

INFLUÊNCIA DA TAXA DE CONTAMINAÇÃO INICIAL DO LEITE, POR BACTÉRIAS MESÓFILAS AERÓBIAS, SOBRE O RESULTADO DA PASTEURIZAÇÃO

MILK PASTEURIZATION: EFFICIENCY OF THE HTST PROCESS ACCORDING TO ITS BACTERIAL CONCENTRATION.

Ari AJZENTAL¹; Raphael Valentino RICCETTI²; Flavio Kler KRUTMAN³; José de Angellis CÔRTEZ³

RESUMO

Em estudo crítico sobre o processo de pasteurização do leite pelo método HTST, os autores demonstraram que taxas elevadas de contaminação inicial do produto cru não constituem variável capaz de influenciar a eficiência do processo, aferida em termos da amplitude entre a carga bacteriana apatogênica mesófila aeróbia inicial e final do produto, sendo essa tanto menor quanto menor for o teor de tais bactérias no leite cru. Conceberam, ainda, modelo teórico cuja utilização possibilita o desenvolvimento de modelos simulados tanto para o monitoramento do controle da qualidade como para a avaliação da própria técnica de contagem bacteriana do leite (SPC).

UNITERMOS: Leite, pasteurização; Leite, bacteriologia; Pasteurização, eficiência

INTRODUÇÃO

Caracterizada pelo emprego do binômio temperatura-tempo, em níveis capazes de eliminar a microbiota patogênica sem, contudo, alterar as qualidades físicas, químicas, organolépticas e o valor nutritivo do produto (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION⁹ 1953; WORLD HEALTH ORGANIZATION¹⁷, 1970; DEMETER; ELBERTZHAGEN⁷, 1971; VEISSEYERE¹⁵, 1972), a pasteurização do leite tem se constituído, de longa data, em valiosa arma na prevenção das zoonoses disseminadas por esse alimento (MALLMANN¹⁰, 1946).

O processo de pasteurização do leite, ainda quando eficiente na destruição dos agentes patogênicos, não é capaz de eliminar todos os microrganismos apatogênicos presentes no produto (ALAIS¹, 1970; WORLD HEALTH ORGANIZATION¹⁷, 1970; DEMETER; ELBERTZHAGEN⁷, 1971; VEISSEYERE¹⁵, 1972; WALSTRA; JENNESS¹⁶, 1987). Apesar de apatogênica, essa microbiota remanescente interfere negativamente na conservação do leite, provocando alterações de cor, de sabor, de odor, de pH (acidificação) e de aspecto, com conseqüente descaracterização do alimento (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION⁹, 1953; PELCZAR et al.¹⁴, 1981; WALSTRA; JENNESS¹⁶, 1987).

No mesmo sentido, OLIVEIRA¹³, 1977 e PELCZAR et al.¹⁴, 1981 enfatizam que, a despeito de já estarem estabelecidos internacionalmente os valores do binômio temperatura-tempo de pasteurização, a variabilidade e a quantidade da microbiota bacteriana do leite constituem-se em fatores capazes de influir na qualidade do produto pasteurizado. DIAS; ROGICK⁸, 1967; VEISSEYERE¹⁵, 1972; NASCIMENTO¹², 1982, BARROS et al.³, 1984 e NADER FILHO et al.¹¹, 1988, incluem a capacidade de redução da microbiota apatogênica como variável discriminadora da eficiência da pasteurização, cuja expressão, em termos percentuais, é obtida pela Fórmula 1:

$$E = \frac{Ni - Nf}{Ni} \times 100$$

onde E equivale à eficiência percentual do processo, e Ni e Nf, às concentrações inicial e final de bactérias do leite, respectivamente.

Neste escopo, numerosas investigações têm sido conduzidas procurando, ainda que por metodologias diversas, avaliar a eficiência da pasteurização do leite. Assim, ALAIS¹, 1970 relata que a eficiência do processo alcança, facilmente, valores de 90 a 95%; para DEMETER; ELBERTZHAGEN⁷, 1971 e VEISSEYERE¹⁵, 1972 o processo de pasteurização, corretamente realizado, destrói 99% das bactérias apatogênicas presentes no leite cru; BARROS et al.³ 1984 constataram uma eficiência média de 99,78% para a eliminação de mesófilas; NADER FILHO et al.¹¹, 1988 encontraram uma eficiência média de 99,35%; NASCIMENTO¹², 1982 registrou 98,21% como a eficiência média para a inativação de mesófilas e DIAS; ROGICK⁸, 1967 obtiveram um resultado superior a 99%.

