelo menos 100 vezes. JORGENSEN (1981) indicou que a contaminação externa à teta é de magnitude similar ou superior à contagem que se pode observar nas cavidades da cisterna inferior do úbere interno. Operações higiênicas pré-ordenha diárias, tal como a lavagem do úbere e das tefas com solução de hipoclorito de sódio seguida pela aplicação de papel toalha, pode promover uma redução da contaminação do leite no úbere interno, e, consequentemente, obter resultados similares ou mais reduzidos do que os demonstrados no Quadro 1 (amostra M2). A amostra M1 representa a composição dos primeiros jatos de todas as vacas

do rebanho experimental, enquanto que a amostra M2 representa os últimos jatos de todas as vacas do mesmo rebanho. Observa-se que no final da ordenha ocorre uma significativa redução da CGP, em cerca de 72,3%. Comparativamente, a redução em organismos termoestáveis foi bem menor, cerca de 57,9% (ver Quadro 1b).

Observando as amostras M3 a M6, divididas em dois blocos, M3 e M4 relativas respectivamente a úbere não higienizado e latões lavados pela indústria (M3 não foi esfriado e M4 foi esfriado) e M5 e M6 relativas respectivamente a úbere higienizado e latões lavados pela indústria e na fazenda (M5 não foi esfriado e M6 foi esfriado), verifica-se que o acondicionamento M3 e M4, quando comparado à situação definida por M5 e M6 indica que a "relavagem" dos latões pelo produtor, junto com uma melhor higienização do úbere promoveu incremento de 142% (M3 → M5) e de 42% (M4 → M6), ambos para CGP (ver Quadro 1b). Isto indica que houve uma redução na velocidade de crescimento, para as amostras esfriadas, da ordem de 70% para enumeração CGP. A "relavagem" dos latões pelo produtor, junto com uma melhor higienização do úbere, promoveu incrementos relativos a CGT em 96% de M3 → M5 e de 158% de M4 → M6 (ver Quadro 1b).

Nesta ótica, integral, higiênico e autêntico tende a apresentar uma alta carga microbiana termoestável relativa; entretanto, o valor de CGP aproxima zero para o leite recém ordenhado e cresce em função do tempo, da temperatura e de outros fatores não considerados no presente trabalho. Pode-se defini-

QUADRO 1b — Qualidade microbiológica de leite sob diferentes acondicionamentos higiênicos a nível de produtor rural.

Tipo de Contagem	u.f.c./ml					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
CGP (A)	2.455	692	117.490	100.000	281.838	144.544
CGT (B)	58	33	7.586	6.607	14.791	16.982
CGN (C)	2.397	659	109.904	93.393	267.047	127.562
B/A x 100 (%)	2,36	4,77	6,46	6,61	5,25	11,75
C/A x 100 (%)	97,64	95,23	93,54	93,39	94,75	88,25

nir como leite higiênico, integral, autêntico "in natura" aquele proveniente de animais e úberes saudáveis e que contém o mais elevado percentual de microrganismos termoestáveis, relação entre as enumerações CGN e CGT, cujo valor de CGP aproxima-se de zero. Do ponto de vista político, esta definição atende ao anel da nutrição humana. Esta conceituação assume um nível normal de saúde para o úbere e para o animal e ausência de conservadores de qualquer natureza ou espécie. Deste modo a enumeração da amostra após o aquecimento (CGT), poderá recuperar bactérias dos gêneros *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Microbacterium*, *Alcaligenes*, *Clostridium*, *Bacillus*, *Streptomyctos*, e estípites de coliformes (ELLIOTT et al. 1974; THOMAS & THOMAS, 1978). A contar do pós-ordenha, com o progresso do tempo e da manipulação com o leite "in natura", ocorrerá invariavelmente um progressivo incremento do percentual de termoestáveis no leite. Este aumento será mais ou menos acelerado respectivamente em função de um menor ou maior rigor dos controles de temperaturas de refrigeração e do tempo de vida do leite, cujo ponto final encerra com a digestão monogástrica. Por outro lado não se deve prender a ausência absoluta de microrganismos e de crescimento microbiano no leite "in natura", visto que o próprio crescimento microbiano, até certo ponto, pode representar um atributo do valor biológico intrínseco, cuja essência está intimamente ligada à zimogenia de um grande número

de bactérias encontradas no leite "in natura".

Um certo número e certos tipos de bactérias presentes no leite "in natura", a exemplo dos representantes do gênero *Bacillus*, são termogênicos e, até certo ponto liberam calor gerado pelo metabolismo celular para o leite como meio ambiente. Daí, pode-se concluir a importância da capacidade e dos sistemas de controle de temperatura nos resfriadores de leite "in natura". A temperatura de 4°C deve ser considerada como limite máximo de referência para o caso de estocagem de leite na fazenda (AUCLAIR & MOCQUOT, 1968). A adoção intensiva do resfriamento e estocagem de leite "in natura" na fazenda convencional de transporte por um sistema mais adequado e que, ao mesmo tempo, permita a higienização sanitária das superfícies de contato com o leite "in natura".

O Quadro 2 demonstra e compara latões recém estanhados e latões precários quanto à facilidade de limpeza e higienização. Os resultados obtidos indicam que a contribuição do latão, por si somente, pode atingir no leite, imediatamente após o ato de verter, uma contagem de 78.000 u.f.c./ml para CGP (log = 4,89, veja Quadro 2) cuja flora microbiana é tipicamente constituída pelos termoestáveis já listados

QUADRO 2 — Contribuição do latão para a contagem de bactérias a nível de plantaforma de recepção industrial (a)

Observação	log u.f.c./dm <sup>2</sup>		Contribuição log u.f.c./ml
	Máximo <sup>(b)</sup>	Observado	
Latões recém estanhados .....	5,85	5,53	2,70
Latões precários .....	5,85	7,72	4,89

(a) O número total de amostras em cada situação foi de 23; o coeficiente de variação foi elevado com as contagens para os latões precários (40%), para os recém estanhados foi de 15%.

(b) Limite máximo desejável.

(THOMAS & THOMAS, 1978). O Quadro 3 demonstra o acompanhamento do crescimento no leite "in natura", sob condições de estocagem às temperaturas de 4, 20 e 25°C, durante um período de até 18 horas. A análise dos resultados, através da determinação dos modelos de regressão linear múltipla, foi satisfatória para CGP às temperaturas de 20 e 25°C ( $r^2 = 0,467$  e  $r^2 = 0,586$ ) respectivamente. Por outro lado, a mesma análise de regressão para CGT às temperaturas de 20 e 25°C resultou em coeficientes de determinação não significativos,  $r^2 = 0,036$  e  $r^2 = 0,092$ , respectivamente. As duas equações resultantes para CGP às temperaturas de 20 e 25°C são as seguintes:

**QUADRO 3 — Acompanhamento do crescimento microbiano no leite "in natura" durante 18 horas sob condições de estocagem às temperaturas de 4°C, 20°C e 25°C.**

Período	Tipo de contagem	Amostra	Tempo de estocagem	Log. u.f.c./ml		
				4°C	20°C	25°C
Abr.-Set	CGP	M4	0	5,10	5,10	5,10
			4	5,01	5,06	5,27
			18	5,75	7,43	8,53
	CGT	M4	0	4,49	4,49	4,49
			4	4,41	4,07	4,45
			18	5,31	6,42	8,59
	CGP	M6	0	2,88	2,88	2,88
			4	2,85	2,85	2,86
			18	2,87	3,35	4,12
Out.-Mar.	CGP	M4	0	5,42	5,42	5,42
			4	4,92	4,97	5,03
			18	5,65	7,58	7,65
	CGT	M4	0	5,61	5,61	5,61
			4	5,39	5,01	5,51
			18	5,58	7,46	7,85
	CGP	M6	0	4,32	4,32	4,32
			4	4,12	3,22	4,05
			18	4,03	4,71	5,33

CGP = Contagem global padrão.

CGT = Contagem de termoestáveis.

Leite esfriado em latões lavados pela indústria.

Leite esfriado em latões lavados pelo produtor.

estabelecer equações similares às (2) e (3). Este estudo deve abranger a problemática de refrigeração a nível de produção, de transformação e de centros urbanos de consumo de leite. CONNOR (1981) publicou informações que, ao serem convertidas em números, indicam que as velocidades de crescimento, médias observadas para CGP e para CGN, satisfazem as seguintes equações:

$$\log CGP_{(25)} = 3,070 + 0,5696 \cdot t \quad (4)$$

$$\log CGP_{(4^{\circ}C)} = 3,389 + 0,5293 \cdot t \quad (5)$$

$$\log CGN_{(25)} = 3,622 + 0,4794 \cdot t \quad (6)$$

$$\log CGN_{(4^{\circ}C)} = 3,862 + 0,5423 \cdot t \quad (7)$$

É importante ressaltar que, neste caso, CGN nas equações (6) e (7) corresponde ao valor real obtido através da enumeração direta do que se pode definir como Gram negativos totais utilizando "Violet Red Bile Agar" como meio de plaqueamento. Para as equações 4 — 7, o valor de  $t$  deverá ser dado em unidade de dias ou frações de dia, limitando-se ao intervalo de zero até 7,9 dias. Para efeito de análise, observando as expressões (2) a (7), assumindo ainda uma CGP ou uma CGN iniciais próximas de zero (o que se pode definir como uma constante  $K$  regional) isto é, correspondendo a 1 u.f.c./ml., a componente "a" da expressão  $y = a + bx$  pode ser eliminada. Assim sendo, o valor "b" representa a velocidade de crescimento bacteriano em uma determinada temperatura. A figura 1 demonstra uma curva que pode ser adotada para estimar o efeito da temperatura de estocagem de leite "in natura" no crescimento bacteriano (CGP) para o intervalo de 2 a 25°C. A expressão (8) foi a que melhor ajustou-se aos dados experimentais:

$$Y = a \cdot e^{bx} \quad (8)$$

onde "x" representa a temperatura de estocagem em graus na escala centígrada (°C) e com os valores estimados  $a = 1,2475$ ;  $b = 0,2366$ . A análise crítica destes valores estimados resultou no coeficiente de determinação  $r^2 = 0,985$ , significativo ao nível de 1%, para os intervalos de até 18 horas de estocagem.

Para o crescimento de termodurícios a 25°C (CGT) a equação resultante foi:  $\log CGT_{(25)} = 2,6604 + 0,0501$

ficiente de correlação "r" foi de apenas 0,304. Entretanto, para efeito meramente analítico, pode-se determinar teoricamente os valores "a" e "b" esperados para expressão (8), considerando os intervalos

de 2 a 25°C para CGT. Assumindo a diferenciação das velocidades "b" nas expressões (3) e (4) resulta numa depressão mínima da taxa de crescimento quando se reduz a temperatura de 25 para 2°C, o valor  $b_{(25)} = 0,0501$  será 88 vezes menor a 2°C, ou seja,  $b_{(2)} = 5,69 \cdot 10^{-4}$ ; o que representa um crescimento insignificante.

Assumindo os dados nas Tabelas 1a, 1b e 2; observa-se que certos fatores tecnológicos, que promovem decrementos e/ou incrementos do número de células por mililitro, podem ser expressos numericamente. Estes fatores, aqui definidos como  $f_j$ ,  $f_l$ ,  $f_b$ ,  $f_r$ , e  $f_h$ , podem ser estimados em função de seus efeitos independentes demonstrados experimentalmente. Assim, a adoção operacional da eliminação dos primeiros jatos, promovendo uma redução de 71,8% em relação a inclusão dos primeiros jatos ( $f_j = -0,162242$ ) pode ser considerada calculando-se  $f_j$  através da expressão:

$$f_j = \frac{\log M_2 - \log M_1}{K} \quad (9)$$

o valor  $K$  é definido como o logaritmo do número de u.f.c./ml observado para uma dada região e/ou período anual. Se o valor de  $K$  for 3,39 (veja Tabela 1a)  $f_j = (2,84 - 3,39)/3,39 = -0,162242$ . Deste modo, outros fatores podem ser propostos: o emprego de latões em precárias condições (veja contribuição do latão em  $\log u.f.c./ml$  na Tabela 2) resulta em um  $f_l = 0,811111$ ; a contribuição operacional do uso do balde e adoção de ordenha higiênicos (veja os dados M3 e M5 na Tabela 1a) resulta em  $f_b = 0,074951$ ; a adoção de um sistema de resfriamento rápido (veja dados médios M3 e M4 contra M5 e M6 na Tabela 1a) resulta em  $f_r = -0,053211$ ; etc.,  $f_h = 0,053625$ . Deste modo a qualidade microbiológica de leite "in natura" ( $Y$  expresso em u.f.c./ml) pode ser previamente estimada através dos parâmetros já citados. Assim sendo, a expressão geral assume a seguinte forma:

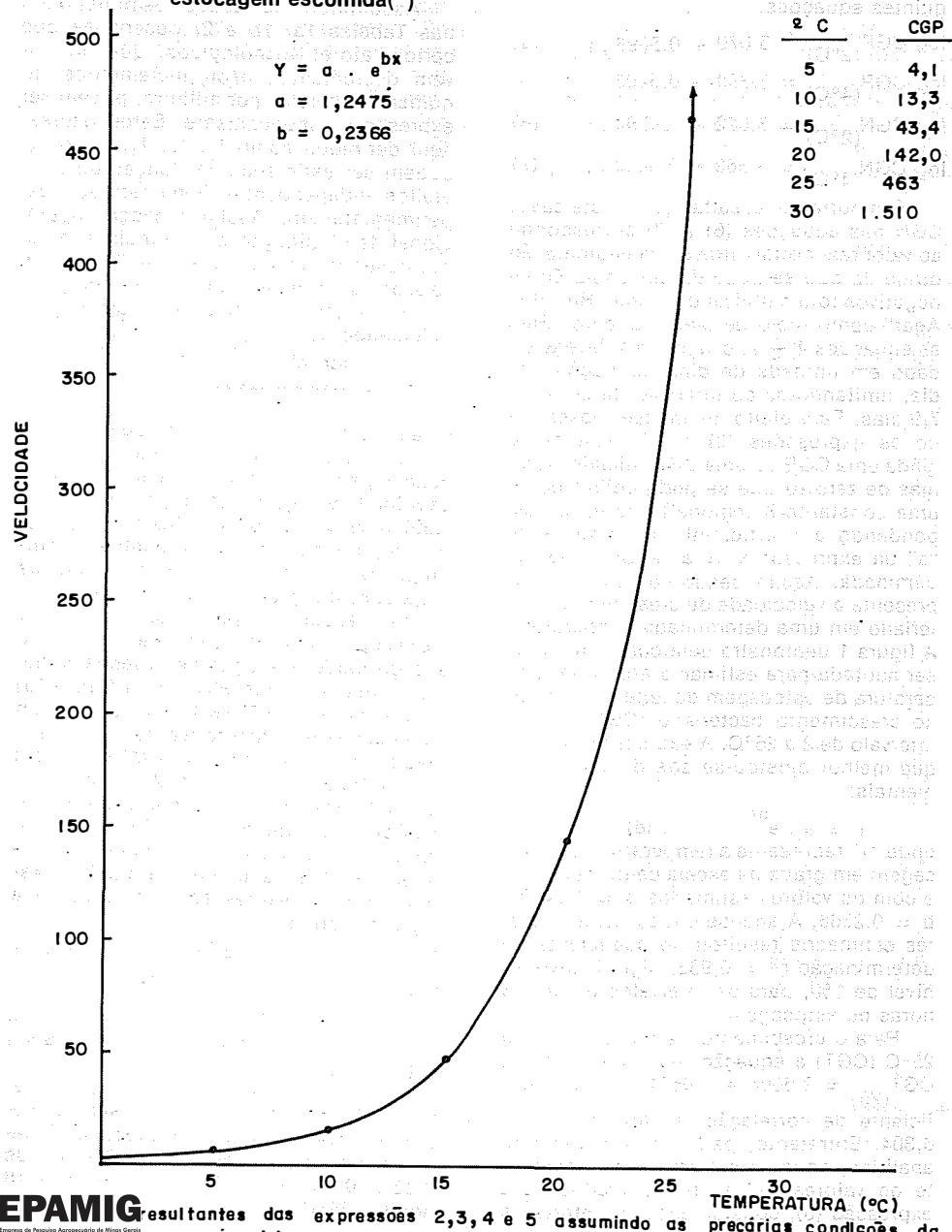
$$Y = a \cdot e^{bx} \cdot \text{antilog}(K + Kf_l + Kf_b + Kf_r + Kf_h) \quad (10)$$

Os valores  $f_l - f_h$ , exemplificados para o universo experimental são os indicados anteriormente.

