

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS

AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO CONCENTRADO DE TOMATE EM
DIFERENTES PONTOS DA LINHA DO PROCESSAMENTO.

GISELA MARINA ALVARADO GRAJALES
ENGENHEIRA DE ALIMENTOS, UNICAMP, 1982

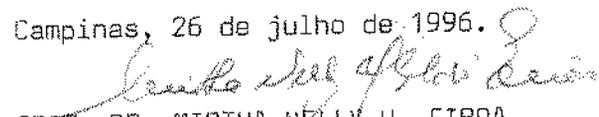
MIRTHA NELLY UBOLDI EIROA
ORIENTADORA

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por GISELA MARINA ALVARADO GRAJALES e aprovada pela Comissão Julgadora em 26.07.96.

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À
FACULDADE DE ENGENHARIA DE
ALIMENTOS DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE CAMPINAS PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM
ENGENHARIA DE ALIMENTOS.

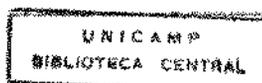
Campinas, 26 de julho de 1996.


PROF^a. DR^a. MIRTHA NELLY U. EIROA

Presidente da Banca

CAMPINAS

JULHO, 1996



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	28456
PREÇO	667/96
DATA	04/09/96
N.º CPD	

CM-00091599-6

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

G759a

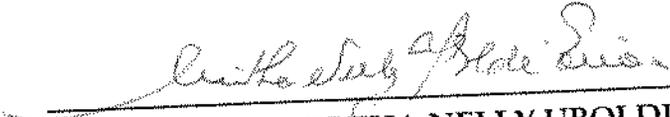
Grajales, Gisela Marina Alvarado

Avaliação microbiológica do concentrado de tomate em diferentes pontos da linha do processamento / Gisela Marina Alvarado Grajales. -- Campinas, SP:[s.n.], 1996.

Orientador: Mirtha Uboldi Eiroa
Dissertação de (mestrado)-Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.*Concentrado de tomate-deterioração. 2.Tambores (embalagens). 3.Limpeza. 4.Bactérias. I.Eiroa, Mirtha Uboldi. II.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA



PROFA. DRA. MIRTHA NELLY UBOLDI EIROA
(ORIENTADORA)



PROFA. DRA HILARY C. DE MENEZES
(MEMBRO)



PROFA. DRA PILAR RODRIGUEZ DE MASSAGUER
(MEMBRO)

PROF. JOSÉ LUIZ PEREIRA
(MEMBRO)

CAMPINAS, DE JULHO DE 1996

Dedico este trabajo

- *a Gerson, mi amantísimo esposo,
por su amor y apoyo;*
- *a Aida, mi querida madre, que
siempre me incentivo para realizar
este trabajo;*
- *a Juan Lucas, mi amado hijito,
por las horas que este trabajo nos
robó.*

Agradecimentos

- a Dra. Mirtha Uboldi Eiroa por seu apoio, paciência e atinados conselhos para a realização deste trabalho;
- a Emília e Regina por seu apoio para a conclusão do trabalho;
- a Leiko Jokohama e Rogério Rossi pela ajuda nas longas sessões de análises microbiológicas;
- ao Instituto de Tecnologia de Alimentos por todos os recursos cedidos;
- ao pessoal dos diferentes laboratórios do ITAL que, de uma ou outra forma, colaboraram com a execução deste trabalho.

Sumário

Lista de figuras
Lista de tabelas
Resumo
Abstract

1- INTRODUÇÃO	1
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 - Processo de produção de concentrado de tomate.....	4
2.1.1 - Recepção	4
2.1.2 - Lavagem	5
2.1.3 - Seleção.....	6
2.1.4 - Desintegração ou trituração	7
2.1.5 - Tratamento térmico	7
2.1.6 - Despulpamento ou extração	9
2.1.7 - Refinação	9
2.1.8 - Depósito intermediário ou tanque regulador	11
2.1.9 - Pré-concentração e concentração	11
2.1.10 - Pasteurização	13
2.1.11 - Acondicionamento e fechamento	13
2.1.12 - Resfriamento	14
2.1.13 - Armazenamento	15
2.2 - Microbiota do tomate	15
2.3 - Microrganismos deterioradores dos produtos de tomate	16
2.3.1 - Fungos	16
2.3.2 - Bactérias	20
2.3.3 - Bactérias esporogênicas	20
2.3.4 - Bactérias não-esporogênicas	29
2.4 - Limpeza e sanificação das linhas de processamento.....	32
2.4.1 - Correias transportadoras, tanques de recepção e de imersão, tanques de lavagem, elevadores, mesas de seleção e transportadores.....	32
2.4.2 - Desintegrador, despulpador, pré-aquecedor, equipamento de "finisher" e tanque regulador.....	34

2.4.3 - Área de concentração.....	35
2.4.4 - Máquinas enchedeiras, recravadoras e guias de latas	35
2.5 - Limpeza de tambores reutilizados para armazenar concentrado	37
3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
3.1 - Avaliação microbiológica do concentrado de tomate em diferentes pontos da linha de processamento	39
3.1.1 - Avaliação da microbiota do tomate na linha de processamento	41
3.1.1.1 - Preparação da amostra para exame microbiológico	41
3.1.1.2 - Bolores e leveduras	43
3.1.1.3 - Bolores termorresistentes	43
3.1.1.4 - Bactérias lácticas.....	45
3.1.1.5 - Microrganismos termófilos aeróbios e anaeróbios.....	45
3.1.1.5.1 - Investigação de <i>Bacillus coagulans</i>	45
3.1.1.5.2 - Enumeração de <i>Clostridium thermosaccharolyticum</i>	46
3.1.1.5.3 - Pesquisa de microrganismos mesófilos anaeróbios formadores de esporos	47
3.2 - Avaliação da temperatura em diferentes pontos da linha de processamento dos tambores e no local de armazenamento	48
3.3 - Avaliação da cloração da água de resfriamento dos tambores e lavagem da matéria-prima.....	49
3.4 - Avaliação do produto final	49
3.4.1 - Avaliação do produto final não-deteriorado.....	49
3.4.2 - Avaliação do produto final deteriorado	53
3.4.2.1 - Obtenção dos dados da história da deterioração	53
3.4.2.2 - Amostragem	54
3.4.2.3 - Exame visual externo dos tambores	54
3.4.2.4 - Peso do tambor	55
3.4.2.5 - Medidas de vácuo e análise de gases contidos nos tambores	55
3.4.2.6 - Coleta asséptica do produto	57
3.4.2.7 - Odor e aparência	57
3.4.2.8 - Determinação do pH	60
3.4.2.9 - Observação microscópica direta	60

3.4.2.10 - Procedimentos para cultivo dos microrganismos deterioradores	61
3.4.2.11 - Exame visual interno dos tambores	62
3.5 - Avaliação da eficiência da lavagem e do tratamento com vapor dos tambores reutilizados	64
3.6 - Avaliação da recravação dos tambores após sucessivos usos	66
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
4.1 - Linha de processamento de concentração de tomate	72
4.2 - Avaliação da temperatura em diferentes pontos da linha de processamento de tomate e no armazenamento	76
4.3 - Avaliação do produto final (esterilidade comercial da polpa de tomate em embalagens de 200 Kg)	77
4.4 - Avaliação do produto final deteriorado	78
4.4.1 - História da deterioração	79
4.4.2 - Características físico-químicas da polpa deteriorada	82
4.4.3 - Características microbiológicas da polpa deteriorada	84
4.4.4 - Avaliação em conjunto das características estudadas	85
4.5 - Avaliação da cloração da água	88
4.6 - Avaliação da lavagem e esterilização dos tambores reciclados	89
4.7 - Avaliação do vácuo	95
5- CONCLUSÕES.....	96
Anexos	98
Referências Bibliográficas	135

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Fluxograma da produção de concentrado de tomate.....	10
Figura 2.	Fluxograma do processo de produção de concentrado de tomate embalado em tambores de 200 Kg	40
Figura 3.	Montagem para verificação da presença de H ₂ nos tambores.....	58
Figura 4.	Montagem para verificação da presença de CO ₂ nos tambores.....	59
Figura 5.	Espelho tipo retrovisor e lanterna pequena usados para observar o interior dos tambores.	67
Figura 6a.	Aparelhagem utilizada para retirar a água de lavagem dos tambores ...	68
Figura 6b.	Equipamento montado para a retirada asséptica da água de lavagem do tambor.....	69
Figura 7a.	Detalhe dos componentes da aparelhagem elaborada para verificar a recravação da tampa do bocal do tambor	70
Figura 7b.	Equipamento acoplado ao tambor e ao compressor de ar comprimido..	71
Figura 8.	Visualização dos pontos amostrados na linha de processamento e as temperaturas registradas em diversos pontos.....	73
Figura 9a.	Tambores sem tratamento com vapor	90
Figura 9b.	Tambores tratados com vapor durante 10 minutos.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Evolução da cultura do tomate destinado à industrialização no Estado de São Paulo (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 1987 - 1992). ...	2
Tabela 2.	Tempo de destruição térmica dos esporos de <i>Clostridium thermosaccharolyticum</i> (min) (ASHTON, 1984).....	28
Tabela 3.	Bactérias não-esporogênicas, alterações causadas e os produtos do metabolismo (VICINI, 1984).....	31

Tabela 4. Meios, tempos e temperaturas de incubação utilizados na prova de esterilidade comercial e microrganismos detectados (DYER & THOMPSON, 1984).....	52
Tabela 5. Meios, tempos e temperaturas a serem utilizados na determinação de microrganismos deteriorantes de polpa de tomate (CORLETE JR & DENNY, 1984).	63
Tabela 6. Condições internas de tambores contendo polpa deteriorada.....	79
Tabela 7. Avaliação das condições do bocal do tambor e da ocorrência de microvazamento em relação ao tempo de uso de tambores que continham polpa deteriorada.....	80
Tabela 8. Relação entre tipo de estufamento (%) e a data da primeira deterioração observada	81
Tabela 9. Avaliação do odor da polpa deteriorada.....	83
Tabela 10. Microrganismos isolados de amostra de polpa deteriorada.....	84
Tabela 11. Microrganismos isolados até 8 dias, após a observação da primeira deterioração e sua relação com o microvazamento e gases encontrados no tambor	86
Tabela 12. Microrganismos isolados entre 23 e 43 dias, após observação da primeira deterioração e sua relação com presença de microvazamento e de gases no tambor	87
Tabela 13. Microrganismos isolados entre 49 e 82 dias, após a observação da primeira deterioração e sua relação com o microvazamento e gases no tambor.....	88
Tabela 14. Avaliação microbiológica da água de lavagem dos tambores, reutilizados para embalagem de polpa de tomate, tratados e não-tratados com vapor	93

Anexo A. Amostragem na linha de processamento.....	98
Tabela 1. Contaminação do tomate na fase de recepção.	99
Tabela 2. Contaminação da matéria-prima na fase de seleção.....	100
Tabela 3. Contaminação do tomate na fase de desintegração ou trituração.	101
Tabela 4. Avaliação microbiológica do produto após tratamento "hot-break".....	102
Tabela 5. Avaliação microbiológica do produto após concentração e pasteurização.	103
Tabela 6. Avaliação microbiológica do produto no tanque-pulmão de enchimento	104
Tabela 7. Avaliação microbiológica do produto no enchimento.	105
Anexo B. Dados de vácuo e temperatura.	106
Tabela 8. Medidas de vácuo de tambores reciclados, contendo polpa de tomate armazenada para a entressafra.....	107
Tabela 9. Temperatura de água de lavagem dos tomates.....	108
Tabela 10. Temperatura final da pasteurização.....	109
Tabela 11. Temperatura do concentrado na saída do concentrador.....	110
Tabela 12. Temperatura do aquecedor do concentrado.	111
Tabela 13. Temperatura do tanque-pulmão de enchimento.....	112
Tabela 14. Temperatura do enchimento.	113
Tabela 15. Temperatura do ambiente do armazém (armazenagem de tambores cheios e vazios)	114

Anexo C. Avaliação da esterilidade comercial em polpa de tomate.....	115
Tabela 16. Condições gerais de tambores, contendo concentrado de tomate, utilizados para avaliação de esterilidade comercial.....	116
Tabela 17. Avaliação físico-química e microbiológica de concentrado de tomate acondicionado em tambores de 200 Kg	117
Tabela 18. Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) e pH da polpa de tomate nos dias em que foi avaliada a linha de processamento.....	118
Anexo D. Amostragem da polpa deteriorada.....	119
Tabela 19. Tempo de uso e condições gerais do tambor, após retirada da polpa e lavagem.....	120
Tabela 20. Características da deterioração, presença de microvazamento em tambores com concentrado de tomate.	122
Tabela 21. Características físico-químicas da polpa deteriorada.	124
Tabela 22. Peso líquido dos tambores com polpa deteriorada.....	126
Anexo E. Avaliação física e microbiológica dos tambores reciclados, utilizados para embalagem da polpa de tomate.....	127
Tabela 23 Condições dos tambores reutilizados, imediatamente após a lavagem usual na planta de processamento.....	128
Tabela 24A. Condições dos tambores reutilizados, após estocagem em armazém, durante aproximadamente um ano (tambores sem tratamento com vapor).....	129
Tabela 24B. Condições dos tambores reutilizados, após estocagem em armazém, durante aproximadamente um ano (tambores sem tratamento com vapor)......	130

Tabela 25. Microrganismos evidenciados nos tambores reutilizados, imediatamente após a lavagem usual na planta de processamento e sem tratamento posterior com vapor.....	131
Tabela 26. Microrganismos evidenciados em tambores reutilizados, estocados durante um ano, antes do tratamento com vapor.	132
Tabela 27. Microrganismos evidenciados em tambores reutilizados, imediatamente após lavagem usual e tratados com vapor antes de novo uso.....	133
Tabela 28. Microrganismos evidenciados em tambores reutilizados armazenados durante um ano, imediatamente após tratamento com vapor e antes de novo uso	134

RESUMO

Com o objetivo de estabelecer as causas da deterioração do concentrado de tomate, acondicionado em tambores de 200 Kg, foram realizados diferentes estudos numa planta processadora, localizada no estado de São Paulo.

Foram realizadas as avaliações microbiológicas do produto em diferentes pontos da linha de processamento; avaliação microbiológica das condições de limpeza e higienização de tambores reutilizados; avaliação microbiológica do produto final e do produto final deteriorado.

Por outro lado, também foram levantados dados das temperaturas do processo de produção; da cloração da água de resfriamento dos tambores e da hermeticidade da recravação do bocal do tambor.

A qualidade da recravação, seguida de falhas na higienização dos tambores, e a falta de cloração na água de resfriamento apresentaram-se como principais causas da deterioração do concentrado.

A verificação individual da recravação, o correto monitoramento da cloração da água e a adequada limpeza e sanitização dos tambores foram recomendados para minimizar o problema. Soluções alternativas foram comentadas.

SUMMARY

With the objective of determining the origin of the spoilage of tomato concentrate packaged in 200 Kg drums, different studies in a manufacturing plant located in São Paulo State, were carried out.

The microbiological evaluation of the product at different points of the processing line, the evaluation of the processing temperatures, the microbiological evaluation of the cleaning and sanitation of the drums, the evaluation of water chlorination, the microbiological evaluation of the final product, the examination of the spoiled concentrate and the evaluation of the seaming of the drums, were carried out.

Seaming failures, followed by failures in the cleaning and disinfection of the drums and lack of chlorination of the cooling water were the main sources of the deterioration of tomato concentrate.

Control measures such as correct monitoring of the chlorination of the water used for cooling the containers, proper seaming and correct cleaning and sanitation of the drums were recommended.

Alternative solutions were also provided.

1- INTRODUÇÃO

O tomateiro, *Lycopersicon esculentum*, Mill, é uma planta nativa de regiões de clima templado da América do Sul e, por isto, supõe-se que as espécies primitivas existiram na região andina, especificamente no Peru.

A cultura do tomate ocupa o segundo lugar entre as hortaliças cultivadas no Brasil, em termos de importância econômica. O Estado de São Paulo é o maior produtor de tomate, seguido dos Estados de Pernambuco e Bahia (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1989), que são considerados os mais promissores para esta cultura. Existem diferentes variedades comerciais de tomates, sendo o tomate tipo rasteiro destinado à industrialização. Em 1991, a produção de tomate deste tipo, recebida pela indústria para sua elaboração no Estado de São Paulo, foi de 301.4 mil toneladas. (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 1987 - 1992.) Dados obtidos do Instituto de Economia Agrícola mostram a evolução da cultura de tomate destinado à industrialização nos últimos 6 anos (Tabela - 1). Para maior clareza, os dados são divididos nas respectivas áreas de maior produção do Estado de São Paulo, (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 1987 - 1992.)

O período de plantio do tomate situa-se entre os meses de janeiro, fevereiro e março, e a colheita é realizada, em média, cem dias depois do plantio. Desta industrialização começa geralmente a partir do mês de abril ou maio e se estende até o mês de outubro, considerando-se os meses de junho,

julho e agosto como os de maior produção e, conseqüentemente, os de maior industrialização.

Dentre as características desejadas no tomateiro, podem ser citadas as seguintes: alta produtividade e alta resistência a pragas e infecções. Por outro lado, o fruto deve ter alto teor de sólidos e acidez adequada; abundância de licopeno (pigmento que lhe confere a cor vermelha) e outros pigmentos carotenóides; teor elevado de vitamina C; firmeza de textura e reduzida quantidade de fibras e sementes; uniformidade de maturação; alto rendimento em polpa e peso variando de 80 a 120 gramas. (CAMARGO & CAMARGO, 1980.)

Tabela 1- Evolução da cultura de tomate destinado à industrialização no Estado de São Paulo. (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 1987 - 1992.)

DIVISÃO REGIONAL AGRÍCOLA	PRODUÇÃO (X 1000 TON) ANO					
	1986	1987	1988	1989	1990	1991
SOROCABA	2	5	4	1.1	1.5	4.7
RIBEIRÃO PRETO	60	90	91	74.9	70.6	65.8
BAURU	20	10	5	8.1	2.5	5.9
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	42	45	49	65.7	57.4	54.3
ARAÇATUBA	101	95	81	110.5	114.3	108.8
PRESIDENTE PRUDENTE	74	65	60	65.5	39.5	58.3
MARÍLIA	21	5	6	3.3	11.6	3.5
TOTAL ESTADO DE SÃO PAULO	320	320	296	329.1	279.4	301.4

Informações obtidas de diferentes indústrias processadoras de tomate, indicam a ocorrência de perdas de concentrado durante a entressafra, devido a deterioração do produto. Estas perdas podem ocasionalmente ser da ordem de 10 % da produção e para diminuí-las, parte do produto deteriorado é

reprocessado, o que envolve a elevação dos custos de produção, devido ao maior consumo de energia, tempo e mão-de-obra. Este reprocessamento também prejudica a qualidade do produto final.

Os objetivos deste trabalho foram:

- identificação, na linha de processamento de concentrado de tomate, de pontos onde possam ocorrer sobrevivência, multiplicação ou recontaminação com microrganismos capazes de deteriorar o produto final;
- identificação de microrganismos deteriorantes do produto acabado e eventualmente avaliação da sua resistência térmica;
- avaliação da contaminação dos tambores quanto a sua possível contribuição à deterioração do produto final.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CONCENTRADO DE TOMATE.

O fluxograma do processamento de concentrado de tomate pode ser visto na figura 1.

2.1.1 Recepção

O tomate chega à indústria a granel ou em caixotes de madeira, sendo descarregados num túnel com esteira transportadora e jatos de água que facilitam o transporte e a manipulação dos frutos, além de contribuir à pré-lavagem dos mesmos.

As seguintes observações devem ser feitas na recepção:

- a- presença de frutos verdes ou muito amadurecidos;
- b- uniformidade da cor;

c- estado dos tomates (deterioração por bolores, presença de insetos, etc.);

d- condições de transporte (limpeza do caminhão e estado dos caixotes). (SADIR, 1976.)

2.1.2 Lavagem

É a operação essencial para a remoção de impurezas aderidas à casca, como solo, resíduos superficiais de defensivos agrícolas ou qualquer outra substância estranha ao fruto (MINAMI & FONSECA, 1982). Junto com o solo podem estar presentes contaminantes biológicos, bactérias, fungos, ovos e larvas de moscas e sujidades. Qualquer resíduo desta natureza, no produto final, vai em detrimento da sua qualidade. Assim, a operação de lavagem torna-se um passo essencial no processamento do tomate. (GOULD, 1974.)

A lavagem inclui duas operações; a primeira consiste na imersão do fruto em tanques com água agitada com jatos de ar ou com braços mecânicos. A agitação ajuda à remoção de frutos estragados ou amolecidos, assim como ovos e larvas da mosca *Drosophila* (GOULD, 1974). Estudos têm indicado que, se a água desta operação for morna, facilita-se o amolecimento do solo e outros materiais aderidos ao fruto (MINAMI & FONSECA, 1982). Numa segunda operação, os tomates são levados a um segundo tanque através de um rotor, que contém água clorada a 6-8 ppm de cloro residual livre (MINAMI & FONSECA, 1982). O tempo de permanência dos tomates no tanque deve ser de aproximadamente 3 min, sendo a seguir conduzidos por uma esteira de rolos giratórios, sobre a qual caem jatos de água clorada (contendo 10-20 ppm de cloro residual livre), a uma pressão adequada, geralmente 130 psi que incidem sobre a fruta, de modo a retirar adequadamente as impurezas. (GOULD, 1974.)

Segundo GOULD et alii (1959), a água de imersão pode conter um agente tensoativo o qual pode reduzir em até 86 % as larvas e ovos de *Drosophila* (GOULD, 1974). O uso de água clorada contribui para diminuir a contaminação por microrganismos termófilos, como *Bacillus coagulans* e *Clostridium pasteurianum*, (MINAMI & FONSECA, 1982). Após a operação de lavagem, os tomates são conduzidos através de uma esteira transportadora para a mesa de seleção.

2.1.3 Seleção

Esta operação inclui uma classificação e seleção dos frutos adequados para o processamento. Isto significa eliminação de frutos verdes, moles, com rachaduras, remoção de partes do fruto, com áreas escuras ou necrosadas, e de frutos com partes emboloradas ou áreas deterioradas por insetos ou pelo sol (SADIR, 1976). O rigor da seleção depende da qualidade do produto final que se deseja obter. A utilização de tomates, com excesso de áreas infetadas por bolores ou necrosadas, resulta em valores elevados da percentagem de campos positivos, com filamentos de fungos no produto final (GOULD, 1974), evidenciada na contagem pelo método de Howard. Por outro lado, a utilização de tomates verdes resulta em um produto final de coloração castanha pela transformação da clorofila em feofitina, durante o aquecimento (BELITZ & GROSCH, 1985), razão pela qual deve ser evitada sua utilização. Para uma eficiente seleção, a mesa possui rolos giratórios, possibilitando que o fruto seja totalmente exposto ao selecionador, facilitando a operação. A esteira que conduz os tomates deve estar ocupada em aproximadamente 50 % da sua capacidade total e deve ter uma alimentação uniforme. O selecionador deve ter a capacidade de diferenciar os frutos inadequados daqueles que podem ser

utilizados; e a área de seleção deve estar bem iluminada para facilitar a operação.

2.1.4 Desintegração ou Trituração

O tomate selecionado deve ser triturado ou despedaçado para liberar a polpa que, após a retirada das sementes e pele e da operação de "*finisher*", constitui a matéria-prima para o concentrado. Existe uma grande variedade de trituradores, mas o princípio é sempre o mesmo. O equipamento construído em aço inoxidável consiste de um cilindro inserido dentro de uma carcaça ou cofre que possui facas, dentes ou martelos fixos. Por outro lado, o cilindro também possui estes dispositivos, mas de forma móvel, de modo que, ao girar através de um motor, provocam a ruptura do fruto. A desintegração pode ser realizada em temperatura ambiente ou a quente, dependendo de ser utilizado o método *hot break* ou *cold break*. (GOOSE & BINSTED, 1964.)

2.1.5 Tratamento Térmico

O tratamento térmico a que é submetido o tomate, imediatamente após a desintegração, tem os seguintes objetivos:

a- inativação das enzimas pectinolíticas que, durante a desintegração do fruto, são liberadas das células e imediatamente atuam na degradação das substâncias pécticas, diminuindo a consistência do suco;

b- facilitar a retirada de sementes e pele durante a operação de despulpamento e refinação;

c- facilitar a liberação de substâncias gelatinosas que envolvem a semente e que, em conjunto com a pectina, conferem viscosidade ao suco.

O tratamento térmico pode ser do tipo *cold break* ou quebra a frio, em que a trituração é feita com o tomate aquecido à temperatura de 60 °C - 70 °C. Estes equipamentos são construídos de aço inoxidável, o qual contribui para o amolecimento dos tecidos, porém o efeito de inativação enzimática é mínimo. Com este tratamento, consegue-se manter a cor com prejuízo da consistência do suco. O tratamento térmico do tipo *hot break* consiste no aquecimento imediato da polpa triturada à temperatura de 88 °C - 90 °C, por 1 a 2 minutos (MINAMI & FONSECA, 1982). Isto garante a inativação das enzimas pécicas, resultando um produto altamente viscoso, porém com detrimento da cor. Segundo MORESI & LIVEROTTI (1982), o tratamento tipo *cold break* é mais amplamente usado na Europa, já que o mercado prefere produtos de cor mais viva. Por outro lado, o mercado brasileiro prefere produtos mais consistentes, apesar da alteração na cor.

O equipamento utilizado no Brasil é geralmente um trocador de calor do tipo tubular e carcaça horizontal, em que, pelo interior dos tubos, circula o tomate triturado, enquanto na carcaça temos vapor. O produto faz um percurso pelos tubos até atingir a temperatura e tempo desejado. Em nosso meio, as fábricas de pequeno porte utilizam tachos com camisa de vapor abertos.

A enzima que deve ser inativada, em primeiro lugar, é a pectinaesterase, que desmetoxila os ácidos pectínicos (ésteres metílicos do ácido poligalacturônico), produzindo ácidos pécicos (ou ácido poligalacturônico). A segunda enzima a ser inativada é a poligalacturonase, que atua sobre os ácidos

pécticos, exercendo uma ação despolimerizante que conseqüentemente leva à perda de consistência do suco. (WEUBECK, 1975.)