Tendo em vista que a simples avaliação percentual de redução de bactérias apatogênicas mesófilas, determinada pelo processo de pasteurização do leite, não se configura como um parâmetro sólido e definitivo para avaliação da eficiência do processo, nos propusemos, com o presente trabalho, avaliar, em condições experimentais, a influência da carga bacteriana mesófila aeróbia inicial sobre o mecanismo intrínseco de inativação destas conseqüente ao processo de pasteurização.

MATERIAL E MÉTODO

Amostras de Leite

Utilizamos, no presente estudo, 41 amostras de leite cru, da espécie bovina, procedentes de várias localidades do Estado de São Paulo.

1- Professor Assistente - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP

2- Professor Titular - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP

3- Engenheiro, Mestrando - Escola Politécnica da USP

Reagentes

Para as análises prévias de rotina usamos os seguintes reagentes: soda Dornic (NaOH N/9), comprimidos de Phos-Phax e Indo-Phax, para a prova de fosfatase; solução de cloreto de trifeniltetrazólio (CTT), além dos reagentes para as provas de peroxidase e de butirometria, pelo método de Gerber (BRASIL⁵, 1981).

Meio de Cultura

Para a análise microbiológica, empregamos o Bacto Plate Count Agar.

Pasteurizador

O pasteurizador utilizado neste estudo consistiu de um protótipo experimental, composto por uma série de trocadores de calor, por onde circula o leite dentro de um sistema tubular, com controles de temperatura na entrada e na saída do retardador, o qual tem como função precípua a manutenção do binômio temperatura-tempo. Para tornar viável a cronometragem do tempo de passagem do leite pelo aparelho, foram instaladas conexões tubulares de vidro, de forma tal que o produto pudesse ser visualizado à entrada e à saída.

Análise Microbiológica

O procedimento de análise microbiológica, tanto para o leite cru como para o pasteurizado, consistiu na contagem padrão em placa (SPC), de acordo com AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION², 1985.

Análise Estatística

Para a análise dos resultados utilizamos os coeficientes de regressão linear e de correlação de Pearson com seus testes correspondentes, bem como a regressão pelo método dos mínimos quadrados, e o conseqüente teste de covariância de Snedecor, consoante o preconizado por COSTA NETO⁶, 1977.

O nível de significância adotado foi de 0.05.

Procedimento Experimental

O método de ensaio utilizado na fase experimental do trabalho consistiu na análise dos resultados dos exames bacteriológicos a que foi submetido um elenco de 41 amostras pareadas de leite, antes e após o processo de pasteurização, de tal forma a assegurar-se que a carga bacteriana determinada depois da passagem pelo pasteurizador fosse, seguramente, uma fração daquela observada antes da pasteurização.

As 41 amostras de leite cru foram enviadas ao laboratório sob condição de refrigeração e assim mantidas até o momento de seu processamento.

Submetidas às análises de rotina prévia (BRASIL⁴, 1980), todas as amostras foram consideradas como oriundas de leite normal, atestando a qualidade do produto utilizado no experimento.

A partir de então, cada amostra era devidamente homogeneizada e uma alíquota de 600 ml de leite transferida para um recipiente esterilizado, acoplado ao pasteurizador. Imediatamente antes do início do processamento retirava-se, assepticamente, 50 ml de leite desse recipiente, os quais eram divididos, equitativamente, em dois frascos esterilizados, um dos quais destinado à pesquisa de substâncias inibidoras de microrganismos no leite, pelo método de CTT (BRASIL⁵, 1981), e o outro, destinado à análise microbiológica, era mantido sob refrigeração até o início da prova. Isto posto, procedia-se a conexão do recipiente com leite ao pasteurizador, rompendo-se os lacres das tubulações, que haviam sido previamente esterilizadas, iniciando-se a pasteurização de acordo com os princípios vigentes do processo rápido (72 a 75°C por 15 a 20 segundos). O fluxo do leite seguia, em circuito fechado, para o resfriador, saindo deste a uma temperatura situada entre 6 e 10°C. Desprezavam-se os primeiros 200 ml de leite, procedendo-se, então, a colheita, em frasco esterilizado, de 50 ml de leite pasteurizado destinado à análise microbiológica. Esta colheita era realizada diretamente da saída do resfriador, cuja assepsia era mantida, após o rompimento do lacre, com o auxílio de uma chama de bico de Bunsen. O restante do leite pasteurizado era desprezado.