Um leite que, a nível de teta, apresentar uma CGP de 685 u.f.c./ml, ao ser submetido às diversas situações precárias listadas na Tabela 1a, apresentará CGP (s) de  $7,52 \cdot 10^6$  a  $13,4 \cdot 10^6$  u.f.c./ml após 18 horas a 25°C.

De acordo com os dados publicados por CONNOR (1981) os tempos de geração às temperaturas de 2 e 4°C são respectivamente 12,7 horas e 13,65 horas para CGP e de 15,07 horas e 13,32 horas para CGN. Quando CGP e CGN são consideradas como metodologias alternativas para controle de qualidade de leite "in natura", pode-se demonstrar um elevado grau de correlação entre u.f.c./ml e o tempo de estocagem às temperaturas de 2 a 4°C, com os coeficientes de determinação  $r^2 = 0,978$  para CGP e 0,921 para CGN; ambos se apresentam como excelentes atributos para medição de qualidade microbiológica, desde que o uso de conservadores químicos não seja admitido no contexto oficial ou no contexto oficioso.

**FIGURA 1 — Previsão do crescimento microbiano (CGP) em função da temperatura de estocagem escolhida(\*)**



0,978 para CGP e 0,921 para CGN; ambos se apresentam como excelentes atributos para medição de qualidade microbiológica, desde que o uso de conservadores químicos não seja admitido no contexto oficial ou no contexto oficioso.

O Quadro 4 demonstra o desenvolvimento de acidez titulável para as amostras M4 e M6 estratificadas por três períodos anuais após a estocagem de 18 horas. Adotando-se os coeficientes de determinação como indicadores, a melhor correlação entre crescimento microbiano e acidez (em graus Dornic) ocorreu nos períodos de novembro-fevereiro, respectivamente 0,309 para M4 e 0,457 para M6. Os resultados indicam que a grandeza "acidez Dornic" determinada em amostras de leite "in natura" é bastante falha como atributo qualitativo mensurável a nível de plataforma de recepção de leite, principalmente quando em diferentes temperaturas. O crescimento microbiano que ocorre no leite "in natura" resulta na liberação de resíduos químicos de importância higiênica, tais como: as toxinas residuais, os inibidores metabólicos e/ou hormônios (ALBRECHT & TATINI, 1976; VARGAS, 1978). Do ponto de vista alimentar, o enfoque em outros metabólicos químicos, que não o ácido láctico, parece merecer uma atenção especial, quando se procura reduzir produtos acumulados resultantes do crescimento microbiano, para os sistemas de atributos indiretos de qualidade microbiológica a nível de plataforma. Para avaliação da presença de substâncias inibidoras presentes no leite "in natura", *Sarcina lutea* (ATCC 9341) e/ou *Bacillus megaterium* (ATCC 9855) devem ser preferencialmente escollídos (SCHIEMANN, 1976).

#### IV. CONCLUSÃO

A fração dos primeiros jatos de uma ordenha contém uma carga microbiana significativamente elevada ( $p$  menor que 0,05). Os resultados demonstram uma notável melhoria de qualidade a nível de teta, quando os resultados anteriores (BARBOSA, 1953) são comparados com os obtidos neste trabalho. Para ambas enumerações (CGP e CGT) há uma acentuada tendência de redução do número de u.f.c./ml no final da ordenha. Por outro lado, os resultados demonstram que os esforços para redução de contaminação a nível de ordenha e ambiente de estábulo são fartamente mascarados pelo emprego de latões precariamente estanhados e com um baixo nível higiênico-sanitário. Com base na experiência deste trabalho o termo "leite higiênico

integro" pode ser definido como aquele que, além de ser proveniente higienicamente de animais saudáveis, apresenta uma elevada proporção de bactérias termoinsensíveis em relação a um baixo valor para a enumeração de bactérias totais incluindo anaeróbicos totais. Deste modo, a enumeração de termoduráveis totais, a contar do pós-ordenha, mostra um progressivo incremento em função da temperatura de estocagem, do tempo e das técnicas operacionais adotadas para manipulação do leite "in natura". Estes conceitos assumem um nível normal de saúde animal e do úbere, junto com a ausência de conservadores químicos de qualquer natureza ou espécie. O crescimento microbiano no leite "in natura" representa um fato esperado que pode ser estimado e previsto em função da temperatura de estocagem, do tempo pós-ordenha e das condições higiênicas adotadas. Estes fatores podem ser agrupados em uma única expressão matemática:

$$Y = a \cdot e^{bx} \cdot \text{antilog} (K + Kf_j + Kf_l + Kf_b + Kf_r + Kf_h) \quad (10)$$

onde o valor  $Y$  exprime u.f.c./ml que se deve esperar para o leite "in natura" estocado a uma temperatura  $x$  (°C); considerando  $K$  (log. do valor da u.f.c./ml) como dado médio que se pode obter a nível de teta para uma dada região ou período anual, cujo leite "in natura" foi obtido através das técnicas operacionais  $f_j$ ,  $f_l$ ,  $f_b$ ,  $f_r$ ,  $f_h$ ; e cujos valores estimados para o presente universo experimental, respectivamente, foi de: -0,162242; 0,811111; 0,074951; -0,053211; e 0,053625. O valor "b" depende do tipo de enumeração e da natureza da flora presente no leite "in natura". O valor "a" pode ser considerado uma constante com magnitude de 1,2475.

Quando CGP e CGN são consideradas como metodologias alternativas para controle de qualidade de leite "in natura", pode ser demonstrada uma elevada correlação entre u.f.c./ml e o tempo de estocagem às temperaturas de 2 — 4°C, tanto para CGP quanto para CGN (CONNOR, 1981).

A caracterização da qualidade bio-sanitária de leite exige a adoção de certos atributos qualitativos, dentre os quais este trabalho pode sugerir três: (i) CGP, (ii) CGT e (iii) CGN. Outras técnicas que podem ser adotadas são, em geral, indiretas e incluem: (i) aplicação de indicadores de potencial de óxido-redução, (ii) determinação de acidez titulável, (iii) determinação

QUADRO 4 — Desenvolvimento de acidez e crescimento microbiano em leite "in natura" estocado em diferentes temperaturas sob dois níveis de acondicionamento.

Amostras	Período	25°C			20°C			4°C			
		Acidez	log. u.f.c./ml								
M4	Nov.-Fev.	17,2	17,2	19,7	19,5	18,2	18,2	17,5	17,5	17,5	17,5
M4	Mar.-Jun.	17,9	17,9	19,1	19,0	18,6	18,6	18,0	18,0	18,0	18,0
M4	Jul.-Out.	16,7	16,7	17,2	17,2	17,2	17,2	16,3	16,3	16,3	16,3
M6	Nov.-Fev.	17,2	17,2	19,7	19,5	18,6	18,6	17,5	17,5	17,5	17,5
M6	Mar.-Jun.	17,9	17,9	19,1	19,0	18,6	18,6	17,5	17,5	17,5	17,5
M6	Jul.-Out.	16,7	16,7	17,2	17,2	17,2	17,2	16,3	16,3	16,3	16,3

M4 = Leite "in natura" estocado, acondicionado em latões lavados pela Indústria; M6 = Leite "in natura" estocado, acondicionado em latões lavados pela Indústria e relativados pelo produtor;

ordemha não higiênicos. Coeficiente de determinação para o período indicado "independente" da temperatura de estocagem.

SHIYUKI TANAKA e J.A. BONILLA pelas críticas e sugestões apresentadas.

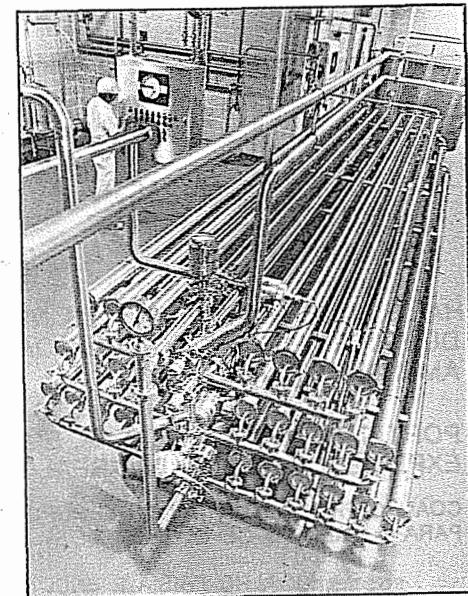
#### LITERATURA CONSULTADA

- ABD-EL-MALEK, Y. & GIBSON, T.: Studies in the bacteriology of milk: IV. The Gram negative rods of milk. *Journal of Dairy Research*, 19:294, 1952.
- ALBRECHT, J. E. & TATINI, S. R.: A method to measure pyruvate in milk. *Journal of Milk and Food Technology*, 39 (11):776-777, 1976.
- ATHERTON, H. V.; ADESS, M. L. & BEAULIEU, R. D.: Growth and resistance characteristics of some yeasts isolated from raw milk. *Journal of Dairy Science*, 52 (6):896, 1969.
- AUCLAIR, J. & MOCQUOT, G.: Growth of psychrotrophic organisms and their influence on cheese and fermented milks. IDF. Seminar on psychrotrophic organisms (subj. n.º 8) University of Sussex, Brighton; em 7 - 10 de abril de 1968, p. 2.
- BARBOSA, H. D. C.: Considerações sobre higiene do leite. *FELCTIANO*, 8(47): 3 - 14, 1953.
- BRAZIS, A. R.; CLARK, W. S. & SANDINE, W.: In; American Public Health Association, Washington, D.C., Standard Method for the Examination of Dairy Products: Standard plate count method. 13 ed. Washington, D.C., pp. 71 - 87, 1972a.
- BRAZIS, A. R.; COOK, E. W.; SCHAFFER, E. F.; HANSEN, H. K. & WHALEY, K. W.: In; American Public Health Association, Washington D.C. Standard Method for the Examination of Dairy Products; Sampling Dairy Products. 13 ed., Washington D.C., pp. 28 - 45, 1972b.
- CONNOR, F. O.: In; The series of papers of the IDF symposium on bacteriological quality of raw milk; at the Federal Dairy Research Centre, Kiel, Growth of bacteria in farm milk supplies, Kiel, 33(4):333 - 336, 1981.
- DAVIS, B. D.; DULBECCO, R.; EISEN, H. N.; GINSBERG, H. S.; WOOD, W. B. & McCARTIN, M.: *Microbiology*, 2nd edition p., 788 Harper & Row, Publishers, London, 1973.
- DAVIS, J. G.: In; *Lactic acid bacteria in beverages and food; The microbiology of yoghurt* (edited by CARR, J. G.; CUTTING, C. V.; WHITING, G. C.) Academic Press, p., 248, London, 1975.
- de-VRIES, T. J.: In; The series of papers of the IDF symposium on bacteriological quality of raw milk; at the Federal Dairy Research Centre, Kiel; The mammary gland, p., 302 - 320, 1981.

#### AGRADECIMENTOS

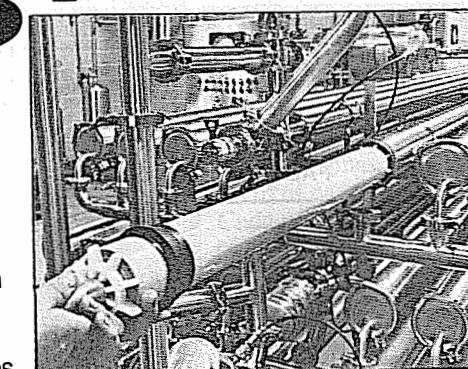
Os autores agradecem aos colegas TO-

- ELLIOTT, J. A.; EMMONS, D.B. & YATES, A. R.: The influence of the bacterial quality of milk on the properties of dairy products. A review; *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 7(1):32-39, 1974.
- , —. FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE LATICÍNIOS, Enumeração de microrganismos do leite líquido e do leite em pó. *FIL, Doc. 3*, 1958.
- EVANS, D. A.; HANKINSON, D. J. & LITSKY W. Heat Resistance of Certain Pathogenic Bacteria in Milk Using a Commercial Plate Heat Exchanger. *Journal of Dairy Science* 53(12): 1659-1665, 1970.
- FRANKLIN, J. G.: Spores in milk; Problems associated with UHT processing. *Journal of Applied Bacteriology*, 33:180-191, 1970.
- GEHRIGER, G.: In; The series of papers of the IDF symposium on bacteriological quality of raw milk; at the Federal Dairy Research Centre, Kiel; Manipulation of bacteria in milk during farm storage, Kiel, 33(4):317-323, 1982.
- GOUDKOV, A. V. & SHARPE, M. E.: Clostridia in dairy. *Journal of Applied Bacteriology*, 28(1):63-73, 1965.
- HUHN, S.; HAJDENWURCEL, J. R.; MORAES, J. M. & VARGAS, O. L.: Qualidade microbiológica de leite cru obtido por meio de ordenha manual e mecânica e ao chegar à plataforma. *Revista do ILCT*, 35(209):3-8, 1980.
- IENISTEA, C.; CHITU, M. & ROMAN, A.: Heat resistance in milk of some strains of group D streptococci from pasteurized milk and the influence exerted on their growth by selective media. *Zbl. Bakt., I. Abt. Orig.*, 215:173-181, 1970.
- JORGENSEN, K.: In; The series of papers of the IDF symposium on bacteriological quality of raw milk; at the Federal Dairy Research Centre, Kiel. The microflora of the udder: interior and surface, Kiel; 33(4):290, 1981.
- KREULA, M.: The role of silage in preventing the clostridia problem in cheese making. *Jeri-Tidsskrift*, 43(11/12):360-368, 1977.
- MABBITT, L. A.: In; Factors influencing the bacteriological quality of raw milk; The bacterial quality of raw milk, a summary; *International Dairy Federation*, Doc. 120:30-31, Brussels, 1980.
- MARRITT, L. A.: In; The series of papers of the IDF symposium on bacteriology quality of raw milk; at the Federal Dairy Research Centre, Kiel; *Public Health Aspects*, Kiel, 33(4):281-287, 1981.
- VARGAS, O. L.: A study of the heat-stable casein proteolytic enzyme systems produced by some strains of psychrophilic bacteria: (Tese de Mestrado) pp. 1 - 122, University of Glasgow, Glasgow, 1978.
- cal quality of raw milk; at the Federal Dairy Research Centre, Kiel; Metabolic activity of bacteria in raw milk, Kiel 33(4):273-280, 1981.
- OKEY, C. H. & WALTER, W. G.: In; American Public Health Association, Washington, D.C., Standard method for the examination of dairy products; Culture media and preparation, 13 ed. Washington D.C., p. 62, 1972.
- PALMER, J.: In; The series of papers of the IDF symposium on bacteriological quality of raw milk; at the Federal Dairy Research Centre, Kiel, Contamination of milk from the milking environment, Kiel, 33(4):307-316, 1981.
- ROSSI, Jr. O. D.; NADER, A. F.; FALEIRAS, R. R.; LOPES, J. L. & SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.: Análises das condições físico-químicas e bacteriológicas do leite oferecido ao comércio em Jaboticabal-SP. *Revista do ILCT*, 37 (229):15-19, 1982.
- SCHIEMANN, D. A.: Inhibition substances in the milk supply of Southern Ontario. *Journal of Milk and Food Technology*, 39(7):490-492, 1976.
- SCHRODER, M. J. A.; COUSINS, C. M. & MCKINNON, C. H.: Effect of psychrotrophic post-pasteurization contamination on the keeping quality at 11 and 5°C of HTST-pasteurized milk in the UK. *Journal of Dairy Research*, 49:619-630, 1982.
- SINGH, K. & SINHA, R. N.: Rapid detection of coliforms in pasteurized milk. *India Journal of Dairy Science*, 34(3): 305-309, 1981.
- SKJELKVALE, R.; STRINGER, M. F. & SMART, J. L.: Enterotoxin production by lecithinase-positive and lecithinase-negative *Clostridium perfringens* isolated from food poisoning outbreaks and other sources. *Journal of Applied Bacteriology*, 47(3):329-339, 1979.
- THOMAS, S. B. & THOMAS, B. F.: The bacterial content of milking machines and pipeline milking plants. *Dairy Industry International*, 45(5):17-26, 1978.
- TOLLE, A.: In; The series of papers of the IDF symposium on bacteriological quality of raw milk; at the Federal Dairy Research Centre, Kiel; *Public Health Aspects*, Kiel, 33(4):281-287, 1981.