2.1.6 Despulpamento ou Extração

Após tratamento térmico, o produto é bombeado ao despulpador que consiste em uma peneira em forma de cilindro com furos de 1,0 a 1,2 mm, permitindo a remoção de sementes e pele. No interior do cilindro, existe um batedor giratório, ou um parafuso sem fim, que espreme o produto triturado contra as suas paredes, permitindo a separação das sementes e pele pelo fundo do equipamento, enquanto o suco atravessa os furos da peneira. (MINAMI & FONSECA, 1982.)

2.1.7 Refinação

Consiste na passagem do produto, através de uma peneira que pode estar acoplada ao despulpador. Caracterizam a peneira furos que podem variar de 0.7 mm a 0.4 mm de diâmetro. Esta operação permite a separação de fragmentos de sementes e pele. Segundo GOOSE & BINSTED (1964), uma extração de 70 % mantém as características organolépticas boas, ao passo que uma extração maior compromete o sabor.

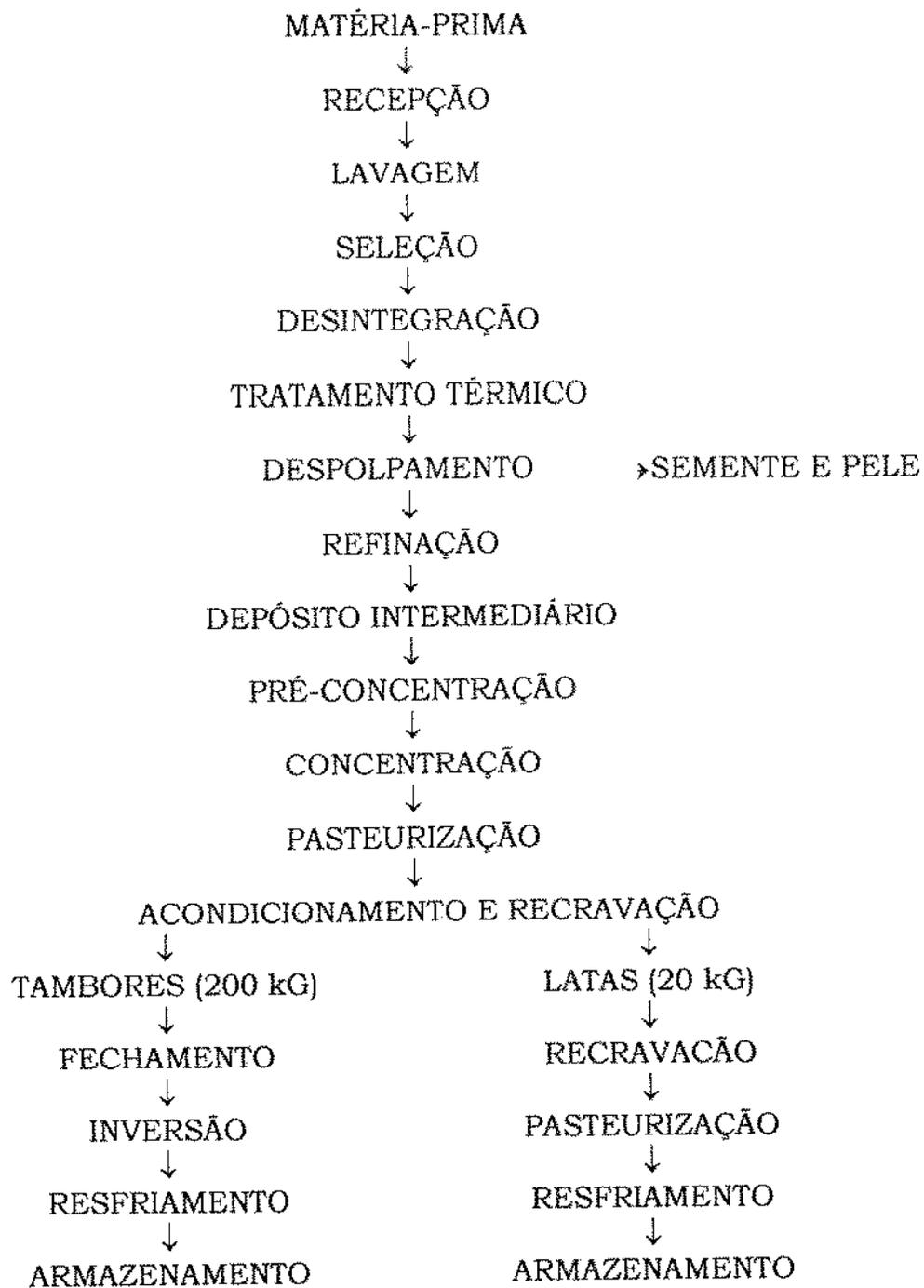


Figura 1-Fluxograma da produção de concentrado de tomate.

2.1.8 Depósito Intermediário ou Tanque Regulador

Ao sair do processo de refinação, o suco é bombeado para um tanque de aço inoxidável. Este depósito, que tem a finalidade de alimentar a linha de concentração, deve ter uma capacidade suficiente para alimentar os concentradores, por um tempo não menor de meia hora, caso ocorra algum problema na linha. Neste ponto podem ser feitas determinações do teor de sólidos solúveis, acidez e pH.

2.1.9 Pré-Concentração e Concentração

Denomina-se **concentrado de tomate** o produto obtido da eliminação de parte da água, do suco resultante da trituração e refinação do tomate. Assim, o concentrado adquire diversas denominações que correspondem aos diferentes graus de concentração (MINAMI & FONSECA, 1982). Os tomates usados para produzir concentrados devem ser de muito boa cor, sabor e aroma, adequada acidez e elevado teor de açúcares. Um teor de sólidos solúveis relativamente alto permite um menor consumo de energia e melhor qualidade do produto final. A concentração para a conservação do tomate é justificada pela estabilidade microbiológica que proporciona devido à redução da atividade da água; e também, pela diminuição de custos em quanto a elaboração, armazenamento e transporte devido à redução do volume. (RODRIGO, 1984.)

A concentração é feita em intercambiadores de calor, tipo evaporadores, em que a água contida no suco de tomate é transformada em vapor através da transferência de calor de um meio, como vapor saturado, ao produto que se

deseja concentrar. Normalmente os evaporadores trabalham a vácuo, conseguindo com isto redução na temperatura de ebulição do suco, o que permite trabalhar com temperaturas de aproximadamente 62 °C. Isto permite que, as propriedades organolépticas e nutricionais do produto sejam conservadas.

Existem diferentes tipos de evaporadores, dependendo do porte da indústria, podendo variar desde um evaporador tipo Bulle a vácuo, de simples efeito em um único estágio, até evaporadores contínuos e semicontínuos de múltiplos efeitos e vários estágios.

A pré-concentração é geralmente realizada em evaporadores abertos ou tachos, providos de agitador, para facilitar a transferência de calor e evitar a acumulação e queima do produto. Neste estágio, o suco passa de um teor de sólidos totais de 5 % para 12 %, e a temperatura alcançada varia de 40 °C a 42 °C. É nesta etapa que ocorre a maior remoção de água por evaporação.

A concentração é feita até atingir a porcentagem de sólidos totais desejada. No sistema contínuo, a polpa pré-concentrada ou sem concentrar é alimentada, no equipamento, por uma extremidade do sistema, saindo produto concentrado, continuamente, pela outra extremidade. No sistema descontínuo, a polpa natural ou pré-concentrada é aquecida e, a medida que vai diminuindo o volume, adiciona-se mais polpa, de maneira a manter-lo constante, até obter a concentração desejada. Os evaporadores a vácuo proporcionam um produto de melhor qualidade, com maior retenção de cor e aroma de tomate fresco, devendo-se isto às baixas temperaturas alcançadas durante o processo de concentração. Após esse processo, o produto pode ser diretamente transformado em purê, massa de tomate, catchup ou acondicionado para terceiros. A polpa pode ser concentrada até um teor de sólidos totais situado

entre 18 % e 33 %, o qual vai depender da finalidade e da indústria processadora.

2.1.10 Pasteurização

A pasteurização é um passo necessário para a eliminação de microrganismos deterioradores de baixa resistência térmica, já que a temperatura, na fase final da concentração, raramente ultrapassa 65 °C - 70 °C (MINAMI & FONSECA, 1982). Para tal fim, eleva-se a temperatura do concentrado a 85 °C - 90 °C, por um tempo de 1 a 2 minutos em um intercambiador de calor tipo tubular ou de superfície raspada. Em determinadas ocasiões, a pasteurização se realiza a 100 °C, como é o caso de concentrado de tomate embalado assepticamente e armazenado em bolsas de 200 Kg (LE MAIRE, 1981). É indispensável que toda a massa receba um tratamento homogêneo para assegurar a estabilidade microbiológica. Assim, a agitação garante uma completa transferência de calor e proporciona proteção às propriedades organolépticas do produto.

2.1.11 Acondicionamento e Fechamento

A polpa concentrada pode ser acondicionada em dois tipos de embalagem: em latas de 20 kg ou em tambores de 200 kg, podendo ainda utilizar o moderno sistema de embalagem asséptica. No caso das latas de 20 Kg, enche-se a lata com o produto a uma temperatura não inferior a 85 °C, recrava-se a tampa e inverte-se a lata, por cinco minutos, para esterilização da

tampa. Este sistema é pouco usado no nosso meio devido a problemas de recravação e à perda econômica que resulta, em virtude da grande quantidade de latas a serem utilizadas e que não serão reutilizadas posteriormente. No caso dos tambores de 200 Kg, estes sofrem primeiro uma pré-esterilização com vapor a 120, °C por 10 minutos, seguida de enchimento, através de uma tubulação de aço inoxidável que é introduzida até o fundo do tambor. A medida que se efetua o enchimento, o tubo vai subindo, sendo assim evitada a incorporação de ar. Novamente, a temperatura de enchimento deve ser no mínimo de 85 °C, para que o vapor do produto expulse o ar do interior do tambor e possa formar-se vácuo. A seguir, a tampa é recravada e o tambor invertido por 5 minutos.

Segundo LE MAIRE (1981), no sistema de enchimento asséptico, os tambores são estanhados e envernizados interiormente; o concentrado é pasteurizado a 100 °C e resfriado a vácuo até 30 °C. Logo o enchimento se realiza, em câmara asséptica, nos tambores que têm sido previamente esterilizados a 120 °C.

2.1.12 Resfriamento

O resfriamento das latas de 20 Kg é feito por aspersão de água clorada (5 ppm de cloro residual livre) até a temperatura do produto alcançar 40 °C. No caso dos tambores, por conterem um volume maior, estes devem sofrer uma operação de resfriamento mais prolongada para evitar alterações organolépticas e nutricionais do produto. Para tal propósito, os tambores são colocados em um resfriador rotativo, que consiste de um tanque, no fundo do qual há rodas de ferro, cobertas com borrachas e que giram acionadas por um motor. O tambor é colocado deitado sobre as rodas e efetua um movimento de rotação, incidindo

sobre ele, ao mesmo tempo, jatos de água clorada. Cada tambor recebe água por, aproximadamente, noventa minutos ou até a temperatura do produto alcançar 40 °C.

2.1.13 Armazenamento

As latas e tambores são normalmente armazenados em temperatura ambiente. No caso de haver problemas microbiológicos, estes aparecerão provavelmente logo nas primeiras semanas de armazenamento. Alterações das características nutricionais e organolépticas poderão eventualmente ocorrer como consequência de instabilidade do produto ou por interações entre o produto e o material de embalagem, sendo que a velocidade destas alterações dependerá, em grande parte, do tempo e temperatura de armazenamento (CATALÁ, 1985). Segundo MORESI & LIVEROTTI (1982), produtos de tomate armazenados entre 12 °C a 24 °C retêm suas características de sabor e aparência por 18 meses, se a umidade relativa do ar for mantida baixa, de modo a evitar a condensação do vapor de água e enferrujamento da lata.

2.2 - MICROBIOTA DO TOMATE

O tomateiro é muito suscetível a enfermidades causadas por vírus, fungos e bactérias que causam a deterioração do fruto. A carga microbiana aumenta à medida que o fruto entra em contato com o solo. MUNDT & NORMAN (1982) estudaram a relação de metabiosis existente entre as bactérias e os fungos, já que estes últimos proporcionam ambiente favorável às bactérias,

com a elevação do pH na área afetada. Estes pesquisadores destacam que os bolores dominantes são *Alternaria*, *Fusarium*, *Cephalosporium*, *Geotrichum*, *Epicoccum*, *Mucor*, *Cladosporium* e *Penicillium*. É possível também encontrar bolores do gênero *Byssochlamys*. Embora o solo só atue como um reservatório dos ascósporos, o tomate, ao entrar em contato com ele, poderia ser suscetível à contaminação por este e outros bolores termoresistentes. (HOCKING & PITT, 1984.)

As bactérias encontradas no local da lesão são, na maioria, ácido tolerantes como *Erwinia* e *Enterobacter*. Também podem ser encontradas *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus faecalis* e algumas leveduras (MUNDT & NORMAN, 1982). Outras bactérias, normalmente presentes nos tomates, são as do gênero *Bacillus* e *Clostridium*.

2.3 - MICRORGANISMOS DETERIORADORES DOS PRODUTOS DE TOMATE.

2.3.1 Fungos

Dentre os microrganismos deterioradores de produtos de frutas, e também de tomate, podem ser citados os bolores e as leveduras que são microrganismos de baixa resistência térmica (HOCKING & PITT, 1984; MUNDT & NORMAN, 1982). A maioria dos bolores existentes nos tomates são pouco resistentes ao calor e, por esta razão, os casos de deterioração, nos quais eles estão incriminados, são geralmente atribuídos à recontaminação após o processamento ou ainda a um subprocessamento grosseiro. Uma exceção são

os bolores dos gêneros *Byssochlamys*, *Neosartorya*, *Talaromyces*, *Eupenicillium* e algumas espécies de *Penicillium* que apresentam estruturas resistentes a tratamentos térmicos a 85 °C por 30 minutos, ou a 70 °C por 2 horas. A espécie *Byssochlamys fulva* é a que apresenta maior resistência térmica seguida, de *B. nivea*. Esta resistência pode ser modificada pelo pH, pela atividade de água e pela presença de conservadores como o metabissulfito de sódio. Níveis elevados de açúcar aumentam a resistência dos esporos ao calor. (HOCKING & PITT, 1984.)

Segundo VICINI (1986), a deterioração causada por bolores, em concentrado de tomate, manifesta-se pela presença de um micélio superficial, acompanhado ou não de estufamento do recipiente, devido à produção de gás. As espécies de *Byssochlamys* desenvolvem-se em ambientes com baixa tensão de oxigênio e, nestas condições, em produtos líquidos, há fermentação com produção de CO₂ e visível estufamento da embalagem. Se houver pequena quantidade de oxigênio no espaço livre de copos ou garrafas ou, se houver uma lenta permeabilidade de oxigênio através da embalagem, como no caso das do tipo Tetra-Brik, esta quantidade poderá ser suficiente para este bolor se desenvolver. A principal alteração, causada por bolores termoresistentes do gênero *Byssochlamys*, é a modificação da textura de conservas de frutas enlatadas, devido à atividade hidrolítica das enzimas produzidas pelo bolor, que hidrolizam os tecidos das frutas. Por outro lado, quando o desenvolvimento se dá em sucos de frutas ou bebidas de frutas, poderá haver produção de odores indesejáveis e, algumas vezes, poderá ser observada a presença de micélio. (SPLITTSTOESSER & KING, 1984.)

A espécie de *Neosartorya fischeri*, comumente conhecida como *Aspergillus fischeri*, apresenta esporos que resistem à ebulição por 60 minutos. Esta resistência também depende da influência de vários fatores como a idade

dos esporos, da concentração de açúcar e pH do meio. (HOCKING & PITT, 1984.)

Em sucos de frutas e produtos à base de frutas, são comumente encontradas as espécies *T. flavus* e *T. bacillisporus* (HOCKING & PITT, 1984). Algumas espécies do gênero *Eupenicillium*, que também apresentam estruturas termoresistentes, são ocasionalmente causadoras de deterioração em alimentos. Segundo HOCKING & PITT (1984), também podem estar incriminados em deterioração de alimentos algumas espécies de *Penicillium* que desenvolvem estruturas termoresistentes chamadas esclerócios.

Estudos realizados por VICINI (1986) demonstraram que, as alterações causadas por bolores e leveduras nos produtos de tomate, são geralmente devidas ou a um insuficiente tratamento térmico ou a uma contaminação pós-processamento. Quando a deterioração é causada por leveduras, há estufamento da embalagem com produção de CO₂, etanol, ácido butírico, ácido fórmico, ácido láctico, ácido succínico e 2-3 butanodiol. A causa provável da deterioração é dada pela contaminação pós-processamento, que pode ser devida à insuficiente hermeticidade da embalagem, permitindo a entrada de microrganismos contaminantes através do ar, ou a contaminação pela água utilizada para o resfriamento da embalagem VICINI (1984), ou também provavelmente a uma insuficiente limpeza e esterilização das embalagens, especialmente se estas são reutilizadas, como ocorre com os tambores de 200 kg usados para concentrados.

Em estudos realizados na Itália por VICINI (1986), foi constatada a contaminação de suco de tomate, embalado assepticamente, por bolores produtores de gás, fato comum neste tipo de processamento. O estudo concluiu que a causa provável da contaminação poderia ser atribuída à resistência de certos bolores ao peróxido de hidrogênio, utilizado para a esterilização da embalagem. Tem sido demonstrado que, certos tipos de bolores deteriorantes

dos frutos resistem ao tratamento com H_2O_2 a 60 %, utilizado na esterilização do papel de embalagens Tetra-Brick. Um exemplo destes bolores é a espécie *Mucor spinescens*, que apresenta crescimento em condições tais como as oferecidas pelas embalagens Tetra-Brick, a ponto de deteriorar o produto e produzir o estufamento da embalagem após 5 - 6 dias a 25 °C (VICINI, 1986). Em alguns casos de deterioração por bolores, pode não ocorrer estufamento da embalagem e o pH pode ter uma ligeira elevação ou permanecer constante.

Outro tipo de problema causado por bolores é a produção de micotoxinas por parte de algumas espécies. Dentro das espécies potencialmente produtoras de micotoxinas, que têm sido isoladas de tomates, podem ser citadas: *Penicillium viridicatum*, produtor de citrinina e ácido micofenólico, *Penicillium expansum*, produtor de citrinina e patulina, *Alternaria solani*, produtor de ácido tenuazônico e alternariol-metil-éter, *Alternaria alternata*, que produz ácido tenuazônico, alternariol e alternariol-metil-éter, a espécie *Fusarium sulphureum*, produtor das toxinas T-2, HT-2 e neosolaniol (HARWING et alii, 1979; SPECK & SHEFER, 1984), *Byssoschlamys nivea*, produtor de patulina e *B. fulva*, produtor de ácido bissoclâmico. (SPLITTSTOESSER & KING, 1984.)

Outro problema de saúde pública, associado aos fungos de maneira indireta, pode ser o desenvolvimento de *Clostridium botulinum*, já que, quando os primeiros se desenvolvem na superfície de produtos ácidos (ex. suco de tomate), podem utilizar os ácidos elevando o pH inicial desta camada superficial, enquanto o resto do produto permanece com o pH inalterado. Em produtos embalados em recipientes herméticos, armazenados em temperatura ambiente, a elevação do pH pode ser propícia para que os esporos de *Clostridium botulinum*, eventualmente presentes na superfície, germinem, se multipliquem e produzam toxina botulínica.

HUHTANEN et alii (1976) estudaram amostras de suco de tomate com pH ajustado a 4,2; 4,6 e 5,2, inoculadas com esporos de *Cladosporem sp*, *Penicillium sp* e uma suspensão de esporos de *C. botulinum* tipos A e B. Estas amostras desenvolveram gradientes de pH, variando de acordo com o pH inicial e com a profundidade onde foi feita a medida. Por exemplo, para uma linhagem com pH inicial de 4,2, houve aumento para 5,8 e, de acordo com a profundidade, o valor de pH variou de 5,8 a 4,3. Nestas condições, algumas amostras artificialmente inoculadas com *C. botulinum* tipo B, produziram toxina botulínica. Os estudos concluíram que, não somente o pH influencia a germinação dos esporos de *C. botulinum*. Esta também depende de outros fatores, tais como história da célula vegetativa, especialmente no que se refere à exposição a ácidos, tamanho do inóculo de esporos, linhagem e temperatura de incubação. (HUHTANEN et alii, 1979.)

2.3.2 Bactérias

2.3.2.1. Bactérias Esporogênicas

Dentro deste grupo, podemos mencionar as bactérias anaeróbias mesófilas como o *Clostridium butyricum* e o *Clostridium pasteurianum*, as aeróbias mesófilas como *Bacillus macerans* e *B. polymyxa* e as aeróbias facultativas termófilas como *Bacillus coagulans*, que apresentam esporos. A maioria das espécies bacterianas esporogênicas aeróbias e anaeróbias são incapazes de desenvolver-se num pH relativamente baixo como o do tomate (inferior a 4,6). Embora os esporos sobrevivam ao tratamento térmico, estes não poderão germinar e se desenvolver (VICINI, 1984). Porém, existem grupos de

bactérias esporogênicas, que por diferentes motivos, podem estar presentes em produtos de tomate não-concentrados ou de baixa concentração, sendo eles o termófilo *Bacillus coagulans* e os mesófilos anaeróbios, indicados coletivamente como clostrídios butíricos (*Clostridium butyricum*, *C. pasteurianum*). (VICINI, 1984.)

Segundo DENNY (1981), até os anos 30, a deterioração por microrganismos termófilos foi a principal causa de alterações de alimentos enlatados. Geralmente as alterações eram causadas por contaminação pós-processamento ou por subprocessamento, embora possa haver problemas de contaminação, a partir de equipamentos ou matéria-prima na linha de processamento. As bactérias termófilas adquirem importância, especialmente se equipamentos, com resíduos de produtos, são mantidos em temperaturas que favoreçam o desenvolvimento de termófilos, podendo constituir fontes de contaminação. As bactérias termófilas reproduzem-se e formam esporos mais rapidamente que as mesófilas. Por esta razão, a limpeza torna-se uma operação importante e necessária para manter seu número baixo. Os esporos são mais termoresistentes que os dos mesófilos anaeróbios, não produzem toxinas e alguns podem permanecer remanescentes, sem germinar em produtos de baixa acidez (pH maior que 4,6). Algumas práticas que devem ser levadas em consideração, na indústria processadora de tomate, para evitar a deterioração termófila são:

a- eliminação de vazamentos de vapor dos equipamentos, evitando queda das temperaturas e, conseqüentemente, inadequado tratamento térmico;

b- boa sanificação das linhas de processamento com freqüente limpeza já que, como mencionamos anteriormente, equipamentos e resíduos de produto podem constituir fontes de contaminação;

c- manutenção da temperatura do produto antes e durante o enchimento das embalagens na faixa de 85 - 90 °C;

d- resfriamento das embalagens até a temperatura de 40 °C ou inferior, se possível;

e- estocagem das embalagens a temperaturas inferiores a 30 °C;

f- manutenção de uma boa circulação de ar no lugar da estocagem das embalagens (DENNY, 1981).

O principal microrganismo termófilo envolvido na deterioração de produtos ácidos, especialmente produtos de tomate, é o *Bacillus coagulans*. A alteração causada nos produtos de tomate é, do tipo "flat sour" ou acidez plana, em que ocorre leve abaixamento do pH do produto (0,3 a 0,5 unidades de pH) pela produção de ácido láctico e acético principalmente, sendo também produzidas outras substâncias como 2,3 butanodiol, etanol e acetoina. Há também o aparecimento de odores não característicos. A embalagem com conteúdo deteriorado permanece normal, pois não há produção de gás, mas poderá haver uma pequena alteração do vácuo. O *B. coagulans* é termófilo facultativo e os seus esporos requerem temperaturas elevadas para germinar (45 °C), ao passo que as células vegetativas se desenvolvem num amplo intervalo de temperatura de 15 - 60 °C. (VICINI, 1984.)

Do ponto de vista da resistência térmica, os esporos possuem um tempo de redução decimal ($D_{100}^{\circ\text{C}}$) de 2 - 9 minutos, quando o pH é 4,3, e um valor de z de 7 °C que aumenta com o aumento do pH (VICINI, 1984). A resistência térmica incrementa-se, quando são usadas temperaturas mais elevadas para esporulação; por exemplo, a esporulação a 45 °C produz esporos com $D_{93}^{\circ\text{C}}$ igual a 19 min, e quando ocorre a 30 °C, os esporos apresentam $D_{93}^{\circ\text{C}}$ igual a 6 minutos. (THOMPSON, 1981.)

Os esporos de *Bacillus coagulans* podem ser isolados a partir do solo. Em tomates não lavados tem sido encontrados de $6,5 \times 10^1$ a $1,1 \times 10^3$ esporos/g (THOMPSON, 1981), sendo a carga de esporos diretamente proporcional à quantidade de solo aderido. Desta forma, torna-se importante no processo de lavagem, a imersão e a aspersão dos tomates com água. Outra fonte dos esporos são as linhas de produção (transportadores como correias e canais) em plantas de processamento de tomates.

Para prevenir a deterioração dos produtos de tomate por microrganismos termodúricos são importantes as seguintes considerações:

a- o transportador com rolos giratórios em conjunto com aspersores de água durante a lavagem, remove com mais eficácia o solo e, simultaneamente, reduz a contagem de esporos termodúricos;

b- a água do tanque de imersão, com temperatura superior a 25 °C, também contribui para remoção de microrganismos deterioradores;

c- ambientes úmidos provocam uma maior contagem de esporos nos tomates;

d- a colheita mecânica dos tomates resulta num aumento na carga de esporos, comparada com a manual, porém uma operação de lavagem completa reduz a sua magnitude de 10 vezes para 2 vezes. (THOMPSON, 1981.)

Uma rotina eficiente de limpeza e desinfecção deve ser efetuada nos equipamentos em contato com o produto como tubulações, bombas, tanques, válvulas e nas instalações da planta de processamento. Esta pode ser monitorada visualmente quando possível, ou por retirada de amostras e incubação de águas de lavagem, água dos aspersores ou material recolhido a partir destes lugares; outras superfícies das linhas mais acessíveis podem ser monitoradas pela técnica de impressão, utilizando placas Rhodac ou zaragatoas

diretamente com meio "*acidified protease-peptone agar*", comumente conhecido como "*thermoacidurans agar*" e incubação a 50 °C. (THOMPSON, 1981.)