O espaço de tempo decorrido desde a colheita das amostras pareadas até o início da análise microbiológica nunca foi superior a quatro horas, sendo que durante este período as amostras eram mantidas à temperatura de refrigeração.

Uma vez realizada a semeadura das placas com o leite pasteurizado, o remanescente deste material era desunado às provas de peroxidase e de fosfatase, destinadas ao controle dos parâmetros de tempo e temperatura do método, tendo sido todas elas consideradas satisfatórias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos, apresentados na Tab. 1, representam os valores de contagem padrão em placa (SPC) das amostras pareadas de leite cru (C) e de pasteurizado (P), expressas em número absoluto e em logaritmos de base 10, bem como a correspondente eficiência do processo de pasteurização, expressa em termos percentuais.

O cotejo das duas séries de dados dessa tabela, obtidas, respectivamente, a partir da contagem bacteriana a que foram submetidas as amostras de leite cru e de pasteurizado, ilustrado na Fig. 1, não permite caracterizar, *a priori*, um paralelismo absoluto entre elas, mas denota a configuração de duas retas, uma das quais ascendente, decorrente da disposição das amostras de leite cru em ordem crescente de carga bacteriana, e a outra horizontal, representada pelas cargas bacterianas remanescentes aferidas no leite pasteurizado.

Figuram ainda na Tab. 1, para cada amostra de leite estudada, os valores correspondentes à eficiência do processo de pasteurização, expressos em números percentuais, os quais procuram traduzir a relação existente entre as concentrações bacterianas do leite cru e do pasteurizado correspondente.

Como a quantidade das bactérias encontradas no final do pro-

cesso é relativamente pequena quando comparada com os valores da concentração bacteriana inicial, vamos obter sempre uma relação elevada entre as duas concentrações, o que levou ALAIS¹, 1970 a afirmar que a eficiência do processo facilmente atinge 90 a 95%. Esta amplitude existente entre os valores das concentrações inicial e final justifica, igualmente, a alta eficiência relatada por DIAS; ROGICK⁸, 1967; VEISSEYERE¹⁵, 1972; NASCIMENTO¹², 1982; BARROS et al.³ 1984 e NADER FILHO et al.¹¹, 1988.

Julgar a eficiência do processo quando todos os resultados tendem a 100% torna-se tarefa inviável estatisticamente. Dessa forma não temos espelhada a real avaliação da eficiência do processo, pois os valores obtidos pela Fórmula 1 são semelhantes.

Aliar tais resultados a medidas de posição também não expressa a verdadeira dimensão do rendimento, pois o acaso seleciona, invariavelmente, concentrações díspares de carga bacteriana. Essas, encontradas tanto na entrada como na saída do pasteurizador, acarretarão medidas de dispersão muito elevadas, destituídas, pois, de significado prático.

Como a diferença entre os valores das duas séries da Tab. 1, ilustrados na correspondente figura, parece reduzir-se à medida que a concentração bacteriana do leite cru diminui; e, como não foi possível demonstrar-se, pelos coeficientes de regressão e de correlação de Pearson, que o comportamento do método obedece alguma espécie de linearidade, procedemos a análise de regressão dos pontos, obtida através do método dos mínimos quadrados configurada na Fig. 2. Tal observação vem confirmar o que já fora sugerido na Fig. 1, no sentido de que a concentração bacteriana posterior ao processo de pasteurização não obedece uma seqüência linear em função da concentração inicial.