# por que ultrafiltração reginox?

- Porque aumenta 10 a 30% a sua produção de queijo tipo frescal, prato ou outros.
- Porque você não joga fora o soro, um resíduo poluente.
- Porque o permeado da Ultrafiltração é rico em lactose, que pode ser aproveitada através da Osmose Reversa Reginox.
- Porque você conta com a qualidade de nossos equipamentos e a tecnologia Tri-Clover/ B.V. /Reginox.



COMPROVE OS RESULTADOS, SOLICITANDO UM TESTE COM A NOSSA UNIDADE PILOTO. CONSULTE-NOS. PEÇA CATÁLOGOS.

ng in Finland. Nordeuropaeisk Me-

 **reginox**

INDÚSTRIA MECÂNICA LTDA.

Rua Hum, 690 - Centro Industrial Guarulhos - 07000 - Guarulhos, SP - B. Bonsucesso - Brasil - Telefone pabx tronco chave: (011) 208-1322 - Telegramas: reginox - Telex: (011) 33924 RIML BR



Sob licença de  
LADISH CO. TRI-CLOVER DIVISION

# COALHO FRISIA

KINGMA & CIA. LTDA.

58 ANOS DE TRADIÇÃO — QUALIDADE — APERFEIÇOAMENTO

HÁ 58 ANOS FOI IMPLANTADA NO BRASIL, EM MANTIQUEIRA, SANTOS DUMONT, A 1.ª FÁBRICA DE COALHO (RENINA PURA) DO BRASIL E DA AMÉRICA DO SUL.

PORTANTO, COALHO FRISIA, EM LÍQUIDO E EM PÓ, NÃO É MAIS UMA EXPERIÊNCIA E SIM UMA REALIDADE.

COALHO FRISIA É UM PRODUTO PURO (RENINA) E POR ESTA RAZÃO É PREFERIDO PARA O FÁBRICO DE QUEIJOS DE ALTA QUALIDADE.

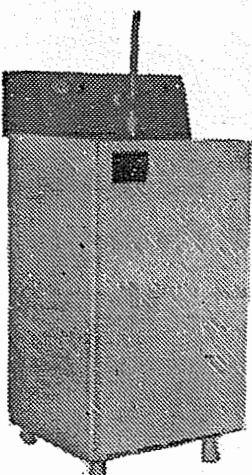
COALHO FRISIA É ENCONTRADO A VENDA EM TODO PAÍS.

COALHO FRISIA É O COALHO DE TODO DIA.

KINGMA & CIA. LTDA. — CAIXA POSTAL, 26 — SANTOS DUMONT — MG  
Telefone : 251-1680 (DDD 032)

# Ind. Mec. São José Ltda.

FÁBRICA DE MÁQUINAS PARA LATICÍNIOS E REFORMAS



Máquinas para lavar latões de leite,  
Esteiras transportadora de latões,  
Aparelho para teste de Crioscopia,  
Batedeiras de Manteiga  
Tachos para doces e Requeijão, Tanques  
para queijos e estocagem etc.

Av. dos Andradadas, 1146 (fundos) — Tel.: 212-6160

36.100 — JUIZ DE FORA — MG

Juventino Luz. Guarda-freios.



Piuuuuuuu...  
... e vem o trem.  
E, na mesma linha,  
em sentido contrário,  
vem outro trem.  
Dentro dos trens,  
sacolejando sobre os  
dormentes e trilhos,  
vem a vida.  
Vem a esperança.  
A vontade de chegar.  
O desejo do encontro.  
Juventino Luz,  
guarda-freios,  
sai calmamente da  
sua guarita, com  
lanterna e alavanca.  
Ele sabe o que pode  
acontecer se não fizer  
o seu trabalho, mas,  
ainda assim, não se  
afoba. Introduz a  
alavanca entre os  
trilhos e repete aquilo  
que vêm fazendo há  
quase 30 anos:  
desvia as linhas.  
Os trens passam.  
Cada um rumo ao  
seu destino.  
E lá se vão, levando  
a vida e os  
sentimentos.

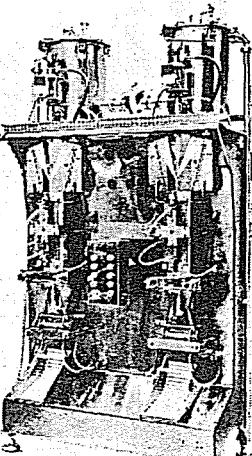
Gente.  
O maior  
valor  
da vida.

Nestlé®

Companhia Industrial e Comercial Brasileira de Produtos Alimentares

# Prepac eco 6 6600 l/h

APRESENTAMOS O MODELO  
«ECO 6» 6600 L/H DA SÉRIE  
«ECOMATIC» PARA EMBALAR  
LÍQUIDOS AUTOMATICAMENTE



**Prepac do Brasil**  
máquinas automáticas de embalagem líquida

av. octálio marcondes ferreira, 338 (antiga av. central) - jurubatuba - santo amaro - são paulo  
endereço teográfico - plasticofil - cep 04696 - c.g.c. 62.846.928/0001-49 - inscr. estadual 108.355.801 - telefone pabx 246-2044



## PRODUTOS



MAGNUS SOILAX INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.  
Divisão Klenzade

Nova linha especializada na limpeza e sanitização  
de laticínios.

Para uso em pasteurizadores, tanques de estocagem,  
garrafas e equipamentos em geral.

Assistência Técnica Gratuita

Av. Treze de Maio, 33 — 35.º and. CENTRO — Fone: 210-2133  
Telex: (021) 21277 — Rio de Janeiro, RJ  
Rua Morais e Castro, 778 — São Mateus — Fone: 211-3417 — Juiz de Fora, MG

Revista do ILCT 39(232) 19-30(1984)

## UTILIZAÇÃO DA BETA-D-GALACTOSIDASE NO PROCESSO CONTÍNUO DE FABRICAÇÃO DE DOCE DE LEITE HOMOGENEIZADO (\*)

*Utilization of Beta-D-Galactosidase on the continuous processing of homogenized "doce de leite"*

Teófilo José Pimentel da Silva(\*\*)  
Adão José Rezende Pinheiro(\*\*\*)  
Dilson Teixeira Coelho(\*\*)  
Alonso Salustiano Pereira(\*\*)  
José Benício Paes Chaves(\*\*)

mizar este problema no doce de leite (8, 17, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32).

Usualmente, a indústria de leite condensado e doce de leite fazem a cristalização forçada da lactose, ora adicionando lactose em pó, ora produto fabricado de véspera, visando a uma cristalização rápida com a formação de microcristais, imperceptíveis ao consumidor. Entretanto, algumas limitações são observadas durante esse processo, quando se trata de doce de leite, tais como: resfriamento rápido e controlado do doce, problemas microbiológicos e utilização de núcleos de cristalização adequados. Em face dessas dificuldades há tendência em utilizar a enzima lactase para hidrólise parcial da lactose no leite em forma de preparado ou mesmo de levedura permeabilizada e retardar a cristalização do doce de leite, durante o armazenamento prolongado (6, 8, 18, 23, 27).

O presente trabalho teve como objetivo principal estudar a viabilidade técnica da utilização da enzima Beta-D-galactosidase (EC 3.2.1.23), na produção de doce de leite homogeneizado, visando reduzir o seu teor de lactose, e com isso minimizar o processo de cristalização, proporcionando maior vida comercial do produto.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na usina piloto de laticínios da CCPR, em

(\*) Parte da tese apresentada, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa, como uma das exigências para obtenção do grau de "Magister Scientiae" em 02.09.80.

(\*\*) Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal da Escola de Veterinária da UFMG — 30.000 Belo Horizonte-MG.

(\*\*\*) Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa — 36.570 Viçosa-MG.

Belo Horizonte, utilizando-se como matéria-prima, leite cru, resfriado proveniente de várias cooperativas regionais. Em cada unidade experimental, foram utilizados 300 litros de leite, padronizados a 2% de gordura, pasteurizados a 74°C/15", aplicando-se 5 tratamentos com 4 repetições em 20 dias consecutivos.

Em todas as repetições foram coletadas amostras de leite, do tanque de estocagem vertical, conforme as normas da FIL — IDF (11), e foram determinados: acidez titulável em °Dornic, segundo LARA et alii (20); o índice crioscópico ou depressão do ponto de congelação (DPC) em graus Hertet (°H), conforme FIL — IDF (12); pH, conforme ATHERTON & NEWLANDER (4); teor de glicídios redutores, expresso como lactose, conforme LARA et alii (20).

A enzima utilizada foi um preparado concentrado de lactase (Beta-D-galactosidase EC 3.2.1.23), comercialmente denominada "Maxilact-R" (14) com atividade 40.000 ONPG (orthonitrophenyl-Beta-D-galactopyranoside) produzida pela empresa "Gist-Brocades NV" Delft, Holanda, fornecida pela BIOBRÁS — Bioquímica do Brasil S/A. Trabalhou-se com os níveis de 0, 20, 30, 40 e 60 mg, por litro de leite, em 4 repetições para cada tratamento. Após as análises do leite, diluiu-se a "Maxilact" no nível referido em uma pequena porção de leite frio, a fim de desfazer grumos formados. Esta mistura foi adicionada aos 300 litros de leite, já ajustado a 8°C. A mistura foi mantida sob agitação lenta, durante 15 horas, para que a hidrólise enzimática se processasse. A hidrólise da lactose foi acompanhada por meio da variação do índice crioscópico ou DPC. As amostras de leite foram tomadas a intervalos de 3 horas e analisadas segundo FIL — IDF (12). Após 15 horas de hidrólise, uma amostra de leite foi submetida às mesmas análises prévias. O grau de hidrólise enzimática definido pelo teor de glicídios redutores, expresso como lactose, utilizando-se os resultados analíticos do leite no tempo zero e após a atividade da enzima, foi estimado com a equação (1):

$$b - a \\ X = \frac{b - a}{100} \quad (1)$$

em que:

X = Conversão ou grau de hidrólise (%).  
a = Glicídios redutores, expresso como lactose (%) na matéria-prima.

b = Glicídios redutores, expresso como lactose (%) no leite parcialmente hidrolisado. (Na titulação dos açúcares redutores, após a hidrólise parcial, considerou-se que o aumento aparente

do teor de lactose, devido ao aumento dos glicídios redutores, já expresso em ml da solução da amostra necessária para titular a solução de Fehling).

O leite, parcialmente hidrolisado, era submetido a tratamento térmico (80°C durante 15 segundos), visando a inativação da enzima Beta-D-Galactosidase, promover a mistura e solubilização dos ingredientes (15% de açúcar cristal p/p e 5% de glicose de milho p/p) e propiciar um maior rendimento térmico do trocador de calor "shell-and tube". A acidez da mistura era, em seguida, reduzida para 8°D com solução de bicarbonato de sódio. A mistura era calcada com uma bomba monopositiva através do trocador de calor "shell-and-tube", de fluxo em contra-corrente, onde recebia um tratamento térmico adicional (138°C por 30 segundos), para intensificar as reações de escurecimento, melhorando o sabor e odor do produto. Após o seu resfriamento a 80°C a mistura era conduzida automaticamente até o tanque de equilíbrio do conjunto de evaporação de duplo efeito modelo "Plate Junior" da APV; e concentrada até 70°Brix e daí até o homogeneizador a pistão onde era submetido a 2.500 psi de pressão para ser finalmente envasado. O produto foi estocado sob refrigeração (5°C).

De cada repetição eram tomadas amostras do produto final, conforme as normas da FIL-IDF (11), para determinação da acidez com NaOH N/10, segundo A.O.A.C. (1); do pH, conforme ATHERTON & NEWLANDER (4); do teor de gordura; do teor de glicídios redutores, expresso como lactose; do teor de glicídios não redutores, expresso como sacarose; e do teor de extrato seco total; conforme os métodos descritos por LARA et alii (20). Paralelamente, procedeu-se à execução das análises microbiológicas: contagem global, contagem de fungos e leveduras e à contagem de coliformes, segundo os métodos descritos no A.P.H.A. (2).

A avaliação sensorial do doce de leite obedeceu a dois critérios: teste de degustação e teste de cristalização. O método utilizado para a classificação de preferência dos níveis de qualidade do doce foi a escala hedônica, conforme A.S.T.M. (3). Os pontos da escala foram representados por figuras, de modo que podiam ser associados aos calores numéricos de 1 a 7 pontos. Os parâmetros analisados foram: (1) coloração; (2) consistência; (3) textura; (4) sabor/aroma; e (5) preferência global. O

teste de cristalização foi efetuado com 45, 90, 135 e 180 dias de estocagem.

O efeito dos diferentes níveis da enzima e do tempo de estocagem, sobre a avaliação sensorial da cristalização da lactose no doce, foi estudado através de um modelo de primeiro grau da regressão linear, sendo a variável dependente (Y) as notas médias dos 3 provadores, e as variáveis independentes os níveis da enzima lactase ( $X_1$ ) e o tempo de estocagem ( $X_2$ ). Para obtenção da equação ajustada, foi utilizado o modelo:

$$Y_i = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + e_i$$

em que:

$Y_i$  = nota média dos três provadores;  
 $b_0$  = constante de regressão;  
 $b_j$  = coeficiente de regressão, onde ( $j = 1, 2$ );  
 $X_1$  e  $X_2$  = respectivamente, níveis da enzima e tempo de estocagem;  
 $e_i$  = erro aleatório, pressuposto normal e independentemente distribuído com média zero e valência constante  $\sigma^2$ .

Na análise da regressão e na estimativa dos coeficientes de regressão, utilizou-se o método dos quadrados mínimos ordinários, descritos em DRAPER & SMITH (10).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises visando o controle da hidrólise enzimática da lactose do leite destinado à produção de doce de leite homogeneizado, encontram-se no Quadro 1.

A análise de regressão mostrou, de acordo com o Quadro 2, relações significativas ( $P < 0,05$ ) entre as variáveis estudadas.

A primeira equação ajustada, mostrou ser significativa ( $P < 0,05$ ) a regressão de primeiro grau, entre a porcentagem de hidrólise e os níveis da enzima, apresentando uma relação direta, conforme a Figura 1.

A elevação do nível de Beta-D-Galactosidase, resultou em aumento do grau de hidrólise da lactose no leite, comportando-se como uma reação de 1.ª ordem. Nos ensaios enzimáticos, segundo LEHNINGER (21), torna-se mister escolher adequadamente a concentração de enzima, ao lado de outros parâmetros (concentração de substrato, temperatura, pH, etc.) a fim de se trabalhar na região de proporcionalidade direta. Resultados de experimentos análogos demonstraram, entretanto, que a taxa de hidrólise da lactose não aumenta em proporção direta com a elevação da

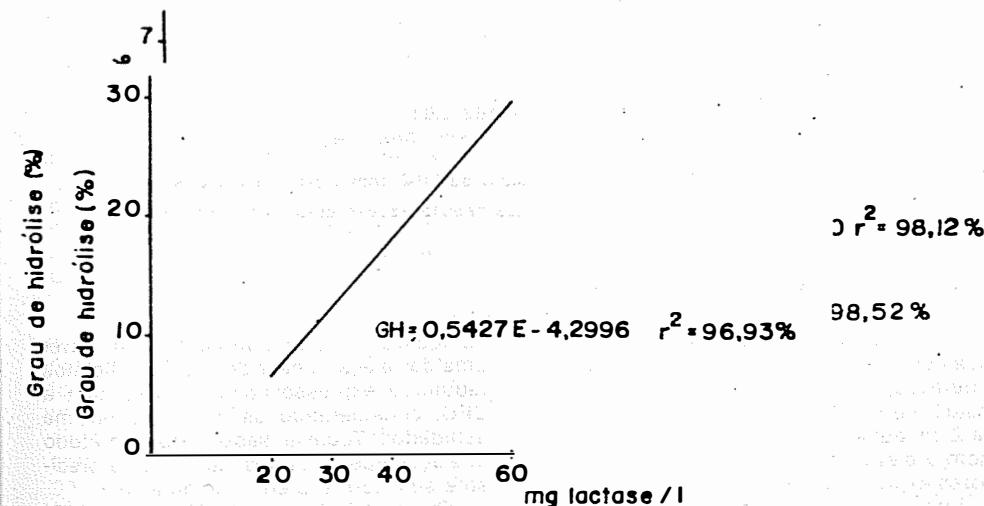


Figura 1. Efeito do nível da enzima sobre o grau de hidrólise

A análise dos resultados obtidos pelo painel de degustação foi efetuada, segundo o delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos, descritos em COCHRAN & COX (7).

concentração da enzima utilizada, em razão de uma deficiência crescente de substrato (9, 15 e 18). Resultado similar foi obtido por COELHO (8), mostrando que concentrações maiores de 1.000 mg de

lactase por litro resultava em saturação do substrato, e por conseguinte, em aumentos decrescentes nas quantidades de açúcares redutores, comportando-se portanto como uma reação de ordem zero.