No que diz respeito à deterioração por vazamento, a principal causa é, provavelmente, a inadequada manipulação das embalagens, após o enchimento e resfriamento, principalmente se estas são deixadas úmidas. Por esta razão, o desenho e a correta instalação dos equipamentos, assim como um adequado processo de resfriamento, são extremamente necessários. Embora produtos com pH menor que 4,0, como sucos de frutas, molhos e purês de tomate, considerados normalmente estéreis, possam conter esporos de *Bacillus coagulans*, não sofrem deterioração, devido à inibição pelo pH (THOMPSON, 1981) já que o mínimo para o desenvolvimento das células vegetativas é 4,02. (SEGMILLER e EVANCHO, 1992.)

No caso de concentrado de tomate, devido à alta concentração do produto (20 °Brix a 32 °Brix), problemas de natureza microbiológica deveriam ser menores. Contudo, o processo de pasteurização é fundamental para destruir microrganismos de baixa resistência térmica (bactérias lácticas, leveduras e bolores), responsáveis pelas possíveis alterações. Assim, a temperatura de pasteurização deve ser superior a 85 °C e toda a massa deve receber um tratamento tempo/temperatura homogêneo. Segundo VICINI (1984), se ocorrer deterioração neste tipo de produto, a microbiota típica será representada por células vegetativas e sempre será igual à encontrada, quando ocorrer um insuficiente tratamento térmico ou uma contaminação pós-processamento.

No nosso meio, a temperatura de pasteurização do produto a ser embalado em tambores de 200 Kg, é em geral, 90 °C - 96 °C, porém algumas indústrias, como margem de segurança do tratamento térmico, aplicam temperaturas de até 100 °C, embora a qualidade do produto final seja afetada.

Em estudo realizado por VICINI em 1986, foi observada a deterioração de concentrado de tomate com 18 a 20 % de sólidos totais pelas espécies mesófilas de *Bacillus*, como *Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *B. brevis*, *B. circulans* e *B. pumilus*, que são incapazes de se desenvolverem em ambiente ácido. Na pesquisa, foi observado abundante crescimento na superfície sem produção de gás e sem causar variação do pH, sendo atribuída provavelmente a uma contaminação pelo esporo, durante a recravação da tampa. Ao se realizarem estudos, verificou-se que *B. cereus* e *B. pumilus* são os mais resistentes ao tratamento térmico aplicado a suco de tomate em pH 4,3, apresentando um valor de $D_{90}^{\circ C}$ de 3,7 a 5,7 respectivamente, valor inferior ao valor D, que é aplicado para o tratamento térmico deste produto. O mesmo estudo revela que só o *Bacillus subtilis* desenvolve-se em concentrado de tomate com 18 % de sólidos totais, só em pH 4,5 e após 30 dias de incubação a 30 °C. (VICINI, 1986.)

Por outro lado, os clostrídios butíricos, aos quais pertence o *Clostridium butyricum* e o *Clostridium pasteurianum*, são não-patogênicos, mesófilos anaeróbios, formadores de esporos, crescem nas temperaturas ótimas de 28,4 a 32 °C, produzem deterioração gasosa, com abundante produção de gás (hidrogênio e CO₂), e há estufamento da embalagem. Há formação principalmente de ácido butírico, ácido acético, butanol, acetona e acetoína, o produto apresenta-se fermentado e com odor butírico. (VICINI, 1984; ASHTON, 1981.)

Segundo VICINI (1986), a possibilidade de contaminação por clostrídios butíricos só se dá por insuficiente tratamento térmico. Assim, em produtos de tomate não-concentrados ou de baixa concentração, é necessário que o tratamento térmico seja drástico, o que naturalmente vai em detrimento da qualidade do produto. Estudos do mesmo pesquisador têm demonstrado que a deterioração por clostrídios butíricos ocorre mais por incorreta acidificação do tomate do que por insuficiente tratamento térmico, já que o intervalo de pH

pode variar de 4,1 a 4,5. Para corrigir esta situação, é permitida a adição de ácido cítrico para reduzir o pH a 4,1 (VICINI, 1984). Se o pH do produto estiver acima de 4,2, embora seja respeitada a temperatura de pasteurização (95 °C), é possível que se dê o desenvolvimento dos esporos dos clostrídios butíricos (VICINI, 1984). Em suco de tomate, o valor $D_{100\text{ °C}}$ do esporo mais resistente é 1-2 minutos, quando o pH é de 4,5 e o valor de z é 10 °C. O fruto fresco pode conter aproximadamente 10^4 esporos/g; portanto, o pH e a temperatura são importantes parâmetros a considerar. Quanto menor a população de esporos e menor o pH, maior a estabilidade microbiológica. Estudos têm demonstrado que a possibilidade de germinação dos esporos dos clostrídios butíricos diminui 10 vezes por cada 0.1 unidade de abaixamento do pH abaixo de 4,7. (VICINI, 1984, 1986.)

Outra bactéria esporogênica anaeróbia termófila, envolvida em deterioração de produtos enlatados, como espaguete com tomate, molhos, batata-doce, abóbora, sopa de vegetais e que também têm causado deterioração de produtos ácidos, tais como frutas e tomates com pH entre 4,1 e 4,5, é o *Clostridium thermosaccharolyticum* (ASHTON, 1981). Este microrganismo encontra-se amplamente distribuído no solo e ocorre freqüentemente em ingredientes, tais como vegetais, açúcar, leite desidratado, amido, farinhas, cereais, cogumelos e produtos de cebola (ASHTON, 1984). É um microrganismo anaeróbio estrito, produtor de CO_2 e H_2 , a partir da fermentação de carboidratos como glicose, lactose e amido, responsável pelo tipo de deterioração conhecida como "*hard swell*", ou seja, estufamento intenso. É produtora de ácido butírico e ácido acético (SMITH & HOBBS, 1974). Os produtos deteriorados por este microrganismo apresentam estufamento das embalagens, com uma pequena queda do pH e odor a queijo ranço. A bactéria é sacarolítica, sendo a temperatura ótima de desenvolvimento de 55 °C. Segundo ASHTON (1981) e ASHTON & BERNARD (1984) esta bactéria pode-se desenvolver em temperaturas de 35 °C a 37 °C, e causar deterioração em

produtos estocados durante 14 dias a 37 °C se os esporos foram primeiramente germinados em altas temperaturas. Possui elevada resistência térmica e, segundo ASHTON (1981), algumas espécies possuem um valor $D_{124}^{\circ\text{C}}$ que excede 70 minutos, sendo uma situação extrema.

Outra característica assinalada por este pesquisador é a de possuir um valor de velocidade de morte térmica (z) de 6,7 °C bem mais baixo que o valor z de 10 °C usado para a destruição térmica de esporos de *C. botulinum*. Isto pode resultar em uma subestimação da capacidade de sobrevivência dos esporos, em alimentos acondicionados em grandes recipientes, e/ou processados em autoclaves estacionárias a 121 °C, situação na qual o centro do recipiente nunca excede temperaturas de 110 °C - 115 °C. Assim, se extrapolarmos o tempo de sobrevivência a 121 °C com z 10 °C, ao invés do valor de z verdadeiro, isto nos conduzirá a condições de tratamento térmico, em que estes esporos poderiam sobreviver. Alguns trabalhos têm demonstrado a subestimação da resistência térmica dos esporos em temperaturas menores de 121 °C, quando é usado um valor de z de 10 °C (ASHTON, 1981). A Tabela 2 demonstra que o tempo de destruição térmica varia de acordo com a temperatura aplicada e o valor z do esporo de *C. termosaccharolyticum*. O pH ótimo de desenvolvimento destes esporos situa-se entre 6,7 e 7,2, porém em ocasiões têm sido responsáveis por deteriorações de tomate com pH entre 4,1 e 4,5. O pH ótimo para esporulação é de 5,0 - 5,5 e, como outras bactérias esporogênicas, quanto menor o pH do meio de aquecimento, tanto menor a resistência térmica apresentada.

A sobrevivência dos esporos de *C. termosaccharolyticum* em alimentos enlatados não tem conseqüências graves, a menos que as latas sejam inadequadamente resfriadas e/ou estocadas em temperaturas acima de 35 °C, por longos períodos de tempo. (ASHTON, 1984.)

Tabela 2 - Tempo de destruição térmica dos esporos de *Clostridium termosaccharolyticum* (min). (ASHTON, 1984.)

z °C	121 °C	111 °C	101.1 °C
6.7	3.0	90	3000
10	3.0	30	300

Com relação à saúde pública, problemas de vazamento ou subprocessamento em produtos de tomates, processados caseiramente podem causar contaminação com espécies de *Bacillus licheniformis*, *B. subtilis* e *B. coagulans*. Segundo FIELDS et alii (1977) e ANDERSON (1984), estes podem elevar o pH do soro do suco de tomate acima de 4,2, devido à produção de substâncias básicas, a partir da utilização de substâncias protéicas como fonte de energia. Desta forma, podem eventualmente propiciar a germinação e desenvolvimento de esporos de *C. botulinum*, ocasionalmente presentes, e que sobreviveram ao tratamento térmico, podendo produzir a toxina botulínica.

Estudos realizados com suco de tomate com pH 4,2; 4,3; 4,5 e 5,5 e inoculados com esporos e células vegetativas de *B. coagulans* linhagem 064-T08 demonstraram uma elevação do pH, especialmente a partir de um pH inicial de 4,5, alcançado-se, nos primeiros 6 dias de incubação, a 35 °C, um pH de 5,07, que permite a germinação de esporos de *C. botulinum*. Cabe destacar que as mudanças de pH, nos primeiros 3 dias após inoculação são mínimas e até há uma diminuição deste. Uma possível explicação para esta leve diminuição poderia ser atribuída à alta capacidade tamponante do suco. Embora as mudanças estudadas tivessem ocorrido em condições aeróbias, isto nos indica que, pelo menos, algumas linhagens de *B. coagulans* poderiam elevar o pH de

produtos ácidos. No caso de existirem recravações defeituosas nas embalagens e, eventualmente, esporos de *C. botulinum* sobreviventes do tratamento térmico, propiciar-se-ão as condições adequadas para a germinação, desenvolvimento e conseqüente produção da toxina botulínica. (ANDERSON, 1984; FIELDS et alii, 1977.)

Segundo MONTVILLE (1982) e MONTVILLE & SAPERS (1981), algumas linhagens de *B. licheniformis* e de *B. subtilis* também têm sido relatadas como causadoras da elevação do pH de tomates processados caseiramente e em purê de tomate industrializado, proporcionando o ambiente necessário para a germinação dos esporos produtores de toxina botulínica. No caso de esporos de *B. licheniformis*, que sobreviverem ao tratamento térmico, poderão desenvolver-se, já que é um microrganismo anaeróbio facultativo. Do mesmo modo, e embora o *B. subtilis* seja aeróbio, se os esporos dele sobreviverem ao tratamento térmico e, se houver problemas na hermeticidade da embalagem, poderá ocorrer elevação do pH do produto. Desta forma, se eventualmente esporos de *C. botulinum* estiverem presentes e o pH for elevado acima do permitido para a germinação, poderá ocorrer produção de toxina botulínica. (FIELDS et alii, 1977 e MONTVILLE & SAPERS, 1981.)

2.3.2.2. Bactérias não-esporogênicas

Dentro deste, grupo podemos considerar as bactérias deteriorantes como as bactérias lácticas (*Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* e *Streptococcus*); as bactérias acéticas (*Gluconobacter* e *Acetobacter*) e as enterobactérias, sendo todas termossensíveis. A maioria destas bactérias podem contaminar o tomate e se multiplicar nele, no período decorrente entre a colheita e o processamento. São pouco resistentes ao calor, já que 90 % desta

contaminação é eliminada em poucos minutos de tratamento, à temperatura em torno de 60 °C (VICINI, 1984). A presença de tal microbiota no produto final indica quase que exclusivamente uma contaminação pós-processamento. Na Tabela 3, apresentam-se dados relacionados a estas bactérias, as alterações causadas e os produtos do metabolismo.

Num trabalho de pesquisa sobre as causas da deterioração de derivados de tomate, processados convencionalmente na Itália entre 1968 e 1985, foi constatado que cerca da metade dos microrganismos isolados (49,17%), pertenceram ao grupo de bactérias lácticas, das quais 95,53 % eram heterofermentativas, produtoras de CO₂. No concentrado de tomate, os microrganismos envolvidos nas deteriorações eram principalmente bactérias lácticas e leveduras, não sendo encontradas enterobactérias. Provavelmente, a complexidade do substrato condiciona a bactéria láctica, aumentando sua capacidade metabólica (VICINI, 1986). No caso de derivados de tomate, produzidos assepticamente, em 73,06 % dos casos a contaminação foi devida a enterobactérias; em 11,27 % dos casos foi devida a bactérias lácticas, sendo a presença de bactérias formadoras de esporos quase nula. Isto evidencia um tratamento térmico adequado, tanto em tempo como em temperatura, concluindo-se que a contaminação ocorre provavelmente na hora do enchimento. (VICINI, 1986.)

A detecção da contaminação por lactobacilos, em produtos processados e embalados assepticamente, pode ser feita rapidamente através da análise de metabólitos como acetoína, diacetil, CO₂ e ácido láctico, num período de 10 a 25 horas. (MALLIDIS & SAMARAS, 1987.)

Tabela 3 - Bactérias não-esporogênicas, alterações causadas e produtos do metabolismo. (VICINI, 1984.)

MICROORGANISMO	ASPECTO DA EMBALAGEM	pH	PRODUTOS DO METABOLISMO
BACTÉRIAS LÁCTICAS			
HOMOFERMENTATIVAS			
<i>Lactobacillus</i>	normal	diminuição	ácido lático e acético
<i>Streptococcus</i>	normal ou estufada	diminuição	ácido lático, fórmico, acético, etanol e CO ₂
<i>Pediococcus</i>	normal	diminuição	ácido lático
BACTÉRIAS LÁCTICAS			
HETEROFERMENTATIVAS			
<i>Lactobacillus</i>	estufada	diminuição	ácido lático, acético, CO ₂ , etanol, glicerol e manitol.
<i>Leuconostoc</i>	estufada	diminuição	ácido lático, acético, CO ₂ , etanol, glicerol e manitol.
BACTÉRIAS ACÉTICAS			
<i>Gluconobacter</i>	normal	diminuição	ácido acético.
<i>Acetobacter</i>	normal	diminuição	ácido acético.
ENTEROBACTÉRIAS	estufada	elevação ou sem variação	CO ₂ , H ₂ , ácido lático, fórmico, succínico, acético, glicerol, 2,3 butanodiol e acetoina.

2.4 - LIMPEZA E SANIFICAÇÃO DAS LINHAS DE PROCESSAMENTO.

A importância da limpeza e sanificação da fábrica processadora de tomates é muito grande, pois diversos pontos como os equipamentos e o próprio ambiente podem ser fontes de contaminação, já que podem proporcionar as condições favoráveis para o desenvolvimento de microrganismos deterioradores. Hoje as fábricas são desenhadas e construídas, de acordo com especificações que permitem uma boa limpeza das instalações e dos equipamentos. (TROLLER, 1983.)

Considerando as diferentes instalações que existem numa indústria processadora de tomate, podem ser feitas as seguintes observações quanto à limpeza e sanificação:

2.4.1. Correias transportadoras, tanques de recepção e de imersão, tanques de lavagem, elevadores, mesas de seleção e transportadores.

Os tanques de imersão e lavagem devem ser drenados completamente e resíduos grossos devem ser retirados com água fria, sob pressão. Isto se aplica também a elevadores, correias transportadoras, etc. A área de recepção da matéria-prima é um dos lugares que é mais afetado pela presença de detritos provenientes do campo. Desta forma, torna-se necessária uma limpeza freqüente nessa área, à medida que for possível.

Para manter esta seção a mais limpa possível, devem ser levadas em consideração as seguintes observações:

- quando a carga de detritos for muito alta, a água dos tanques de recepção e imersão deve ser renovada com maior frequência, ficando esta a critério do encarregado;

- instalação de filtro para a água utilizada na lavagem, de maneira a retirar palha, pedaços de tomates deteriorados e outras sujeiras, conseguindo-se com isto, manter a água limpa por mais tempo. No caso de não haver filtro, os tomates carregam as sujeiras para a mesa de seleção.

Para realizar a limpeza desta área, primeiro deve ser retirada a sujeira grossa com água corrente, como foi mencionado anteriormente. O propósito desta primeira lavagem é melhorar a eficiência dos agentes utilizados no processo de limpeza. Esta área tem equipamentos, cuja limpeza pode ser dificultada pela sua construção, como esteiras, canecas transportadoras, etc.. Por esta razão, torna-se necessária a utilização de escovas adequadas, assim como também pode ser necessária a utilização de água morna para a remoção de sujidades, fortemente aderidas aos equipamentos. Para facilitar a limpeza, podem ser usados detergentes e agentes molhantes, que não afetem os trabalhadores, já que é um trabalho realizado manualmente.

Uma vez terminado o processo de lavagem, os equipamentos devem ser bem enxaguados com água fria, drenados e inspecionados. Existem áreas críticas nesta seção e que requerem especial atenção como:

- superfícies localizadas embaixo dos transportadores;
- esteiras transportadoras e guias dos elevadores;
- todas as seções dos equipamentos que se encontrem com áreas de difícil acesso e suas áreas adjacentes.

Os equipamentos podem ser esterilizados com vapor saturado, sob pressão a 121 °C, por 30 a 50 minutos (MARIN, 1988). Também pode ser aconselhável deixar os equipamentos, que assim o permitam, imersos em uma solução desinfetante como hipoclorito de sódio ou iodo em concentrações e tempos recomendados pelo fabricante do produto. Assim como os equipamentos, os pisos e paredes devem ser corretamente lavados com escovas, detergente e abundante água, após o que deve ser utilizada uma solução desinfetante como as mencionadas anteriormente.

2.4.2 Desintegrador, Despoldador, Pré-aquecedor, Equipamento de Finisher e Tanque Regulador.

Estes equipamentos podem ser lavados com detergente alcalino ou com uma solução de soda cáustica, se for um sistema contínuo. Caso não seja assim, então se procederá à desmontagem do equipamento e efetuar-se-á a lavagem manualmente, utilizando para tal fim escovas, detergentes e água. Como na seção anterior, primeiro devem ser removidos os resíduos mais grosseiros para facilitar as operações seguintes. As escovas utilizadas devem ser adequadas e de boa qualidade para evitar danos às superfícies a serem limpas. Alguns equipamentos podem requerer a utilização de água morna para amolecer sujeiras, fortemente aderidas às superfícies. Se a limpeza for feita por recirculação de solução alcalina, poderá ser necessária a desmontagem de alguns equipamentos para verificação da eficiência desse processo. O pré-aquecedor deve ser desmontado para verificar a existência de resíduos de produto queimado. Se for do tipo tubular, podem ser usadas escovas compridas. Uma vez feita essa limpeza, reinstala-se e circula-se solução alcalina. Todas as bombas devem ser mantidas em funcionamento, durante a limpeza, após a qual deverão ser abertas para inspeção. É prática comum deixar estes equipamentos imersos em soluções sanificantes, durante um

tempo estipulado pelo fabricante, para prevenir multiplicação de microrganismos sobreviventes à limpeza ou utilizar vapor saturado sob pressão, por 30 minutos, antes de começar o processamento. Todos os equipamentos devem ser inspecionados, para constatar a eficiência da limpeza (TROLLER, 1983). As recomendações para a limpeza dos pisos e paredes são as já mencionadas na seção anterior.

2.4.3 Área de Concentração

Primeiramente é feita uma circulação de água fria para remoção do material retido no equipamento. Quando necessário, pode-se proceder a uma desmontagem e limpeza mecânica, com ajuda de escovas. A seguir, é feita uma circulação de uma solução de soda cáustica de 2,0 a 2,5 % a 90 °C durante 20 a 30 minutos. Esta solução deve ser aquecida através do próprio equipamento, todas as válvulas devem estar abertas ou fechadas corretamente, para permitir a penetração da solução de limpeza no percurso normal do concentrador de tomate. Após a circulação, a solução é drenada e o sistema é circulado com água quente, por 20 minutos ou até a remoção total da soda, o que pode ser comprovado com a medição do pH. Como na seção anterior, as bombas e válvulas devem ser abertas, para inspeção, após a lavagem (GOOSE & BINSTED, 1964). Eventualmente pode ser usada uma solução de ácido fosfórico a 1,5 % a 70 °C durante 10 minutos.

2.4.4 Máquinas Enchedeiras, Recravadoras e Guias das Latas

A máquina de enchimento pode ser limpa por circulação com solução de soda cáustica, porém o concentrado pode acumular-se nas curvas e tubos ou, em certos casos, algumas partes da máquina podem não receber o tratamento

completo. Então, é necessário desmontar o equipamento e efetuar limpeza manual, para evitar contaminação e desenvolvimento de microorganismos. A máquina recravadora pode ser limpa com água quente ou com água contendo detergente a uma certa pressão. Isto também se aplica às guias das latas, seguido de uma aplicação com hipoclorito de sódio, que age pela ação do cloro livre residual, exercendo uma ação oxidante sobre os microorganismos. (GOOSE & BINSTED, 1964; TROLLER, 1983 e MARIN, 1988.)

Outro sistema de limpeza que pode ser usado, se a planta da indústria for desenhada adequadamente, é a limpeza "*in situ*" ou CIP (cleaning in place). Consiste na circulação de água e produtos químicos sem desmontagem das partes, dividindo-se esta em três grupos: tubulações, tanques e equipamentos especiais, como intercambiadores de calor e evaporadores, já que requerem diferentes velocidades de fluxos, pressões e agentes químicos de limpeza. (TIMPERLEY, 1989.)

Como mencionada anteriormente, a limpeza da planta de processamento é indispensável para a obtenção de um produto de boa qualidade. Todas as instalações, tanto internas como externas, devem ser mantidas rigorosamente limpas. Os ralos de água devem ser construídos de maneira a facilitar a limpeza, devendo ser limpos pelo menos uma vez por semana e, a seguir sanitizados. A fábrica deve ter um programa de limpeza, de acordo com suas necessidades, para assegurar a boa qualidade dos seus produtos.

2.5 - LIMPEZA DE TAMBORES REUTILIZADOS PARA ARMAZENAR CONCENTRADO.

Esta etapa deve ser tratada com muito cuidado devido, à sua grande importância. No nosso meio, os tambores que armazenam o concentrado para a entresafra ou que são fornecidos a terceiros são constantemente reutilizados. Após uso prolongado, ocorrem deformações da boca dos tambores, o que os leva à reforma. Em outros países estas embalagens são utilizadas apenas uma vez, sendo logo sucateadas, porém no Brasil, como consequência do monopólio exercido pela empresa fabricante dos tambores de 200 kg, a embalagem com chapa de aço mais fina, que poderia ser usada e sucateada, possui um custo muito similar à produzida com chapa mais grossa. Sob estas circunstâncias, as indústrias se vêem obrigadas a utilizar os tambores até por um período de 10 anos, no qual este é reutilizado varias vezes. Sendo assim, dentro das indústrias tem-se criado uma seção de limpeza e manutenção dos tambores. A limpeza é efetuada com um equipamento construído para este fim, o qual consiste em um cano provido de aspersores direcionados para diferentes posições, de modo que, ao ser introduzido no tambor, os jatos de água alcançam diferentes e específicas posições dentro dele. A limpeza pode ser facilitada com a utilização de água morna, a uma determinada pressão, um detergente adequado e, a seguir, um bom enxágüe e tratamento com vapor vivo.

As informações disponíveis da indústria, referentes a este tipo de lavagem, usualmente, a descrevem como um processo realizado por um tempo de 10 minutos, durante o qual o tambor gira, utilizando-se só água corrente. Após a lavagem, o excesso de água é succionado com uma bomba de vácuo. Uma vez terminada a lavagem, os tambores são armazenados ou imediatamente utilizados. Antes de serem enchidos com produto, os tambores sofrem um

tratamento de sanificação com vapor vivo, à temperatura que pode variar de 100 °C a 121 °C, por aproximadamente 10 min.

Uma outra operação, efetuada periodicamente nos tambores, é a correção das irregularidades, encontradas na boca destes, devido à abertura que é feita com um gancho de metal, que pode causar danos à chapa. Este fator é de grande importância, já que estes tambores podem ser reutilizados varias vezes no período de até 10 anos. A correção é feita para que as seguintes recravações das tampas sejam as mais perfeitas possíveis. Para tal fim, as bordas do bocal são lixadas até aparecerem regulares e logo é aplicado um solvente na região tratada para retirar impurezas como restos de pintura. Após este processo, a área é pintada tanto interna como externamente com uma pintura epóxica de grau alimentício.

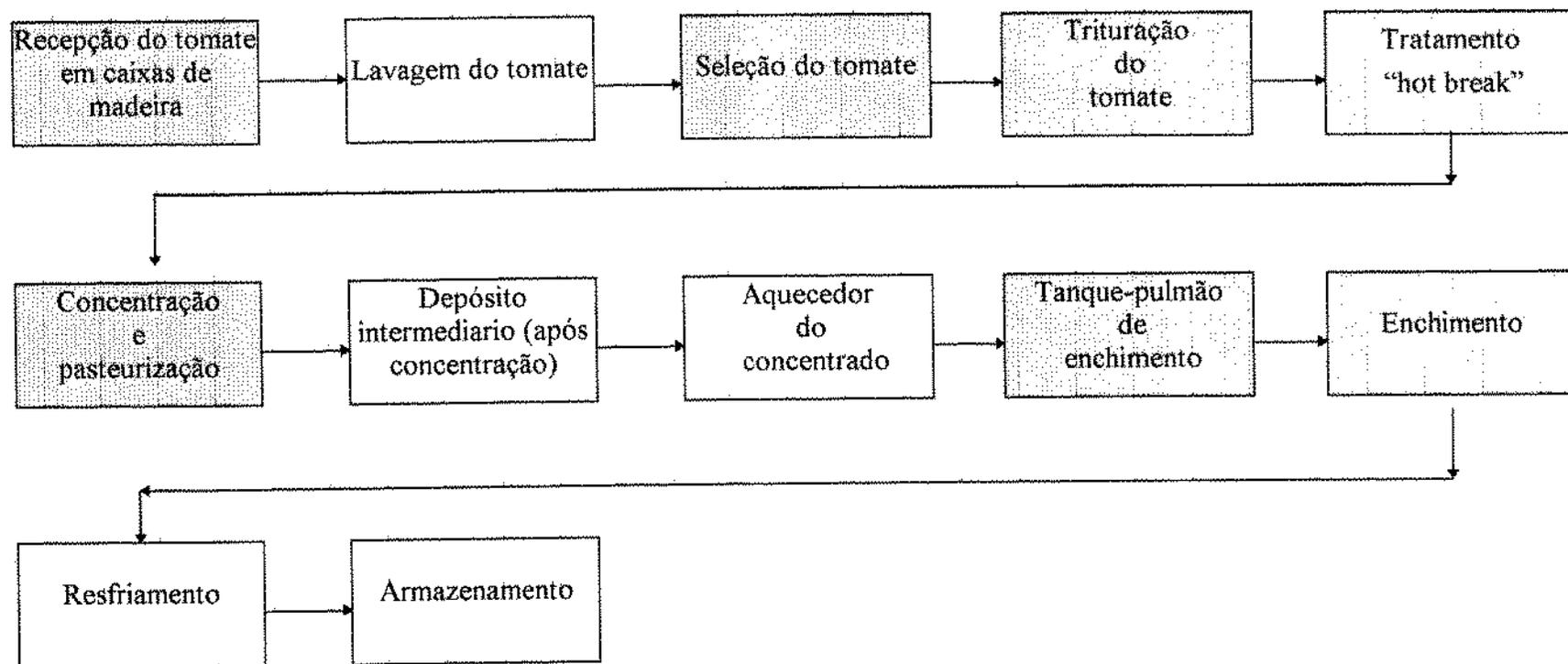
Tanto a limpeza como a manutenção dos tambores são operações delicadas e que requerem o maior cuidado possível, dado que delas depende, em grande parte, a conservação e qualidade do produto final.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA EM DIFERENTES PONTOS DA LINHA DE PROCESSAMENTO DE CONCENTRADO DE TOMATE.

Foram examinadas amostras retiradas nos seguintes pontos da linha de processamento (figura 2):

1. recepção do tomate;
2. seleção;
3. desintegração ou trituração;
4. após tratamento térmico ("hot break");
5. após concentração e pasteurização;
6. tanque-pulmão de enchimento;
7. enchimento.



 Pontos onde foram retiradas as amostras para avaliação dos produtos da linha de processamento.

Figura 2 - Fluxograma do processo de produção de concentrado de tomate embalado em tambores de 200 Kg.

Foram avaliados cinco processamentos, retirando uma amostra de cada ponto, em cada processamento.

Os dados foram coletados de julho a agosto de 1991, período de safra, em cinco datas diferentes. Nos pontos de tanque pulmão-de enchimento (ponto 6) e de enchimento (ponto 7), excepcionalmente os dados, foram coletados em três e duas datas, respectivamente. Em cada data de amostragem, os dados foram coletados acompanhando toda a linha de processamento, quando possível.

3.1.1 - Avaliação da Microbiota do Tomate na Linha de Processamento.

3.1.1.1 Preparação da Amostra para Exame Microbiológico.

As amostras foram preparadas de acordo com sua natureza da seguinte maneira:

- tomates inteiros - Amostras de aproximadamente 500 gramas foram coletadas em sacos de polietileno estéreis, de 400 mm x 300 mm e adicionadas de igual volume de solução salina peptonada estéril, contendo 0,1 % de Tween 80, para facilitar a remoção e dispersão dos microrganismos da superfície dos tomates. A seguir, a superfície destes foi lavada através de massagem manual durante 5 minutos. Uma vez terminada esta operação, a água de lavagem foi examinada quanto à contaminação por bolores e leveduras, bolores termorresistentes, bactérias lácticas, bactérias termófilas "flat sour", bactérias anaeróbias butíricas e anaeróbias termófilas.

- tomate triturado - Amostras de aproximadamente 250 gramas foram coletadas em frasco de vidro estéril, usando concha de aço inox esterilizada. Cinquenta gramas do produto foram adicionadas de 450 ml de solução salina peptonada estéril, contendo 0,1 % de Tween 80, e homogeneizadas em triturador de alumínio estéril, tipo liquidificador, na velocidade de 200 rpm, durante 30 segundos, e a seguir, examinadas quanto à contaminação por bolores e leveduras, bolores termorresistentes, bactérias lácticas, bactérias termófilas "flat sour", bactérias anaeróbias butíricas e anaeróbias termófilas.

- tomate peneirado ou purê - Amostras de 500 g foram coletadas em vidro estéril, usando uma concha esterilizada. Por ser um líquido de pouca consistência, foi usado diretamente sem diluição prévia. As amostras foram examinadas quanto à contaminação por bolores e leveduras, bolores termorresistentes, bactérias lácticas, bactérias termófilas "flat sour", bactérias anaeróbias butíricas e anaeróbias termófilas.

- tomate pré-concentrado e concentrado - Foram coletadas aproximadamente 500 g de amostra em vidro estéril, usando concha esterilizada. Por serem produtos de consistência elevada, foi realizada uma diluição prévia. Duzentas e cinquenta gramas de amostra foram adicionadas de igual volume de solução salina peptonada esterilizada, contendo 0,1 % de Tween 80, para facilitar a dispersão dos microrganismos e, a seguir, homogeneizadas, durante 10 segundos em homogeneizador de pistões tipo Stomacher Lab-Blender modelo 400, fabricado pela Seward Medical Limited, Inglaterra. Em continuação, foram examinadas quanto à contaminação por bolores e leveduras, bolores termorresistentes, bactérias lácticas, bactérias termófilas "flat sour", bactérias anaeróbias butíricas e anaeróbias termófilas.

3.1.1.2 Bolores e leveduras

O método utilizado para a contagem de bolores e leveduras, na linha de processamento, foi o recomendado por KOBURGER AND MARTH, 1984, que utiliza o meio de Ágar Batata-Dextrose, adicionado de antibióticos, para inibir o desenvolvimento de bactérias.

Um mililitro da suspensão inicial da amostra, preparada como em 3.1.1.1 e diluições decimais sucessivas, foram inoculados em profundidade, em placas de Petri e adicionados de 20 a 25 ml de Ágar-Batata-Dextrose, (Potato-Dextrose-Agar, Difco 0013-17 - PDA), contendo 2,0 ml de suspensão de antibiótico para 100 ml de meio. A suspensão de antibiótico foi preparada, usando 500 mg de clorotetraciclina HCl e 500 mg de cloranfenicol em 100 ml de solução estéril de tampão fosfato, (KOBURGER & MARTH, 1984), armazenada em frasco estéril escuro e refrigerada. O PDA, adicionado de antibióticos, foi utilizado para obter melhores resultados na recuperação de bolores e leveduras; rápido desenvolvimento; inibição do desenvolvimento de bactérias, inclusive as bactérias ácido-tolerantes e menores dificuldades com a precipitação de partículas do alimento, quando comparado com o meio acidificado com ácido tartárico 10%. A incubação foi realizada a 25 °C durante 3 a 5 dias.

3.1.1.3 Bolores termorresistentes

Para investigar a ocorrência de bolores termorresistentes, foram seguidas as recomendações de SPLITTSTOESSER & KING JR. (1984) e, para

enumeração de *Byssochlamys* e outros bolores termorresistentes, as recomendações de HOCKING & PITT (1984).

Para a determinação da ocorrência de espécies de *Byssochlamys*, foram usados aproximadamente 100 ml da amostra preparada como em 3.1.1.1. A seguir, este homogenizado foi submetido a tratamento térmico, em banho-maria, a 70 °C, durante 1 hora, para inativar bolores e células vegetativas de bactérias sensíveis ao calor, assim como esporos menos resistentes (HOCKING & PITT, 1984 e SPLITTSTOESSER & KING JR. 1984). Terminado o tratamento térmico e após rápido resfriamento, foi adicionado igual volume de meio PDA, preparado em dupla concentração, acidificado até pH $3,5 \pm 0,1$ com solução de ácido tartárico estéril a 10 %, imediatamente antes do plaqueamento. Após a homogeneização da amostra no meio, realizada através de suave agitação para evitar formação de bolhas na mistura meio e amostra em erlenmayer estéril, esta foi distribuída em placas de Petri, em porções de aproximadamente 20 - 25 ml. Após solidificação das placas, estas foram incubadas a 30 °C durante 5 a 10 dias. Após incubação, foi realizada contagem e observação direta dos bolores obtidos; e a seguir, os bolores com diferentes morfologias foram isolados em tubos de PDA, incubados a 25 °C, durante 5 dias, e, a seguir, guardados sob refrigeração para exame mais detalhado.

Esta metodologia é aplicável tanto às espécies de *Byssochlamys* como a outros bolores que apresentam estruturas resistentes ao calor, como *Talaromyces flavus*, *T bacillisporus*, *Neosartorya fischeri*, espécies do gênero *Eupenicillium* e outros bolores que podem ser incriminados na deterioração de alimentos. (HOCKING & PITT, 1984.)

3.1.1.4 Bactérias lácticas

Para a determinação de bactérias lácticas, foram usadas as recomendações de VEDAMUTHU et alii (1992) para enumeração de microrganismos produtores de ácido. O procedimento recomenda a utilização do ágar Rogosa. A preparação da amostra foi realizada como descrito em 3.1.1.1, após o qual foi realizado o plaqueamento em profundidade, em placas de Petri, seguido da adição de aproximadamente 25 ml de ágar Rogosa. (Rogosa SL Agar, Difco 0480-01-8.) A incubação das placas foi efetuada em jarro de anaerobiose, contendo gerador de CO₂, próprio para criar condições de microaerofilia, necessárias para favorecer o desenvolvimento das bactérias lácticas. As placas foram incubadas a 30 °C durante 48 - 72 horas. As colônias que apresentaram morfologia típica foram enumeradas, isoladas e a seguir realizadas coloração de Gram e prova da catalase.

3.1.1.5 Microrganismos esporogênicos termófilos aeróbios e anaeróbios.

3.1.1.5.1 Investigação de *Bacillus coagulans*.

A metodologia empregada para o isolamento de *Bacillus coagulans* seguiu as recomendações de SPECK AND SHAFER, (1984) para determinação de bactérias esporogênicas acidúricas "flat sour" e de Leitão et alii (1983).

A mesma consistiu na retirada de uma alíquota de 20 ml da amostra obtida como em 3.1.1.1, que foi depositada em tubo com tampa rosqueável,

esterilizado de 20x200 mm. A seguir, a amostra foi submetida a choque térmico, em banho-maria, a aproximadamente 88 °C durante 5 minutos. O propósito deste tratamento foi ativar espórios e destruir células vegetativas de microrganismos presentes. Após o choque térmico, a amostra foi imediatamente resfriada em banho de gelo e foram preparadas diluições decimais sucessivas. A detecção dos microrganismos foi realizada em Ágar Dextrose-Triptona, (Dextrose-Tryptone Agar, Difco 0080-17 - DTA), por inoculação em profundidade e adicionando-se aproximadamente 20 - 25 ml de meio a cada placa. Após a solidificação do mesmo, as placas foram incubadas a 55 °C ± 1°C, durante 48 a 72 horas. Para evitar o espalhamento freqüente das colônias, foi colocada uma fina camada de ágar DTA no fundo da placa, antes da inoculação da amostra, e outra sobre o meio já solidificado. Neste meio, as colônias de *B. coagulans*, que se desenvolvem superficialmente, se apresentam ligeiramente úmidas, convexas e de cor amarelo claro; as que se desenvolvem no interior do meio são densas, com bordas irregulares, de coloração amarela alaranjada e usualmente de 1,0 mm de diâmetro ou maiores. Ambas se apresentam rodeadas por um halo amarelo, devido à produção de ácidos e conseqüente alteração da cor do indicador. (SPECK & SHAFER, 1984.)

3.1.1.5.2 Enumeração de *Clostridium thermosaccharolyticum*

Para a contagem de *C.thermosaccharolyticum*, foram seguidas as recomendações de ASHTON AND BERNARD (1992) para enumeração de anaeróbios termófilos, formadores de esporos e de Leitão et alii (1983).

Foi retirada uma alíquota de 55 ml da amostra preparada, como em 3.1.1.1, e colocada em tubos esterilizados com tampa rosqueável de 20 x 200 mm, e submetida a choque térmico, em banho-maria, em ebulição durante 5

minutos. Após o tratamento térmico, a amostra foi resfriada rapidamente em banho de gelo. A inoculação foi feita em meio de caldo PE-2 pela técnica do Número Mais Provável (NMP), série de 5 tubos dupla concentração. O meio foi formulado, segundo recomendações de SCHWAB et alii (1984). Quando o caldo não estava recentemente preparado, este foi desaerado por aquecimento em banho-maria, em ebulição durante 15 - 20 minutos, seguido de resfriamento rápido em banho de gelo, imediatamente antes da inoculação. A seguir os tubos foram selados com uma camada de ágar a 2 %. Após a solidificação, foram incubados a 55 °C durante 72 horas. Consideraram-se positivos os tubos que apresentaram formação de gás, evidenciada pelo deslocamento do selo de ágar, além de elevação das ervilhas, componentes do meio, para a parte superior do líquido. A mudança de coloração do meio, de púrpura para amarelo, por si só pode indicar a presença de microrganismos termófilos "flat sour".

3.1.1.5.3 Pesquisa de mesófilos anaeróbios formadores de esporos.

A atenção foi dirigida para os anaeróbios butíricos acidúricos como o *Clostridium pasteurianum*. O procedimento para o isolamento de anaeróbios butíricos seguiu as recomendações de LAKE & LYNT (1984), GUILLILAND et alii (1984) e LEITÃO et alii (1983).

Para realizar a análise, foi retirada uma alíquota de 100 ml da amostra preparada, como em 3.1.1.1, e colocada em tubos esterilizados, com tampa rosqueável de 20x200 mm, que, em seguida foram submetidos a tratamento térmico a 80 °C, durante 20 minutos. Uma vez terminado o tratamento térmico, as amostras foram resfriadas rapidamente em banho de gelo. Da mesma forma que no item anterior, a contagem dos esporos foi feita pela técnica do NMP, série de 5 tubos dupla concentração e, conseqüentemente, o procedimento de

inoculação foi o mesmo, mudando-se apenas o meio utilizado, que, no caso foi caldo infusão de fígado, preparado para o cultivo de anaeróbios SCHWAR et alii (1984). O meio foi previamente aquecido para exaustão, seguido de resfriamento rápido em banho de gelo. Após inoculação, os tubos foram selados com VASPAR (LAKE & LYNT 1984; GUILLILAND et alii, 1984 e LEITÃO et alii, 1983) e incubados a 30 °C durante 4 a 7 dias. Foram considerados positivos os tubos que apresentaram produção de gás, evidenciada pela elevação do selo de VASPAR e odor butírico característico.

3.2 - AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA EM DIFERENTES PONTOS DA LINHA DE PROCESSAMENTO DOS TAMBORES E NO LOCAL DE ARMAZENAMENTO.

Foram realizadas medidas de temperatura na lavagem dos tomates, no processo de pasteurização, no tanque-pulmão de enchimento, no enchimento e no armazenamento dos tambores. Estes locais foram considerados críticos em termos de temperatura.

Para realizar as medidas, foi utilizado um termômetro digital, marca Robertshaw, com faixa de temperatura de -50 °C a +350 °C, com haste para penetração. O sensor foi introduzido na água de lavagem dos tomates, dentro do tanque de pasteurização, dentro do tanque-pulmão de enchimento e do tambor no momento do enchimento. No armazenamento do produto acabado, as medidas da temperatura foram realizadas, colocando o termômetro adjacente a portas, no alto das pilhas de tambores, em pilhas baixas e diferentes pontos do armazém (laterais das paredes, laterais das portas e no meio do armazém).

3.3 - AVALIAÇÃO DA CLORAÇÃO DA ÁGUA DE RESFRIAMENTO DOS TAMBORES E DA ÁGUA DE LAVAGEM DA MATÉRIA-PRIMA.

Foi medida a porcentagem de cloro residual livre nas águas utilizadas no resfriamento dos tambores e na lavagem da matéria-prima. A medida foi realizada através de método colorimétrico, usando como reagente a ortotoluidina, por ser este o disponível. Na atualidade, o DPD (N,N-dietil-p-fenileno-diamina) é o reagente recomendado, já que o anterior, ortotoluidina, é considerado cancerígeno e seu uso está sendo abandonado gradualmente.

3.4 - AVALIAÇÃO DO PRODUTO FINAL

3.4.1 Avaliação do Produto Final Não-Deteriorado

Para avaliação da esterilidade comercial, foram examinadas 18 amostras do produto terminado.

Para avaliar o produto final não-deteriorado, foram seguidas as recomendações de DRYER AND THOMPSON (1984) para provas de esterilidade comercial:

- As amostras do produto, contidas em tambores, produzidas nas datas de avaliação da linha de processamento, foram estocadas no armazém geral, em condições normais de armazenamento (temperatura ambiente). Durante o

armazenamento, os tambores foram avaliados quanto à aparência, para constatar possíveis anormalidades, como vazamentos, corrosão e diferentes tipos de estufamento (estufamento leve, estufamento intenso, depressão acentuada da tampa). Foram retirados de dois a três tambores por lote de produção, de acordo com a disponibilidade dos mesmos, para verificação da esterilidade comercial. Foram escolhidos tambores que não apresentavam deterioração aparente. Foi analisado um total de 18 amostras do material armazenado durante 2,5 a 7 meses, a partir das datas em que foram avaliados os diferentes pontos da linha de processamento (Item 3.1). Foram tomadas de 3 a 4 amostras com a mesma data de fabricação.

- Antes da abertura do tambor, este foi lavado com água, enxaguado e enxugado com papel-toalha limpo. A seguir, foi desinfetada a região da tampa com álcool etílico de 70 %. Um bico de Bunsen foi mantido aceso sobre a tampa, de maneira a permitir a evaporação da camada de líquido restante e conferir uma certa proteção em torno da abertura. Foi tomado cuidado durante a retirada da tampa, visto o risco de explosão na eventual presença de H_2 . Em seguida foi flambado o abridor especial da tampa, procedendo à abertura do tambor.

- Imediatamente após a abertura da embalagem, foram transferidas aproximadamente 200 gramas de produto para frascos estéreis e guardados sob refrigeração até o momento de análise. Foram anotadas eventuais anormalidades, como odores não-característicos, mudanças na consistência do produto, presença de espuma, alterações do pH, porcentagem de sólidos totais e observação microscópica direta.

- Foram realizadas medidas de vácuo em 20 tambores, contendo produto não-deteriorado. Para este propósito, foi utilizado um vacuômetro marca Record, com escala de 0 a 30 pol/cm², sendo previamente desinfetado com

álcool 70 %, introduzido na tampa do bocal do tambor e, a seguir, feita a leitura.

- Foram transferidas porções de, aproximadamente, duas gramas de produto para os meios adequados à prova de esterilidade comercial, seguindo recomendações de DRYER & THOMPSON (1984). Os meios, as temperaturas e tempos de incubação, assim como a finalidade dos ensaios realizados, estão descritos no Tabela 4. As especificações dos meios foram as descritas na secção 3.1.1.1 do presente trabalho. O caldo ácido e o caldo extrato de malte foram preparados, seguindo as recomendações de SCHWAB et alii (1984).

- Ao final da incubação, foi feita observação microscópica dos microrganismos que se desenvolveram. Foram também realizadas coloração de Gram e prova da catalase, para verificação da provável presença de bactérias lácticas.

Tabela 4 -Meios, tempos e temperaturas de incubação utilizados na prova de esterilidade comercial e microrganismos detectados. (DRYER & THOMPSON, 1984.)

Meio da primeira Inoculação	Tempo e Temperatura de Incubação	Meio da segunda Inoculação	Tempo e Temperatura de Incubação	Microrganismos Detectados
2 tubos de Caldo Ácido	96 h 30 °C	2 placas de Rogosa SL	48-72 h 30 °C	Bactérias Lácticas
2 tubos de Extrato de Malte	96 h 30 °C	2 placas de PDA com antibiótico	5 dias 25 °C	Bolores e Leveduras
2 tubos de Caldo Ácido	48 h 55 °C	estrias em DTA	72 h 55 °C	Bactérias Termófilas "flat sour"
4 tubos de Caldo de Fígado selado com VASPAR	4 a 7 dias 30 °C			Bactérias Anaeróbias Butíricas

3.4.2 Avaliação do Produto Final Deteriorado

Com relação ao produto final deteriorado, foram examinadas 46 amostras tomadas ao acaso no armazém.

Foram examinados tambores que apresentaram deterioração, indicada principalmente por estufamento ou outras anormalidades da embalagem. Os tambores com produto deteriorado foram submetidos a exame, para determinar a provável causa da deterioração, segundo as recomendações de CORLETT JR. AND DENNY (1992).

A seqüência para determinar as causas e condições da deterioração foi a seguinte:

3.4.2.1 Obtenção de dados da história da deterioração

A história da deterioração pode auxiliar para que determinem as suas causas. Por esta razão, foram obtidas informações detalhadas acerca dos procedimentos de produção, de armazenamento e da incidência de deterioração. Dentro dos dados recolhidos, podemos mencionar os seguintes: datas de produção e do primeiro aparecimento da deterioração; tempos e temperaturas do processamento e do armazenamento; irregularidades ocorridas durante o processamento do produto; localização das embalagens deterioradas no armazém; número de tambores deteriorados por lote e porcentagem deles; assim como a aparência das embalagens e qualquer outra informação que pudesse ser útil. Estas informações foram obtidas no local da produção, através

de entrevistas aos trabalhadores, ao gerente ou ao encarregado da mesma, assim como observações na área durante a pesquisa.

3.4.2.2 Amostragem

No período de 06 de julho de 1991 a 17 de fevereiro de 1992, foram examinados 46 tambores com concentrado de tomate, com datas de fabricação entre 31 de outubro de 1990 e 26 de novembro de 1991, apresentando estufamento, de acordo com a disponibilidade destes, dando prioridade às amostras correspondentes aos processamentos, cujas linhas foram completamente estudadas. Porém, em todos os casos, isto não foi possível, já que na maioria das coletas os produtos já tinham sido usados ou não foram encontrados, devido a falhas na organização da empresa. O armazém em que estavam estocadas as amostras era muito grande, dificultando a localização dos tambores. Além deste fato, a movimentação de tambores de 200 Kg requeria equipamento adequado (empilhadeira) nem sempre estando a nosso dispor.

Foram também avaliadas as características físicas, químicas e microbiológicas da polpa, as características do tambor e realizada a avaliação da eventual ocorrência de vazamento neles.

3.4.2.3 Exame Visual Externo de Tambores

Neste exame, foram verificadas as condições externas do tambor, quanto à estrutura e seus possíveis danos. Foram observados:

- áreas da recravação do fundo e da tampa, presença de defeitos ou deformações no corpo e costuras, causados pelo manuseio e prováveis ocorrências de vazamentos de produto nestes lugares;

- o corpo do tambor, para verificar possível enferrujamento, falta de pintura, marcas de deformações na chapa de aço, perfurações, etc. Também foi observado se ocorria qualquer tipo de vazamento;

- existência de condicionamento da área do bocal do tambor, descascamento do esmalte protetor e vazamentos por esta área.

3.4.2.4 Peso do Tambor

O tambor foi pesado cheio e mais tarde vazio, para verificar superenchimento que poderia ter conduzido à redução ou eliminação de vácuo, ou ainda dar a impressão de que o tambor estava estufado.

3.4.2.5 Medidas de vácuo e análise dos gases contidos nos tambores

Nos tambores que apresentaram sinais de deterioração, foram efetuadas medidas de vácuo e análise da composição dos gases no espaço livre.

Medida do vácuo

Para esta medida, foi utilizado um medidor de vácuo ou vacuômetro, marca Record, da Indústria Brasileira e escala de 0 - 30 polg/cm², cuja extremidade, previamente desinfetada, foi colocada na tampa do bocal do tambor. A medida foi realizada, estando a amostra em temperatura ambiente para não afetar a leitura. A medida foi registrada em polegadas de mercúrio.

Colheita e análise dos gases dos tambores estufados

Foram realizadas provas qualitativas considerando a presença de hidrogênio e de dióxido de carbono:

- Prova qualitativa para hidrogênio: Para coletar o gás contido no espaço livre, foi colocado um tubo de ensaio invertido diretamente sobre a abertura feita para a medida do vácuo. Imediatamente após a colheita do gás, o tubo foi aproximado à chama de bico de Bunsen (Figura 3). A presença de gás hidrogênio foi evidenciada por um estouro característico.

- Prova qualitativa para dióxido de carbono: Para verificar a presença de CO₂, foi utilizada uma solução de hidróxido de bário (água de barita) preparada, segundo recomendações de ASSUMPÇÃO e MORITA (1968). O furo aberto para medida do vácuo no tambor, foi utilizado para a coleta dos gases. Um funil de vidro, adaptado com borracha na borda de diâmetro maior que o furo, foi apoiado sobre o bocal do tambor. O outro extremo, provido de um tubo de vidro de 3 mm de diâmetro, foi introduzido num tubo, contendo água de barita (Figura 4). A presença do gás CO₂ foi constatada pela precipitação de

carbonato de bário (precipitado branco). Para evitar possíveis perdas dos gases, foi colocada vaselina na base do funil encostada no bocal.

3.4.2.6 Coleta asséptica do produto

Com a tampa já esterilizada com álcool 70 %, seguida da colocação do bico de Bunsen perto da boca do tambor, o seu bocal foi aberto com abridor devidamente flambado. As amostras, assepticamente colhidas com colheres ou conchas estéreis de aço inoxidável, foram depositadas em vidros estéreis identificados. Estas foram guardadas, sob refrigeração, para análise microbiológicas e medidas de pH e sólidos solúveis.

3.4.2.7 Odor e aparência

Neste ponto, foram comparados os odores das amostras deterioradas ante a amostra-controle. Alguns odores que puderam ser distinguidos foram: odor picante, ácido, alcoólico, fecal e butírico.

Da mesma forma, compararam-se as aparências dos produtos e as seguintes observações foram feitas: textura, consistência e cor da polpa deteriorada, observação de materiais estranhos, como partículas ou crescimento superficial de bolores, ou outros microrganismos.