Embora assumam-se que o comportamento do método de pasteurização frente a diferentes valores de carga bacteriana seja desconhecido, propõe-se uma linha de regressão cujo modelo genérico que espelha o desempenho do método de pasteurização rápida é:

$$P_{mod} = z \cdot 10^{w \cdot pC_{mod}} \text{ (Fórmula 2)}$$

onde: P_{mod} é a SPC para o leite pasteurizado;
 z e w são parâmetros (constantes adimensionais) que adequam o comportamento da função exponencial à realidade;
 pC_{mod} é o logaritmo decimal da SPC deste mesmo leite, cru.

Os parâmetros z e w foram obtidos através da técnica de regressão linear pelo método dos mínimos quadrados, cuja aplicação possibilitou o estabelecimento estatístico, ao nível de significância adotado, do modelo que se segue:

$$P_{mod} = 3,1640 \cdot 10^{0,2414 \cdot pC_{mod}} \text{ (Fórmula 3)}$$

A partir desta fórmula construímos a Tab. 2 que apresenta os resultados esperados de SPC de leite pasteurizado, a partir de hipotéticas quantidades crescentes de carga bacteriana mesófila aeróbia de leite cru, com a respectiva eficiência. A representação gráfica desses valores (Fig. 3) torna clara a tendência de declínio do rendimento do pasteurizador em função do decréscimo da carga bacteriana inicial.

Desta forma parece lícito admitir-se que o rendimento da pasteurização, ou seja, que a magnitude da diferença entre a carga bacteriana inicial e final no processo de pasteurização, será tanto menor quanto melhor for a qualidade microbiológica do leite.

Aplicando a Fórmula 3 aos valores obtidos com as amostras de leite cru utilizadas neste estudo, construímos a Tab. 3 que registra, além dos resultados da SPC das amostras pareadas de leite cru (C) e de pasteurizado (P) observadas no experimento, as concentrações bacterianas calculadas pelo modelo a partir das concentrações amostrais encontradas no leite cru, e a eficiência, em termos percentuais, a partir dos dados observados (E) e do modelo proposto (E_{mod}). Os dados assim obtidos revelam uma estreita similitude entre os valores reais encontrados e os calculados a partir de dados oriundos da SPC do leite cru.

Esta observação é particularmente importante quando atentamos para a possibilidade do desenvolvimento de modelos simulados para o monitoramento do controle de qualidade do leite, ou mesmo da avaliação da própria técnica de contagem bacteriológica do leite (SPC).

É compreensível, pois, que os resultados do presente estudo, em termos de eficiência do processo de pasteurização, não apresentem diferenças significativas em relação aos dos demais estudos apontados na literatura (DIAS; ROGICK⁸, 1967; NASCIMENTO¹², 1982; BARROS et al.³, 1984; NADER FILHO et al.¹¹, 1988), uma vez que as concentrações bacterianas do leite cru, detectadas naqueles como neste, situavam-se no limite superior do modelo de comportamento do rendimento do processo de pasteurização, e, portanto, na faixa de máximo rendimento.

CONCLUSÕES

O rendimento do processo de pasteurização rápida do leite, aferido em termos da magnitude da diferença entre a carga bacteriana apatogênica mesófila aeróbia inicial e final, é tanto menor quanto menor for a carga dessas mesmas bactérias no leite cru.

A eficiência do processo de pasteurização rápida do leite não é afetada pela presença de cargas elevadas de bactérias apatogênicas mesófilas aeróbias no leite cru.

SUMMARY

The efficiency of milk pasteurization (HTST) related to its standard plate count (SPC) values were assessed in 41 milk samples using a laboratory designed pasteurizing equipment. Based on results, it is demonstrated that efficiency of the process is affected by its bacterial concentration, where lower SPC values mean decrease in efficiency and that the performance of the process is not affected in presence of high SPC values in raw product.