A relação do valor absoluto da DPC com o grau de hidrólise e da DPC com a % de glicídios redutores expresso como lactose, apresentam uma relação direta significativa ( $P < 0,05$ ), conforme Quadro 2 e Figura 2.

Os resultados, obtidos com o emprego

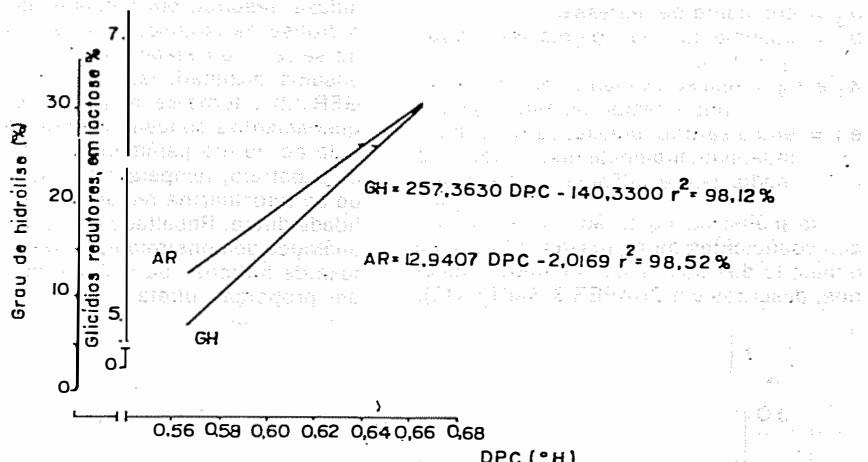


Figura 2. Relação do valor absoluto da DPC com o grau de hidrólise e com a % de glicídios redutores, expresso como lactose.

O ponto de congelação do leite, entre suas características, é a mais constante de interesse, tanto do ponto de vista teórico como prático (16, 25). Observa-se na Figura 2 um aumento positivo da DPC do leite, com a elevação do teor de glicídios redutores expresso como lactose, e por conseguinte, com o grau de hidrólise. Portanto, observou-se uma correlação linear entre o valor absoluto da DPC com a % de glicídios redutores expresso como lactose e com o grau de hidrólise nos níveis de Beta-D-Galactosidase considerados, confirmado o trabalho de RAMET et alii (24) que encontraram uma correlação linear entre a quantidade de galactose libera-

A equação 2 permite calcular diretamente o grau de hidrólise da lactose no leite. Este método pode ser utilizado no controle da hidrólise da lactose, pela sua simplicidade, rapidez e custo. Entretanto, deve-se atentar para os resultados errôneos, que poderão advir na determinação da DPC, em consequência de alterações químicas ou microbiológicas do leite.

Os resultados, obtidos com o emprego

do método de hidrólise enzimática, mostraram que a hidrólise da lactose é uma reação de ordem zero, com a velocidade da hidrólise dependendo da concentração da enzima utilizada, da temperatura e da natureza do leite.

As equações 3 e 4, que expressam a hidrólise da lactose em função do teor de glicídios redutores expresso como lactose e do tempo de hidrólise, respectivamente, mostraram que a hidrólise da lactose é uma reação de ordem zero.

As equações 5, 6 e 7, que expressam a hidrólise da lactose em função da DPC e do tempo de hidrólise, respectivamente, mostraram que a hidrólise da lactose é uma reação de ordem zero.

As equações 8, 9 e 10, que expressam a hidrólise da lactose em função da DPC e do teor de glicídios redutores expresso como lactose, respectivamente, mostraram que a hidrólise da lactose é uma reação de ordem zero.

As equações 11, 12 e 13, que expressam a hidrólise da lactose em função da DPC e do tempo de hidrólise, respectivamente, mostraram que a hidrólise da lactose é uma reação de ordem zero.

As equações 14, 15 e 16, que expressam a hidrólise da lactose em função da DPC e do teor de glicídios redutores expresso como lactose, respectivamente, mostraram que a hidrólise da lactose é uma reação de ordem zero.

As equações 17, 18 e 19, que expressam a hidrólise da lactose em função da DPC e do tempo de hidrólise, respectivamente, mostraram que a hidrólise da lactose é uma reação de ordem zero.

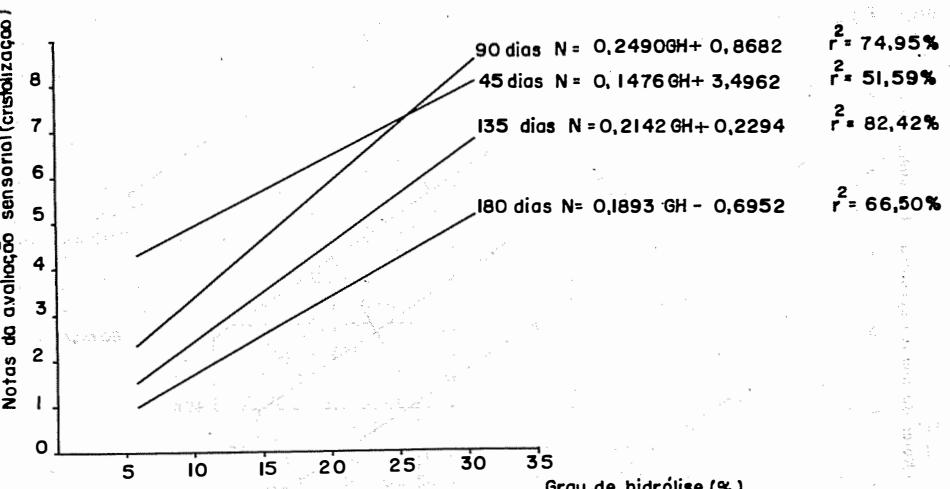


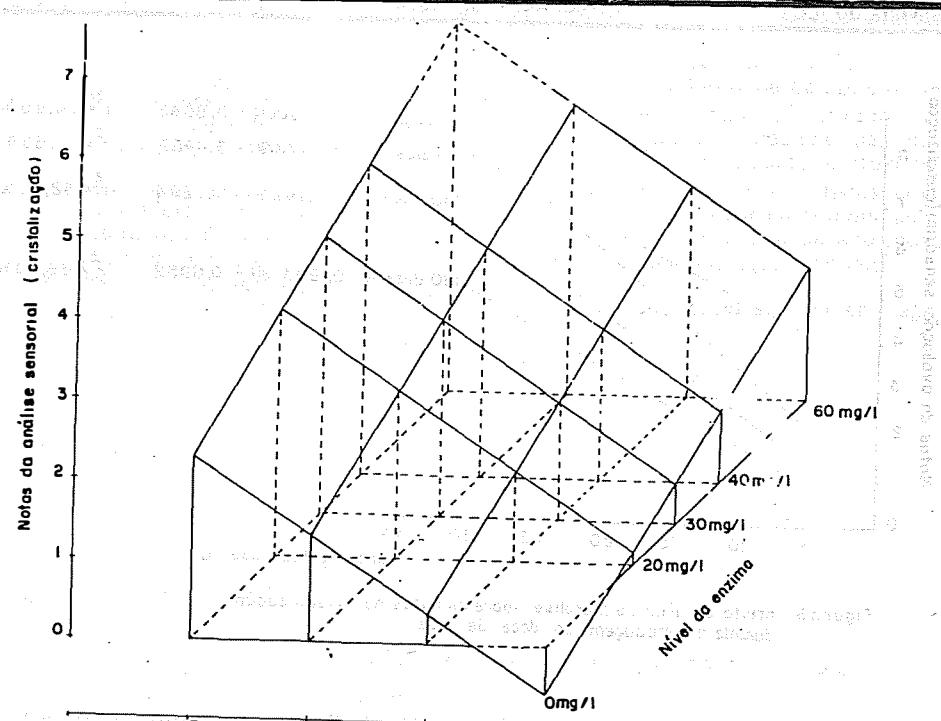
Figura 3. Efeito do grau de hidrólise sobre as notas de cristalização durante a estocagem do doce de leite.

As notas da avaliação sensorial, referentes ao defeito de cristalização, crescem com o grau de hidrólise e, diminuem com o tempo de estocagem do doce de leite homogeneizado. Entretanto, esta avaliação aos 45 dias de estocagem, não apresentou boa correlação com o grau de hidrólise. Observa-se que o tempo de estocagem influiu consideravelmente no processo de cristalização do doce de leite. Vários fatores impedem a cristalização imediata da lactose, principalmente, a viscosidade do doce. Esses resultados concordam com os encontrados por CASTELAO et alii (6) e COELHO (8).

As notas médias das 4 repetições da análise sensorial (degustação) do doce de leite homogeneizado, aos 30 dias de fabricação, considerando 10 provadores e uma escala hedônica de 7 pontos, encontram-se no Quadro 4.

O Quadro 5 resume a análise de variância das notas dadas pelo painel de degustação, observando-se diferença significativa ( $P < 0,01$ ), entre os níveis da enzima utilizada com a coloração, textura, sabor/aroma e preferência global. Como todos os F foram significativos ( $P < 0,01$ ), utilizou-se o teste de Tukey para definir os contrastes observados entre as médias das notas do painel de degustação do doce de leite homogeneizado.

Observa-se pelo Quadro 6, que o teste de Tukey aplicado às médias das notas da análise sensorial do produto, aos 30 dias de estocagem, mostrou diferença significativa entre o nível de 40 mg da enzima/l com os demais níveis, no que se refere à preferência global, em razão, certamente, da melhor uniformidade de suas características organolépticas. Os níveis da enzima, 30 e 60 mg/l não diferiram entre si quanto à preferência global, o mesmo ocorrendo entre os níveis de 60 e 20 mg/l e entre 20 e 0 mg/l. Por outro lado, as médias das notas para a textura (cristaliza-



**Figura 4a - Perspectiva da superfície de resposta das notas da análise sensorial (cristalização), considerando uma escala de 70000.**

$$N = 0,9910E - 0,0218T + 3,3100 \quad R^2 = 83,77$$

Realizou-se, na Usina Piloto de Laticínios da Cooperativa Central dos Produtores Rurais de Minas Gerais (CCPR-BH), um experimento adicionando-se diferentes níveis da enzima Beta-D-Galactosidase ao leite com a finalidade de minimizar o problema de cristalização no doce de leite, relacionando-se a hidrólise parcial da lactose presente no leite, com as características organolépticas do doce de leite homogeneizado, durante o período de estocagem. Os níveis de Beta-D-Galactosidase foram de 0, 20, 30, 40 e 60 mg, por litro de leite, com quatro repetições.

Realizou-se, na Usina Piloto de Laticínios da Cooperativa Central dos Produtores Rurais de Minas Gerais (CCPR-BH), um experimento adicionando-se diferentes níveis da enzima Beta-D-Galactosidase ao leite com a finalidade de minimizar o problema de cristalização no doce de leite, relacionando-se a hidrólise parcial da lactose presente no leite, com as características organolépticas do doce de leite homogeneizado, durante o período de estocagem. Os níveis de Beta-D-Galactosidase foram de 0, 20, 30, 40 e 60 mg, por litro de leite, com quatro repetições.

Realizou-se, na Usina Piloto de Laticínios da Cooperativa Central dos Produtores Rurais de Minas Gerais (CCPR-BH), um experimento adicionando-se diferentes níveis da enzima Beta-D-Galactosidase ao leite com a finalidade de minimizar o problema de cristalização no doce de leite, relacionando-se a hidrólise parcial da lactose presente no leite, com as características organolépticas do doce de leite homogeneizado, durante o período de estocagem. Os níveis de Beta-D-Galactosidase foram de 0, 20, 30, 40 e 60 mg, por litro de leite, com quatro repetições.

Realizou-se, na Usina Piloto de Laticínios da Cooperativa Central dos Produtores Rurais de Minas Gerais (CCPR-BH), um experimento adicionando-se diferentes níveis da enzima Beta-D-Galactosidase ao leite com a finalidade de minimizar o problema de cristalização no doce de leite, relacionando-se a hidrólise parcial da lactose presente no leite, com as características organolépticas do doce de leite homogeneizado, durante o período de estocagem. Os níveis de Beta-D-Galactosidase foram de 0, 20, 30, 40 e 60 mg, por litro de leite, com quatro repetições.

Realizou-se, na Usina Piloto de Laticínios da Cooperativa Central dos Produtores Rurais de Minas Gerais (CCPR-BH), um experimento adicionando-se diferentes níveis da enzima Beta-D-Galactosidase ao leite com a finalidade de minimizar o problema de cristalização no doce de leite, relacionando-se a hidrólise parcial da lactose presente no leite, com as características organolépticas do doce de leite homogeneizado, durante o período de estocagem. Os níveis de Beta-D-Galactosidase foram de 0, 20, 30, 40 e 60 mg, por litro de leite, com quatro repetições.

cresceram positivamente com o nível da enzima utilizada, confirmado assim os resultados obtidos na avaliação sensorial de cristalização com diferentes períodos de estocagem. Paralelamente, verificou-se que níveis crescentes da enzima propiciaram aumento no teor de glicídios redutores no leite e, consequentemente, uma coloração mais escura no produto final, em função das reações de escurecimento não enzimático (22). Comportamento análogo foi evidenciado com as características do sabor e aroma, principalmente com 60 mg enzima/l, evidenciando sabor e aroma de caramelo. Os resultados das análises químicas e microbiológicas do doce de leite homogeneizado enquadram-se dentro das normas exigidas pela SIPA/MA (5) e encontram-se no Quadro 7.

**4.4. Período de estocagem**  
Observou-se grande uniformidade na qualidade do produto, nas repetições de cada tratamento, constituindo a reprodutibilidade uma das características principais do sistema contínuo.

**4.5. Período de estocagem**  
Um dos objetivos do trabalho foi encontrar a melhor concentração da enzima que evitasse a cristalização do produto, concluindo-se que as notas da análise sensorial (cristalização) crescem positivamente com o nível da enzima e negativamente com o tempo de estocagem. Verificou-se

que a enzima utilizada, 40 mg/l de leite, estende respectivamente, por duas e quatro vezes o período de vida útil do produto, considerando 45 dias para o controle.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Realizou-se, na Usina Piloto de Laticínios da Cooperativa Central dos Produtores Rurais de Minas Gerais (CCPR-BH), um experimento adicionando-se diferentes níveis da enzima Beta-D-Galactosidase ao leite com a finalidade de minimizar o problema de cristalização no doce de leite, relacionando-se a hidrólise parcial da lactose presente no leite, com as características organolépticas do doce de leite homogeneizado, durante o período de estocagem. Os níveis de Beta-D-Galactosidase foram de 0, 20, 30, 40 e 60 mg, por litro de leite, com quatro repetições.

#### 5. CONCLUSÃO

Os doces foram produzidos utilizando-se o sistema contínuo de produção que inclui a caramelização, concentração a vácuo, homogeneização e envase automático.

#### 6. CONSIDERAÇÕES FUTURAS

As amostras foram submetidas às análises químicas e microbiológicas após 24 horas de produção e à análise sensorial de degustação (30 dias) e de cristalização após 45, 90, 135 e 180 dias de estocagem.

#### 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Em função dos resultados obtidos, foram estabelecidos modelos de regressão que expressam o efeito de cada parâmetro estudado. Verificou-se que a concentração

utilizada da enzima, sobre o grau de hidrólise da lactose aumentou positivamente com o nível de lactase empregada, dentro da faixa denominada "região de proporcionalidade direta", entre os níveis 20 a 60 mg da enzima/l de leite, correspondente 7,1 a 28% da lactose hidrolisada. O experimento mostrou também uma correlação positiva entre a depressão do ponto de congelamento (DPC) com o grau de hidrólise e da DPC com a % de glicídios redutores expresso como lactose.

A mesma observação foi verificada entre o tempo de hidrólise com a DPC que cresceu positivamente com o tempo de hidrólise e com o nível de lactase.

Um dos objetivos do trabalho foi encontrar a melhor concentração da enzima que evitasse a cristalização do produto, concluindo-se que as notas da análise sensorial (cristalização) crescem positivamente com o nível da enzima e negativamente com o tempo de estocagem. Verificou-se

que a enzima utilizada, 40 mg/l de leite, estende respectivamente, por duas e quatro vezes o período de vida útil do produto, considerando 45 dias para o controle.