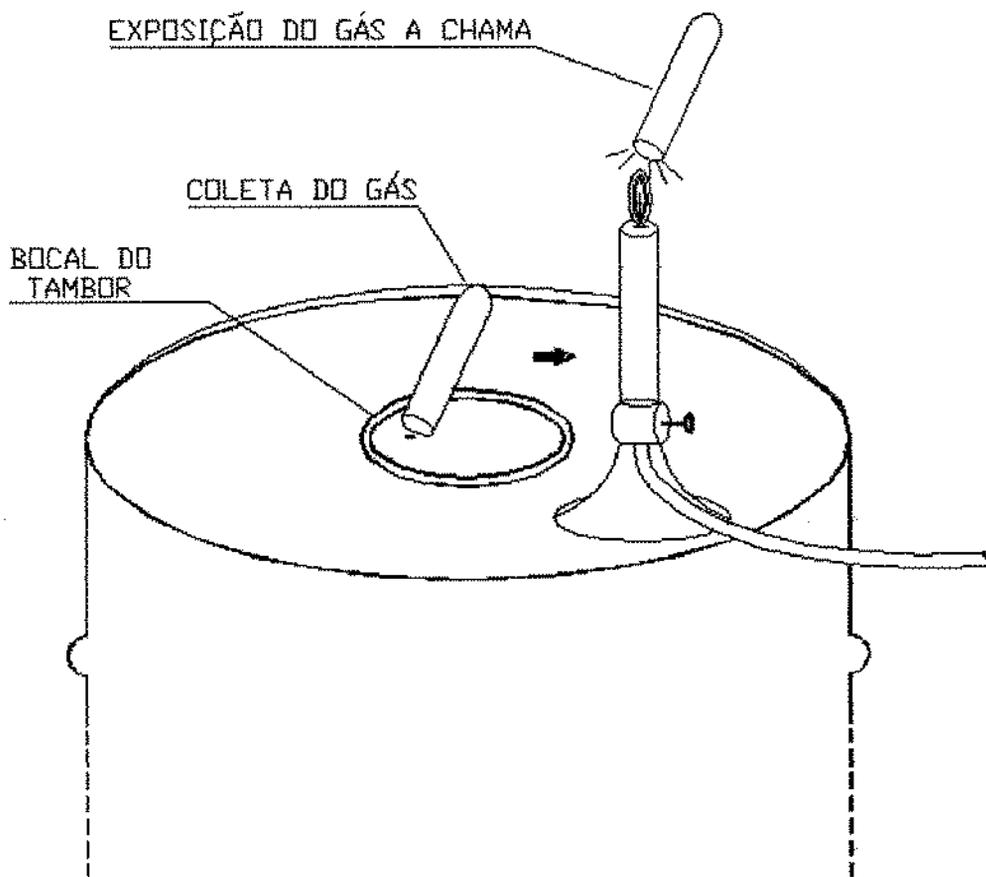


Figura 3 - Montagem para verificação da presença de H_2 nos tambores.

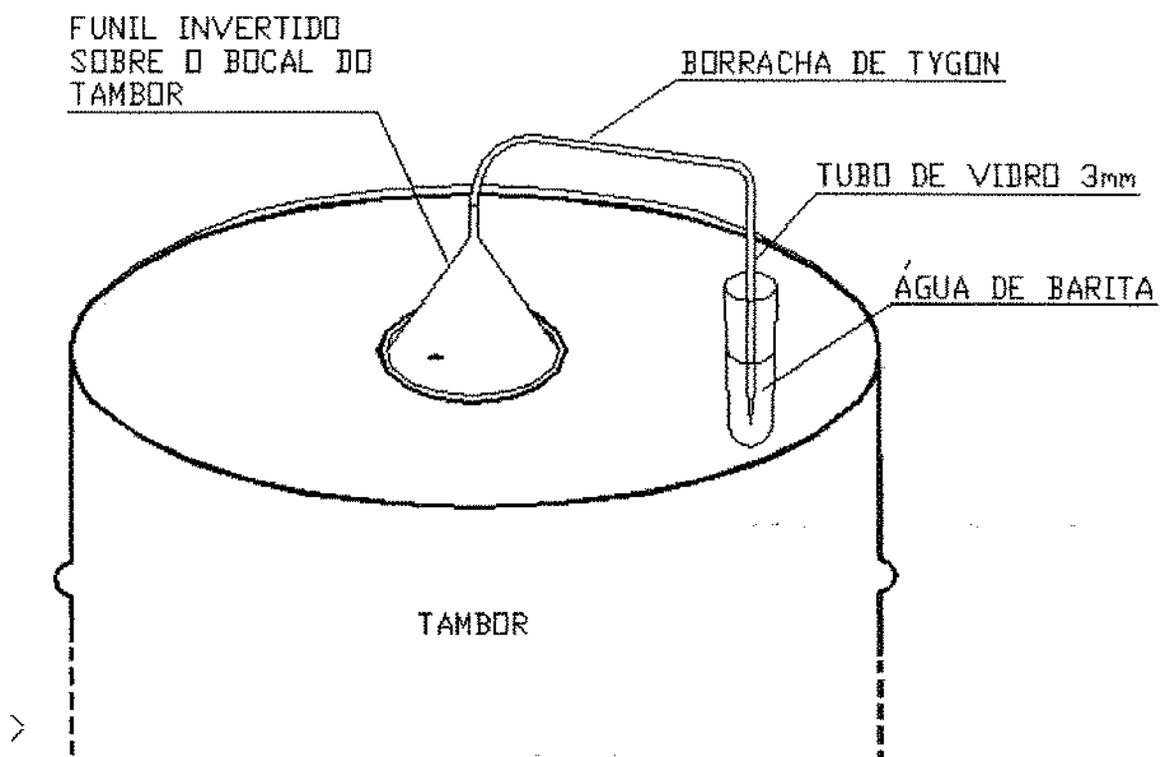


Figura 4 - Montagem para verificação da presença de CO₂ nos tambores.

3.4.2.8 Determinação do pH

As medidas de pH foram feitas nas amostras, com ajuda de um potenciômetro Incibrás, modelo H-1400, série 085125, a 25 °C, devidamente calibrado.

3.4.2.9 Observação microscópica direta

Foi preparada uma lâmina e realizada observação microscópica direta, para cada amostra deteriorada. As amostras foram avaliadas, com relação às seguintes características:

- Microbiota mista, formada por microrganismos de baixa resistência térmica (cocos, bastonetes, leveduras e bolores). Este tipo de observação usualmente indica contaminação por vazamento, porém também pode indicar um produto sem processamento térmico ou produto com tratamento térmico insuficiente.

- Muitas células por campo, observadas sobre a objetiva de 1000 X, indica um excessivo número de microrganismos.

- População de bastonetes, de tamanho médio para longo, com ou sem esporos, pode ser indício de contaminação por vazamento, especialmente se a morfologia varia de uma amostra para outra. Caso as provas na embalagem indicarem ausência de vazamento, além de se ter conhecimento de sua boa manipulação após o processamento, a causa então pode ser atribuída a um insuficiente tratamento térmico.

- População pura de bastonetes medianos para grandes, tendo esporângios ou esporos livres, pode ser indicativo de insuficiente tratamento térmico ou contaminação por vazamento.

- Se a observação for de culturas puras ou mistas de células e, se os microrganismos viáveis não forem recuperados através dos meios de cultura utilizados, pode-se suspeitar de uma deterioração incipiente.

3.4.2.10 Procedimento para cultivo dos microrganismos deterioradores.

A partir das amostras obtidas, foram retiradas alíquotas para testes, e uma outra alíquota ficou sob refrigeração. Numa etapa inicial, aproximadamente 2 gramas do produto foram inoculadas, em meios adequados para o desenvolvimento dos diferentes grupos de microrganismos possivelmente deteriorantes de alimentos ácidos, como é o caso do concentrado de tomate. Foram usados Caldo Ácido, Caldo Extrato de Malte e os outros meios de cultivo, já mencionados na seção 3.1.1.1, com diferentes tempos e temperaturas de incubação. A seguir, foram feitas estrias na superfície de meios adequados.

A preparação dos meios seguiu as recomendações da seção 3.1.1.1 do presente trabalho. A Tabela-5 apresenta os meios utilizados, o propósito da análise e os tempos e temperaturas usados na experiência.

Passado o período de incubação, foram feitas observações para constatar se existiam:

- Turvação e crescimento.

- Acidificação, a qual pode ser verificada pela observação da mudança de cor do meio.

- Produção de gás, nos tubos selados com ágar a 2% ou VASPAR, o qual é evidenciado pelo deslocamento do selo.

- Desenvolvimento de bolores e leveduras.

- Desenvolvimento de bactérias lácticas.

3.4.2.11 Exame visual interno dos tambores

Foi realizado um exame do interior da embalagem, após a retirada do produto deteriorado, para observar o seu estado e possíveis anormalidades, como descoloração, descascamento do verniz (especialmente na costura lateral e na recravação do fundo e da tampa), presença de produto, sujidades, corrosão, frequência e localização dos defeitos. Para tal propósito, foram adaptadas uma pequena lanterna e um espelho, para melhor visualização (figura 5). O exame foi minucioso, especialmente quando o tambor não apresentava defeitos óbvios, para diferenciar, na medida do possível, a deterioração por vazamento das causadas por subprocessamento ou por corrosão.

Tabela 5 - Meios, tempos e temperaturas utilizados na determinação de microrganismos deteriorantes de polpa de tomate. (CORLETT JR & DENNY, 1984.)

Meio da primeira Inoculação	Tempo e Temperatura de Incubação	Meio da segunda Inoculação	Tempo e Temperatura de Incubação	Microrganismo Deteriorante
2 tubos de Caldo Ácido	96 h 30 °C	estrias em 2 placas de Rogosa SL	48-72 h 30 °C	Bactérias Lácticas
2 tubos de Extrato de Malte	96 h 30 °C	2 placas de PDA com antibiótico	5 dias 25 horas	Bolores e Leveduras
		e 2 placas de PCA	3/5 dias 30 °C	Bactérias Aeróbias Mesófilas
2 tubos de Caldo Ácido	48 h 55 °C	estrias em DTA	72 h 55 °C	Bactérias Termófilas "flat sour"
4 tubos de Caldo de Fígado, com selo de VASPAR	4 a 7 dias 30 °C			Bactérias Anaeróbias Butíricas
4 tubos de Caldo PE-2 selado com Ágar 2%	72 h 55 °C			Bactérias Anaeróbias Termófilas

3.5 - AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA LAVAGEM E DO TRATAMENTO COM VAPOR DOS TAMBORES REUTILIZADOS.

Os tambores a serem reutilizados foram avaliados quanto as condições higiênicas. Foram amostrados 48 tambores e avaliados em quatro condições diferentes:

- imediatamente após a lavagem convencional, feita pelo pessoal operário (lavagem usual), e no momento em que os tambores eram considerados limpos e adequados para receber novo produto;

- imediatamente após a lavagem convencional, seguida de tratamento com vapor a 120 °C durante 10 minutos;

- tambores vazios, estocados durante 12 meses à temperatura ambiente no armazém;

- tambores vazios, armazenados durante 12 meses à temperatura ambiente, seguido de tratamento com vapor a 120 °C durante 10 minutos imediatamente antes do uso.

- Avaliação visual

A primeira avaliação global da limpeza dos tambores foi realizada com a ajuda de uma pequena lanterna e um espelho, tipo retrovisor, por nós desenvolvido (figura 5).

- Avaliação da lavagem dos tambores pelo uso de métodos microbiológicos.

A quantificação da contaminação microbiana dos tambores foi realizada, adicionando-se ao interior do tambor, um litro de solução salina peptonada estéril.

Uma vez adicionada a água ao tambor, o bocal foi tampado hermeticamente com tampa de plástico, adequadamente lavada e desinfetada por imersão em álcool de 70%. O tambor então foi rolado, de maneira a lavar toda a sua superfície interna, por um período aproximado de 10 minutos. Com a utilização de baguetas de vidro, mangueiras de borracha e um kitassato acoplados a uma bomba de vácuo (figuras 6a e 6b), foi retirada a água de lavagem. Todo o material que foi utilizado nesta operação estava devidamente esterilizado. Durante a retirada total do líquido, o tambor permaneceu levemente inclinado. Para a contagem, foram inoculados diretamente 1 ml da água de lavagem e preparadas diluições decimais do líquido de lavagem, de acordo com as recomendações anteriormente mencionadas (levando em conta a turbidez da solução e o aspecto higiênico do tambor), nos meios, PDA com antibiótico para bolores e leveduras, PDA com ácido tartárico para bolores termorresistentes segundo recomendações de SPLITSTOESSER & KING (1984), Rogosa SL, DTA, Caldo PE-2 e Caldo de Fígado, preparados e inoculados como na seção 3.1.1.1 de avaliação da microbiota do tomate. As amostras foram examinadas quanto à contaminação por bolores e leveduras, bolores termorresistentes, bactérias lácticas, bactérias termófilas "flat sour", bactérias anaeróbias butíricas e bactérias anaeróbias termófilas.

3.6 - AVALIAÇÃO DA RECRAVAÇÃO DOS TAMBORES, APÓS SUCESSIVOS USOS.

Os tambores, contendo o produto deteriorado, foram avaliados visualmente e testados com relação a microvazamentos nas recravações, num total de 46 amostras.

Foi realizado exame da recravação em todos os tambores, cujo produto apresentou deterioração. Para realizar a prova, foi introduzido ar comprimido no tambor, através de um equipamento especialmente desenhado por nós, para tal fim (Figuras 7a). Este foi colocado no bocal do tambor sobre uma tampa devidamente recravada (Figura 7b). A pressão utilizada foi de 0.3 Kg/cm^2 durante 2 minutos, segundo recomendado pelos fabricantes do tambor. Após a introdução do ar, foi colocado detergente líquido nas áreas das recravações (bocal, tampa e fundo). A evidência do vazamento foi detectada pela formação de espuma em qualquer um dos pontos mencionados. Medidas de segurança foram tomadas nesta operação, devido ao uso de ar comprimido sob pressão.

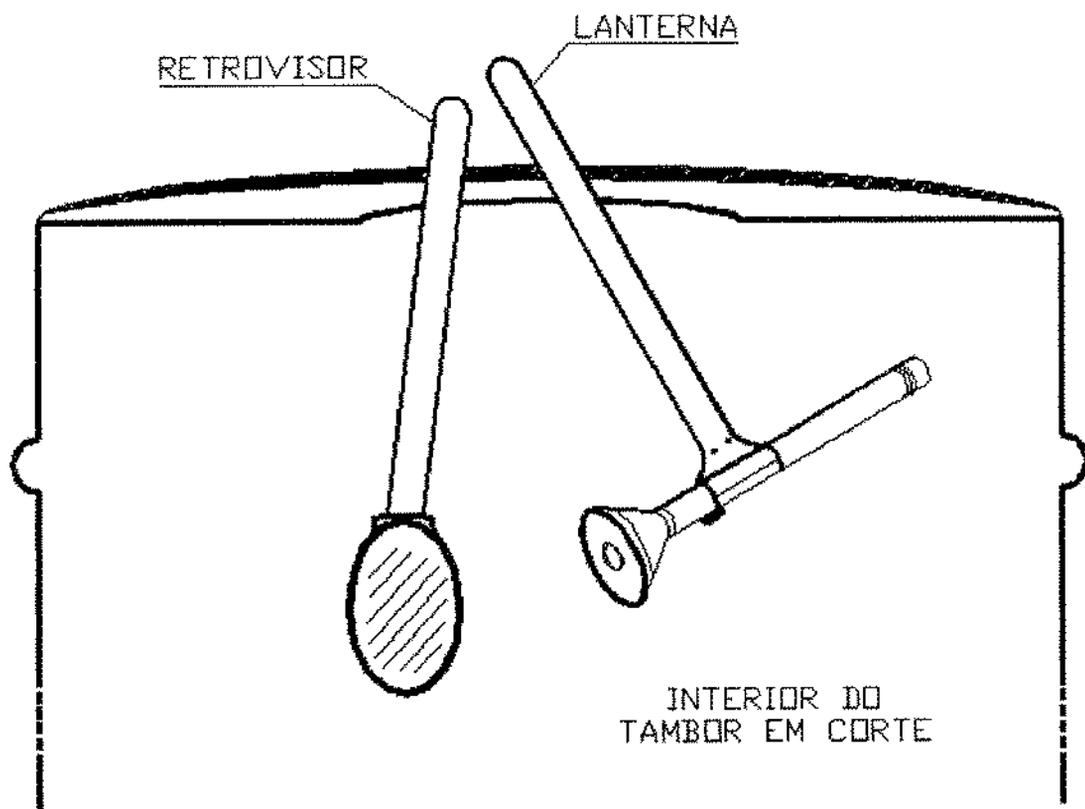


Figura 5.- Espelho tipo retrovisor e lanterna pequena usados para observar o interior dos tambores.

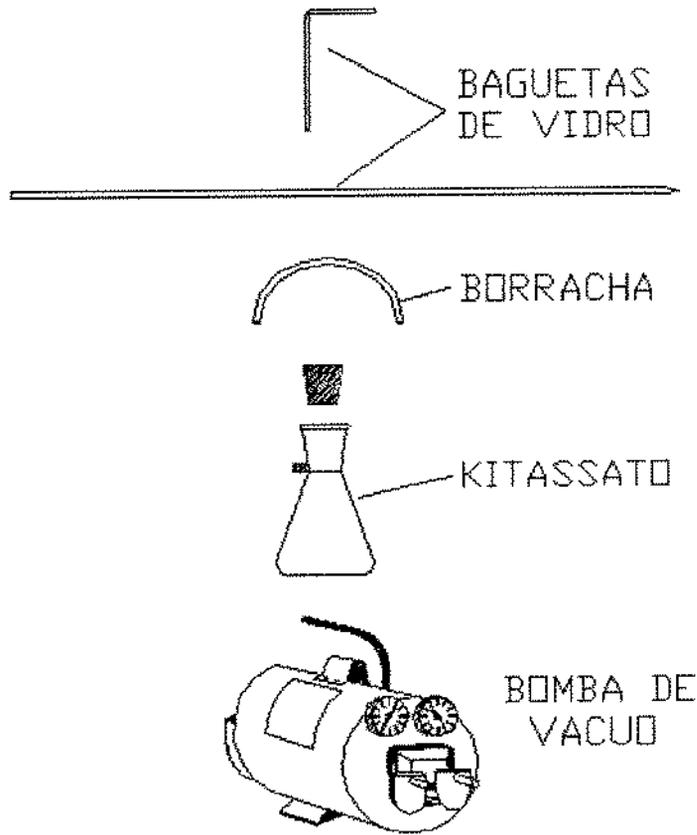


Figura 6a - Aparelhagem utilizada para retirar a água de lavagem dos tambores.

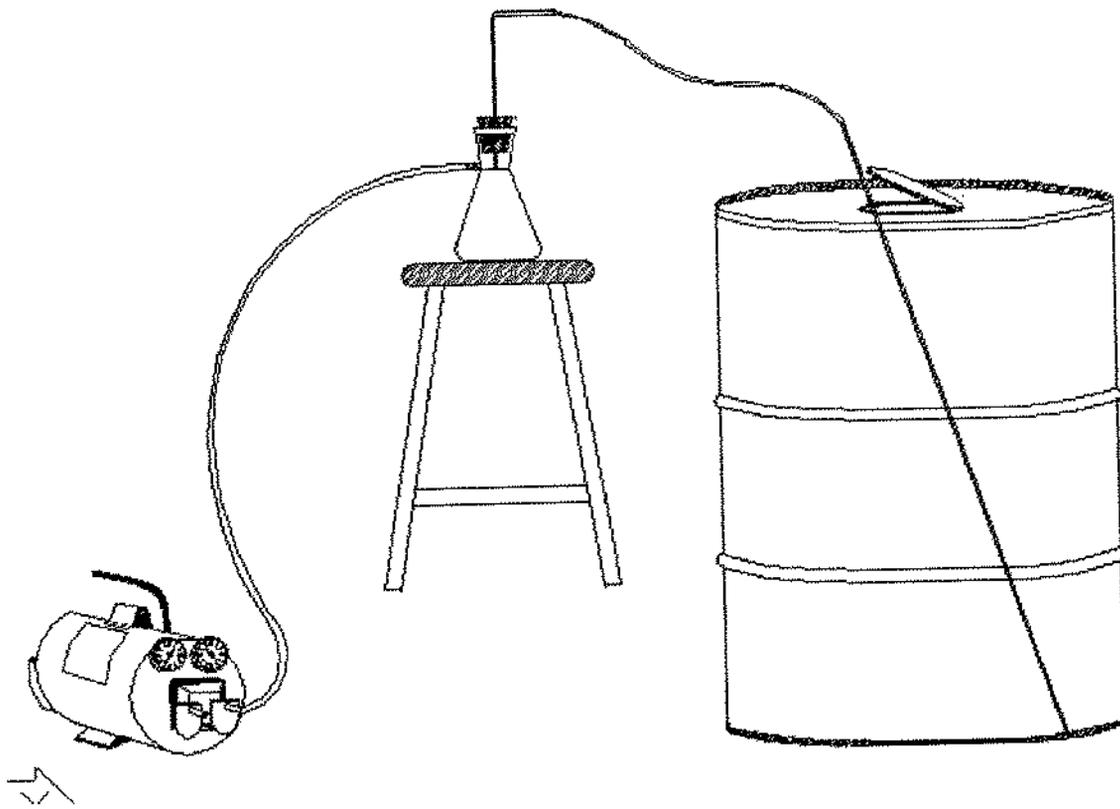


Figura 6b -Equipamento montado para retirada asséptica da água de lavagem dos tambores.

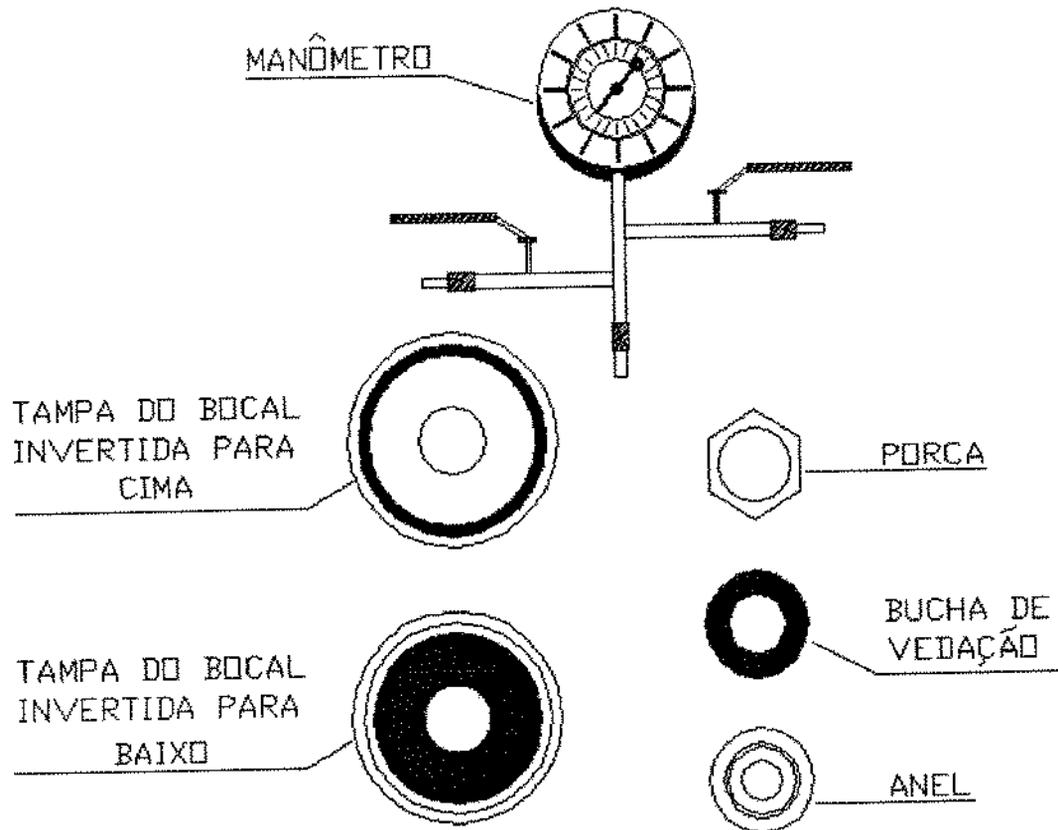


Figura 7a - Detalhe dos componentes da aparelhagem elaborada para verificar a recravação, da tampa, do bocal dos tambores.

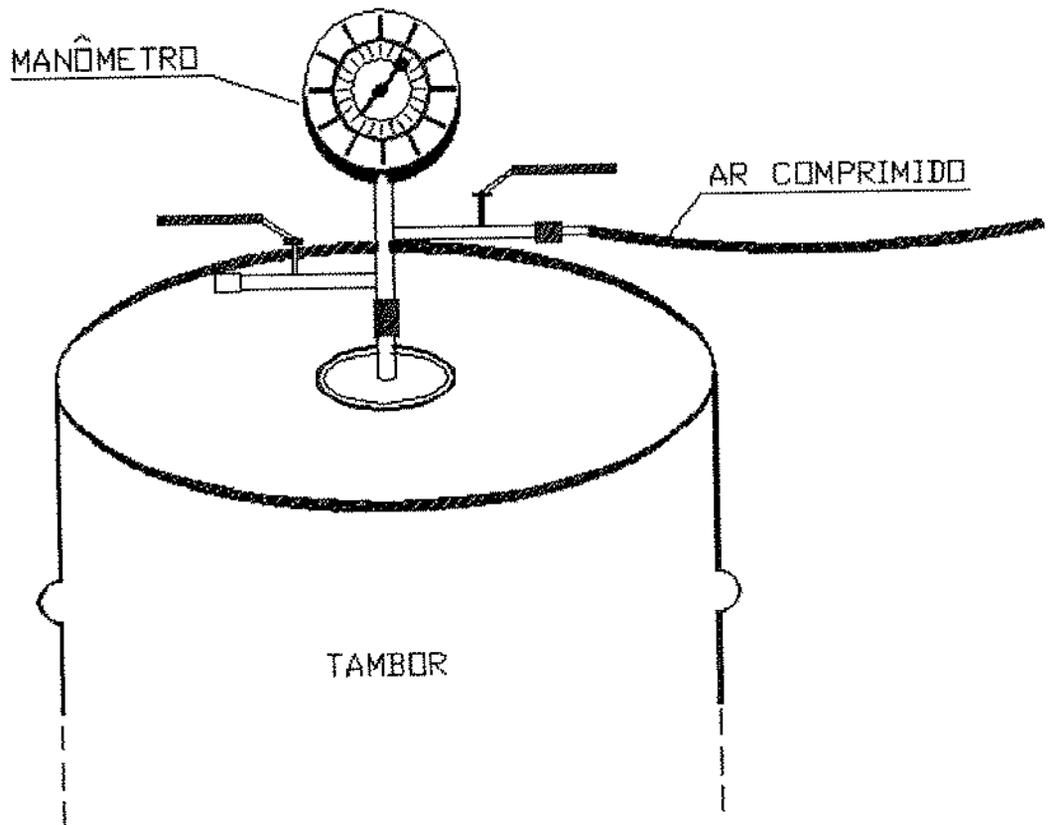


Figura 7b - Equipamento acoplado ao tambor e ao compressor de ar.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - LINHA DE PROCESSAMENTO DE CONCENTRADO DE TOMATE.