UNITERMS: Milk, pasteurization; Milk, bacteriology; Pasteurization, efficiency

REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01-ALAIS, C. *Clencia de la leche: principios de tecnica lechera*. Mexico, Compañia Editorial Continental, 1970.
- 02-AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for the examination of dalry products*. 15.ed. Washington, D.C., 1985.
- 03-BARROS, V.R.M.; PANETTA, J. C.; PERCES, E.M.C. Eficiência do sistema de pasteurização utilizado em usinas de beneficiamento de leite da capital de São Paulo - Brasil. *Hig. aliment.*, São Paulo, v. 3, p. 199-207, 1984.
- 04-BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal*. Brasília, 1980.
- 05-BRASIL. Ministério da Agricultura. Laboratório Nacional de Referência Animal. *Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes*. II. Métodos físico-químicos. Brasília, 1981.
- 06-COSTA NETO, P.L.O. *Estatística*. São Paulo, Edgar Blucher, 1977.
- 07-DEMETER, K.J.; ELBERTZHAGEN, H. *Elementos de microbiologia lactológica*. Zaragoza, Acribia, 1971.
- 08-DIAS, A. S.; ROGICK, F. A. Eficiência da pasteurização do leite tipo "C" nas usinas do Estado de São Paulo. *Bol. Industr. anim.*, São Paulo, v.24, p.255-69, 1967.
- 09-FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Milk pasteurization: planning, plant, operation and control*. Rome, 1953. (Agricultural Studies, 23)
- 10-MALLMANN, W.L. Thermal death point of various microorganisms and their relation to pasteurization time. In: TROUT, G. M.; FARRAL, A.W. *High-temperature short-time pasteurization*. East Lansing, Michigan State College, Agricultural experiment Station, 1946. p.55-62. (Special Bulletin, 335)
- 11-NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O.D.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. Avaliação das características microbiológicas do leite tipo B em diferentes pontos do fluxograma de beneficiamento. *Rev. Inst. Latk. Cândido Tostes*, v.43, p.13-7, 1988.
- 12-NASCIMENTO, D. *Contribuição ao conhecimento das condições bacteriológicas de amostras de leite tipo C, antes e após a pasteurização, vendido na cidade de João Pessoa, PB, 1977/78*. São Paulo, 1982. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.
- 13-OLIVEIRA, J.S. A importância dos microorganismos em laticínios: em destaque, controle da qualidade microbiológica. In: SEMANA DE ZOOTECNIA DA FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA DA UNIVERSIDADE DE SAO PAULO, 2., Pirassununga, 1977. p.1-14.
- 14-PELCZAR, M.; REID, R.; CHAN, E.C.S. *Microbiologia*. São Paulo, McGraw-Hill, 1981. v.2.
- 15-VEISSEYERE, R. *Lactologia tecnica*. Zaragoza, Acribia, 1972.
- 16-WALSTRA, P.; JENNESS, R. *Quimica y fisica lactologica*. Zaragoza, Acribia, 1987.
- 17-WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Joint FAO/WHO Expert Committee on Milk Hygiene*. Geneva, 1970. (Technical Report Series, 453)

Recebido para publicação em 07/10/92
Aprovado para publicação em 02/07/93

TABELA 1
Contagem padrão em placa (SPC) de amostras pareadas de leite cru (C) e pasteurizado (P); transformação destes valores em logaritmo (pC;pP) e eficiência do processo de pasteurização em termos percentuais. São Paulo, 1990

Resultado Nº da amostra	SPC				E(%)
	C	P	pC	pP	
1	7600	<10*	3,88	1,00	99,87
2	8700	<10*	3,94	1,00	99,89
3	34000	4400	4,53	3,64	87,06
4	43000	3500	4,63	3,54	91,86
5	62000	6100	4,79	3,79	90,16
6	67000	3200	4,83	3,51	95,22
7	310000	6200	5,49	3,79	98,00
8	410000	8900	5,61	3,95	97,83
9	880000	4100	5,94	3,61	99,53
10	890000	4400	5,95	3,64	99,51
11	1200000	7700	6,08	3,89	99,36
12	1300000	6700	6,11	3,83	99,48
13	1600000	22000	6,20	4,34	98,63
14	2300000	19000	6,36	4,28	99,17
15	3600000	9500	6,56	3,98	99,74
16	3800000	2000	6,58	3,30	99,95
17	3900000	2600	6,59	3,41	99,93
18	4000000	30000	6,60	4,48	99,25
19	4100000	8000	6,61	3,90	99,80
20	4300000	2700	6,63	3,43	99,94
21	4600000	3600	6,66	3,56	99,92
22	4700000	11000	6,67	4,04	99,77
23	5400000	19000	6,73	4,28	99,65
24	5400000	36000	6,73	4,56	99,33
25	5600000	18000	6,75	4,26	99,68
26	6200000	77000	6,79	4,89	98,76
27	6300000	9500	6,80	3,98	99,85
28	6400000	4900	6,81	3,69	99,92
29	6600000	2900	6,82	3,46	99,96
30	6700000	54000	6,83	4,73	99,19
31	7200000	2900	6,86	3,46	99,96
32	7400000	20000	6,87	4,30	99,73
33	7600000	45000	6,88	4,65	99,41
34	8600000	11000	6,93	4,04	99,87
35	9100000	31000	6,96	4,49	99,66
36	9400000	1500	6,97	3,18	99,98
37	12000000	31000	7,08	4,49	99,74
38	13000000	110000	7,11	5,04	99,15
39	14000000	4400	7,15	3,64	99,97
40	18000000	3700	7,26	3,57	99,98
41	18000000	63000	7,26	4,80	99,65
Média Aritmética	5,2 . 10 ⁶	1,7 . 10 ⁴	6,17	3,84	98,71

* Valor estimado

TABELA 2

Concentrações bacterianas iniciais hipotéticas (Cmod) e respectivos resultados esperados (Pmod) para leite pasteurizado, dados estes obtidos a partir do modelo experimental proposto para o comportamento do rendimento do processo, com respectivas eficiências (Emod), em percentagem. São Paulo, 1990.

pCmod	Cmod	Pmod	Emod(%)
0,0	1,0	3,2	-216,40
0,1	1,3	3,6	-184,69
0,2	1,6	4,1	-156,16
0,3	2,0	4,6	-130,49
0,4	2,5	5,2	-107,40
0,5	3,2	5,9	-86,61
0,6	4,0	6,7	-67,91
0,7	5,0	7,6	-51,09
0,8	6,3	8,6	-35,95
0,9	7,9	9,7	-22,32
1,0	10	11,0	-10,06
1,1	13	12,5	0,96
1,2	16	14,1	10,89
1,3	20	16,0	19,82
1,4	25	18,1	27,85
1,5	32	20,5	35,08
1,6	40	23,3	41,59
1,7	50	26,3	47,44
1,8	63	29,8	52,71
1,9	79	33,8	57,45
2,0	100	38,3	61,71
2,1	126	43,4	65,55
2,2	158	49,1	69,00
2,3	200	55,7	72,11
2,4	251	63,0	74,90
2,5	316	71,4	77,42
2,6	398	80,9	79,68
2,7	501	91,6	81,72
2,8	631	103,8	83,55
2,9	794	117,6	85,20
3,0	1000	133,2	86,68
3,1	1259	150,9	88,02
3,2	1585	170,9	89,22
3,3	1995	193,6	90,30
3,4	2512	219,3	91,27
3,5	3162	248,4	92,14
3,6	3981	281,4	92,93
3,7	5012	318,8	93,64
3,8	6310	361,1	94,28
3,9	7943	409,0	94,85
4,0	10000	463,3	95,37
4,1	12589	524,9	95,83
4,2	15849	594,5	96,25
4,3	19953	673,5	96,62
4,4	25119	762,9	96,96
4,5	31623	864,2	97,27
4,6	39811	978,9	97,54
4,7	50119	1108,9	97,79
4,8	63096	1256,1	98,01
4,9	79433	1422,9	98,21
5,0	100000	1611,8	98,39
5,1	125893	1825,8	98,55
5,2	158489	2068,2	98,70
5,3	199526	2342,8	98,83
5,4	251189	2653,9	98,94
5,5	316228	3006,2	99,05
5,6	398107	3405,4	99,14
5,7	501187	3857,5	99,23
5,8	630957	4369,6	99,31
5,9	794328	4949,8	99,38
6,0	1000000	5607,0	99,44
6,1	1258925	6351,4	99,50
6,2	1584893	7194,7	99,55
6,3	1995262	8149,9	99,59
6,4	2511886	9232,0	99,63
6,5	3162278	10457,7	99,67
6,6	3981072	11846,2	99,70

continua

continuação

TABELA 2

Concentrações bacterianas iniciais hipotéticas (Cmod) e respectivos resultados esperados (Pmod) para leite pasteurizado, dados estes obtidos a partir do modelo experimental proposto para o comportamento do rendimento do processo, com respectivas eficiências (Emod), em percentagem. São Paulo, 1990

pCmod	Cmod	Pmod	Emod(%)
6,7	5011872	13419,0	99,73
6,8	6309573	15200,6	99,76
6,9	7943282	17218,8	99,78
7,0	10000000	19504,9	99,80
7,1	12589254	22094,6	99,82
7,2	15848932	25028,1	99,84
7,3	19952623	28351,1	99,86
7,4	25118864	32115,2	99,87
7,5	31622777	36379,1	99,88
7,6	39810717	41209,2	99,90
7,7	50118723	46680,5	99,91
7,8	63095734	52878,3	99,92
7,9	79432823	59898,9	99,92
8,0	100000000	67851,7	99,93

TABELA 3

SPC das amostras pareadas de leite cru (C) e pasteurizado (P) observadas no experimento; concentrações bacterianas resultantes do modelo proposto para as concentrações amostrais observadas no leite cru; eficiência, em termos percentuais, a partir dos dados observados (E) e do modelo proposto (E_{mod}). São Paulo, 1990.

Nº amostra	SPC		P _{mod}	E(%)	E _{mod} (%)
	C	P			
1	7600	<10*	399,4	99,87	94,75
2	8700	<10*	429,7	99,89	95,06
3	34000	4400	898,8	87,06	97,36
4	43000	3500	1020,6	91,86	97,63
5	62000	6100	1244,3	90,16	97,99
6	67000	3200	1297,6	95,22	98,06
7	310000	6200	2974,0	98,00	99,04
8	410000	8900	3460,1	97,83	99,16
9	880000	4100	5232,0	99,53	99,41
10	890000	4400	5264,1	99,51	99,41
11	1200000	7700	6188,7	99,36	99,48
12	1300000	6700	6462,8	99,48	99,50
13	1600000	22000	7231,7	98,63	99,55
14	2300000	19000	8801,8	99,17	99,62
15	3600000	9500	11218,1	99,74	99,69
16	3800000	2000	11551,3	99,95	99,70
17	3900000	2600	11714,9	99,93	99,70
18	4000000	30000	11876,6	99,25	99,70
19	4100000	8000	12036,5	99,80	99,71
20	4300000	2700	12350,9	99,94	99,71
21	4600000	3600	12810,2	99,92	99,72
22	4700000	11000	12960,2	99,77	99,72
23	5400000	19000	13972,0	99,65	99,74
24	5400000	36000	13972,0	99,33	99,74
25	5600000	18000	14249,8	99,68	99,75
26	6200000	77000	15057,1	98,76	99,76
27	6300000	9500	15188,1	99,85	99,76
28	6400000	4900	15318,2	99,92	99,76
29	6600000	2900	15575,5	99,96	99,76
30	6700000	54000	15702,9	99,19	99,77
31	7200000	2900	16326,8	99,96	99,77
32	7400000	20000	16570,8	99,73	99,78
33	7600000	45000	16811,8	99,41	99,78
34	8600000	11000	17975,5	99,87	99,79
35	9100000	31000	18534,0	99,66	99,80
36	9400000	1500	18862,3	99,98	99,80
37	12000000	31000	21528,5	99,74	99,82
38	13000000	110000	22482,0	99,15	99,83
39	14000000	4400	23402,4	99,97	99,83
40	18000000	3700	26813,5	99,98	99,85
41	18000000	63000	26813,5	99,65	99,85

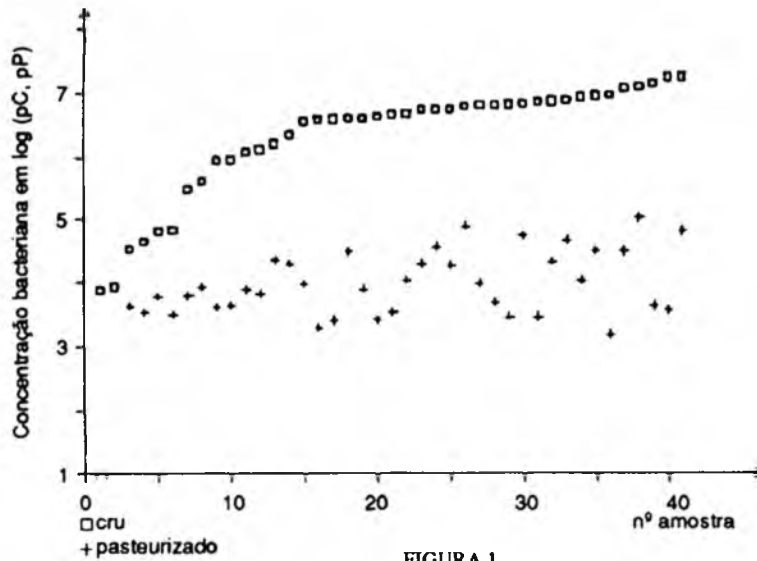


FIGURA 1
Logaritmo da SPC das amostras pareadas de Leite cru e pasteurizado, (pC;pP), segundo o número da amostra. São Paulo, S.P., 1990.

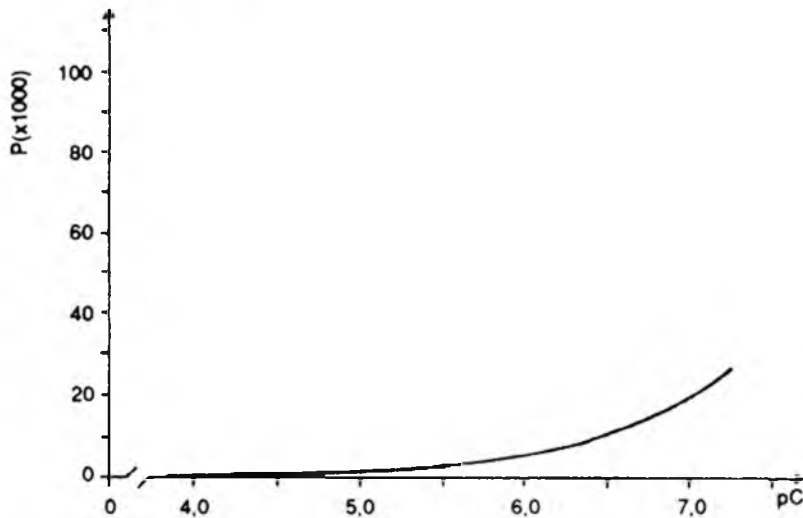


FIGURA 2
Regressão obtida, através do método dos mínimos quadrados, a partir do logaritmo da SPC do leite cru (pC) e a SPC do mesmo produto, pasteurizado (P). São Paulo, S.P., 1990.

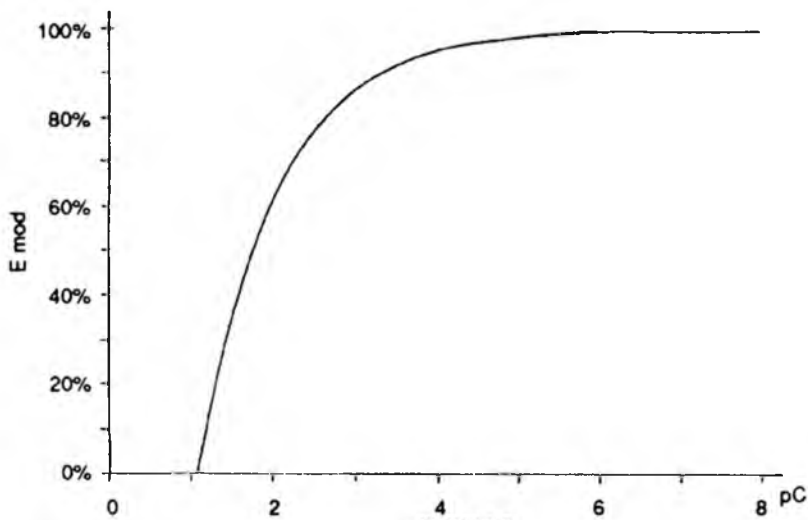


FIGURA 3
Modelo de comportamento para rendimento percentual do processo de pasteurização do leite, a partir dos dados da Tab.2 biologicamente possíveis de serem observados. São Paulo, S.P., 1990.