Outro objetivo foi estudar a viabilidade técnica de produção do doce de leite homogeneizado, associando, às suas características organolépticas, os diferentes níveis de lactase. A análise de variância mostrou que os provadores detectaram diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre os diferentes níveis da enzima utilizados sobre as características organolépticas do produto. O teste de Tukey indicou diferença significativa entre 40 mg de enzima/l de leite ( $P < 0,01$ ) e os demais níveis, quanto ao atributo de preferência global.

O experimento mostrou ser viável a utilização da lactase na produção do doce de leite homogeneizado para se evitar os defeitos de textura arenosa. A adição de 40 mg de "Maxilact 40.000 ONPG" por litro de leite, seguido de incubação a 8°C/15h, sob contínua agitação, resulta em doce de leite com características de coloração, textura, sabor e aroma similares ao produto tradicional brasileiro, não apresentando o defeito de arenosidade com 90 dias de estocagem.

#### 5. SUMMARY

The application of  $\beta$ -D-galactosidase

lactase) at five different levels in "Dulce de Leche" processing to avoid crystallization problems has been carried out at the Central Dairy Cooperative of Minas Gerais (C.C.P.R.-BH), in a homogenized continuous vacuum-process. Samples were submitted to a test panel after up to 180 days of storage at room temperature. It has been found that at 60 mg of enzyme/liter of pasteurized milk a four times increase in shelf life, without crystallization, was observed. A twice increase was obtained at 40 mg/liter level.

The statistical analysis pointed out significant results at P<0,01% for the different levels of added enzyme, on the sensory characteristics of the final product. The addition of 40 mg lactase/liter of pasteurized milk, kept at 8°C for 15 hours under continuous agitation, permitted the development of a commercial homogenized vacuum-processed "Doce de leite", with the same sensory patterns of the traditional product, without crystallization problems before 90 days storage.

## 6. LITERATURA CITADA

01. A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis*. 12th ed., Washington, 1975, p. 242-282.
02. A.P.H.A. American Public Health Association. *Standard methods for the examination of dairy products*. 13th ed., New York, 1972, 345 p.
03. A.S.T.M. American Society for Testing and Materials. *Manual on sensory testing methods*. Philadelphia, STP 434, 1976, 77p.
04. ATHERTON, H.V. & NEWLANDER, J.A. *Chemistry and testing of dairy products*. 4th ed. Connecticut, AVI Publ. Co., 1977, p. 261-265.
05. BRASIL, Ministério da Agricultura. Decreto n.º 30.691 de 29/03/52. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Brasília, SIPA-DILEI, 1980, 166p.
06. CASTELAO, E., PERIN, O., REYNA, R., SBODIO, O., BACHETA, J.E. & PAULETTI, M. Dulce de leche a partir de leche hidrolizada — ensaio prévio. *Rev. Inst. Tecnol. de Alimentos* 2(1): 173-176, 1977.
07. COCHRAN, W.G. & COX, G.M. *Experimental designs*. 2nd. ed., New York,
08. COELHO, E.B. Utilização da Beta-D-galactose no controle da cristalização do doce de leite. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1980. (Tese M.S.).
09. DAHLQVIST, A., ASP, N-G., BURVALL, A. & RAUSING, H. Hydrolysis of lactose in milk and whey with minute amounts of lactose. *J. Dairy Research* 44:541-48, 1977.
10. DRAPER, N.R. & SMITH, H. *Applied regression analysis*. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1966. 407 p.
11. FIL-IDF. *Standard methods for sampling milk and milk products*. Brussels, International Dairy Federation (FIL-IDF 50), 1969, 4p.
12. FIL-IDF. *Freezing point depression of milk*. Brussels, International Dairy Federation (E-DOC 64), 1975. 6p.
13. FREYER, J. *Elaboracion del dulce de leche*. FAO, Santiago, TR-LA 72/021-5, 1972, 18p.
14. GIST-BROCADES nv. Industrial Products Division. *Maxilact a dairy yeast-lactase*. Delft-Holland, Technical data sheet MI 101 — 01/78. 05. En. 03, 1978. 6p.
15. GUY, E.J. & BINGHAM, E.W. Properties of Beta-D-galactosidase of *Saccharomyces lactis* in milk and milk products. *J. Dairy Sci.* 61(2): 147-51, 1978.
16. HORTVET, J. The cryoscopy of milk. *J. Ind. Eng. Chem.* 13(3): 198-208, 1921.
17. HOSKEN, F.S. Doce de leite — durabilidade e cristalização. *Rev. Inst. Lat. Cândido Tostes* 24(147): 10-17, 1969.
18. KISZA, J., SWITKA, J., KRUK, A. & SURAZYNSKI, A. Essai d'utilisation de la bêta-D-galactosidase pour la fabrication du lait condensé sucré. *Le Lait* (527): 430-39, 1973.
19. KOSIKOWSKI, F.V. & WIERBICK, L.E. Lactose hydrolysis of raw and pasteurized milks by *Saccharomyces lactis* lactase. *J. Dairy Sci.* 56(1): 146-148, 1973.
20. LARA, A.B.W.H., NAZÁRIO, G., ALMEIDA, M.E.W. & PREGNOLLATO, W. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. 2.ª ed. vol. 1. São Paulo, Secretaria do Estado de Saúde, 1976, p. 151-76.
21. LEHNINGER, A.L. *Biochemistry*. 2nd. ed. New York, Worth Publishers, Inc.,

1970. p. 183-212.
22. PATTON, S. Browning and associated changes in milk and its products: a review. *J. Dairy Sci.* 38(5): 475-78, 1955.
23. POPOVA, N.G., GULYAEV-ZAISEV, S.S., MURAV'eva, T.P., FENIKSOVA, R.V., TIKHOMIROVA, A.S. & KULIKOVA, A.K. Method of producing condensed sweetened milk. USSR Patent (1978) 631133. *Dairy Sci. Abstr.* 42(1): 18, 1980.
24. RAMET, J.P., NOVAK, G., EVERA, P.A. & NITPELS, H.H. Application de la cryométrie à la mesure de l'hydrolyse enzymatique du lactose. *Le Lait* (581-82): 46-55, 1979.
25. RAOULT, F.M. Cryoscopie. *Scientia, Série Physico-Mathématique* n.º 13, October, 1901, 99p.
26. RIBEIRO, J.A. Tecnologia de fabricação de leite desidratado. *Rev. Inst. Lat. Cândido Tostes* 7(4): 3-25, 1952.
27. SABIONNI, J.G. Utilização de *Kluyveromyces lactis* e de suas células permeabilizadas no controle da cristalização da lactose em doce de leite. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1982.
28. SANTOS, D.M. Arenosidade no doce de leite. *Rev. Inst. Lat. Cândido Tostes* 31(185): 3-9, 1976.
29. SILVA, J.C. Efectos del calor sobre la leche. *Ind. Lechera* 56(653): 17-20, 1981.
30. SILVA, T.J.P. Sistema contínuo de fabricação de doce de leite. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 6.º, Juiz de Fora, 1979. Anais, Juiz de Fora, Inst. Lat. Cândido Tostes — EPAMIG, 1979. p. 143-48.
31. SOUZA, L.R.P., COELHO, D.T., PINHEIRO, A.J.R. & CHAVES, J.B.P. Inflgência da acidificação e do tratamento térmico da matéria-prima na aceitação do doce de leite. *Rev. Inst. Lat. Cândido Tostes* 35(209): 9-17, 1980.
32. VARGAS, M.M., COELHO, D.T., CHAVES, J.B.P., MARTYN, M.E.L. Inflência da gordura, da glicose e do amido na cristalização do doce de leite. *Rev. Inst. Lat. Cândido Tostes* 37(221): 25-29, 1982.
33. VELOSO, J.O. Dulce de leche no cristalizável. *Ind. Lechera* 57(661): 2, 1978.

QUADRO 1 — Resultados médios (4 repetições) das análises visando o controle da hidrólise enzimática da lactose do leite destinado à produção de doce de leite homogeneizado.

Enzima mg/l	Matéria Prima (Leite)		Leite parcialmente lacto hidrolisado		Lactose Hidrolisada %	
	AR	DPC	AR	DPC	AR	DPC
0	5,03	0,540	—	—	—	—
20	5,03	0,539	5,39	0,571	7,10	—
30	5,05	0,540	5,61	0,594	11,03	—
40	5,03	0,540	5,95	0,612	18,23	—
60	5,04	0,540	6,45	0,654	28,09	—

AR — Glicídios redutores expresso como lactose (%)

DPC — Depressão do ponto de congelação em valor absoluto (°H)

QUADRO 2 — Equações de regressão de algumas variáveis estudadas, no controle da hidrólise enzimática da lactose.

	Equação	R ou r (%)
1	GH = 0,5427 E — 4,2996	96,93
2	GH = 257,3630 DPC — 140,3300	98,12
3	AR = 12,9407 DPC — 2,0169	98,52
4	N = 0,1476 GH + 3,4962	51,59
5	N = 0,2490 GH + 0,8682	74,95
6	N = 0,2142 GH + 0,2294	82,42
7	N = 0,1893 GH — 0,6952	66,50
8	N = 0,0910 E — 0,0218 T + 3,3100	83,77

GH — Grau de hidrólise (%)

E — Nível da enzima (mg/l)

DPC — Depressão do ponto de congelação, em valor absoluto (°H)

AR — Glicídios redutores, expresso como lactose (%)

N — Notas de cristalização (escala 7 pontos)

T — Tempo de estocagem (dias)

QUADRO 3 — Média das notas da avaliação sensorial (cristalização), de 4 repetições, do doce de leite homogeneizado, em escala hedônica de 7 pontos.

Enzima mg/l	Período de estocagem (dias)				Grau de hidrólise %
	45	90	135	180	
0	1,65	1,15	1,07	1,00	—
20	3,22	1,55	1,32	1,07	7,10
30	6,22	3,87	2,62	1,40	11,03
40	7,00	6,90	4,87	1,80	18,23
60	7,00	7,00	7,70	5,05	28,09

QUADRO 4 — Média das notas do teste de degustação do doce de leite homogeneizado, 4 repetições, em escala hedônica de 7 pontos.

Enzima mg/l	Coloração	Consistência	Textura	Sabor/Aroma	Preferência Global
0	3,73	3,87	2,10	4,38	3,52
20	4,26	4,41	3,45	5,07	4,30
30	5,31	4,84	5,06	5,53	5,19
40	6,19	6,20	6,15	6,25	6,20
60	4,03	5,29	6,50	4,71	5,13

QUADRO 5 — Resumo da análise de variância das notas médias dadas pelo painel de degustação do doce de leite homogeneizado.

Quadrado Médio						
F.V.	G.L.	Coloração	Consistência	Textura	Sabor/Aroma	Preferência Global
Enzima	04	4,1870**	3,1570**	13,78500**	2,1450**	4,0920**
Resíduo	15	0,1470	0,2330	0,4250	0,2340	0,0960
Coef. de variação %		8,15	9,80	14,00	9,32	6,36

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $P < 0,01$ )

QUADRO 6 — Teste de Tukey aplicado às médias das notas dadas pelo painel de degustação do doce de leite homogeneizado, aos 30 dias de estocagem.

Coloração										Consistência										Textura										Sabor/Aroma										Preferência Global									
Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota	Enzima mg/l	Nota										
40	6,19 a	40	6,20 a	60	6,50 a	40	6,25 a	40	6,20	6,19 b	30	5,53 ab	30	5,19 b	20	5,07 ab	60	5,13 bc	60	4,71 b	20	4,30 cd	0	3,73 c	0	3,87 c	0	2,10 d	0	4,38 b	0	3,52 d	0																
30	5,31 ab	60	5,29 ab	40	6,15 ab	30	5,06 abc	20	5,07 ab	60	4,71 b	20	4,38 b	0																																			
20	4,26 bc	30	4,84 bc	30	5,06 abc	20	3,45 bcd	60	4,71 b	20	4,38 b	0																																					
60	4,03 c	20	4,41 bc	20	3,45 bcd	60	4,71 b	20	4,38 b	0	4,38 b	0	4,38 b	0	4,38 b	0	4,38 b	0	4,38 b	0	4,38 b	0	4,38 b	0	4,38 b	0	4,38 b	0	4,38 b	0	4,38 b	0	4,38 b	0	4,38 b	0	4,38 b	0											
0	3,73 c	0	3,87 c	0	2,10 d	0	2,10 d	0	2,10 d	0	2,10 d	0	2,10 d	0	2,10 d	0	2,10 d	0	2,10 d	0	2,10 d	0	2,10 d	0	2,10 d	0	2,10 d	0	2,10 d	0	2,10 d	0	2,10 d	0	2,10 d	0	2,10 d	0											

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível 1% de probabilidade ( $P < 0,01$ ).

QUADRO 7 — Resultados das análises químicas e microbiológicas do doce de leite homogeneizado

Enzima (mg/l)	Acidez Sol. alc. normal %	pH	Gordura %	Glic. red. expr. como Lactose %	Glic. n/red. expr. como Sacarose %	EST %	Cont. padrão mesófilos UFC/grama	Cont. fungos e leveduras UFC/grama	Cont. coliformes UFC/grama
0	2,4	6,54	4,30	18,67	40,85	70,08	450	10 EST.	2 EST.
	3,1	6,28	4,45	18,51	41,74	71,25	240	≤10 EST.	≤1 EST.
	2,5	6,47	4,20	18,34	40,78	70,17	320	≤10 EST.	≤1 EST.
	2,2	6,59	4,15	18,09	40,57	69,96	870	20 EST.	4 EST.
20	2,6	6,48	4,25	18,85	40,09	70,20	460	10 EST.	3 EST.
	2,6	6,50	4,10	18,97	39,98	70,06	190	10 EST.	≤1 EST.
	2,4	6,37	4,30	18,82	40,33	70,90	450	≤10 EST.	≤1 EST.
	2,7	6,53	4,20	18,76	40,25	70,15	310	10 EST.	2 EST.
30	2,4	6,49	4,15	19,37	39,87	70,46	290	10 EST.	≤1 EST.
	2,1	6,68	4,05	20,02	38,81	69,09	740	20 EST.	4 EST.
	2,3	6,60	4,20	19,15	39,95	70,32	420	10 EST.	2 EST.
	2,3	6,65	4,35	19,03	39,95	70,88	380	10 EST.	≤1 EST.
40	2,5	6,50	4,25	21,39	38,77	70,50	390	10 EST.	2 EST.
	2,5	6,48	4,30	21,13	38,85	70,45	230	10 EST.	≤1 EST.
	2,3	6,75	4,20	20,89	39,02	70,18	620	10 EST.	3 EST.
	2,4	6,56	4,20	21,64	37,54	70,03	270	≤10 EST.	≤1 EST.
60	2,6	6,45	4,10	22,06	37,23	70,05	450	10 EST.	3 EST.
	2,5	6,62	4,15	23,71	36,98	70,04	370	≤10 EST.	≤1 EST.
	3,2	6,35	4,00	23,12	39,45	72,42	180	≤10 EST.	≤1 EST.
	2,5	6,64	4,25	23,55	37,01	70,22	210	10 EST.	≤1 EST.

# DANILAC

Danilac DD é um revestimento especial que vai fazer muito pelas paredes de seu estabelecimento.

E consequentemente pelos seus lucros! Graças à sua fórmula à base de poliuretano é a solução mais adequada para ambientes que precisam estar constantemente isentos de contaminação de fungos, bactérias, mofo e bolor. Como iatricínios, cervejarias, padarias, etc.

Aplicado em substratos devidamente preparados, conforme exigem as especificações, Danilac tem garantia automática de 5 anos. Além de maior durabilidade e eficiência. Evitando repinturas frequentes e gastos desnecessários.

Características que fazem de Danilac DD uma opção prática e muito econômica.

Como você precisa.

Deixe sua parede com Danilac. Os lucros ficam por sua conta.

Fabricado por



Tintas e Preservação de Madeiras S.A.  
Escrítorio e Depósito: Rua Matheus Grou, 412  
Tel.: 280.5033 - São Paulo - SP.

Indústria Comércio Ltda.  
para DANILAC  
Rua Victor Brecheret, 3638  
Telex 112373 - Tel.: 522-2467  
Endereço Telegráfico DANILAC  
Caixa Postal 4514 - SP - Brasil

**Não deixe  
seu lucro na  
parede!!**

# CENELAT

central de negócios de laticínios ltda.