Foi determinado o grau de contaminação dos principais microrganismos deteriorantes da polpa de tomate concentrada, segundo VICINI (1984, 1986) e THOMPSON (1981), entre outros.

Os dados obtidos estão apresentados nas Tabelas de 1 a 7, no Anexo A e a localização dos pontos amostrados podem ser visualizados através da figura 8. Observou-se que a carga bacteriana total foi diminuindo durante as diferentes etapas do processamento do tomate.

Foi constatado que a população de bolores e leveduras foi da ordem de $6,2 \times 10^3$ a $7,7 \times 10^5$ UFC/g, nos três primeiros pontos do processamento (recepção do tomate, seleção e trituração). Após a lavagem dos frutos, ocorreu uma ligeira redução da carga microbiana, que tornou a aumentar na etapa de trituração (Tabela 3, Anexo A). Esta elevação pode ser resultado da mistura de tomates de qualidade boa e regular, devido às deficiências constatadas na seleção (tomates com lesões de menor tamanho não são retirados da esteira). Após o tratamento térmico, ponto 4, (Tabela 4, Anexo A), houve inativação dos microrganismos, não se constatando crescimento.

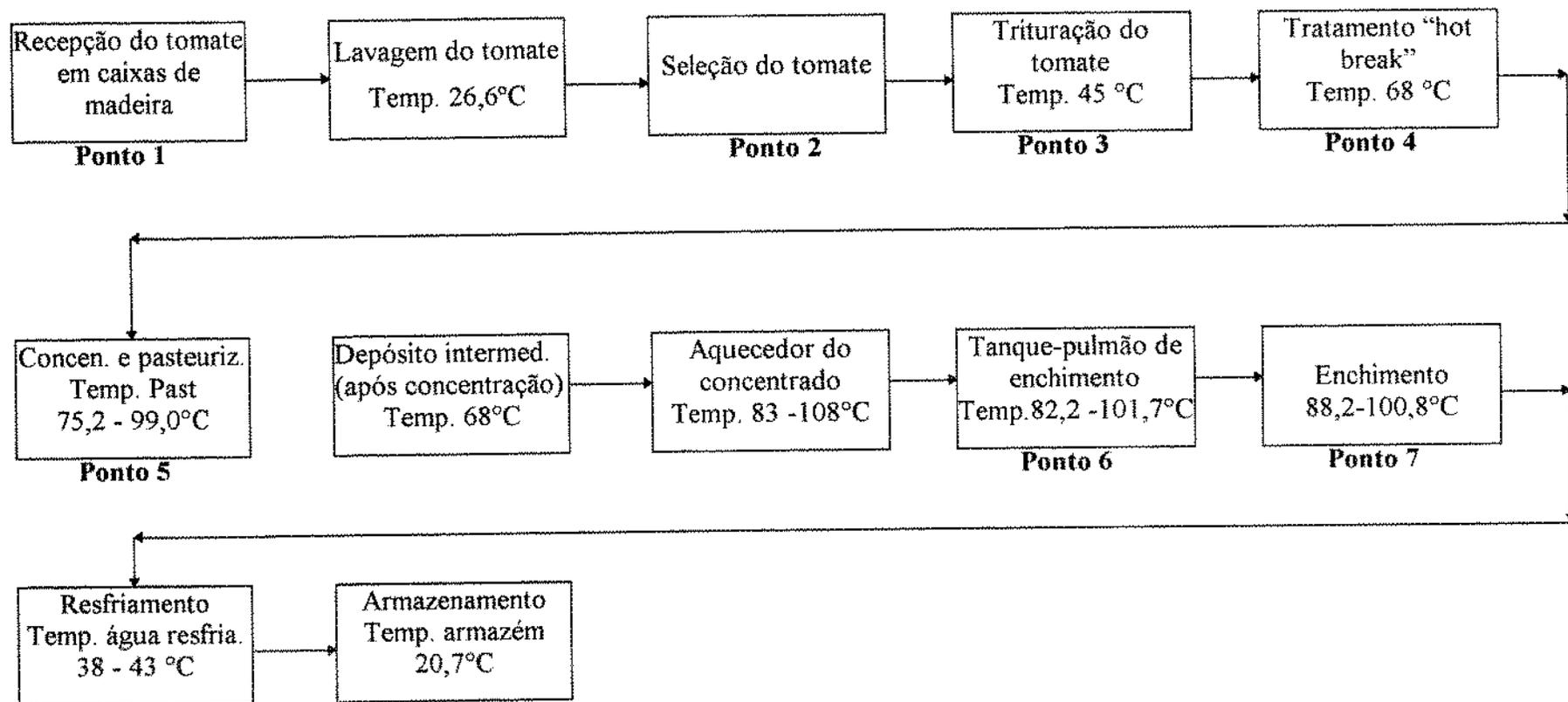


Figura 8 - Visualização dos pontos amostrados na linha de processamento e as temperaturas registradas em diversos pontos.

Observou-se, porém, que no ponto 5, correspondente ao ponto após concentração e pasteurização (Tabela 5, Anexo A) houve aumento da carga microbiana em algumas datas. Estas foram as amostragens de 1º de agosto, 14 de agosto e 30 de agosto (amostragem matutina). Nestes casos, foi constatado que o procedimento de produção apresentou falhas, já que o produto ficou estocado em condições inadequadas, durante várias horas, propiciando a sua recontaminação (vide Tabela 5, Anexo A). Normalmente o produto deveria ser embalado de imediato. As amostragens, referentes ao procedimento inadequado de produção, foram realizadas a fim de verificar o seu efeito no processo.

A contagem das bactérias lácticas situou-se entre $8,7 \times 10^4$ e $1,0 \times 10^8$ UFC/g, nos três primeiros pontos avaliados. Do mesmo modo que na enumeração dos bolores e leveduras, notou-se um aumento no ponto 3.

A partir do ponto 4, correspondente ao produto após o tratamento "hot break" (Tabela 4, Anexo A), a contaminação por bactérias lácticas diminuiu consideravelmente, não se detectando crescimento. Foi observado, do mesmo modo, que houve recontaminação por bactérias lácticas, devido ao procedimento inadequado de produção após a concentração e pasteurização, no nível de $5,8 \times 10^2$ e $3,8 \times 10^3$ UFC/g (vide Tabela 5, Anexo A).

Na contaminação por *Bacillus coagulans*, notou-se uma redução nas sucessivas etapas do processamento, sendo que, no ponto 1, a contaminação variou de $5,1 \times 10^1$ a $4,1 \times 10^3$ UFC/g. Na seleção do tomate, esta contaminação esteve entre < 10 e $9,5 \times 10^1$ UFC/g. Na fase de desintegração, uma das amostras apresentou população de $1,0 \times 10^1$ UFC/g. Houve uma elevação após o tratamento térmico (ponto 4), provavelmente devido à ativação dos esporos, estando os valores encontrados entre < 1 e $8,1 \times 10^1$ UFC/g.

Após a pasteurização (ponto 5) até o enchimento (ponto 7), (Tabela 5 a 7, Anexo A), notou-se acentuada redução, não se tendo detectado crescimento, estando de acordo com os resultados obtidos por VICINI (1984) e DENNY (1981).

A população de *Clostridium pasteurianum* evidenciada nos pontos 1 e 2, variou entre < 2,2 a 9,2 NMP/100 g e < 2,2 a 5,1 NMP/100 g, respectivamente, ocorrendo um aumento nos pontos 3 e 4. Esse fato pode ser devido à mistura de matéria-prima boa e regular e à ativação de esporos pelo tratamento "hot-break" (Tabela 3 e 4, Anexo A). A partir da pasteurização até o enchimento, observamos uma sensível redução da carga bacteriana, estando de acordo com VICINI (1986). Nos ensaios realizados, foi constatado o aparecimento de odores fecais, que diminuíram após ajustar o pH do meio ao valor de pH do concentrado de tomate, facilitando a percepção do odor característico para determinação de *Clostridium pasteurianum*. Isto sugere que a metodologia, para determinação de *Clostridium pasteurianum*, deva ser revisada com relação ao acerto do pH do meio.

Com relação à população *Clostridium thermosaccharolyticum*, observou-se que os valores das contagens mantiveram-se iguais em todos os pontos do processo, sendo < 2,2 NMP/25 g. Esta contagem pode ser considerada baixa. Segundo ASHTON (1981) e ASHTON & BERNARD (1984), no caso de as bactérias *Clostridium thermosaccharolyticum* estarem presentes, o seu desenvolvimento somente ocorreria em condições especiais de temperatura acima de 35 °C a 37 °C.

Os bolores termorresistentes somente foram evidenciados nos pontos 1 e 2, variando a população entre < 1 e $1,5 \times 10^1$ UFC/100 g. A partir do ponto 3, não foi constatada a presença destes.

4.2 - AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA EM DIFERENTES PONTOS DA LINHA DE PROCESSAMENTO E NO ARMAZENAMENTO.

Os dados de temperatura estão apresentados nas Tabelas 8 a 15, Anexo B e na figura 8.

Na lavagem dos tomates, verificou-se que esta foi realizada à temperatura média de 26,6 °C, valor esse considerado adequado por GOOSE (1964) e GOULD (1974).

A temperatura de pasteurização variou de 75,2 °C a 99,0 °C. Observou-se que a temperatura apresentou variações de um ponto a outro da polpa, pois o processo é realizado nos concentradores, o que dificulta a transferência de calor, resultando em um processo de pasteurização não-homogêneo.

Após a pasteurização, foi realizado reaquecimento do concentrado em trocador tubular, em função da baixa temperatura com que a polpa sai do concentrador (em média 68 °C). visto que este trabalha sob vácuo (Tabela 11, Anexo B). No reaquecimento a temperatura chegou a variar de 83 °C a 108 °C, notando-se que não existia um bom controle sobre estes pontos da linha, podendo haver no momento dado, subprocessamento ou superprocessamento.

No tanque-pulmão para o enchimento, que é provido de camisa de vapor, a polpa apresentou temperatura de 82,2 °C a 101,7 °C. Foi constatada, também, variação da temperatura em diferentes pontos, em função da viscosidade do produto e do tanque não ter agitador.

A temperatura de enchimento variou de 88,2 °C a 100,8 °C. Isto garantiu um enchimento a quente adequado, assegurando estabilidade microbiológica,

embora as temperaturas não se mantivessem uniformes, em detrimento da qualidade físico-química do produto.

Não foi constatada influência da temperatura ambiente dos armazéns (em média 20,7 °C) sobre os tambores.

Verificou-se, através dos dados obtidos, que poucas são as probabilidades de ocorrer contaminação do produto na linha de processamento. Por outro lado, a não ocorrência de microrganismos, nos pontos finais do processo, indica tratamento térmico adequado. Embora o procedimento de estocagem do produto concentrado, pasteurizado em tanque aberto e por tempo prolongado, tenha demonstrado recontaminação, principalmente por bactérias lácticas, o posterior aquecimento (90 °C - 100 °C) do produto para enchimento a quente minimizou a probabilidade de deterioração.

4.3 - AVALIAÇÃO DO PRODUTO FINAL (ESTERILIDADE COMERCIAL DA POLPA DE TOMATE EM EMBALAGENS DE 200 kg).

Os resultados da avaliação físico-química e microbiológica da polpa são apresentados na Tabela 17, do Anexo C. Foi observado que o pH e os sólidos solúveis apresentaram-se normais. No caso do pH, este variou de 4,01 a 4,24, ao passo que os sólidos solúveis variaram de 19,5 a 21,7 °Brix, faixa de trabalho da empresa. Na Tabela 18, Anexo C, estão apresentados os valores de pH e sólidos solúveis, realizados nas amostras no dia do processamento, verificando-se que não houve variação aparente. As pequenas variações devem-se ao fato do processo ser descontínuo.

Foram avaliadas 18 amostras. Somente uma apresentou odor anormal (fecal), no momento da abertura asséptica do tambor, embora na microscopia direta desta (Tabela 17, Anexo C), nenhum microrganismo foi isolado. Em 72 % das amostras avaliadas na microscopia direta, foram observadas formas de bastonetes, leveduras com parede irregular, leveduras aparentemente em brotamento e hifas de bolores, todas em pouca quantidade. Somente foram isoladas leveduras viáveis de uma única amostra. Do restante das amostras, não foram isolados microrganismos viáveis.

Concluiu-se que, das 18 amostras analisadas, 17 podiam ser consideradas comercialmente estéreis e uma deteriorada por leveduras.

Dos tambores vazios que continham a polpa não-deteriorada, 83,3 % deles corresponderam a embalagens, com pouco tempo de uso (1 a 3 anos), e 50 % do total de amostras tinham o bocal recondicionado. Desde que as amostras foram colhidas ao acaso os dados da Tabela 16 do Anexo C, indicam a possibilidade de que os tambores, que estavam estocados há mais tempo, com a polpa não-deteriorada correspondiam àqueles mais novos e em melhores condições, como pode ser verificado no local. Nesta amostragem, o concentrado com menos tempo de estocagem estava em tambores com bocal recondicionado.

4.4 - AVALIAÇÃO DO PRODUTO FINAL DETERIORADO.

Os resultados do exame de 46 amostras de produto final deteriorado encontram-se no Anexo D.

4.4.1 História da Deterioração.

Foram avaliadas, as condições gerais de 46 tambores, após a retirada da polpa deteriorada e lavagem. Os resultados estão reunidos na Tabela 19, do Anexo D. A Tabela 6 resume estes dados. A partir desta, verificou-se que a maioria das amostras apresentaram-se com óxido nas tampas e recravações, o que dificultava sua higienização, permitindo o acúmulo de sujidades. O mesmo fato aconteceu com a queda do esmalte.

Tabela 6 - Condições internas de tambores contendo polpa deteriorada

Condições dos tambores	Tambores	
	(Nº)	(%)
Presença de resíduo de concentrado	11	23,9
Oxidação do corpo	21	56,7
Oxidação das tampas	29	78,3
Oxidação das recravações	35	94,6
Queda do esmalte	33	71,7

Dados da Tabela 7 mostram que 86,9 % dos tambores que continham polpa deteriorada, apresentavam-se com o bocal recondicionado e, destes, 55,0 % tinha 4 a 10 anos de uso, 30,0 % um ano e 15,0 % 2 a 3 anos de uso. Observou-se que 52,2 % dos tambores apresentavam microvazamento e, destes, 70,8 % tinham 4 a 10 anos de uso, 25 % um ano e 4,2 % 2 a 3 anos de uso. Concluiu-se que o tempo de uso do tambor influencia a qualidade da recravação do bocal, pois 91,6 % dos tambores com microvazamento tinham o bocal recondicionado (Tabela 19, Anexo D). A incidência menor de defeitos, em

tambores com 2 a 3 anos de uso, deve-se principalmente ao fato de serem poucos, relacionados à quantidade de tambores com outro tempo de uso.

Tabela 7 -Avaliação das condições do bocal do tambor e da ocorrência de microvazamento em relação ao tempo de uso de tambores que continham polpa deteriorada.

Condições dos Tambores	%	Tempo de uso (anos)		
		1	2 a 3	4 a 10
Bocal reconicionado	86,9	12	6	22
Microvazamento	52,2	6	1	17

Na Tabela 20, do Anexo D, estão contidos os dados referentes as características da deterioração e à presença de microvazamento em tambores com concentrado de tomate. Através dela, verifica-se que a porcentagem de deterioração da polpa, em média, foi de 25,9 %, variando de 0,8 % a 52,3 % em relação ao total de tambores produzidos.

Quanto ao aparecimento da primeira deterioração, 28 % amostras apresentaram deterioração entre 4 e 8 dias, após a produção; 54,3 % amostras entre 23 e 43 dias e 13 % amostras entre 49 e 83 dias.

Das amostras, com aparecimento da deterioração entre 4 e 8 dias, após processamento (13 amostras), 38,5 % tambores apresentaram microvazamento.

Das 25 amostras com data de aparecimento da primeira deterioração entre 23 e 43 dias após processamento, 52 % apresentaram microvazamento.

Das amostras que deterioraram após 49 dias ou mais (6 unidades), 50 % apresentaram microvazamento. Observou-se que, embora a porcentagem de tambores com microvazamento fosse alta (acima de 38,5 %), isto aparentemente não influenciou no tempo de aparecimento da primeira deterioração.

Em relação ao tipo de estufamento (leve, médio ou forte), o comportamento observado nas amostras foi o seguinte: 39,1 % apresentaram estufamento leve, 26,0 % estufamento médio, 26 % estufamento forte, 4,3 % apresentaram tambores planos e 4,3 % apresentaram depressão acentuada da tampa, devido ao excessivo vácuo interno.

Na Tabela 8, observa-se que não existe aparente relação entre a data da primeira deterioração e o tipo de estufamento.

Tabela 8 -Relação entre tipo de estufamento (%) e a data da primeira deterioração observada.

Data da primeira deterioração (dias)	Tipo de estufamento		
	Leve	Médio	Forte
4 a 8	38,5	30,8	23,0
23 a 43	40,0	28,0	36,0
49 a 82	40,0	20,0	-

4.4.2 Características Físico-químicas da Polpa Deteriorada.

Avaliando as características físico-químicas das polpas deterioradas, através da Tabela 21 do Anexo D as seguintes observações foram feitas:

- com relação ao vácuo, somente 5,9 % de um total de 39 amostras examinadas apresentaram medida de vácuo;
- a amostra com 2,5 pol de Hg apresentou a primeira deterioração, após decorridos 82 dias da produção. Esta mesma embalagem apresentou teste de microvazamento positivo;
- a amostra, com valor de vácuo de 18,5 pol Hg, apresentou deterioração após 20 dias da produção, sendo que este tambor não apresentou estufamento e o teste de microvazamento foi negativo;
- o restante das amostras apresentou valores zero de vácuo (94,9 %), porém não foi notada nenhuma diferença com relação às características avaliadas acima nas amostras que apresentaram vácuo. Segundo os fabricantes do tambor, o vácuo deve situar-se entre 15 e 20 polegadas de Hg. O processador trabalha com esta faixa.

Foi verificado através da Tabela 9, que a maior parte das amostras apresentaram odor ácido anormal e alcoólico forte.

Na Tabela 21 do Anexo D, também encontram-se outros dados das características físico-químicas da polpa deteriorada. Verifica-se que somente 4,3 % das amostras analisadas apresentaram pH fora do esperado (pH 4,78 e 4,70). Estas também apresentaram tambores com microvazamento e sólidos solúveis fora do esperado (17,2 °Brix e 17,9 °Brix). Este fato pode ser devido a

resíduos de água na linha de processamento. O restante das amostras apresentou sólidos solúveis de 18,2 a 21,2 °Brix e pH de 3,86 a 4,31.

Tabela 9 - Avaliação do odor da polpa deteriorada.

Odor	Quantidade	%
Ácido anormal	18	39,1
Alcoólico	8	17,4
Picante	4	8,7
Ácido-butírico	1	2,2
Ácido-picante	5	10,9
Ácido-alcoólico	7	15,2
Alcoólico-picante	3	6,5

Quanto à presença de gases CO_2 e H_2 , podemos dizer que, 26,0 % das amostras examinadas apresentaram CO_2 e H_2 ; 47,8 % continham somente CO_2 e 4,34 % somente H_2 (Tabela 21, Anexo D).

Outra característica observada foi a aparência da massa, sendo que foram encontradas 39,1 % de amostras com aparência gasosa. O restante das amostras apresentou textura normal (Tabela 21, Anexo D).

Na Tabela 22, do Anexo D, estão os pesos líquidos dos tambores de polpa deteriorada amostrados. Verifica-se que o peso líquido do produto em média foi de 218,8 kg, considerado normal e que permite um espaço livre suficiente para a formação de vácuo.

4.4.3 Avaliação Microbiológica da Polpa Deteriorada.

A microscopia direta, realizada nas 46 amostras de polpa deteriorada, apresentou uma microbiota mista, aparentemente de baixa resistência térmica, sendo isto uma possível indicação de contaminação por vazamento.

Tabela 10 - Microrganismos isolados de amostras de polpa deteriorada.

Microrganismos	Amostras Contaminadas	
	(Nº)	(%)
<i>Clostridium pasteurianum</i>	26	56,5
<i>Clostridium pasteurianum</i> , leveduras e bactérias lácticas	1	2,1
<i>Clostridium pasteurianum</i> e <i>Clostridium</i> <i>thermosaccharolyticum</i>	1	2,1
<i>Clostridium pasteurianum</i> e leveduras	1	2,1
<i>Clostridium</i> <i>thermosaccharolyticum</i>	1	2,1
Leveduras	2	4,3
Bactérias lácticas	1	2,1
Sem crescimento	13	28,3

Na Tabela 10, são apresentados os resultados dos microrganismos isolados, a partir das polpas deterioradas. Em 56,5 % dos casos, foi verificada a presença isolada de *Clostridium pasteurianum*. Em 8,7 % das amostras, estes foram encontrados em conjunto com outros microrganismos (leveduras, bactérias lácticas e *Clostridium thermosaccharolyticum*). Em 26,1 % das amostras, não foi possível isolar nenhum microrganismo.

4.4.4 Avaliação em Conjunto das Características Estudadas.

Neste item, foram avaliadas, em conjunto, as características da polpa deteriorada, estudadas até o momento.

Não foi possível detectar características comuns, marcantes nas amostras.

Nas Tabelas 11, 12 e 13, foram relacionados o tipo de microrganismo isolado, o tempo de aparecimento da primeira deterioração, teste de microvazamento e gases encontrados. Não foi possível encontrar relação entre o microrganismo isolado e o tempo de aparecimento da primeira deterioração e o teste de microvazamento.

Com relação aos gases encontrados e o microrganismo isolado, podemos dizer que, nas amostras onde fora detectado o *Clostridium pasteurianum*, 44 % delas apresentaram presença de gases CO₂ e H₂ e 40 %, presença de gás H₂.

Nas amostras onde foram isoladas leveduras, não foi detectada presença de gases.

Tabela 11 - Microrganismos isolados até 8 dias, após a observação da primeira deterioração e sua relação com o microvazamento e gases encontrados no tambor.

Microrganismos isolados	Amostras		Amostras com microvazamento		Gases		
	(Nº)	(%)	(Nº)	(%)	CO ₂ e H ₂	CO ₂	H ₂
<i>Clostridium pasteurianum</i>	4	8,7	3	6,5	1	2	1
Bactérias lácticas	1	2,2	0	-	-	1	-
Leveduras	1	2,2	1	2,2	-	-	-
<i>Clostridium pasteurianum</i> , bactérias lácticas e leveduras	1	2,2	1	2,2	-	1	-
Sem crescimento	6	13,0	5	10,9	2	3	-

Sendo os clostrídios butiricos os isolados com maior freqüência, era de se esperar grande produção de CO₂ e H₂, o que foi confirmado, pois a maioria das amostras apresentaram CO₂, seguido de CO₂ e H₂. Este fato conduz à hipótese de que estas amostras apresentavam estufamento por presença de microrganismos deterioradores, e não devido a problemas de corrosão, já que a quantidade de amostras, apenas com presença de gás H₂ foi desprezível.

A característica comum a todas as amostras foi a total ausência de vácuo em 94,9 % delas, fato que pode indicar falta de hermeticidade da embalagem, o que eventualmente permitiria uma contaminação, após processamento ou produção de gases pelos microrganismos contaminantes.

Tabela 12 -Microorganismos isolados entre 23 e 43 dias após, observação da primeira deterioração e sua relação com presença de microvazamento e de gases no tambor.

Microrganismos isolados	Amostras		Amostras com microvazamento		Gases		
	(Nº)	(%)	(Nº)	(%)	CO ₂ e H ₂	CO ₂	H ₂
<i>Clostridium pasteurianum</i>	15	32,6	9	19,6	7	7	1
<i>Clostridium pasteurianum</i> e <i>Clostridium thermosaccharolyticum</i>	1	2,2	1	2,2	-	1	-
<i>Clostridium pasteurianum</i> e leveduras	1	2,2	0	-	1	-	-
<i>C. thermosaccharolyticum</i>	1	2,2	1	2,2	-	1	-
Leveduras	1	2,2	0	-	-	-	-
Bactérias lácticas, <i>Clostridium thermosaccharolyticum</i> , <i>Clostridium pasteurianum</i>	1	2,2	1	2,2	-	-	-
Sem crescimento	5	10,9	3	6,5	1	3	-

Uma outra relação estudada foi a existente entre o bocal reconicionado e o teste de microvazamento. De 40 amostras, com bocal reconicionado, 52,2 % apresentaram microvazamento. De 06 amostras sem reconicionamento

do bocal, 66,7 % apresentaram microvazamento. Esse fato pode indicar que, além da deformação do bocal (recondicionamento), também deve ter ocorrido uma deficiência na recravação da tampa do bocal, razão pela qual houve perda da hermeticidade e, eventualmente ocorrer perda vácuo.

Tabela 13 -Microorganismos isolados entre 49 e 82, dias após a observação da primeira deterioração e sua relação com microvazamento e gases no tambor.

Microorganismos isolados	Amostras		Amostras com microvazamento		Gases		
	(Nº)	(%)	(Nº)	(%)	CO ₂ e H ₂	CO ₂	H ₂
<i>Clostridium pasteurianum</i>	6	13,0	3	6,5	3	1	-
Sem crescimento	1	2,2	1	2,2	-	-	-

Não foi observada relação aparente entre o tipo de estufamento dos tambores e o tipo de microrganismo isolado na amostra.

4.5 - AVALIAÇÃO DA CLORAÇÃO DA ÁGUA.

Em análises realizadas nas águas de resfriamento dos tambores, na lavagem dos tomates e na lavagem de equipamentos, não foi detectado cloro

residual livre. Segundo GOULD (1974), um teor de cloro-residual-livre-mensurável é necessário para evitar recontaminação, em qualquer eventual microvazamento.

4.6 - AVALIAÇÃO DA LAVAGEM E DESINFECÇÃO DOS TAMBORES.

Foram realizadas avaliações físicas e microbiológicas de tambores em 4 diferentes condições:

Tambores sem tratamento com vapor (ver figura 9a):

a- tambores imediatamente após a lavagem usual, isto é, lavagem com água à pressão, e retirada do excesso de água com bomba de vácuo. Em algumas ocasiões, os tambores podem ter ficado úmidos;

b- tambores com lavagem usual, isto é, lavagem com água à pressão e retirada com bomba de vácuo, porém estocados com tampa de plástico em armazém, por aproximadamente um ano. Estes tambores ficaram armazenados em armazém coberto, junto com tambores contendo produto para a entressafra. Alguns tambores podem ter sido armazenados úmidos.

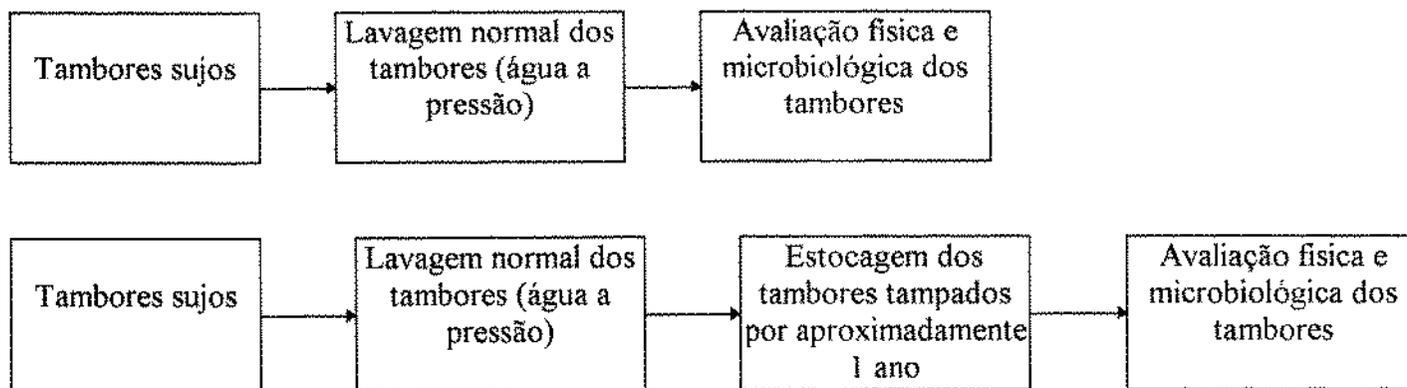


Figura 9a- Tambores sem tratamento com vapor.

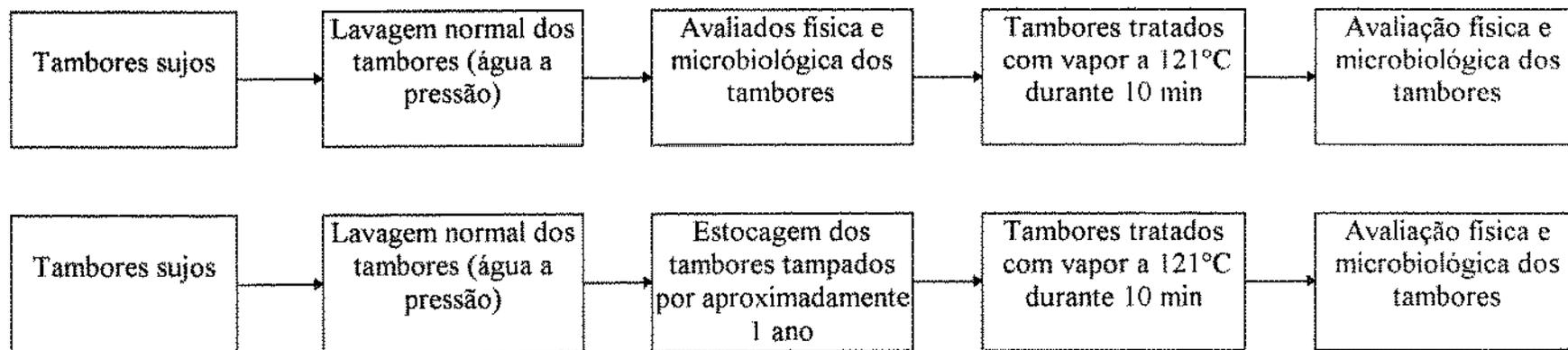


Figura 9b- Tambores tratados com vapor durante 10 minutos.

Tambores tratados com vapor (ver figura 9b):

c- tambores utilizados no item a, e tratados com vapor a 121°C, durante 10 minutos;

d- tambores estocados por aproximadamente um ano e tratados com vapor a 121°C, durante 10 minutos. Estes tambores ficaram armazenados em armazém coberto, junto com tambores contendo produto para a entressafra.

Na avaliação dos tambores sem tratamento com vapor, encontram-se na Tabela 23, Anexo E, as condições físicas do tambor a ser utilizado na embalagem da polpa. De 12 amostras avaliadas, 75 % apresentaram bocal recondicionado. Quanto ao tempo de uso, 66,7 % das amostras tinham 4 a 10 anos, 16,7 % com 3 a 4 anos e 16,7 % com um ano de uso. Todas as amostras apresentaram queda interna do esmalte, oxidação do mesmo ou resíduos de concentrado.

Na Tabela 14, está apresentado o resumo dos dados da avaliação microbiológica da água de lavagem de tambores reutilizados, quando foram submetidos a tratamentos com e sem vapor.

Na Tabela 24A, do Anexo E, estão apresentadas as condições físicas de 12 tambores, lavados usualmente e armazenados por aproximadamente um ano. Estes tambores foram avaliados sem tratamento com vapor. Do total destes, 75 % apresentaram bocal recondicionado, o que significa que a maioria dos tambores estavam com o bocal comprometido. Quanto ao tempo de uso, 75% dos tambores, tinham 4 a 10 anos de utilização, 16,7 % 2 a 3 anos e 8,3% um ano. Todas as amostras apresentaram queda do esmalte interno, resíduos de concentrado e oxidação nas recravações ou no corpo.

A partir da Tabela 26, Anexo E, têm-se os resultados para a avaliação microbiológica das amostras acima citadas. Verificou-se que a contaminação

por bolores e leveduras variou de $5,2 \times 10^2$ UFC/ml a $3,4 \times 10^5$ UFC/ml; por bactéria lácticas de < 1 a $1,2 \times 10^4$ UFC/ml, resultados que apresentam pouca variação com relação aos obtidos nos tambores, que foram avaliados imediatamente após a lavagem usual (Tabela 14).

A diferença entre os tambores avaliados imediatamente após a lavagem usual e os avaliados após um ano de estocagem foi a presença da bactéria *Bacillus coagulans*, cuja população foi de < 1 UFC/ml no primeiro caso e < 1 UFC/ml a $5,8 \times 10^4$ UFC/ml no segundo caso. Não houve diferença em relação aos outros microrganismos esporogênicos (Tabela 14).

Na Tabela 27, do Anexo E, temos os resultados da análise microbiológica, realizada nos tambores lavados convencionalmente e, a seguir, desinfetados com vapor e que foram avaliados primeiramente, sem terem passado por tratamento com vapor. Comparando com os resultados obtidos na primeira análise, foi verificada uma redução considerável da contaminação, no caso de bolores, leveduras e bactérias lácticas de 1 UFC/ml e, para *Clostridium pasteurianum*, uma redução de $< 2,2$ a $2,2$ NMP/100ml. Para os demais microrganismos avaliados (*Clostridium thermosaccharolyticum*, *Bacillus coagulans* e bolores termorresistentes), não foi observada diferença expressiva entre as duas amostragens, isto porque, tanto sem e com tratamento com vapor, a carga bacteriana foi baixa.

Para tambores que foram estocados após lavagem usual, por aproximadamente um ano, foram realizadas avaliações físicas e, após tratamento com vapor, avaliações microbiológicas (Tabela 24B, Anexo E e Tabela 14, respectivamente).

Tabela 14 -Avaliação microbiológica da água de lavagem dos tambores, reutilizados para embalagem de polpa de tomate, tratados e não-tratados com vapor.

Microorganismo	Sem tratamento com vapor		Tratamento com vapor	
	Lavagem usual	Lavagem usual e Armazenado	Lavagem usual	Lavagem usual e Armazenado
Bolores e leveduras (UFC/ml)*	$< 10 \cdot 10^6$	$10^3 - 10^5$	< 1	< 1
Bactérias lácticas (UFC/ml)*	$< 10 \cdot 10^5$	$1 - 10^4$	< 1	< 1
<i>Bacillus coagulans</i> (UFC/ml)*	$< 1 - 1$	$< 1 - 10^4$	< 1	< 1
<i>Clostridium pasteurianum</i> (NMP/100 ml)**	$< 2,2 - > 16$	$< 2,2 - 16$	$< 2,2 - 2,2$	$< 2,2 - > 16$
<i>Clostridium thermosaccharolyticum</i> (NMP/100 ml)**	$< 2,2$	$< 2,2 - > 16$	$< 2,2 - 2,2$	$< 2,2$
Bolores termorresistentes (UFC/100 ml)*	$< 1 - 2$	$< 1 - 1,5 \times 10^3$	< 1	< 1

* Unidades formadoras de colônias/ml

** Número Mais Provável/100ml

Como nos outros casos, os tambores apresentaram queda do esmalte interno, resíduos de concentrado ou oxidação das recravações e do corpo. Do total de 12 amostras, 75 % estavam com o bocal recondicionado. O tempo de uso em 50 % das amostras variou de 4 a 10 anos; 41,7 % de um ano e 8,3 % com 2 a 3 anos de uso.

Da Tabela 14, obtêm-se os resultados da avaliação microbiológica para os tambores armazenados e tratados com vapor, onde os bolores e leveduras, bactérias lácticas e *Bacillus coagulans* apresentaram valores de < 1 UFC/ml. A contaminação por *Clostridium pasteurianum* foi a mais alta variando de < 2,2 NMP/100 ml a > 16 NMP/100 ml.

Comparando os resultados deste tratamento com os obtidos nos tambores lavados usualmente e armazenados, por aproximadamente um ano, porém sem tratamento com vapor (Tabela 14), verificou-se que houve uma sensível redução na população de microrganismos contaminantes, com exceção dos *Clostridium pasteurianum* que permaneceram praticamente inalterados.

Esse resultado está coerente com os microrganismos isolados da polpa deteriorada, já que a incidência do *Clostridium pasteurianum* foi de 63,0 %. Isto indica que este tratamento foi inadequado para a destruição dos esporos do *Clostridium pasteurianum*.

Também foi verificado que as formas vegetativas encontram-se, em maior quantidade, nos tambores lavados usualmente e sem estocagem, enquanto que as formas esporuladas encontram-se em maior quantidade, nos tambores armazenados por períodos de aproximadamente um ano.

4.7 - AVALIAÇÃO DO VÁCUO.

Foram avaliadas 14 amostras de tambores, com polpa em bom estado. Do total de amostras, 50 % tinham um ano de uso, 35,7 % 2 a 3 anos e 14,3 % 4 a 10 anos de uso. (Tabela 8, Anexo B.)

Não se observou aparente relação entre o tempo de uso do tambor e o nível de vácuo.

Foi observado que houve variação no nível de vácuo entre os tambores, tanto em diferentes lotes, como em lotes de mesma data de fabricação da polpa.

Com este resultado, há probabilidades dos tambores estarem com defeito na recravação do bocal, uma vez que eles não apresentaram sinais de manejo inadequado, e nem deterioração aparente que propiciasse uma perda de vácuo.

A maioria das amostras (64,3 %) tiveram níveis de vácuo com valores de 15 a 21 pol de Hg para um período de armazenamento de 9 a 13 meses. O restante das amostras (35,7 %), tiveram níveis de 1,8 a 12 pol de Hg.

5.-CONCLUSÃO

No presente trabalho, chegou-se às seguintes conclusões:

1.- Os resultados obtidos, na avaliação microbiológica do processamento do concentrado de tomate, permitem concluir que todo esse processo está correto até o momento da embalagem em tambores de 200 Kg.

2.- A estabilidade microbiológica do concentrado está comprometida, a partir do envase, onde foram identificados os seguintes problemas:

2.1.- Reutilização contínua dos tambores por longo tempo.

A utilização dos tambores, por longo tempo, provoca deformações no bocal e necessidade de acondicionamento constante deles. Este fato influenciou decisivamente na qualidade da recravação. Assim, dos tambores examinados, contendo concentrado deteriorado, 91,6 % deles apresentaram bocal acondicionado, sendo evidenciado microvazamento em 52,2 % deles.

Foi constatado que o concentrado, embalado em tambores com menor tempo de uso, apresentava vida-de-prateleira mais longa do que o concentrado contido em tambores com maior tempo de uso.

2.2.- Falhas na lavagem e sanificação dos tambores.

A limpeza dos tambores reutilizados mostrou-se inadequada, permitindo que ficassem no interior das embalagens resíduos de produtos e umidade, propiciando assim o desenvolvimento de microrganismos. Nestas condições, a desinfecção com vapor utilizada não diminuiu a incidência da contaminação por *Clostridium pasteurianum*.

2.3.- Falhas na cloração da água de resfriamento dos tambores. A fase de resfriamento dos tambores foi um ponto crítico. A falta de cloração correta da água é um fator que favorece a recontaminação do produto final durante o resfriamento, quando há formação de vácuo no interior dos tambores e o vedante da tampa está ainda fluido.

3.- A deterioração do concentrado de tomate poderia ser minimizada em parte pelo uso de tambores uma única vez. Como isto é inviável economicamente nas condições atuais do Brasil, o controle da deterioração depende da adoção de práticas corretas de processamento e, especificamente, de lavagem e desinfecção dos tambores reutilizados, do controle do fechamento das embalagens e do controle da cloração da água de resfriamento, além do controle de outros pontos na linha.

4.- Outras medidas, como o enchimento asséptico do produto final, em embalagens plásticas flexíveis, protegidas externamente pelos tambores ou preservação do concentrado de tomate através de métodos combinados, aplicando a tecnologia dos obstáculos, poderiam ser soluções alternativas para o problema.

ANEXO A

Amostragem na linha de processamento

Tabela 1 - Contaminação do tomate na fase de recepção.

Processamento	Bolores e leveduras (UFC*/g)	Bactérias lácticas (UFC*/g)	Esporos de <i>Bacillus coagulans</i> (UFC*/g)	Esporos de <i>Clostridium pasteurianum</i> (NMP**/100g)	Esporos de <i>C. thermosaccharolyticum</i> (NMP**/50g)	Bolores termoresistentes (UFC*/100g)
1	$1,9 \times 10^4$	$8,7 \times 10^4$	$5,1 \times 10^1$	9,2	< 2,2	9
2	$1,2 \times 10^4$	$3,8 \times 10^6$	$1,5 \times 10^2$	< 2,2	< 2,2	3
3	$1,4 \times 10^5$	$1,7 \times 10^6$	$4,1 \times 10^2$	< 2,2	< 2,2	5
4	$3,3 \times 10^5$	$3,8 \times 10^6$	$1,5 \times 10^2$	< 2,2	< 2,2	< 1
5	$7,7 \times 10^5$	$7,8 \times 10^6$	$1,2 \times 10^2$	< 2,2	< 2,2	4

* Unidades Formadoras de Colonias

** Número Mais Provável

Tabela 2 - Contaminação da matéria-prima na fase de seleção.

Processamento	Bolores e leveduras (UFC*/g)	Bactérias lácticas (UFC*/g)	<i>Esporos de Bacillus coagulans</i> (UFC*/g)	<i>Esporos de Clostridium pasteurianum</i> (NMP**/100g)	<i>Esporos de C. thermosaccharolyticum</i> (NMP**/50g)	Bolores termoresistentes (UFC*/100g)
1	$8,1 \times 10^4$	$2,3 \times 10^5$	< 10	5,1	< 2,2	3
2	$9,7 \times 10^3$	$2,2 \times 10^6$	< 10	< 2,2	< 2,2	1
3	$9,9 \times 10^3$	$1,3 \times 10^6$	< 10	< 2,2	< 2,2	15
4	$1,6 \times 10^4$	$4,0 \times 10^5$	$9,5 \times 10^1$	< 2,2	< 2,2	< 1
5	$6,2 \times 10^3$	$1,1 \times 10^6$	< 10	< 2,2	< 2,2	< 1

* Unidades Formadoras de Colonias

** Número Mais Provável

Tabela 3 - Contaminação do tomate na fase de desintegração ou trituração.

Processamento	Bolores e leveduras (UFC*/g)	Bactérias lácticas (UFC*/g)	Esporos de <i>Bacillus coagulans</i> (UFC*/g)	Esporos de <i>Clostridium pasteurianum</i> (NMP**/100g)	Esporos de <i>C. thermosaccharolyticum</i> (NMP**/5g)	Bolores termoresistentes (UFC*/10g)
1	$3,6 \times 10^4$	$2,8 \times 10^6$	< 10	> 16	< 2,2	< 1
2	$2,6 \times 10^5$	$1,0 \times 10^8$	$1,0 \times 10^2$	< 2,2	< 2,2	1
3	$8,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^7$	< 10	9,2	< 2,2	< 1
4	$6,0 \times 10^5$	$6,6 \times 10^7$	< 10	< 2,2	< 2,2	< 1
5	$5,3 \times 10^5$	$1,4 \times 10^7$	< 10	< 2,2	< 2,2	< 1

* Unidades Formadoras de Colonias

** Número Mais Provável

Tabela 4 - Avaliação microbiológica do processo após tratamento "hot-break".

Processamento	Bolores e leveduras (UFC*/g)	Bactérias lácticas (UFC*/g)	Esporos de <i>Bacillus coagulans</i> (UFC*/g)	Esporos de <i>Clostridium pasteurianum</i> (NMP**/100g)	Esporos de <i>C. thermosaccharolyticum</i> (NMP**/50g)	Bolores termoresistentes (UFC*/100g)
1	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
2	< 10	< 1	8,1 X 10 ¹	2,2	< 2,2	1
3	< 1	< 1	< 10	2,2	< 2,2	< 1
4	< 1	< 1	5,5 X 10 ¹	16	< 2,2	< 1
5	< 1	< 1	1,7 X 10 ¹	9,2	< 2,2	< 1

* Unidades Formadoras de Colonias

** Número Mais Provável

Tabela 5 - Avaliação microbiológica do produto após concentração e pasteurização.

Processamento	Bolores e leveduras (UFC*/g)	Bactérias lácticas (UFC */g)	Esporos de <i>Bacillus coagulans</i> (UFC*/g)	Esporos de <i>Clostridium pasteurianum</i> (NMP**/100g)	Esporos de <i>C. thermosa-ccharolyticum</i> (NMP**/25g)	Bolores termoresistentes (UFC*/50g)
1	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
2	3,4 X 10 ¹	5,8 X 10 ²	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
3	< 1	3,8 X 10 ³	< 1	< 2,2	< 2,2	1
4	1,2 X 10 ¹	2,8 X 10 ³	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
5	< 1	< 1	< 1	5,1	< 2,2	< 1

* Unidades Formadoras de Colonias

** Número Mais Provável

Tabela 6 - Avaliação microbiológica do produto no tanque pulmão de enchimento.

Processamento	Bolores e leveduras	Bactérias lácticas	Esporos de <i>Bacillus</i>	Esporos de <i>Clostridium pasteurianum</i>	Esporos de <i>C. thermosaccharolyticum</i>	Bolores termoresistentes
	(UFC*/g)	(UFC*/g)	(UFC */g)	(NMP**/100g)	(NMP**/25g)	(UFC*/50g)
1	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
2	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
3	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
4	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-

* Unidades Formadoras de Colônias

** Número Mais Provável

Tabela 7 - Avaliação microbiológica do produto no enchimento.

Processamento	Bolores e leveduras	Bactérias lácticas	Esporos de <i>Bacillus coagulans</i>	Esporos de <i>Clostridium pasteurianum</i>	Esporos de <i>C. thermosaccharolyticum</i>	Bolores termoresistentes
	(UFC*/g)	(UFC*/g)	(UFC*/g)	(NMP**/100g)	(NMP**/25g)	(UFC*/50g)
1	-	-	-	-	-	-
2	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
3	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
4	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-

* Unidades Formadoras de Colonias

** Número Mais Provável

ANEXO B

Dados de vácuo e temperatura

Tabela 8 -Medidas do vácuo de tambores reciclados, contendo polpa de tomate armazenada para a entressafra.

Tambor	Tempo de uso do tambor (anos)	Tempo de estocagem (meses)	Vácuo (pol Hg)
1	2 a 3	12	21,0
2	1	12	15,0
3	2 a 3	12	1,8
4	2 a 3	12	12,0
5	1	14	18,0
6	1	9*	20,0
7	2 a 3	13	17,5
8	4 a 10	13	15,3
9	1	13	3,5
10	1	13	14,5
11	1	-	18,5
12	1	11	7,0
13	2 a 3	11	18,5
14	4 a 10	11	18,5

*produto reprocessado

Tabela 9 - Temperatura da água de lavagem dos tomates.

Processamento	Temperatura (°C)	Processamento	Temperatura (°C)	Processamento	Temperatura (°C)
1	24,3	17	30,6	33	25,1
2	23,6	18	28,0	34	24,4
3	24,9	19	33,1	35	24,4
4	25,0	20	27,4	36	24,8
5	25,3	21	30,6	37	25,9
6	25,4	22	27,9	38	26,0
7	24,2	23	24,9	39	26,2
8	31,0	24	24,9	40	26,4
9	30,6	25	24,9	41	26,4
10	25,4	26	25,0	42	25,6
11	25,6	27	24,9	43	27,3
12	29,7	28	25,1	44	25,9
13	29,0	29	24,9	45	25,1
14	30,5	30	25,2	46	24,8
15	24,5	31	32,9	47	25,8
16	24,5	32	34,4	48	25,7

Tabela 10 - Temperatura final da pasteurização.

Processamento	Temperatura (°C)	Processamento	Temperatura (°C)	Processamento	Temperatura (°C)
1	86,0	9	90,8	17	90,0
2	93,3	10	89,3	18	92,3
3	93,3	11	91,6	19	90,1
4	89,5	12	87,7	20	76,1
5	76,5	13	84,7	21	79,1
6	86,2	14	89,2	22	80,2
7	99,0	15	88,0	23	78,6
8	87,3	16	87,8	24	75,2

Tabela 11 - Temperatura do concentrado na saída do concentrador.

Processamento	Temperatura (°C)	Processamento	Temperatura (°C)	Processamento	Temperatura (°C)
1	68,4	10	71,2	19	68,7
2	79,0	11	72,8	20	69,2
3	69,5	12	67,9	21	69,4
4	68,7	13	78,8	22	67,6
5	67,0	14	70,9	23	49,2
6	66,1	15	66,1	24	66,6
7	69,2	16	76,5	25	62,5
8	52,2	17	68,5		
9	68,2	18	65,5		

Tabela 12 - Temperatura do aquecedor do concentrado.

Processamento	Temperatura (°C)	Processamento	Temperatura (°C)	Processamento	Temperatura (°C)
1	93,0	16	90,0	31	89,0
2	94,0	17	91,0	32	89,0
3	94,0	18	83,0	33	95,0
4	95,0	19	93,0	34	86,0
5	95,0	20	92,0	35	91,0
6	88,9	21	90,0	36	88,0
7	89,0	22	83,0	37	89,0
8	88,0	23	87,0	38	93,0
9	85,0	24	94,0	39	94,0
10	83,0	25	94,0	40	96,0
11	92,0	26	87,0	41	88,0
12	92,0	27	108,0	42	90,0
13	86,0	28	89,0	43	90,0
14	91,0	29	88,0	44	99,0
15	89,0	30	87,0		

Tabela 13 - Temperatura do tanque-pulmão de enchimento.

Processamento	Temperatura (°C)
1	86,3
2	88,5
3	90,0
4	82,2
5	85,1
6	89,4
7	98,4
8	101,7
9	92,7
10	91,2
11	90,3
12	91,5
13	90,1

Tabela 14 - Temperatura de enchimento.

Processamento	Temperatura (°C)
1	88,3
2	88,2
3	99,5
4	100,8
5	91,2
6	89,2
7	90,7
8	88,6
9	90,5
10	89,0

Tabela 15 - Temperatura do ambiente do armazém (armazenagem de tambores cheios e vazios).

Processamento	Período leitura	Temperatura (°C)
1	manhã	18,5
2	meio-dia	20,4
3	tarde	20,4
4	tarde	19,7
5	manhã	19,2
6	manhã	18,5
7	manhã	19,1
8	manhã	20,0
9	tarde	20,7
10	tarde	20,9
11	tarde	19,9
12	tarde	19,8
13	tarde	19,9
14	tarde	22,4
15	manhã	24,1
16	manhã	23,2
17	manhã	23,1
18	manhã	21,4
19	tarde	22,0

ANEXO C

Avaliação da esterilidade comercial em polpa de tomate

Tabela 16 -Condições gerais de tambores, contendo concentrado de tomate, utilizados para avaliação de esterilidade comercial.

Amostra	Meses decorridos fabricação/análise	Tempo de uso do tambor (anos)	Aspecto do bocal
1	7	2 a 3	novo
2	7	1	novo
3	7	1	novo
4	6	1	novo
5	6	1	novo
6	6	1	recondicionado
7	6	4 a 10	novo
8	6	1	novo
9	5	1	recondicionado
10	5	1	novo
11	5	2 a 3	recondicionado
12	5	2 a 3	recondicionado
13	5	1	novo
14	5	2 a 3	recondicionado
15	2,5	2 a 3	recondicionado
16	2,5	4 a 10	recondicionado
17	2,5	1	recondicionado
18	2,5	4 a 10	recondicionado

Tabela 17 -Avaliação físico-química e microbiológica de concentrado de tomate, acondicionado em tambores de 200 Kg

Amostra	pH	Sólidos Solúveis (°Brix)	Odor	Consistência	Avaliação microbiológica
1	4,24	19,8	fecal	fluida normal	comercialmente estéril
2	4,19	19,9	normal	fluida normal	comercialmente estéril
3	4,21	20,6	normal	viscosa	comercialmente estéril
4	4,21	20,4	normal	viscosa	comercialmente estéril
5	4,18	20,0	normal	fluida para viscosa	comercialmente estéril
6	4,27	20,0	normal	fluida normal	comercialmente estéril
7	4,25	19,5	normal	fluida normal	comercialmente estéril
8	4,15	20,6	normal	fluida	comercialmente estéril
9	4,13	20,8	normal	fluida normal	comercialmente estéril
10	4,14	20,8	normal	fluida normal	comercialmente estéril
11	4,15	20,8	normal	viscosa	comercialmente estéril
12	4,12	21,7	normal	viscosa	comercialmente estéril
13	4,14	20,8	normal	viscosa	comercialmente estéril
14	4,17	20,8	normal	viscosa	comercialmente estéril
15	4,04	21,0	normal	fluida	comercialmente estéril
16	4,07	20,4	normal	viscosa	comercialmente estéril
17	4,01	21,1	normal	viscosa	deterioração por leveduras
18	4,04	21,0	normal	fluida	comercialmente estéril

Tabela 18 -Valores médios de sólidos solúveis (°Brix)e pH da polpa de tomate, nos dias em que foi avaliada a linha de processamento.

Data de fabricação	Sólidos solúveis (°Brix)	pH
03/07/91	21,3	4,33
05/07/91	20,1	4,28
01/08/91	21,9	4,17
02/08/91	21,2	4,19
14/08/91	20,9	4,26
30/08/91	20,3	4,17

ANEXO D

Amostragem de polpa deteriorada

Tabela 19 - Tempo de uso e condições gerais dos tambores, após retirada da polpa e lavagem

Amostra	Presença de resíduos do produto	Oxidação			Queda de esmalte	Bocal reconicionado	Tempo de uso (anos)
		Corpo	Tampas	Recravações			
1	X		X	X		X	4 a 10
2							4 a 10
3	X				X	X	4 a 10
4	X					X	1
5		X	X	X		X	2 a 3
6	X	X	X	X	X	X	4 a 10
7						X	4 a 10
8	X		X	X	X	X	4 a 10
9				X	X	X	4 a 10
10			X	X			4 a 10
11			X	X	X	X	1
12				X	X	X	2 a 3
13		X	X	X		X	4 a 10
14		X	X	X	X	X	4 a 10
15			X	X	X		4 a 10
16		X	X	X	X	X	1
17		X	X	X	X	X	4 a 10
18		X	X	X	X	X	1
19		X	X	X	X	X	1
20		X	X	X	X	X	4 a 10
21		X	X	X	X	X	2 a 3
22	X	X	X	X	X	X	4 a 10

continuação

Amostra	Presença de resíduos do produto	Oxidação			Queda de esmalte	Bocal reconicionado	Tempo de Uso (anos)
		Corpo	Tampas	Recravações			
23			X	X	X	X	1
24		X	X	X	X	X	4 a 10
25					X	X	1
26		X	X	X	X		4 a 10
27	X	X	X	X	X	X	4 a 10
28	X	X	X	X	X	X	4 a 10
29		X	X	X	X	X	4 a 10
30				X	X	X	2 a 3
31							1
32	X			X		X	4 a 10
33	X		X		X	X	1
34				X	X	X	4 a 10
35	X	X	X	X	X	X	1
36					X	X	4 a 10
37				X			2 a 3
38			X		X	X	4 a 10
39				X	X	X	1
40		X	X	X	X	X	2 a 3
41	X	X	X	X		X	4 a 10
42		X	X	X	X	X	1
43		X	X	X	X	X	4 a 10
44				X	X	X	4 a 10
45						X	1
46						X	2 a 3

Tabela 20 - Características da deterioração e presença de microvazamento em tambores com concentrado de tomate

Amostra	Deterioração (%)	Aparecimento da 1ª deterioração após processamento (dias)	Tipo de estufamento			Microvazamento
			Leve	Médio	Forte	
1	40,6	54	X			
2	32,2	5		X		
3	48,8	8			X	X
4	48,8	8		X		
5	28,3	43			X	X
6	12,4	5				X
7	8,7	27			X	
8	-	82	X			
9	-	82	tampa afundada			X
10	-	82	tampa afundada			X
11	42,8	4		X		
12	42,8	4			X	
13	20,6	32			X	X
14	38,3	23		X		
15	38,3	23	X			X
16	38,3	23		X		X
17	38,3	23		X		
18	30,1	36			X	
19	30,1	36	X			
20	30,1	36	X			X
21	30,1	36		X		
22	36,2	32	X			
23	36,2	32	X			X

continuação

Amostra	Deterioração (%)	Aparecimento da 1ª deterioração após processamento (dias)	Tipo de estufamento			Microvazamento
			Leve	Médio	Forte	
24	36,2	32	X			
25	36,2	32		X		X
26	36,2	32			X	X
27	8,3	28	X			X
28	9,2	49		X		
29	9,2	49	X			X
30	2,0	39	X			
31	4,0	20				
32	17,5	7	X			X
33	17,5	7	X			
34	35,1	31			X	X
35	35,1	31			X	X
36	16,3	28	X			X
37	6,5	7	X			
38	13,5	8	X			
39	13,5	8			X	X
40	32,3	43		X		
41	32,3	43			X	X
42	19,3	43		X		
43	1,4	7	X			X
44	0,8	7		X		X
45	9,1	40	X			X
46	52,3	41			X	X

Tabela 21 - Características físico-químicas da polpa deteriorada.

Amostra	Odor			pH	Gases		Vácuo (pol Hg)	Sol. Totais (°Brix)	Aparência gasosa
	picante	ácido	alcoólico		butírico	CO ₂			
1			X	4,03			-	19,0	
2		X		3,86	X	X	-	19,8	
3	X			4,12	X		-	-	
4		X		4,05			-	-	
5		X		4,12			-	19,0	
6		X		4,02		X	-	-	
7		X	X	4,16	X		-	-	
8		X		4,14	X	X	0	20,9	
9		X		4,10	X	X	0	20,4	X
10		X		4,20			2,5	20,6	
11		X	X	4,20	X		0	21,2	
12		X	X	4,19	X		0	19,6	
13		X		4,05	X	X	0	19,4	X
14	X			4,13	X	X	0	18,7	X
15			X	4,25	X		0	20,4	X
16		X	X	4,24	X		0	19,5	X
17		X	X	4,18	X	X	0	19,9	X
18		X		4,25	X	X	0	19,2	
19		X		4,15	X		0	21,0	
20		X		4,17	X	X	0	20,5	
21	X		X	4,41	X		0	18,7	X
22			X	4,20	X		0	20,4	

continuação

Amostra	Odor				pH	Gases		Vácuo (pol Hg)	Sol. Totais (°Brix)	Aparência gasosa
	picante	ácido	alcoólico	butírico		CO ₂	H ₂			
23		X	X		4,20	X		0	20,3	
24		X			4,20	X	X	0	19,6	X
25			X		4,14	X		0	18,8	
26	X		X		4,42	X		0	18,5	X
27	X	X			4,16		X	0	18,7	X
28			X		4,31	X	X	0	20,8	
29			X		4,14	X		0	20,7	X
30		X			4,15	X	X	0	19,4	
31					4,00			18,5	19,6	
32	X	X			4,21	X	X	0	19,4	
33	X	X			4,03	X		0	19,6	
34		X			4,12	X	X	0	19,2	X
35	X		X		4,26	X		0	18,6	
36	X				4,78	X		0	17,2	X
37			X		4,17	X		0	20,2	
38		X			4,29	X		0	20,2	
39	X	X			4,16	X	X	0	19,2	X
40	X				4,25	X		0	19,3	X
41		X	X		4,29	X		0	18,1	X
42		X			4,06	X		0	20,4	X
43		X			4,05			0	19	
44			X		4,18	X		0	18,7	
45	X	X			3,97	-	-	0	20,6	
46		X			4,70	-	-	0	17,9	X

Tabela 22 - Peso líquido dos tambores com polpa deteriorada.

Amostras	Peso Líquido (Kg)	Amostras	Peso Líquido (Kg)
1	220	24	217,5
2	215	25	220,5
3	218	26	216
4	-	27	216
5	220	28	216
6	-	29	219,5
7	-	30	218
8	217	31	218
9	216	32	216,9
10	221	33	221
11	222	34	213
12	223,5	35	220
13	218,5	36	220,8
14	212	37	221
15	221	38	221
16	218	39	216,5
17	222	40	223
18	216,5	41	213
19	216	42	219
20	219	43	220
21	221	44	225
22	219	45	220
23	219	46	222

ANEXO E

Avaliação física e microbiológica dos tambores reciclados utilizados para embalagem da polpa de tomate

Tabela 23 -Condições dos tambores reutilizados, imediatamente após a lavagem usual na planta de processamento.

Amostra	Resíduos de produto	Oxidação			Queda de esmalte	Bocal reconicionado	Tempo de uso (anos)
		Corpo	Tampas	Recravações			
1	X			X	X		4 a 10
2	X						1
3	X		X	X	X	X	4 a 10
4				X	X	X	4 a 10
5	X			X	X		4 a 10
6					X	X	2 a 3
7			X		X	X	1
8		X	X	X	X	X	4 a 10
9		X	X		X	X	4 a 10
10						X	2 a 3
11	X		X		X	X	4 a 10
12			X		X	X	4 a 10

Tabela 24A -Condições dos tambores reutilizados, após estocagem em armazém, durante aproximadamente um ano (tambores sem tratamento com vapor).

Amostra	Resíduos de produto	Oxidação			Queda de esmalte	Bocal recondicionado	Tempo de uso (anos)
		Corpo	Tampas	Recravações			
1		X	X	X	X	X	4 a 10
2	X				X		1
3		X	X	X	X	X	4 a 10
4	X				X	X	2 a 3
5	X		X	X	X	X	4 a 10
6	X		X	X			4 a 10
7	X			X	X		4 a 10
8	X		X	X	X	X	4 a 10
9	X			X	X	X	4 a 10
10			X	X	X	X	2 a 3
11	X		X	X		X	4 a 10
12	X		X		X	X	4 a 10

Tabela 24B - Condições dos tambores reutilizados, após estocagem em armazém, durante aproximadamente um ano (tambores sem tratamento com vapor).

Amostra	Resíduos de produto	Oxidação			Queda de esmalte	Bocal recondicionado	Tempo de uso (anos)
		Corpo	Tampas	Recravações			
1	X		X		X	X	1
2	X			X		X	2 a 3
3	X	X		X	X	X	4 a 10
4	X	X	X	X	X	X	4 a 10
5	X		X	X	X	X	1
6	X		X	X	X	X	4 a 10
7	X			X			4 a 10
8			X	X	X	X	1
9	X		X	X	X		4 a 10
10		X	X	X			4 a 10
11			X	X	X	X	1
12	X	X	X	X	X	X	1

Tabela 25 - Microrganismos evidenciados nos tambores reutilizados, imediatamente após a lavagem usual na planta de processamento e sem tratamento posterior com vapor.

Amostra	Bolores e leveduras (UFC*/ml)	Bactérias lácticas (UFC*/ml)	Esporos de <i>Bacillus coagulans</i> (UFC*/ml)	Esporos de <i>Clostridium pasteurianum</i> (NMP**/100ml)	Esporos de <i>C. thermosa-ccharolyticum</i> (NMP**/100ml)	Bolores termoresistentes (UFC*/100ml)
1	8,2 X 10 ⁴	1,1 X 10 ⁵	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
2	< 10	< 10	< 1	9,2	< 2,2	1
3	< 10	1,0 X 10 ⁵	< 1	5,1	< 2,2	< 1
4	1,2 X 10 ³	2,8 X 10 ³	< 1	16	< 2,2	2
5	6,7 X 10 ³	4,6 X 10 ⁵	< 1	9,2	< 2,2	< 1
6	7,9 X 10 ³	1,8 X 10 ⁵	< 1	9,2	< 2,2	< 1
7	1,8 X 10 ⁵	2,0 X 10 ⁴	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
8	1,3 X 10 ⁴	5,0 X 10 ³	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
9	2,0 X 10 ⁶	9,7 X 10 ⁴	1	2,2	< 2,2	2
10	7,5 X 10 ³	1,9 X 10 ³	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
11	1,8 X 10 ⁶	7,8 X 10 ⁵	< 1	2,2	< 2,2	< 1
12	2,6 X 10 ⁴	5,3 X 10 ⁵ ***	< 1	> 16	< 2,2	< 1

* Unidades Formadoras de Colonias.

** Número Mais Provável

*** valor estimado

Tabela 26 - Microrganismos evidenciados em tambores reutilizados estocados durante 1 ano, sem tratamento com vapor e imediatamente antes do uso.

Amostra	Bolores e leveduras (UFC*/ml)	Bactérias lácticas (UFC*/ml)	Esporos de <i>Bacillus coagulans</i> (UFC*/ml)	Esporos de <i>Clostridium pasteurianum</i> (NMP**/100ml)	Esporos de <i>C. thermosaccharolyticum</i> (NMP**/100ml)	Bolores termoresistentes (UFC*/100ml)
1	2,2 X 10 ^{5***}	2,0 X 10 ^{2***}	< 1	9,2	> 16	1,5x10 ³
2	5,6 X 10 ⁴	< 1	< 1	9,2	< 2,2	1,6 x 10 ¹
3	1,2 X 10 ⁴	< 1	< 1	5,1	< 2,2	2 x 10 ¹
4	7,0 X 10 ^{4***}	1,0 X 10 ²	1,4 X 10 ¹	< 2,2	< 2,2	27
5	3,4 X 10 ^{5***}	< 10	3,8 X 10 ¹	16	< 2,2	< 1
6	6,8 X 10 ⁴	2,5 X 10 ³	< 1	2,2	< 2,2	< 1
7	7,3 X 10 ³	1,2 X 10 ⁴	< 1	9,2	< 2,2	< 1
8	2,0 X 10 ⁵	1,9 X 10 ³	5,1 X 10 ²	2,2	< 2,2	< 1
9	1,3 X 10 ^{4***}	2,9 X 10 ²	2,8 X 10 ²	< 2,2	< 2,2	< 1
10	1,5 X 10 ^{5***}	8	5,8 X 10 ⁴	< 2,2	> 16	1
11	5,2 X 10 ²	9,2 X 10 ²	3,0 X 10 ¹	< 2,2	16	< 1
12	1,6 X 10 ^{5***}	8,0 X 10 ³	3,8 X 10 ¹	5,1	2,2	< 1

* Unidades Formadoras de Colonias.

** Número Mais Provável

*** valor estimado

Tabela 27 - Microrganismos evidenciados em tambores reutilizados, imediatamente após lavagem usual e tratados com vapor, antes de novo uso.

Amostra	Bolores e leveduras (UFC*/ml)	Bactérias lácticas (UFC*/ml)	Esporos de <i>Bacillus coagulans</i> (UFC*/ml)	Esporos de <i>Clostridium pasteurianum</i> (NMP**/100ml)	Esporos de <i>C. thermosaccharolyticum</i> (NMP**/100ml)	Bolores termoresistentes (UFC*/100ml)
1	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
2	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
3	< 1	< 1	< 1	2,2	< 2,2	< 1
4	< 1	< 1	< 1	2,2	< 2,2	< 1
5	< 1	< 1	< 1	2,2	< 2,2	< 1
6	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
7	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
8	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
9	< 1	< 1	< 1	2,2	< 2,2	< 1
10	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	1
11	< 1	< 1	< 1	2,2	< 2,2	< 1
12	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1

* Unidades Formadoras de Colonias.

** Número Mais Provável

Tabela 28 -Microorganismos evidenciados em tambores reutilizados, armazenados durante um ano, imediatamente após tratamento com vapor e antes de novo uso.

Amostra	Bolores e leveduras (UFC*/ml)	Bactérias lácticas (UFC*/ml)	Esporos de <i>Bacillus coagulans</i> (UFC*/ml)	Esporos de <i>Clostridium pasteurianum</i> (NMP**/100ml)	Esporos de <i>C. thermosaccharolyticum</i> (NMP**/100ml)	Bolores termoresistentes (UFC*/100ml)
1	< 1	< 1	< 1	16	< 2,2	< 1
2	< 1	< 1	< 1	5,1	< 2,2	< 1
3	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
4	< 1	< 1	< 1	> 16	< 2,2	1
5	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
6	< 1	< 1	< 1	9,2	< 2,2	< 1
7	< 1	< 1	< 1	5,1	< 2,2	< 1
8	< 1	< 1	< 1	9,2	< 2,2	< 1
9	< 1	< 1	< 1	5,1	< 2,2	< 1
10	< 1	< 1	< 1	16	< 2,2	< 1
11	< 1	< 1	< 1	< 2,2	< 2,2	< 1
12	< 1	< 1	< 1	9,2	< 2,2	< 1

* Unidades Formadoras de Colonias.

** Número Mais Provável

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01-ANDERSON, R.E. Growth and corresponding elevation of tomato juice pH by *Bacillus coagulans*. Journal of Food Science 49 (2): 647,649, 1984.
- 02-ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, IBGE, 1989. v. 49, p. 331.
- 03-ASHTON, D.H. Thermophilic organisms involved in food spoilage: thermophilic anaerobic not producing hydrogen sulfide. Journal of Food Protection 44 (2): 146-148, 1981.
- 04-ASHTON, D.H. & BERNARD, D. Thermophilic anaerobic sporeformers. In: VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D.F., ed. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3.ed. Washington, American Public Health Association, 1992. p. 309-316.
- 05-ASSUMPTÃO, R.M.V. & MORITA T. Manual de soluções, reagentes e solventes: padronização, preparação, purificação. São Paulo, Edgard Blücher, 1968. p. 72.
- 06-BELITZ, H.D. & GROSCH, W. Hortalizas, verduras y productos hortícolas. In: BELITZ, H.D. & GROSCH, W. Química de los alimentos. Zaragoza, Acribia, 1985. cap. 17, p. 599-628.
- 07-CAMARGO, A.M.M.P. & CAMARGO FILHO, W.P. Distribuição da produção de tomate no Estado de São Paulo. Informações Econômicas 10 (8): 41-57, 1980.

- 08-CATALÁ, R. Evaluación de la vida útil de los alimentos envasados. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos** 25 (1): 1-14, 1985.
- 09-DENNY, C.B. & CORLETT Jr., D.A. Canned foods-tests for cause of cause of spoilage. In: VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D.F., ed. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3.ed. Washington, American Public Health Association, 1992. p. 1051-1092.
- 10-DENNY, C.B. Termophilic organisms involved in food spoilage: introduction. **Journal of Food Protection** 44 (2): 144-145, 1981.
- 11-DRYER, J.M. & THOMPSON, P.J. Canned foods - Tests for commercial sterility. In: SPECK, M.L., ed. **Compendium methods for the of microbiological examination of foods**. 2.ed. Washington, American Public Health Association, 1984. p. 723-736.
- 12-FIELDS, M.L.; ZAMORA, A.F.; BRADSHAW, M. Microbiological analysis of home-canned tomatoes and green beans. **Journal of Food Science** 42 (4): 931-934, 1977.
- 13-GILLILAND, S.E.; SANDINE, W.E.; VEDAMUTHU, E.R. Acid - producing microorganisms. In: SPECK, M.L., ed. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 2.ed. Washington, American Public Health Association, 1984. p. 184-196.
- 14-GOOSE, P.G. & BINSTED, R. **Tomato paste, puree, juice and powder**. London, Food Trade Press, 1964. p. 53-60.
- 15- GOULD, W.A. **Tomato production, processing and quality evaluation**. Westport, AVI, 1974. cap.II., p. 135-182.
- 16-GREENBERG, A.E.; TRUSSELL, C.R.R.; CLESURI, L.S. ed. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 16.ed. Washington, American Public Health Association, 1985. p.880.

- 17-HARWING, J.; SCOOT, P.M.; STOLTZ, D.R.; BLANCHFIELD B. Toxins of molds from decaying tomato fruit. **Applied and Environmental Microbiology** 38 (2): 267-274, 1979.
- 18- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Previsões e estimativas das safras agrícolas do Estado de São Paulo. **Informações Econômicas** 17-22 (5, 3, 2, 2, 1, 1): 128, 44, 48, 50, 90, 71, 1987-1992.
- 19-HOCKING, A.D. & PITT, J.I. Food spoilage fungi. II-Heat-resistant fungi. **CSIRO Food Research Quarterly** 44 (4): 73-82, 1984.
- 20-HUHTANEN, C.N.; NAGHSKI, J.; CUSTER, C.S.; RUSSELL, R.W. Growth and toxin production by *Clostridium boyulinum* in moldy tomato juice. **Applied Environmental Microbiology** 32 (5): 711-715, 1976.
- 21-KOBURGER, J.A. & MARTH, E.A. Yeast and molds. In: SPECK, M.L., ed. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 2.ed. Washington, American Public Health Association, 1984. p. 197-202.
- 22-LAKE, D.E. & LYNT, R.K. Mesophilic anaerobi sporofomers. In: SPECK, L.M., ed. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 2.ed. Washington, American Public Health Association, 1984. p. 221-234.
- 23-LEITÃO, M.F.F.; EIROA, M.N.U.; DELAZARI, I. Contaminação de matérias-primas e alimentos semiprocessados de origem vegetal por espórios de bactérias. II. *Clostridium sp.* mesófilos e acidúricos, *C. thermosaccharolyticum* e *Desulfotomaculum nigrificans*. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos** 20 (2): 115-129, 1983a.
- 24-LEITÃO, M.F.F.; EIROA, M.N.U.; DELAZARI, I. Contaminação de matérias-primas e alimentos semiprocessados de origem vegetal por espórios de bactérias. I. *Bacillus sp.* mesófilos, *B. coagulans* e *B. stearothermophilus*. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos** 20 (1): 39-54, 1983b.

- 25-LE MAIRE, W.H. The best little tomato paste plant in Italy. **Food Engineering International** 6 (12): 28-30, 32-33, 1981.
- 26-MALLIDIS, C.G. & SAMARAS, F. A simples, rapid and sensitive method for monitoring contamination of aseptically processed tomato paste. **International Journal of Food Science and Technology** 22 (1): 59-66, 1987.
- 27-MINAMI, K. & FONSECA, H. Tomate: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. 92p. (Série Agroindustrial, 8).
- 28-MONTVILLE, T.J. Metabiotic effect of *Bacillus licheniformis* on *Clostridium*: implications for home-canned tomatoes. **Applied and Environmental Microbiology** 44 (2): 334-338, 1982.
- 29-MONTVILLE, T.J. & SAPERS, G.M. Thermal resistance of spores from pH elevating strains of *Bacillus licheniformis*. **Journal of Food Science** 46 (6): 1710-1712, 1715, 1981.
- 30-MARIN, V. Sterilization, disinfection and sanitization in food industries. Italia. **Industrie Alimentari** 27 (263): 1731-734, 1988.
- 31-MORESI, M. & LIVEROTTI, C. Economic study of tomato paste production. **Journal of Food Technology** 17 (2): 177-192, 1982.
- 32-MUNDT, O.J. & NORMAN, J.M. Metabiosis and pH of moldy fresh tomatoes. **Journal of Food Protection** 45 (9): 829-832, 1982.
- 33-RODRIGO, M. La investigación actual en la industrialización del tomate. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos** 24 (1): 1-14, 1984.
- 34-SADIR, R. **Industrialización del tomate**. Asunción, OEA-INTN, 1976. 112p.
- 35-SEGMILLER, J. L. & EVANCHO, G. M. Aciduric flat sour sporeformers. In: VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D.F. ed. **Compendium of**

- methods for the microbiological examination of foods**. 3ed.
Washington, American Public Health Association, 1992. p. 291-307.
- 36-SCHWAB, A.H.; LEININGER, H.V.; POWERS, E.M. Media, reagents and stains. In: SPECK, M.L., ed. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 2.ed. Washington, American Public Health Association, 1984. p. 852
- 37-SMITH, L.D.S. & HOBBS, G. *Clostridium*. In: Buchananam, R.E. & Gibbson, N.E., ed. **Bergey's manual of determinative bacteriology**. 8 ed. Baltimore, 1974. p.551-572.
- 38-STINSON, E.E.; OSMAN, S.F.; SICILIANO, J.; CEPONIS, M.J.; HEISLER, E.G. Mycotoxin production by *Alternaria* species grown on apples, tomatoes and blueberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 28 (5): 960-963, 1980.
- 39-SPECK, R.V. & SHAFER, B.D. Aciduric flat sour sporeformers (*Bacillus coagulans*). In: SPECK, M.L., ed. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 2.ed. Washington, American Public Health Association, 1984. p. 235-245.
- 40-SPLITTSTOESSER, D.F. & KING, Jr, A.D. Enumeration by *Byssochlamys* and other heat resistant molds. In: SPECK, M.L., ed. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 2.ed. Washington, American Public Health Association, 1984. p. 203-210.
- 41-THOMPSON, P.J. Thermophilic organisms involved in food spoilage: aciduric flat-sour sporeforming aerobes. **Journal of Food Protection** 44 (2): 154-156, 1981.
- 42-TIMPERLEY, D.A. Cleanig in place (CIP). **Journal of the Society of Dairy Technology** 42 (2): 32-33, 1989.
- 43-TROLLER, J.A. Cleaning and sanitizing. In: TROLLER, J.A. **Sanitation in food processing**. Orlando, Academic Press, 1983. cap. 5, p. 79-110.

- 44- VEDAMUTHU, E. R.; RACCACH, M.; GLATZ, B. A.; SEITZ, F. W.; REDDY, M. S. Acid-producing microorganisms. In: VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D.F. ed. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3ed. Washington, American Public Health Association, 1992. p. 225-238.
- 45- VICINI, E. A survey of the causes of microbial spoilage in tomato products during 1969-1985. **Indústria Conserve** 61 (4): 338-345, 1986.
- 46- VICINI, E. Notes on the microbiology of acid canned foods and of tomato products in particular. **Indústria Conserve** 59 (1): 22-25, 1984.
- 47- WEUBECK, C.E. Fruit, fruit products, and wines. In: REED, G., ed. **Enzymes in food processing**. New York, Academic Press, 1975. cap. 14, p. 379-438.