R. Barão de Iguaçu 212 6º and  
São Paulo Capital  
CEP 01507-2700  
Telefone: (011) 270-6288  
Telex: (011) 35711 CCNL-BR

## BALCÃO DE CONSULTAS

Por telefone ou pessoalmente solicite  
seja em relação a produtos, máquinas e  
equipamentos, produtos químicos etc.

# BOLSA DE LATICÍNIOS INFORMATIVO DO DIA 24.04.84

Codificando:  
SC: Sem compradores  
EA: Em alta  
SV: Sem vendedores  
EB: Em baixa  
Sem cura: menos de 90 dias de fabricação  
Curado: acima de 90 dias de fabricação  
Paqueado: formas com 1/2 a 1 kg.  
Grande: formas com mais de 2 kg, para fatiar  
Observações: Registro de detalhes como: para fundir  
para fatiar — embalagem cryovac —  
a granel etc.

MERCADO	MERCADO	MERCADO	MERCADO	PARMESÃO		PRATO		MUSSARELA		MANTEIGA		LEITE EM PÓ		
				sem cura	curredo	pequeno	grande	pequeno	grande	pequeno	grande	extra	integr.	
Quantidade	E	EA	E	E	EA	E	EA	E	E	EA	EA	EA	EA	
Coração Cr\$/kg	2.400	2.900	3.000	2.450	2.800	2.400	2.400	1.900	2.200	2.784,6	2.895,1			
Condições pag.	60 dd	45 dd	45 dd	30 dd	45 dd	30 dd	45 dd	30 dd	a/c	a/c	à vista/vista			
Analise	E	EA	E	E	E	E	E	EA	EA	E	E			
Observações	CIF/SP	CIF/SP	CIF/SP	CIF/SP	CIF/SP	CIF/SP	CIF/SP	CIF/SP	CIF/SP	CIF/SP	FOB	FOB		
OFERTA				OFERTA		OFERTA		OFERTA		OFERTA		OFERTA		
Quantidade	60 t	30 t	36 t	28 t		50 t	120 t	90 t						
Preço / kg	2.500	2.800	2.450	2.300		2.500	2.500	2.500						
Condições pag.	30/45 dd	a/c	2.700	2.800		30 dd		30 dd	a/c	a/c				
Observações	CIF/SP	FOB	CIF/SP	CIF/SP		CIF/SP	SV	FOB	CIF/SP	CIF/SP				
PROCURA				PROCURA		PROCURA		PROCURA		PROCURA		PROCURA		
Quantidade	15 t					24 t	130 t							
Preço / kg	2.800					1.800	2.200							
Condições pag.	45 dd					30 dd	30 dd							
Observações	SC	CIF/SP	SC	SC		CIF/SP	FOB	SC	SC	SC				

ATENÇÃO: A cotação é fornecida pela maioria das fontes consultadas. Os preços aqui registrados são os praticados entre as empresas do setor, para altos volumes, NAO DEFINEM O MERCADO GERAL! Variáveis tais como qualidade, maturação, embalagem etc., podem

## MERCADO

## INFORMAÇÕES DIVERSAS

### FINANCIAMENTOS:

CFP - Várias Empresas comunicaram-nos o crédito de pequena parcela do financiamento para láticos. Quase todas estão temerosas que as parcelas restantes não sejam liberadas.

### ANÁLISE DO MERCADO:

Os preços de queijos e leite em pó precisam ser reajustados. Entretanto, o retraiamento do consumo, aliado a necessidade das Empresas fazerem caixa para pagamento do leite ao produtor, tem dificultado este aumento.

### FALÊNCIAS E CONCORDATAS:

RJ: Nada a registrar  
SP: SERVA-Serviços Alimentícios-Indústria e Comércio Ltda  
CALITA Coml.e Importadora de Produtos Alim. Ltda, VILA BORGHESE Emp. Bras. Restaurantes Ltda, COPA Cozinha Paulista Restaurantes Ltda.  
Registrados os requerimentos acima.  
C.I.P. - LEITE

Processo CIP nº 805/84 autoriza as Empresas a praticarem, sobre preços vigentes, reajuste de 30%, a partir de 06.04.84, para leite em pó integral ou desnatado (saco de 25 kg).  
Processo CIP nº 440/84, autoriza as Empresas a praticarem, sobre os preços vigentes, reajuste de 30%, a partir de 06.04.84, para leite condensado.  
Processo CIP nº 675/84, autoriza as Empresas a praticarem, sobre os preços vigentes, reajuste de 30%, a partir de 06.04.84, para leite em pó (lata).

\*\*\*\*\*

INFORMATIVO DA BOLSA DE LATICÍNIOS: Distribuição gratuita às Empresas, Associações, Entidades Públicas e Particulares. Editado sob direção e responsabilidade de Paulo Silvestrini.

### CONSUMO DE LÁCTEOS:

Continua retraido o consumo de derivados, com destaque, ainda, para o setor de queijos.

### PRODUÇÃO DE LEITE:

A produção de leite está normal, não acusando a esperada queda para esta época do ano. A temperatura e as chuvas tem favorecido esta condição.

CARNE-O mercado de boi gordo, nos negócios a futuro, apresentou uma leve recuperação na última semana, depois de uma estabilidade de quase dois meses.

BACIA LEITEIRA-A região de Ribeirão Preto, com uma produção diária de 900 mil litros de leite (25% da produção paulista) é a maior produtora deste Estado.

### IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO:

Das cinco mil toneladas de leite em pó doadas pelo Governo Norte-Americano, vinte mil serão distribuídas no nordeste neste ano pelo INAM e LBA (administração da COBAL) e trinta mil no ano que vem.

### LEITE E DERIVADOS

#### PROCURA

Creme de leite, carretas ou latões.

30 toneladas mensais.

Cotação: Cr\$2.000,00/kg de matéria Gorda.

Preço e Condições: a combinar

# Bom para você, ótimo para o setor agro- pecuário

A cada mês, o Informe Agropecuário traz a tecnologia apropriada para uma atividade de grande interesse econômico e social do setor agropecuário. Reportagens e entrevistas trazem delineamentos importantes para uma tomada de decisão. Nesta linha de editorial já foram publicados diversos números



**EPAMIG**  
EMPRESA DE PESQUISA  
AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS

Av. Amazonas, 115 - sala 507 - Belo Horizonte

do Informe Agropecuário, tratando de assuntos da mais alta relevância: cerrados, café, piscicultura, algodão, sementes, conservação de forragens, recursos naturais, retrospecto agropecuário, avicultura, soja, feijão, alho, suínos, trigo, citricultura, geadas e arroz. Adquira sua coleção na

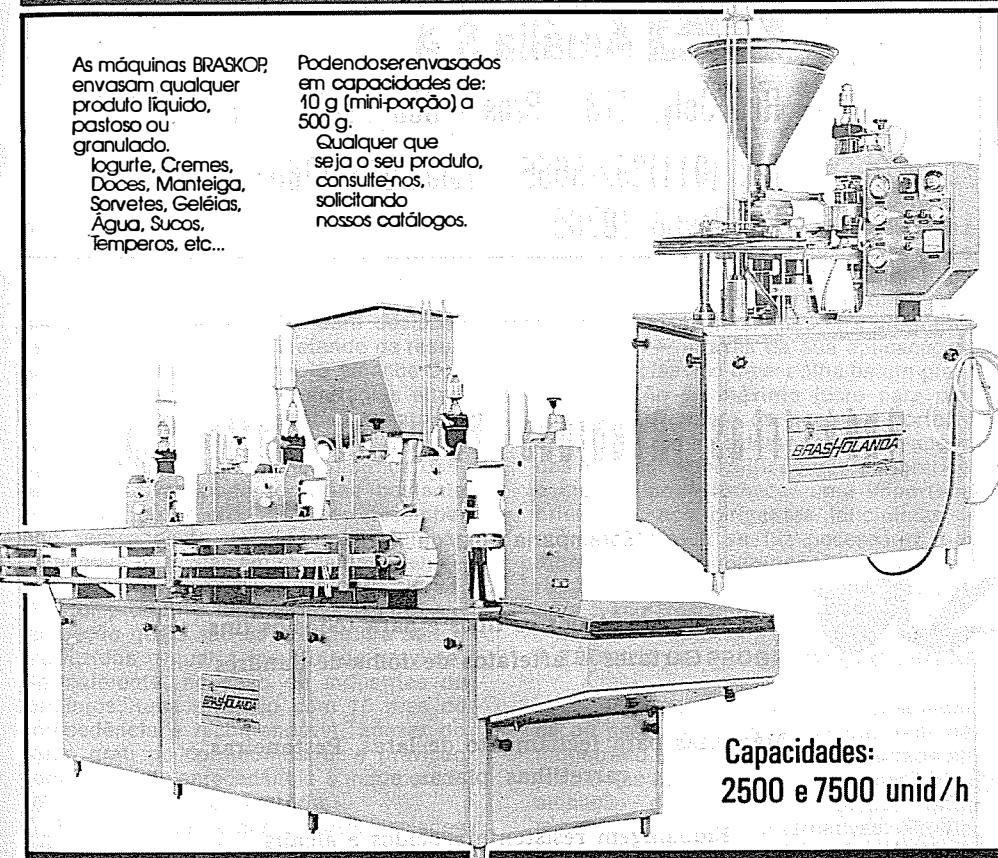
## A GRANDE SOLUÇÃO NACIONAL PARA O ENVASE ! **BRASKOP**

As máquinas BRASKOP envasam qualquer produto líquido, pastoso ou granulado.

Leite, Cremes, Doces, Manteiga, Sorvetes, Geléias, Água, Sucos, Temperos, etc...

Podendo ser envasados em capacidades de: 10 g (mini-porção) a 500 g.

Qualquer que seja o seu produto, consulte-nos, solicitando nossos catálogos.



**Capacidades:**  
2500 e 7500 unid/h

MATRIZ E FÁBRICA | CX. POSTAL 1250 - FONE: (041) 266 3522 - TELEX: (041) 5386 BHEI BR  
80.000 CURITIBA - PARANÁ - BRASIL

SÃO PAULO | SP • FONE: (011) 543 4738 - 543 4805 - 241 7074  
TELEX: (011) 23938 BHEI BR

RIO DE JANEIRO | RJ • FONE: (021) 851 3236

PORTO ALEGRE | RS • FONE: (051) 222 7890

BELO HORIZONTE | MG • FONE: (031) 337 0327

FORTALEZA | CE • FONE: (085) 223 5357 - TELEX: (085) 1178

SALVADOR | BA • FONE: (071) 242 2195

MANAUS | AM • FONE: (092) 232 1739

RECIFE | PE • FONE: (081) 224 1192



**BRASHOLANDA S.A.**  
EQUIPAMENTOS INDUSTRIALIS

**Queijo Fundido ou Requeijão?**

Seja dono da tecnologia que você usa.

**CITRATO DE SÓDIO** é o sal fundente

**DEIXE SEU PROBLEMA CONOSCO**



**Fermenta  
Produtos Químicos  
Amália S.A.**

Rua Joly, 273 - Bras - São Paulo - SP - 03016

Tel: (011)292-5655 Teléx(011)23651

Cx Postal 10705

**Indústrias Reunidas Fagundes Netto S.A.**



"Estamparia Juiz de Fora"

Latas de todos os tipos e para todos os fins.  
Cartazes e artefatos de fôlha-de-flandres

Máquinas para fechamento de latas, Pestaneiras,  
carretilhas, placas, etc.

Embalagem resistente a ácidos e álcalis

Rua Francisco Valadares, 108 — Telefones: 212-1790 — 211-9878

Endereço Telegráfico "IRFAN" — Juiz de Fora — Minas Gerais

Revista do ILCT 39(232) 37-44(1984)

## **DETERMINAÇÃO DE PLANOS DE PRODUÇÃO DE MÁXIMA RENTABILIDADE NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS**

*Maximum Profit Product Mix Determination in the Dairy  
Industry*

Carlos Arthur Barbosa da Silva(\*)  
Sebastião César Cardoso Brandão(\*\*)

**RESUMO:** Este artigo pretende ilustrar a aplicação da técnica da programação linear ao problema de definição de um plano de produção de máxima rentabilidade para uma indústria de laticínios de pequeno porte. O método é utilizado na solução do problema clássico da escolha de produtos e quantidades a serem elaborados num determinado período de tempo, para indústrias com restrições de equipamentos, mão-de-obra, matéria-prima e outros recursos fixos. Tendo em vista a crescente disponibilidade de recursos computacionais de baixo custo, a técnica é hoje mais acessível ao dirigente laticinista, e seu emprego pode gerar importantes subsídios para uma administração mais eficiente.

### **INTRODUÇÃO**

No ambiente econômico atual, os diretores das indústrias laticinistas são frequentemente confrontados com decisões estratégicas importantes afetando os resultados e permitindo ou não o alcance dos objetivos programados. Estratégias alternativas devem ser comparadas quantitativamente objetivando maiores lucros e menores riscos. A avaliação econômica destas alternativas pode tornar-se bastante complexa, o que inviabiliza seu desempenho sem a ajuda de modernas técnicas gerenciais baseadas em modelos de análise de sistemas e de pesquisa operacional. O setor produtivo deve conhecer com antecipação quais são os produtos a serem produzidos e qual a quantidade prevista. Normalmente, no caso de indústrias de laticínios, uma previsão com 15 dias de antecedência é recomendável, apesar do baixo grau de confiabilidade; a previsão com 7 dias de antecedência é indispensável e com 1 dia é obrigatória.

Em empresas de maior porte, decisões como a escolha de um plano ótimo de produção são tomadas freqüentemente com o auxílio de métodos quantitativos que permitem a utilização das informações

disponíveis sobre as operações empresariais para a avaliação correta de benefícios, custos e riscos. Neste sentido, o presente trabalho procura ilustrar o uso de uma dessas técnicas gerenciais — a programação linear — através da sua aplicação ao problema clássico de escolha de um plano de produção de máximo lucro para uma empresa laticinista de pequeno porte. A ilustração pretende demonstrar que apesar das hipóteses simplificadoras do método, o mesmo pode fornecer uma importante orientação aos dirigentes laticinistas, o que sem dúvida se faz necessário num momento onde a manutenção da competitividade na indústria é fator preponderante para o seu crescimento e sobrevivência.

### **A TÉCNICA DE PROGRAMAÇÃO LINEAR**

A programação linear (PL) é uma técnica de pesquisa operacional que tem demonstrado uma enorme aplicabilidade em problemas administrativos que envolvem a alocação de recursos escassos entre meios e finalidades alternativas. Problemas como a definição de rações de custo mínimo, determinação ótima de rotas em linhas de leite, e controle de produção e estoques, são apenas alguns exemplos

(\*) Economista Rural, Ph.D., Professor do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, 36570, Viçosa, MG.

(\*\*) Engenheiro Químico, Ph.D., Professor do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, 36570, Viçosa, MG.

onde a técnica tem sido empregada com sucesso(1).

O problema típico de PL envolve a otimização (maximização ou minimização) de uma função, sujeita a uma série de restrições. A função a ser otimizada (função objetivo) pode ser expressa em termos monetários como no caso de funções de custo ou lucro, ou em qualquer outra forma adequada ao problema analisado. As restrições normalmente representam os níveis fixos de recursos que limitam as ações alternativas de um administrador. Para uma empresa laticinista, as restrições poderiam representar por exemplo, a capacidade máxima diária de pasteurização, a capacidade máxima de estocagem em uma câmara de cura, ou mesmo as necessidades mínimas de produção de algum derivado para satisfazer um determinado contrato.

Um conceito importante na PL é a idéia de linearidade, através da qual é assumido que as funções de produção analisadas apresentam retornos constantes à escala. Em termos simples, a linearidade implica na seguinte relação: se 10 horas de mão-de-obra associadas com 5 horas do uso de uma máquina resultam em uma produção de 100 kg de um produto qualquer, então o modelo de PL assumirá que 20 horas de mão-de-obra associadas à 10 horas de uso da máquina resultarão na produção de 200 kg de produto. Para muitos, esta é uma limitação do método, mas a experiência prática tem indicado que a suposição é realista dentro de intervalos apropriados de operação. A linearidade é também assumida na função objetivo.

Para melhor ilustrar o uso do método, o problema da determinação de um plano de produção de máximo lucro para uma usina laticinista de pequeno porte é analisado nas seções seguintes.

#### DEFINIÇÃO DE UM PLANO ÓTIMO DE PRODUÇÃO: SOLUÇÃO GRÁFICA

Uma decisão típica a ser tomada por um administrador na indústria de laticínios é a determinação do seu plano de produção para um determinado período. Suponhamos que a indústria receba uma média diária de 18.000 litros de leite para beneficiamento. Para fins de simplificação, imaginemos ainda que a indústria se especializa na produção de dois tipos de queijos: prato e mussarela. O administrador sabe que cada quilo de queijo prato produzido gasto de leite e lhe proporciona um lucro de Cr\$ 150,00, enquanto que

rende Cr\$ 180,00 líquidos por quilo produzido. Ele sabe ainda que suas restrições de equipamento e mão-de-obra lhe permitem produzir no máximo 2.500 kg de queijo prato ou 1.000 kg de queijo mussarela por dia. Quaisquer combinações dentro destes limites são válidas. Finalmente, é sabido ainda que o setor de vendas da empresa possui mercado assegurado para um máximo de 900 kg de mussarela e 2.500 kg de queijo prato.

A decisão a ser tomada com base nestas informações diz respeito à determinação das quantidades de cada produto que deverão ser produzidas para que o lucro decorrente seja máximo.

Embora existam infinitas possibilidades de produção, apenas uma combinação gerará lucro máximo. Para definir esta combinação, o problema do administrador deve ser traduzido para uma representação matemática. Considerando-se  $X_1$  e  $X_2$  respectivamente como as quantidades em quilogramas de queijo prato e mussarela a serem produzidas, teríamos:

- **Função a ser maximizada**  
 $\text{Lucro} = 150 X_1 + 180 X_2$ ; ou:  
 "O lucro total será igual à quantidade de queijo prato produzida ( $X_1$ ) vezes seu lucro unitário (Cr\$ 150/kg) mais a quantidade de mussarela produzida ( $X_2$ ) vezes seu lucro unitário (Cr\$ 180/kg)".
- **Restrição de equipamento e mão-de-obra**  
 $X_1 + 2,5 X_2 \leq 2.500$ ; ou:  
 "A produção conjunta de queijo prato ( $X_1$ ) e mussarela ( $X_2$ ) é limitada por valores máximos de 2.500 kg e 1.000 kg para cada produto respectivamente. Quaisquer combinações intermediárias dentro destes limites são válidas".
- **Restrição de matéria-prima**  
 $9 X_1 + 10 X_2 \leq 18.000$ ; ou:  
 "O volume de leite utilizado na produção dos dois tipos de queijo deve ser igual ou inferior a 18.000 litros".
- **Restrições de mercado**  
 $X_1 \leq 2.500$ ; ou:  
 "A quantidade de queijo prato a ser produzida deve ser igual ou inferior a 2.500 kg".
- $X_2 \leq 900$ ; ou:  
 "A quantidade de mussarela a ser produzida deve ser igual ou inferior a 900 kg".

Em virtude das hipóteses simplificadas assumidas este problema pode ser resolvido graficamente. A solução é apresentada na Figura 1. A produção de cada queijo é restrita às funções lineares repre-

sentadas pelas retas da Figura 1. A área interna de produção irrestrita é o polígono obtido pelos cortes.

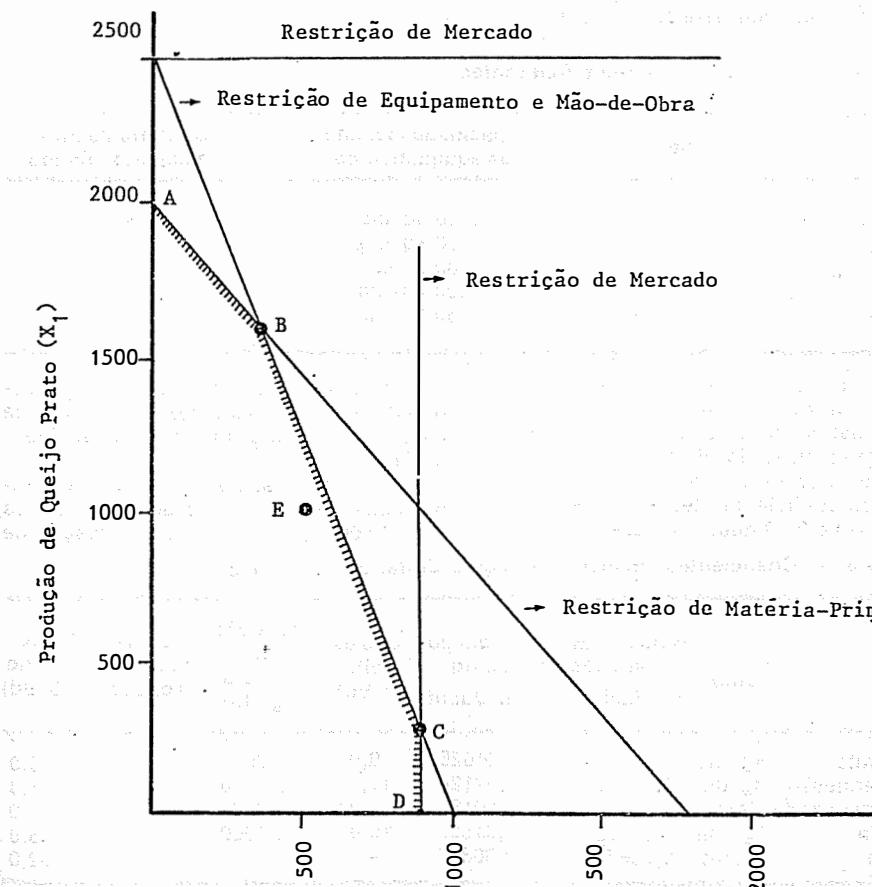
Pode-se observar na Figura 1 que todas as combinações possíveis de  $X_1$  e  $X_2$  situam-se dentro do polígono representado pelos pontos A, B, C e D, e a origem do gráfico. Para avaliar qual dessas combinações produzirá o melhor plano de produção, basta calcular o lucro nestes pontos extremos. (Quadro 1). O ponto E no interior do polígono é também considerado para fins comparativos.

De acordo com as hipóteses assumidas no exemplo em discussão, o plano ótimo de produção para esta indústria laticinista.

seria a fabricação de 1.600 kg de queijo prato e 360 kg de mussarela.

Como vimos, a determinação gráfica do plano ótimo é bastante simples para combinações de dois produtos. Contudo, na medida em que se aumentam as opções de produção, o cálculo assume maior complexidade e requer a solução através de processos matemáticos mais elaborados. Considerando-se que na prática as opções de produção tendem a ser mais diversas, o exemplo a seguir determina um plano de produção de máximo lucro para uma fábrica diversificada e discute o processo de solução através do uso de programas computacionais disponíveis no mercado nacional.

FIGURA 1  
SOLUÇÃO GRÁFICA DO PROBLEMA PROPOSTO



## QUADRO 1 — Avaliação do Lucro Total para Planos de Produção Selecionados.

Ponto na Figura 1	Produção de Queijo Prato (kg)	Produção de Mussarela (kg)	Lucro Total (Cr\$)
A	2.000	0	300.000
B	1.600	360	304.800
C	250	900	199.500
D	0	1.000	180.000
E	1.000	500	240.000

## DETERMINAÇÃO DE UM PLANO ÓTIMO DE PRODUÇÃO: SOLUÇÃO FORMAL

Para a formulação de um exemplo mais realista do uso da PL em indústrias de laticínios, passa-se a analisar o processo de planejamento de uma fábrica com capacidade máxima de recepção estimada em 18.000 litros de leite por dia. Esta usina está capacitada a produzir queijo prato, queijo parmesão, mussarela, manteiga e

leite pasteurizado. Suas principais limitações de produção são dadas pela disponibilidade de mão-de-obra não qualificada e semi-qualificada, pela restrição em capacidade de estocagem, pelo volume de leite recebido, por uma restrição contratual de mercado, e por restrições em capacidade de equipamento. As restrições de capacidade de equipamento e de contrato de fornecimento são apresentadas no Quadro 2.

## QUADRO 2 — Restrições Individuais Relevantes

Produto	Símbolo	Capacidade máxima dos equipamentos	Contrato de Fornecimento mínimo
Queijo Prato	$X_1$	1.500 kg/dia	—
Queijo Parmesão	$X_2$	1.800 kg/dia	—
Leite Pasteurizado	$X_3$	8.000 l/dia	5.000 l/dia
Mussarela	$X_4$	1.000 kg/dia	—
Manteiga	$X_5$	250 kg/dia	—

Quanto à mão-de-obra, a empresa dispõe de um máximo de 160 h/dia de trabalho não qualificado e de 32 h/dia de trabalho semi-qualificado. Esta mão-de-obra é utilizada no processo produtivo de acordo com os coeficientes técnicos resumidos no Quadro 3. O quadro apresenta tam-

bém o lucro unitário de cada produto elaborado e as necessidades respectivas de leite e/ou gordura no processo de fabricação.

Por último, cabe acrescentar que a capacidade máxima de estocagem de queijos é de 3.500 kg/dia, e que a empresa pode

## QUADRO 3 — Coeficientes Técnicos\* e Lucros Unitários Específicos.\*\*

Produto	Unid. N/Qualif.	Horas de Mão-de-obra por Unidade de Produto Semi-Qualif.	Uso de leite (l/Ud)	Produção de gordura (kg/Ud)	Uso de gordura (kg/Ud)	Lucro Unitário (Cr\$/Ud)
Queijo Prato	kg/dia	0,04170	0,01626	9,0	0,09	110,0
Queijo Parmesão	kg/dia	0,11730	0,02124	11,8	0,1416	125,0
Leite Pasteurizado	l/dia	0,00489	0,00180	1,04	0,0104	10,0
Mussarela	kg/dia	0,06182	0,01800	10,0	0,1000	105,0
Manteiga	kg/dia	0,03872	0,00307	—	—	62,0

Pinheiro et alii (6)  
Valores assumidos

vencer qualquer excesso de gordura na forma de "butter oil", obtendo nesta operação um lucro de Cr\$ 25/kg.

As informações resumidas acima permitem a formulação do problema matemá-

ITEM	Lucro a ser Maximizado	Capacidade Máxima de Equipamento — Leite Pasteurizado	Capacidade Máxima de Equipamento — Queijo Prato	Capacidade Máxima de Equipamento — Queijo Parmesão	Produção Mínima por Contrato — Leite Pasteurizado	Capacidade Máxima de Equipamento — Manteiga	Capacidade Máxima de Mão-de-Obra Não Qualificada	Disponibilidade Máxima de Mão-de-Obra Semi-Qualificada	Capacidade Máxima de Estocagem — Queijos	Produção, Uso e Venda de Gordura
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	10	1,0	0,00489	0,00180	0,00307	—0,1
Queijo Parmesão $X_2$	125,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Leite Pasteurizado $X_3$	10,0	—	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,00307
Queijo Prato $X_1$	110,0	1,0	—	—	—	—	0,00180	0,00307	0,00180	0,0

interpretação das equações é similar à apresentada no problema simplificado discutido anteriormente.

Deve apenas ser mencionado que os coeficientes negativos na última restrição apresentada no Quadro 4 indicam que para cada unidade de produto elaborado, o estoque de gordura é acrescido pela quantidade representada pelo respectivo coeficiente. O coeficiente  $-0,09$  na coluna " $X_1$ ", por exemplo, denota que para cada quilograma de queijo prato elaborado,  $0,09$  kg de gordura serão também produzidos. Os coeficientes positivos denotam o uso do estoque de gordura na elaboração de manteiga ou na venda sob a forma de "butter oil". Como foi estabelecido que a produção de gordura não utilizada na fabricação de manteiga deve ser vendida na forma de "butter oil", a equação é balanceada de modo que o estoque de gordura seja sempre nulo.

Para a solução do problema, emprega-se o algoritmo conhecido como "método simplex", o qual de certa forma se relaciona com os procedimentos convencionais de resolução de sistemas de equações simultâneas (5). Obviamente uma discussão detalhada deste processo de

solução fugiria aos objetivos do presente trabalho. O leitor interessado encontrará uma ampla abordagem do assunto nas referências 1, 3 e 5. De qualquer forma, deve ser ressaltado que a existência de programas computacionais de fácil utilização torna hoje o método bastante acessível, mesmo para o usuário de menor inclinação matemática. O problema em discussão foi solucionado com o auxílio de um microcomputador HP-85A, disponível no mercado nacional, por meio de programas fornecidos pelo próprio fabricante do equipamento (4). Programas para outros equipamentos nacionais estão também disponíveis no mercado, ou na literatura especializada (5).

A solução do problema é resumida no Quadro 5. Ela estabelece como estratégia ótima a produção de  $220,03$  kg de manteiga,  $1.378$  kg de queijo prato e  $5.000$  litros de leite pasteurizado, gerando dessa forma, um lucro máximo de Cr\$  $215.228,08$  por dia. Por outro lado, a solução oferece ainda uma série de importantes informações sobre as restrições que realmente limitam a capacidade de operações e sobre as taxas de lucro unitário onde a linha ótima de produção não deve ser alterada.

QUADRO 5 — Plano Ótimo de Produção

Produto	Símbolo	Unidade	Quantidade
Queijo Prato	$X_1$	kg/dia	1378,056
Queijo Parmesão	$X_2$	kg/dia	—
Leite Pasteurizado	$X_3$	l/dia	5000,000
Mussarela	$X_4$	kg/dia	—
Manteiga	$X_5$	kg/dia	220,031
Venda de "Butter Oil"	$X_6$	kg/dia	—

Neste caso, observa-se no Quadro 6 um excesso de mão-de-obra qualificada da ordem de aproximadamente  $70$  horas diárias, um excesso na capacidade de estocagem de queijos de cerca de  $2.122$  kg/dia, e excesso de capacidade de equipamento para todos os produtos. Observa-se também através dos "preços sombra" gerados pela solução do problema que a restrição

mais limitante é a mão-de-obra semi-qualificada. O "preço sombra" deste recurso é de Cr\$  $7.069,95$ , significando que cada hora adicional contratada contribuiria com esta quantia para a geração de lucros. A disponibilidade de gordura é também limitante, sendo que cada unidade adicional disponível contribuiria com Cr\$  $50,37$  para a geração de lucros.

QUADRO 6 — Níveis excedentes e "Preços-sombra" dos recursos fixos

Recurso	Nível Excedente	Preço-Sombra
Mão-de-Obra não qualificada	69,565 horas	0,000
Mão-de-Obra qualificada	—	7069,952
Capacidade de estocagem	2121,944 kg	0,000
Leite	397,498 l	0,000
Gordura	—	50,369
Equipamentos-Queijo Prato	121,944 kg	0,000
Equipamentos-Queijo Parmesão	1800,000 kg	0,000
Equipamentos-Leite Pasteurizado	3000,000 l	0,000
Equipamentos-Mussarela	1000,000 kg	0,000
Equipamentos-Manteiga	29,969 kg	0,000

Quanto à análise de sensibilidade dos resultados, pode-se constatar que os produtos constantes do plano ótimo de produção permanecerão neste plano se ocorrerem variações no lucro unitário dentro das faixas apresentadas no Quadro 7. Alterações dentro das faixas poderiam implicar

em modificações nas quantidades produzidas e no lucro total obtido, mas não alterariam os produtos constantes do plano ótimo. As faixas de variação dos lucros unitários dos produtos que não integram o plano ótimo dão uma idéia da magnitude de mudança que seria necessária para que os mesmos passassem a ser produzidos.

QUADRO 7 — Faixas de Variação: Lucros Unitários

Produto	Mínimo (Cr\$)	Máximo (Cr\$)
Manteiga	41,27	686,34
Queijo Prato	96,30	219,38
Leite	—	12,20
Queijo Parmesão	—	143,03
Mussarela	—	122,22
Venda de Gordura	—	50,37

Por último, observa-se no Quadro 8 as faixas de variação dos níveis das restrições adotadas, o que dá uma indicação da

magnitude da alteração necessária para a modificação da composição do plano ótimo.

QUADRO 8 — Faixas de Variação: Nível das Restrições

Restrição	Mínimo	Máximo
Mão-de-Obra não qualificada	90,43 horas	—
Mão-de-Obra qualificada	—	32,73 horas
Capacidade de Estocagem	1378,06 kg	—
Leite	17602,50 l	—
Gordura	—	24,49 kg

Todas estas informações são prontamente geráveis através do emprego dos programas computacionais mais comuns para a solução de problemas similares, e seu valor para o administrador é, sem dúvida, substancial. Através do conhecimento dos fatores que são realmente restritivos, decisões sobre a contratação de novos empregados, a exemplo, podem ser tomadas com menos risco.

## CONCLUSÕES

Procurou-se demonstrar com o presente trabalho que a solução de um problema complexo como a seleção de um plano de produção de lucro máximo na indústria de laticínios pode ser bastante simplificada, se forem adotadas técnicas quantitativas de fácil aplicação, como a programação linear. O método não é recente, sendo bastante conhecido nos meios gerenciais há várias décadas. No entanto, a difusão de sua utilização tem sido bastante prejudicada pela relativa dificuldade de formulação e solução dos problemas com os recursos técnicos disponíveis para o administrador comum. Contudo, a crescente disponibilidade de recursos computacionais de baixo custo, aliada à necessidade imperativa de se racionalizar cada vez mais a alocação de recursos empresariais em segmentos industriais como o setor laticinista, torna recomendável o emprego de tais técnicas gerenciais com forma de minimização de riscos no processo decisório.

O emprego da programação linear, ou de qualquer outra técnica gerencial similar, não exclui a necessidade da exercitação de julgamento criterioso por parte do administrador nos processos decisórios. Entretanto, ao contribuir para a geração de maiores informações sobre as possíveis consequências das decisões a serem tomadas, a técnica permite o estabelecimento de diretrizes mais informadas, o que é inegavelmente desejável em qualquer situação.

## XII CONCURSO NACIONAL DE PRODUTOS LÁCTEOS: ANÁLISE ESTATÍSTICA

Francisco Amaral Rogick

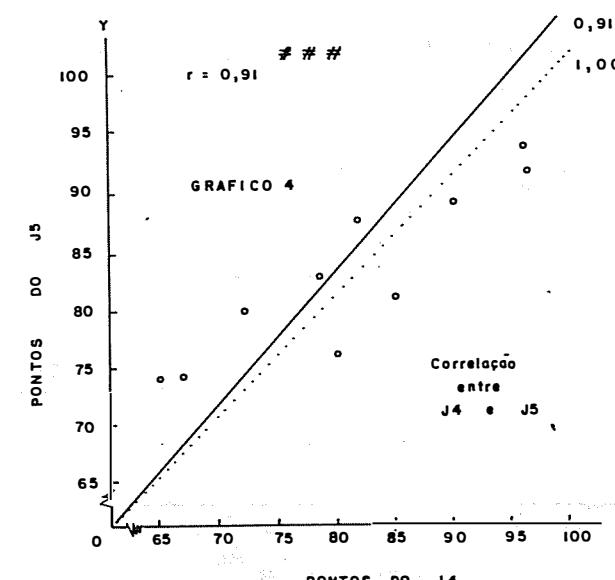
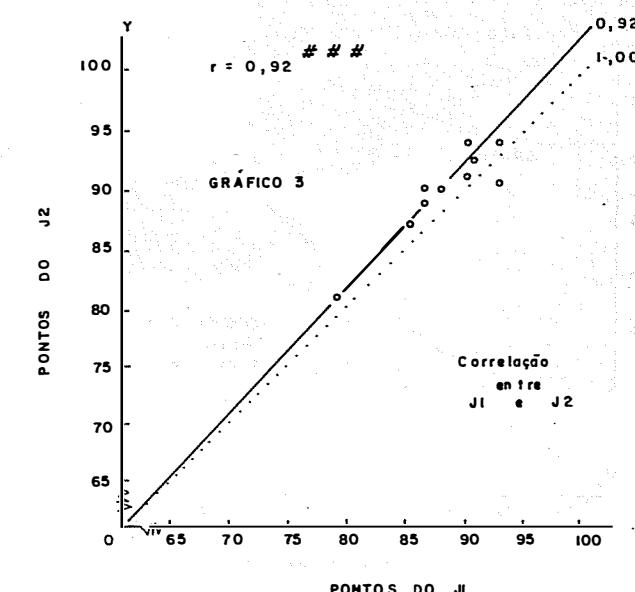
**CORRIGENDA:** Por um engano na diagramação do trabalho acima, os gráficos das páginas 45 e 46 do número 231 foram trocados, e devem ser substituídos pelos gráficos originais publicados nas mesmas páginas deste número. Favor recortar e

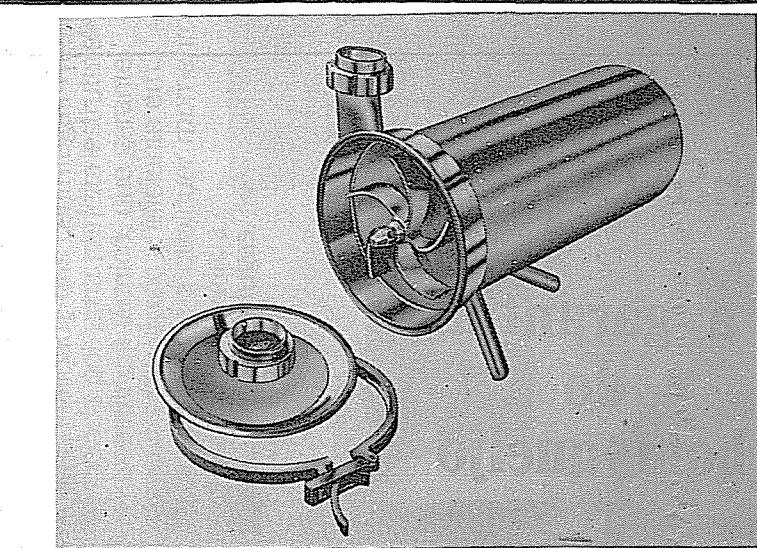
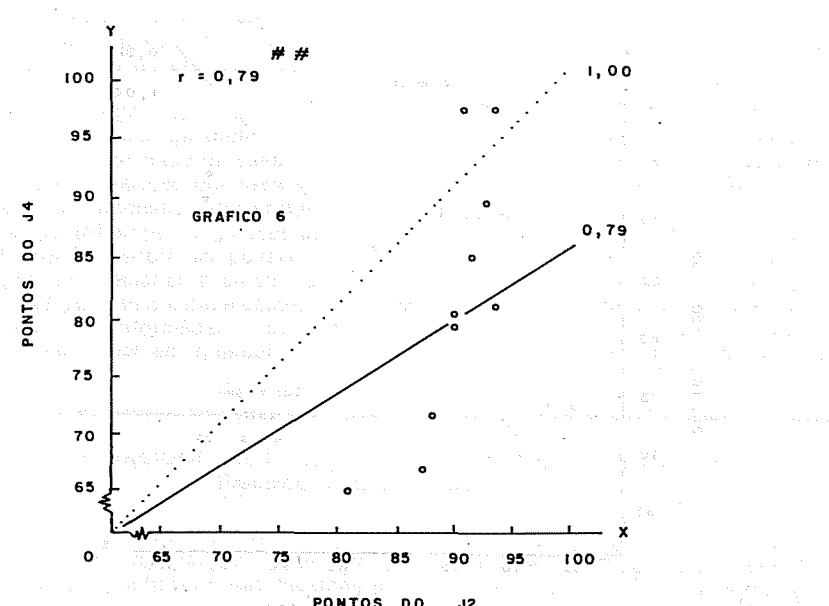
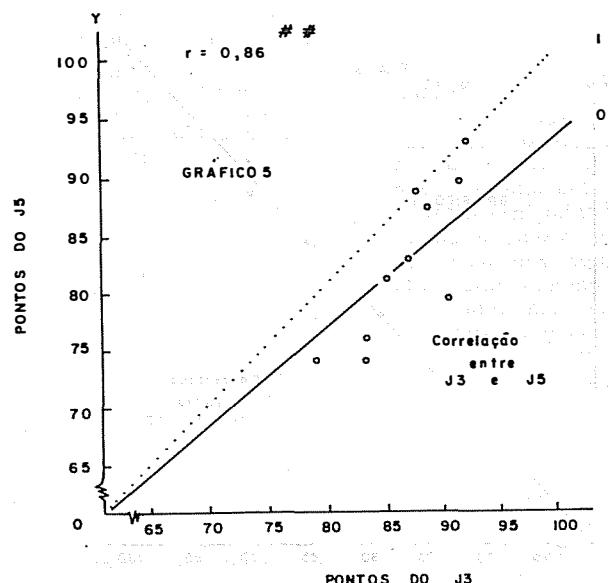
## ABSTRACT

The purpose of this paper is to demonstrate the utilization of linear programming as a means to select maximum profit product mixes in the dairy industry. The method is applied to the classic problem of deciding on types and quantities of alternative dairy products to process in a given period, subject to resource constraints such as equipment capacity, labor and raw material availability, as well as other fixed inputs. In view of the increasing availability of low cost computational resources, linear programming is now readily available to most dairy executives, and its use can certainly generate relevant subsidies towards a more efficient management.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BENDER, F.E.; KRAMER A. e KAHAN, G.; 1982. "Linear Programming and its Applications in the Food Industry"; Food Technology 36:7, pp. 94-6.
2. \_\_\_\_\_; 1976. Systems Analysis for the Food Industry; AVI, Westport, 468p.
3. HEADY, E. e CANDLER, W.; 1973. Linear Programming Methods; Iowa State Univ. Press, Ames; 597p.
4. HEWLETT — PACKARD Co.; 1980. HP-85 Linear Programming Pac, São Paulo; 47p.
5. McMILLAN, C. e GONZALEZ, R.; 1973. Systems Analysis: A Computer Approach to Decision Models; Richard Irwin, Homewood. 610p.
6. PINHEIRO, A., SILVA, C., MOSQUIM, C. e FURTADO, C.; 1982. Estudo de Viabilidade Técnico Econômica para a Implantação de uma Usina de Laticínios no Município de Altamira, Pará; Universidade Federal de Viçosa, 111p.





## Bombas centrífugas sanitárias Inoxil. Tecnologia feita de aço.

As bombas centrífugas Inoxil são mais uma prova de que comprar qualidade é o melhor investimento que existe.

Fabricadas totalmente em aço inoxidável, são do tipo monobloco, sem mancais e dispensam manutenção.

E por serem da Inoxil, trazem atrás de si uma assistência técnica formada por engenheiros da mais alta capacitação profissional.

Entre em contato com um deles.

Você vai entender melhor como a Inoxil conseguiu se transformar naquilo que ela é hoje.

**REPRESENTANTES:** Norte/Nordeste - Sr. Carvalho - Tels.: (021) 265-1310 e 245-6455  
Rio de Janeiro/Espírito Santo - Sr. Patrick - Tel.: (021) 221-9744  
Rio Grande do Sul/Santa Catarina - Sr. Luiz - Tel.: (0512) 42-0400



Uma empresa com a força do aço.

**INDÚSTRIA MECÂNICA INOXIL LTDA.**

Rua Arary Leite, 615 - Vila Maria - C.P. 14.308 - CEP 02123  
Tel.: (PBX) (011) 291-9644 - End. Telegr. INOXILA - Telex 11 - 23988 - IML-BR  
SÃO PAULO - BRASIL

# TRÊS CORÔAS

a garantia  
do  
bom queijo

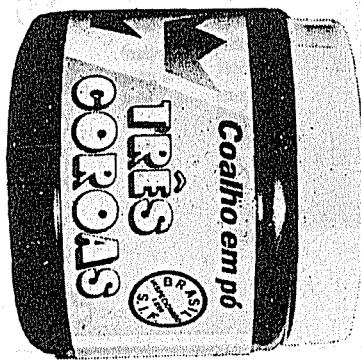
O coalho Três Corôas é utilizado pela maioria dos laticínios, das mais famosas marcas de queijos do Brasil.

Garante a sua pureza, qualidade, uniformidade, rendimento e é o mais econômico, até a embalagem se aproveita.

## TRÊS CORÔAS

Informa:

**COALHO TRÊS CORÔAS 584 MILHÕES DE LITROS DE LEITE NO BRASIL**



### ENDEREÇOS:

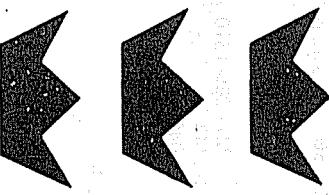
#### FÁBRICA:

Tel.: 429-5624

Ind. e Com. Prod.  
Químicos Três Corôas S/A

Rua Primavera n.º 58 —  
Vila Santa Terezinha

06300 — Carapicuíba — SP.  
VENDAS: Tel: 429-2307



# CENTRIFUGAS WESTFALIA. O MILAGRE DA MULTIPLICAÇÃO DO LEITE.

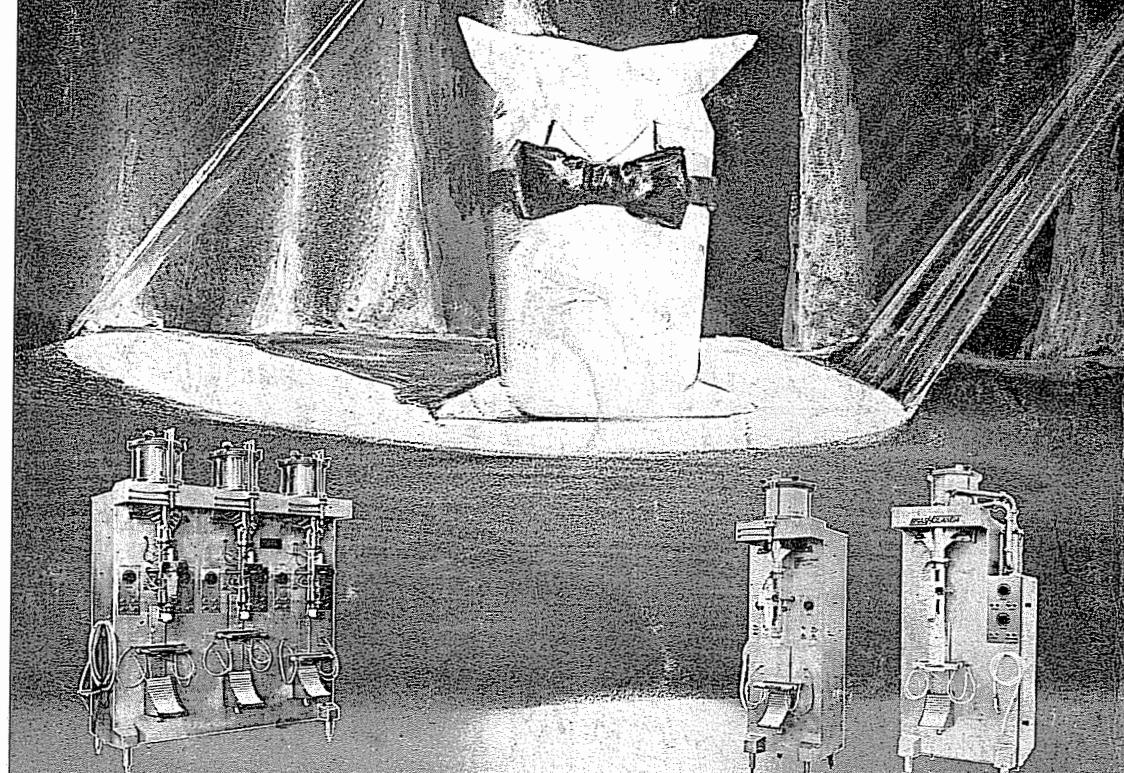
Leite. Um dos alimentos mais antigos e mais nutritivos da humanidade. A Westfalia participa de todas as formas de processamento deste alimento.

Suas centrífugas garantem economia e perfeita eficiência no desnatamento, na purificação e desgerminação do leite, na fabricação do queijo, da manteiga e de todos os outros derivados do leite.

A alta qualidade das centrífugas Westfalia é apoiada por uma perfeita estrutura de assistência técnica, que garante atendimento rápido e eficiente em qualquer local e a qualquer momento. Desnatadeira Westfalia - a nata das centrífugas.



# BRASPAC. UM SHOW DE PERFEIÇÃO!



MATRIZ E | CX. POSTAL 1250 - FONE: (041) 266 3522 - TELEX: (041) 5386 BHEI BR  
FÁBRICA | 80.000 CURITIBA - PARANÁ - BRASIL

**SÓLIDOS** • SP • FONE: (011) 543 4739 - 5434805 - 241 7074  
TELEX: (011) 23938 BHEI BR  
SÃO PAULO • SP • FONE: (011) 551 3336  
RIO DE JANEIRO • RJ • FONE: (021) 551 3327  
PORTO ALEGRE • RS • FONE: (051) 22 7890  
FORTALEZA • CE • FONE: (085) 223 5357 - TELEX: (085) 1178  
SALVADOR • BA • FONE: (071) 242 2195  
MANAUS • AM • FONE: (092) 232 1739  
RECIFE • PE • FONE: (081) 224 1192

 **BRASHOLANDA S.A.**  
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Instituto de Laticínios Cândido Tostes  
**EPAMIG**  
Instituto de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento