

Samuel Souza Ribeiro Neto



Projeto Mecânico

Qualidade em Processos na Indústria Alimentícia

Relatório do  
Projeto de Formatura  
para conclusão do Curso de  
Engenharia Mecânica  
em Dez/2000.

Área de Concentração:  
Energia e Fluidos

Prof. Orientador: Adherbal Caminada

9,0 (nove)  
aw :  
/

São Paulo, dezembro de 2000.

**DEDALUS - Acervo - EPMN**



31600005977

Universidade de São Paulo  
Escola Politécnica  
Departamento de Engenharia Mecânica



*Qualidade em Processos na Indústria Alimentícia*

Relatório do  
Projeto de Formatura  
para conclusão do Curso de  
Engenharia Mecânica  
em Dez/2000.

Elaborado por:  
Samuel Souza Ribeiro Neto

Prof. Orientador: Adherbal Caminada

São Paulo, dezembro de 2000.

## **1. Resumo**

*Este trabalho consiste em um "case", ou seja, um problema constatado e sobre o qual será desenvolvido um estudo e conseqüentemente um projeto para a sua solução. Este "Case" tem um enfoque em qualidade, por isso uma breve discussão sobre o tema será apresentada.*

*Primeiramente um "case" deve ser escolhido. Dentre três produtos com reclamações apresentadas por consumidores foi escolhido o que mais se adequava às necessidades e possibilidades deste trabalho de formatura. O problema escolhido será brevemente apresentado a seguir.*

*O problema encontrado pelo consumidor foi sobre de um determinado produto a base de leite. Este produto continha leve sabor diferente, não indicado em sua embalagem. Foi constatado que o problema se encontrava no processo de fabricação do produto mais especificamente no processo de limpeza, o qual também foi estudado e apresentado neste trabalho.*

*Com base nas informações e conhecimento adquirido, para este primeiro semestre foi apresentado também o Projeto Básico deste problema, o qual também está contido neste trabalho.*

*Para o segundo semestre fica um estudo mais detalhado e conseqüentemente o projeto executivo.*

## **2. Sumário**

<b><u>1. Resumo</u></b>	<b>2</b>
<b><u>2. Sumário</u></b>	<b>3</b>
<b><u>3. Introdução</u></b>	<b>7</b>
<b><u>3.1. A Escolha do Tema</u></b>	<b>7</b>
<b><u>3.2. O Projeto</u></b>	<b>7</b>
<b><u>4. Escolha do Produto</u></b>	<b>8</b>
<b><u>4.1. O Serviço de Atendimento ao Consumidor</u></b>	<b>8</b>
<b><u>4.2. Apresentação dos Diversos Produtos e seus Respectiveos Problemas</u></b>	<b>9</b>
<b><u>4.3. Critérios de Escolha</u></b>	<b>9</b>
<b><u>4.4. A Escolha Propriamente Dita</u></b>	<b>10</b>
<b><u>5. Qualidade na Indústria Alimentícia</u></b>	<b>11</b>
<b><u>5.1. Introdução</u></b>	<b>11</b>
<b><u>5.2. Sistema de Qualidade</u></b>	<b>11</b>
<b>5.2.1. O êxito se baseia na qualidade</b>	<b>11</b>
<b>5.2.2. O cliente é o primeiro</b>	<b>12</b>
<b>5.2.3. A qualidade e sua vantagem competitiva</b>	<b>13</b>
<b>5.2.4. A Qualidade é um esforço conjunto.</b>	<b>13</b>
<b>5.2.5. A Qualidade é feita por pessoas.</b>	<b>14</b>
<b>5.2.6. Qualidade é Sinônimo de Ação.</b>	<b>14</b>
<b><u>5.3. Princípios Chave.</u></b>	<b>15</b>
<b>5.3.1. O Consumidor em Primeiro Lugar</b>	<b>15</b>
5.3.1.1. Qualidade	15
5.3.1.2. Qualidade Percebida	15
<b>5.3.2. Produto e serviço</b>	<b>15</b>
5.3.2.1. Embalagem	16
5.3.2.2. Facilidade do Uso	16
5.3.2.3. Informação	16
5.3.2.4. Qualidade da informação	17
5.3.2.5. Parceiros Industriais	17
5.3.2.6. Parceiros Comerciais	17

<b>5.3.3. Inocuidade e Conformidade com a Lei</b>	<b>17</b>
5.3.3.1. Inocuidade do Produto	17
5.3.3.2. Sensibilização do Consumidor Quanto a Inocuidade	17
5.3.3.3. Violação Criminal de Embalagens	18
5.3.3.4. Cumprimento da Lei	18
<b>5.3.4. Qualidade Planificada</b>	<b>18</b>
<b>5.3.5. Prevenção</b>	<b>19</b>
<b>5.3.6. Verificação e Revisão</b>	<b>19</b>
5.3.6.1. Inspeções e Auditorias	19
5.3.6.2. Revisão da Qualidade pela Direção	19
<b>5.3.7. Importância das Pessoas</b>	<b>20</b>
5.3.7.1. Management Commitment (compromisso da direção)	20
5.3.7.2. Employee Involvement (envolvimento dos funcionários)	20
5.3.7.3. Treinamento	20
5.3.7.4. Trabalho em Equipe	20
<b>5.3.8. Responsabilidade Conjunta</b>	<b>21</b>
5.3.8.1. Esforço Conjunto	21
<b>5.3.9. Medindo a Qualidade</b>	<b>21</b>
5.3.9.1. Indicadores de qualidade	21
5.3.9.2. Feed Back do Consumidor	21
5.3.9.3. Benchmarking	21
<b>5.3.10. Melhoria Constante</b>	<b>22</b>
5.3.10.1. Expectativas na Evolução	22
5.3.10.2. Qualidade e Rentabilidade	22
5.3.10.3. Objetivo da melhoria da Qualidade	22
5.3.10.4. Inovação	22
<b><u>5.4. Elementos do Sistema de Qualidade.</u></b>	<b>23</b>
<b>5.4.1. Boas Práticas de Manufatura (GMP).</b>	<b>23</b>
<b>5.4.2. Análise de Riscos em Pontos de Controle Críticos (HACCP).</b>	<b>23</b>
<b><u>6. Estudo da Qualidade do Produto</u></b>	<b>25</b>
<b><u>6.1. Apresentação do Produto</u></b>	<b>25</b>
<b><u>6.2. Estudo da Qualidade em cada Etapa do Processo de Produção</u></b>	<b>25</b>
6.2.1. Estocagem e Standardização	25

6.2.2. Preparação da Mistura	27
6.2.3. Pasteurização	27
6.2.4. Uperização	28
6.2.5. Homogeneização	28
6.2.6. Envase e Acondicionamento	28
6.2.7. O CIP	29
<b><u>7. Identificação do Problema</u></b>	<b>30</b>
<b><u>7.1. Apresentação da Falha na Qualidade</u></b>	<b>30</b>
<b><u>7.2. Apresentação da Etapa do Processo Envolvida, o CIP</u></b>	<b>30</b>
7.2.1. Introdução.	30
7.2.2. Aspectos fundamentais do processo de limpeza.	32
7.2.2.1. Terminologia	32
7.2.2.2. Tipos de CIP e Incrustações	33
7.2.3. Conclusões	35
7.2.4. O conceito de "Clean In Place"	35
7.2.4. Tempo	38
7.2.6. Temperatura	40
7.2.7. Concentração Química	41
7.2.7.1. Agentes Alcalinos	41
7.2.7.2. Agentes Ácidos	42
7.2.8. Turbulência	43
7.2.9. Conceito de Sanitariedade para linhas de processo.	44
7.2.9.1. Concepção da Instalação	44
7.2.9.2. Detalhes de Construção de Equipamentos	45
7.2.9.3. Cantos Mortos	47
7.2.10. Conceito de Sanitariedade para Tubulação	47
7.2.11. Instalação de tubulação de Produto visando o CIP	48

<b><u>7.3. Apresentação da Falha no Processo</u></b>	<b>50</b>
<b><u>8. Estudo da Viabilidade</u></b>	<b>51</b>
<b><u>8.1. Introdução</u></b>	<b>51</b>
<b><u>8.2. Estabelecimento da necessidade</u></b>	<b>51</b>
<b><u>8.3. Síntese das necessidades</u></b>	<b>52</b>
<b><u>8.4. Síntese de Soluções</u></b>	<b>52</b>
<b><u>8.5. Apresentação da Solução</u></b>	<b>52</b>
<b><u>8.6. Comentários</u></b>	<b>53</b>
<b><u>9. Projeto Básico</u></b>	<b>53</b>
<b><u>9.1. Seleção da melhor alternativa</u></b>	<b>54</b>
<b><u>9.2. Otimização formal</u></b>	<b>54</b>
<b><u>9.3. Conclusão</u></b>	<b>54</b>
<b><u>10. Projeto Executivo</u></b>	<b>56</b>
<b><u>10.1 Introdução</u></b>	<b>56</b>
<b><u>10.2 Situação Atual</u></b>	<b>57</b>
<b>10.2.1 Tempos Envolvidos</b>	<b>57</b>
<b>10.2.2 Volumes Envolvidos</b>	<b>58</b>
<b>10.2.3 Preparação</b>	<b>58</b>
<b>10.2.4 Limpeza</b>	<b>59</b>
<b>10.2.5 Liberação</b>	<b>59</b>
<b><u>10.3 Situação Proposta</u></b>	<b>60</b>
<b>10.3.1 Objetivos</b>	<b>60</b>
<b>10.3.2 Premissas Básicas</b>	<b>60</b>
<b>10.3.3 Instalações</b>	<b>60</b>
<b>10.3.3.1 Tanques</b>	<b>61</b>
<b>10.3.3.2 Bombas</b>	<b>64</b>
<b>10.3.3.3 Válvulas</b>	<b>65</b>
<b>10.3.3.4 Modificações nas Tubulações da linha de Processo</b>	<b>65</b>
<b>10.3.4 Descrição do Processo (Concepção)</b>	<b>66</b>
<b>10.3.4.1 Preparo e Padronização da Solução de Soda</b>	<b>66</b>
<b>10.3.4.1 Preparo e Padronização da Solução de Ácido</b>	<b>67</b>
<b>10.3.5 Limpeza dos Tanques</b>	<b>67</b>
<b>10.3.5.1 Preparação</b>	<b>67</b>

10.3.5.2 Limpeza	67
<b>10.3.6 Limpeza da Tubulação</b>	<b>69</b>
10.3.6.1 Preparação e Enxágüe	69
<b><u>10.4 Conclusões</u></b>	<b>70</b>
<b><u>11. Conclusões Gerais</u></b>	<b>71</b>
<b><u>12. Referências Bibliográficas</u></b>	<b>72</b>
<b><u>13. Anexos</u></b>	<b>73</b>
<b><u>13.1 Listas de Materiais</u></b>	<b>74</b>
<b><u>13.2 Fluxogramas</u></b>	<b>76</b>

### **3. Introdução**

#### **3.1. A Escolha do Tema**

Sabemos que a qualidade tem adquirido importância cada vez maior em todos os setores de nossa sociedade, dentre os quais se destaca a indústria alimentícia. Por se tratar do processo do alimento e sendo o bom alimento essencial para a saúde humana, a qualidade na indústria alimentícia tem destaque especial no setor industrial. Daí se explica o interesse pelo tema, que trata de um assunto atual e, principalmente, tem a engenharia como ferramenta de seu sucesso.

#### **3.2. O Projeto**

O projeto a ser apresentado consiste em um *case* a ser analisado e resolvido durante o ano. Este *case* será escolhido dentre alguns problemas de qualidade verificados em reclamações de consumidores.

No decorrer do projeto o produto a ser estudado será escolhido, descrito, terá seu problema apresentado bem como a solução para o mesmo.

Nesta primeira parte do trabalho serão apresentados estudos sobre qualidade na indústria alimentícia, os problemas do processo bem como o projeto básico para a solução dos mesmos. Para a conclusão do trabalho será apresentado o projeto executivo já no segundo semestre

## **4. Escolha do Produto**

### **4.1. O Serviço de Atendimento ao Consumidor**

Uma ferramenta essencial para a garantia da qualidade na indústria alimentícia é o Serviço de Atendimento ao Consumidor, ferramenta esta usada como fonte de pesquisa neste trabalho. O próprio nome já diz tudo, consiste em um serviço prestado pela empresa produtora do alimento, serviço este que visa a tender ao consumidor em assuntos que estejam relacionados com o consumo do produto.

Vale ressaltar que a principal função deste serviço não é a de silenciar o consumidor mediante a alguma reclamação com algum tipo de recompensa ou indenização, e sim ouvi-lo e usar o consumidor como peça chave da qualidade do produto que ele mesmo compra. Este conceito foi aplicado neste projeto e os problemas com produtos apresentados são provenientes deste serviço.

É claro que o Serviço de Atendimento ao Consumidor por si só não traz qualidade, mas também é necessário todo um sistema para verificar, rastrear e corrigir o problema, sistema este que também deve fazer parte do sistema de qualidade da empresa.

Vale ressaltar também que um bom serviço de Atendimento ao Consumidor não é apenas responsável por atender a queixas de problemas com produtos, as quais representam pequena parte dos contatos entre o serviço e o consumidor, mas como já foi dito anteriormente, atender a todo o assunto relacionado com o produto e, mais abrangentemente, assuntos relacionados a própria empresa. Dois exemplos práticos e muito comuns são o fornecimento de receitas e até mesmo o registro de sugestões para novos produtos.

Na prática, o Serviço de Atendimento ao Consumidor é um departamento da empresa que é responsável por todo o contato do consumidor com a própria empresa. Este contato é feito da maneira mais conveniente possível o que hoje em dia significa, por carta, telefone e email. Este departamento da empresa deve estar intimamente ligado com os demais para que cada atendimento seja feito da melhor maneira e inclusive individualmente.

Sabemos que o lucro é o principal fim de qualquer empresa e também sabemos que o Serviço de Atendimento ao Consumidor não apresenta nenhum *pay back* claro e imediato

mas representa papel fundamental na garantia da qualidade de uma empresa que, em se tratando de uma empresa alimentícia, a qualidade se transforma em peça essencial para o lucro e vida da mesma.

Também é importante lembrar que para uma solução mais eficiente no caso de uma reclamação sobre um produto, se faz necessária a sua coleta e aferição do problema, caso este seja mais pontual. Neste caso, a atitude mais correta a ser tomada é a retirada o produto na residência do consumidor ou outro local conveniente e a substituição do produto com o problema e a substituição, se possível e aceitável pelo consumidor, por um outro idêntico.

#### **4.2. Apresentação dos Diversos Produtos e seus Respectivos Problemas**

O primeiro produto é uma bebida láctea pronta para beber. O produto é envasado assepticamente, por isso não necessita de resfriamento ou produtos químicos para a sua conservação.

O problema encontrado foi a percepção de um leve sabor de chocolate na bebida de sabor morango.

O segundo produto também é uma bebida, é um suco de fruta de consumo infantil.

O problema encontrado foi a presença de um inseto no lacre adesivo da tampa, o qual possui uma superfície adesiva não aproveitada e em contato com o ambiente.

O terceiro produto também é uma bebida infantil, porém é vendido em pó. Este produto é um composto de nutrientes usado na fase final de amamentação do lactente.

O problema encontrado foi a presença de uma pequena mola de aproximadamente 1 cm junto com o produto em sua própria lata.

#### **4.3. Critérios de Escolha**

O critério de escolha se resume ao caso em que é possível extrair o trabalho que mais se adapta às necessidades do curso, ou seja, o caso que tenha sua solução mais compatível com o tempo do estudo (1 ano) e que possua principalmente um lado técnico interessante para o aprendizado.

#### **4.4. A Escolha Propriamente Dita**

Como aspecto mais importante da escolha nós temos o conteúdo técnico do estudo.

No primeiro caso nós temos um problema mais ligado diretamente ao produto, este problema muda suas características e sabemos que estas mudanças estão ligadas ao processo de limpeza da linha de produção, atualmente conhecido como CIP (Clean In Place).

No segundo caso nós temos um problema que provavelmente não apresentaria uma solução tecnicamente interessante, pois o problema está relacionado à maneira como o produto é armazenado e à simples presença de adesivo em contato com o ambiente.

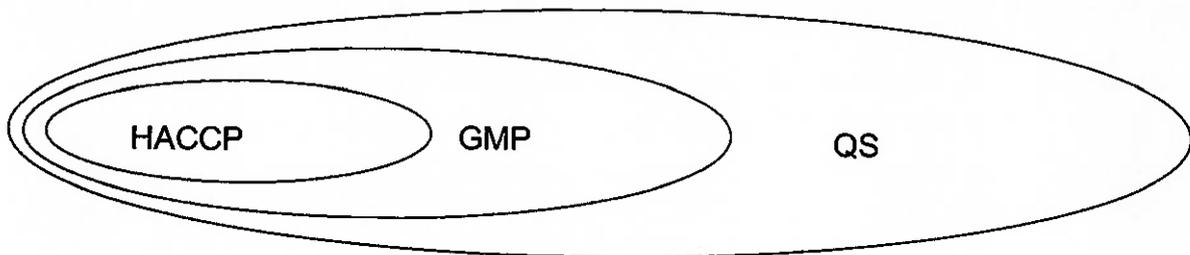
No terceiro caso podemos até caracterizar um problema no processo do alimento mas sabemos que o problema é pontual e apresentaria uma solução também pontual e sem nenhuma profundidade técnica.

Por isso o produto a ser estudado será a bebida láctea sabor morango cuja solução do problema no sabor envolve a limpeza do equipamento de processo o que sabemos se tratar de um processo muito interessante e com alto teor técnico, principalmente na área de engenharia mecânica, mais especificamente ligado com energia e fluidos.

## **5. Qualidade na Indústria Alimentícia**

### **5.1. Introdução**

Existem três ferramentas principais para se garantir a qualidade na indústria alimentícia. São elas: Sistema de Qualidade (QS), Boas Práticas de Manufatura (GMP) e Análise de Riscos em Pontos de Controle Críticos (HACCP). Os quais estão relacionados da seguinte maneira, conforme ilustração abaixo.



Portanto temos o QS mais abrangente até o HACCP mais específico, os quais serão abordados em seguida.

### **5.2. Sistema de Qualidade**

*O Sistema de Qualidade a ser apresentado se aplica a produtos alimentícios, bebidas, cosméticos para crianças e alimentos para animais domésticos, grupo no qual certamente se encontra o produto a ser estudado.*

#### **5.2.1. O êxito se baseia na qualidade**

A qualidade é a pedra angular do êxito na indústria. Cada dia, milhões de pessoas de todo o mundo depositam sua confiança em grandes companhias sérias. Esta confiança se baseia na imagem de qualidade e no prestígio que as empresas adquirem ao longo dos

anos devido aos altos padrões de qualidade apresentados por empresas principalmente do ramo alimentício.

Cada produto lançado, cada serviço prestado e cada contato mantido com clientes ajudam a formar esta imagem. Uma marca de qualidade representa para o cliente a promessa de ele adquirir um produto seguro para o consumo, que cumpre com todas as normas e regulamentos e que tem uma grande qualidade. O cliente espera que se cumpra com esta promessa em todas as ocasiões.

Em nenhuma circunstância deve ser comprometida a segurança do produto, e esforços devem ser maximizados para evitar riscos à saúde. Do mesmo modo, o cumprimento da lei é um dever que não se admite discussão. Pessoas, equipamentos e ferramentas estão a disposição para a total conformidade do produto a todo o tempo.

O esforço vale a pena. As empresas que têm altos níveis de qualidade cometem menos erros, desperdiçam menos tempo e dinheiro e são mais produtivas. Também são maiores seus objetivos.

A qualidade deve ser o maior produto de uma empresa bem como a chave do sucesso do amanhã.

### **5.2.2. O cliente é o primeiro**

Clientes devem ser captados e conservados: distribuidores, supermercados, hotéis, lojas e consumidores finais. Suas necessidades são muito diferentes. Os comerciantes esperam um excelente serviço, informação correta e entregas pontuais. Os consumidores valorizam o sabor, a aparência e o preço na escolha. A missão de uma empresa de qualidade é entender o que o cliente quer e responder às suas expectativas rápida e eficazmente.

Todo o consumidor espera gastar bem seu dinheiro: querem boa qualidade e bom preço.

Quando se oferece qualidade a um consumidor também deve ser observada a qualidade ambiental. A empresa deve compartilhar a preocupação com a qualidade com seus consumidores comprometendo-se a levar a sério todo o universo de práticas comerciais que respeitem o meio ambiente.

O cliente é chave dos negócios e deve-se sempre respeitar suas necessidades e preferências.

### **5.2.3. A qualidade e sua vantagem competitiva**

Vivemos em um mundo competitivo e não devemos nunca menosprezar o consumidor. Se um cliente não está satisfeito com um produto ele simplesmente muda de marca. A meta de uma companhia preocupada com a qualidade deve ser a de produzir produtos superiores em cada categoria e setor do mercado em que compete.

Buscar a máxima qualidade sem se preocupar com custos não é garantia de êxito, tampouco é aplicar um enfoque orientado exclusivamente na redução dos mesmos. É possível obter uma vantagem competitiva duradoura se for encontrado o equilíbrio entre a melhor qualidade e a redução de custos ao se buscar um valor ótimo para o consumidor.

Devemos observar e aprender com competidores. Se fazem algo melhor que nossa própria empresa, devemos melhorar nossos resultados. Podemos alcançar uma vantagem competitiva através da qualidade.

### **5.2.4. A Qualidade é um esforço conjunto.**

Cada departamento de uma companhia é totalmente responsável pela manutenção dos padrões de qualidade convencionados. Não apenas as unidades de Produção, mas também as unidades de Marketing, Compras, Distribuição e Vendas, desempenham um papel fundamental na hora de oferecer-se qualidade aos consumidores. Isto implica em um profundo conhecimento dos produtos e serviços oferecidos pela empresa.

As unidades de qualidade de uma companhia proporcionam um apoio específico, fomentam a disseminação de uma consciência de qualidade, exercem um controle e inspecionam o sistema. Os departamentos de qualidade cuidam para que as operações se realizem de acordo com os padrões de qualidade convencionados e devem intervir quando necessário.

Um bom sistema de qualidade contém a política e princípios de qualidade, as normas obrigatórias e as ferramentas recomendadas para a sua aplicação.

Deve-se esperar empresas que trabalham em parceria, tais como produtores de matérias primas, provedores de material de embalagem, fabricantes por contrato e distribuidores, compartilhem da mesma preocupação com qualidade. Estes parceiros também devem elaborar um sistema de qualidade adequado para atender às exigências da companhia em questão.

Os objetivos de qualidade devem compartilhados com todas as funções e departamentos da empresa e também pelos seus parceiros.

#### **5.2.5. A Qualidade é feita por pessoas.**

A qualidade se consegue com máquinas, processos e sistemas adequados; e também com a dedicação das pessoas responsáveis. Todos e cada um dos empregados de uma determinada empresa devem se esforçar em oferecer produtos e serviços de qualidade.

A formação e o trabalho em equipe são de máxima importância ao se aplicar normas de qualidade. É necessária uma formação contínua para se assegurar de que cada um entende seu trabalho e está capacitado para realizá-lo. O trabalho em equipe nos permite alcançar resultados melhores do que a soma dos trabalhos individuais.

A participação dos funcionários no processo de qualidade ajuda a alcançar os objetivos no melhor prazo possível.

A qualidade deve ser um estilo de vida para todos os funcionários de uma empresa.

#### **5.2.6. Qualidade é Sinônimo de Ação.**

A qualidade é resultado de uma ação deliberada. É responsabilidade dos diretores transmitir os objetivos de qualidade e dar aos funcionários os recursos necessários para a sua obtenção. Posteriormente é dever de todos os funcionários realizar a Qualidade em toda a empresa.

O progresso pode ser comprovado através de pesquisas com consumidores e medição de resultados. As falhas e os erros devem ser analisados e corrigidos. Deve-se prever problemas e evitar que aconteçam. Também deve-se identificar as oportunidades a aproveitá-las.

Permanecer alheio é dar um passo atrás. Logo é necessário esforço para o constante aperfeiçoamento de todas as áreas. A excelência é alcançada graças a muitas pequenas melhoras tanto como grandes conquistas.

### **5.3. Princípios Chave.**

#### **5.3.1. O Consumidor em Primeiro Lugar**

A melhor maneira de se conquistar o consumidor e ter a segurança de conservá-lo é colocar seu interesse em primeiro lugar. Deste preceito decorre todo um código de conduta que se resume basicamente em:

- respeito ao consumidor;
- entender suas necessidades e expectativas;
- responder às mesmas e inclusive superá-las;
- assegurar que o consumidor gaste bem o seu dinheiro;
- ser justo, honesto e cortês no trato com o consumidor;
- proporcionar toda a informação necessária para a utilização do produto.

##### **5.3.1.1. Qualidade**

A qualidade se define essencialmente como a aptidão de satisfazer o consumidor. Cada produto ou serviço deve responder simultaneamente às expectativas e necessidades de cada tipo de consumidor.

##### **5.3.1.2. Qualidade Percebida**

A percepção que o consumidor tem da qualidade pode ser distinguida da percepção da empresa que fabrica o produto. A qualidade é o que cada consumidor afirma ser. Isto implica que é necessário o constante aferição do que realmente pensa o consumidor.

#### **5.3.2. Produto e serviço**

O conceito de qualidade não é válido apenas para o produto, e sim também para os serviços relacionados, tais como recomendação ao uso, informação e assistência. O consumidor repara cada vez mais nestes itens ao calcular o que recebem pelo dinheiro que gastam.

### 5.3.2.1. Embalagem

A embalagem protege o produto contra influências externas, é responsável por grande parte da facilidade de uso do produto e leva informações essenciais ao consumidor. A qualidade da embalagem é considerada tão importante quanto a do alimento propriamente dito.

### 5.3.2.2. Facilidade do Uso

A facilidade do uso é um atributo importante da qualidade. Aspectos tais como facilidade de preparação, facilidade de abrir e disponibilidade contribuem de maneira importante ao uso do produto.

### 5.3.2.3. Informação

Para que possam ser empregados da melhor maneira possível, o produto necessita um apoio informativo:

- modos de emprego;
- sugestões de receitas;
- recomendações de armazenagem;
- validade;
- informações nutricionais.

Também deve ser respeitado o interesse do consumidor por conhecer a origem e a composição do produto bem como os métodos de produção empregados para obter certos ingredientes. Sempre que seja razoável deve-se proporcionar tal informação para permitir ao consumidor efetuar suas compras com conhecimento necessário do produto. Para tanto é possível a utilização de vários canais tais como a o rótulo da embalagem.

#### 5.3.2.4. Qualidade da informação

Toda esta informação deve ser correta, objetiva, clara e acima de tudo, útil. A informação proporcionada, bem como bem como todas as declarações e mensagens de publicidade não devem ser enganosas nem lugar a falsas expectativas.

#### 5.3.2.5. Parceiros Industriais

Parceiros industriais não só necessitam de informação de boa qualidade e um alto nível de comodidade, mas também necessitam com freqüência atenção específica. É importante conhecer suas necessidades em detalhes para que sejam satisfeitas.

#### 5.3.2.6. Parceiros Comerciais

O serviço inclui as empresas que são responsáveis pela distribuição comercial. Os mesmos esperam informação atualizada sobre produtos e preços, entregas pontuais e sem falhas, produtos frescos e em perfeito estado bem como o faturamento correto. Entender suas necessidades deve fazer parte do esforço para conseguir a qualidade.

### **5.3.3. Inocuidade e Conformidade com a Lei**

#### 5.3.3.1. Inocuidade do Produto

O produto deve ser sem exceção inócuo ao serem usados e consumidos. Este é tanto um requisito ético como legal. A inocuidade deve ser uma das principais preocupações e deve inclusive sobrepôr a econômica. A inocuidade não é negociável.

#### 5.3.3.2. Sensibilização do Consumidor Quanto a Inocuidade

O consumidor deve ser incentivado a consumir determinado produto de maneira segura, o que deve ser proporcionado pela informação contida na embalagem inclusive contribuindo para educação e informação de assuntos referentes a inocuidade do alimento.

Também deve ser feito o possível o para ajudar consumidores com alergias ou intolerâncias específicas, informando-os cuidadosamente sobre a composição do produto para que se evite a ingestão de componentes alérgicos por acidente.

#### 5.3.3.3. Violação Criminal de Embalagens

A empresa deve trabalhar para prevenir qualquer risco e proteger o cliente na medida do possível contra violação criminal de embalagens. Devem ser usados então, sistemas anti-violação, ou seja, deve sempre ficar evidente quando uma embalagem for violada.

#### 5.3.3.4. Cumprimento da Lei

O cumprimento da lei é outro atributo não negociável da qualidade. Cada produto deve estar de acordo com todas as leis vigentes em determinada localidade. A imagem de uma empresa é também conquistada desta maneira, com o evidente cumprimento das leis. Não se deve medir esforços ou passar despercebidamente por uma exigência legal.

#### 5.3.4. Qualidade Planificada

A qualidade nunca é acidental. É resultado de um esforço intencional.

A garantia da qualidade implica em se fazer planos e pensar no futuro. Deve começar na primeira etapa de qualquer processo de concepção de um produto.

Devem ser aplicados conceitos de qualidade ao longo de todo o processo de criação de um produto, desde a idéia inicial até as ultimas medidas para se melhorar a qualidade, passando pelo lançamento de um novo produto.

Investigação e desenvolvimento, engenharia e fabricação são funções responsáveis por incorporar qualidade e inocuidade ao produto a partir das primeiras de desenvolvimento, e na linha de produção a partir do desenho. O equipamento de fabricação em particular, deve estar bem adaptado ao propósito previsto, corretamente desenhada e ser fácil de limpar.

### 5.3.5. Prevenção

As práticas modernas de qualidade têm um enfoque essencialmente preventivo e proativo. Mais vale prevenir do que remediar. Riscos devem ser previstos e avaliados bem como perigos potenciais, afim de que sejam eliminados ou reduzidos. Os exemplos deste princípio são bem numerosos.

Ao prever-se riscos, sempre devem ser consideradas as possibilidades de erros e falhas humanas. Apesar de ser impossível prevê-los o tempo todo, devem ser introduzidas medidas preventivas a toda a prova sempre que possível.

### 5.3.6. Verificação e Revisão

O sistema de garantia de qualidade deve mostrar seu próprio êxito. Assim mesmo deve possibilitar a ação de medidas corretivas em caso de falhas e deficiências.

Isto requer comprovar a qualidade do produto e do serviço, assim como o correto funcionamento dos processos e respectivos sistemas.

#### 5.3.6.1. Inspeções e Auditorias

No caso de produtos e serviços, requerem-se inspeções para assegurar que tudo esteja sob controle e pode-se assumir a mesma segurança existirá no futuro, conservando-se as atuais configurações.

As auditorias podem ser realizadas por pessoas pertencentes às unidades de implantação de certos sistemas (self-audit) ou por pessoas de fora das mesmas.

#### 5.3.6.2. Revisão da Qualidade pela Direção

A revisão da qualidade pela direção faz parte destas verificações. Se trata de uma avaliação de alto nível da eficácia de todo o sistema de garantia da qualidade. Durante a mesma são verificados diversos indicadores de qualidade, bem como auditorias e o feed back do consumidor. A revisão pela direção consiste em um elemento importante na melhoria constante.

### **5.3.7. Importância das Pessoas**

“Nossa Força nos é conferida por Nossa Gente”. Nenhum sistema pode ser melhor do que as pessoas que o implantam.

#### **5.3.7.1. Management Commitment (compromisso da direção)**

Os diretores de uma empresa devem mostrar seu compromisso e atitude positiva com relação à qualidade.

#### **5.3.7.2. Employee Involvement (envolvimento dos funcionários)**

Para alcançar sua máxima eficiência os empregados devem:

- receber responsabilidades e reconhecimento;
- ser suficientemente habilitados para seu trabalho;
- saber exatamente o que deles é esperado e
- ter motivação viva de realizá-lo.

#### **5.3.7.3. Treinamento**

Habilidade, destreza e experiência devem ser muito apreciados no empregado da parte da companhia alimentícia. Também deve-se investir muito no desenvolvimento dos mesmos por meio de treinamentos para melhorar e adequar sua destreza perante situações e necessidades em evolução constante.

#### **5.3.7.4. Trabalho em Equipe**

A qualidade não é produzida por indivíduos que trabalham por conta própria, ou pela sua competência ou dedicação. Ao contrário, é resultado de trabalho em equipe, de todos juntos e com pensamentos em comum. Uma equipe realiza coisa que um indivíduo não consegue. Ao gerar mais idéias, na tomada de decisões mais equilibradas, no aprendizado uns com os outros, na comunicação.

### **5.3.8. Responsabilidade Conjunta**

#### **5.3.8.1. Esforço Conjunto**

A qualidade não é responsabilidade de uns poucos especialistas; esta qualidade tampouco se limita a fábricas e ao departamento técnico de uma empresa: é resultado de um esforço conjunto que abrange todas as atividades da empresa.

Cada chefe e empregado é responsável pela responsabilidade de seu próprio trabalho e contribui portanto à qualidade do resultado final.

### **5.3.9. Medindo a Qualidade**

#### **5.3.9.1. Indicadores de qualidade**

Para efetuar uma medida contínua o melhor é monitorar uma série de indicadores de qualidade bem selecionados, tais como quantidade de reclamações e custo da qualidade.

#### **5.3.9.2. Feed Back do Consumidor**

A satisfação do consumidor é algo intangível e difícil de medir; não obstante, devemos quantificá-la e segui-la. Tocar um negócio sem conhecer a relação do cliente é como correr às cegas. Para medir a satisfação do cliente deve-se levar em conta tanto o consumidor final como os distribuidores e comerciantes.

#### **5.3.9.3. Benchmarking**

A comparação com os demais benchmarking pode acontecer em funções similares, em todos os níveis, tanto dentro como fora de uma empresa, ou diretamente com os competidores. Em todos os casos é necessária uma medida objetiva. Para saber onde determinada companhia se encontra com relação a seus competidores, é indispensável observar suas estratégias e avaliar seus produtos e serviços.

### **5.3.10. Melhoria Constante**

#### **5.3.10.1. Expectativas na Evolução**

Primeiramente, as necessidades e expectativas de um cliente estão em constante mudança. Mudanças no estilo de vida e nos hábitos de consumo, melhor conhecimento do valor nutritivo, tendências da moda, manias de alimentação, grupos de interesses assim como mudam as estruturas de distribuição comercial e diversos outros fatores contribuem para modificar a percepção, as necessidades e as expectativas do consumidor. A qualidade é uma meta em constante movimento.

#### **5.3.10.2. Qualidade e Rentabilidade**

Uma melhor qualidade traz um aumento na rentabilidade.

A competência se esforça continuamente para melhorar seu nível de qualidade. “ Se paramos, nos ultrapassam”. “Permanecer parado significa andar atrás”.

#### **5.3.10.3. Objetivo da melhoria da Qualidade**

A melhoria da qualidade não só se aplica a produtos e serviços, e sim a todos os sistemas, processos e métodos.

#### **5.3.10.4. Inovação**

Se pode melhorar a qualidade graças a inovação e evolução da tecnologia. Esta melhora pode ser feita passo a passo, mediante pequenas modificações que agregadas produzam impactos importantes.

A melhoria da qualidade é um processo sem fim.

## **5.4. Elementos do Sistema de Qualidade.**

### **5.4.1. Boas Práticas de Manufatura (GMP).**

O GMP é um conjunto de regra procedimentos e práticas; juntos formam um código que afirma o que é aceitável e o que não é aceitável na industria alimentícia. Reúnem todo o conhecimento que a humanidade construiu com base em experiência e estudos científicos, em particular no âmbito de conservação, tecnologia e higiene alimentícia.

O GMP está intimamente relacionado o a garantia da qualidade devido ao seu enfoque preventivo. Seu propósito é produzir alimentos inócuos e saudáveis graças a atividades bem controladas que evitem qualquer tipo de contaminação. Deveriam ser aplicadas ao longo de toda a cadeia de produção e abastecimento, que cobrem áreas como fontes de matérias primas, projeto higiênico de edifícios e equipamentos, procedimentos de produção, condições de manipulação armazenagem e transporte de alimentos, procedimentos de segurança e limpeza, bem como higiene pessoal.

Com relação a aditivos alimentícios, o GMP estipula que sejam usados os necessários e na menor quantidade possível, dentro dos limites da legislação alimentícia.

Apesar de diversos itens do GMP têm sidos adicionados na legislação de alguns países, o GMP contém claramente uma parte de voluntariedade ética. Certas coisas simplesmente não são feitas ou devem ser feitas de determinada maneira. Por exemplo, produtos congelados que são acidentalmente descongelados não devem ser congelados novamente e vendidos, ainda que não exista nenhum tipo de vestígio microbiológico. Outro exemplo é o leite em pó que é derramado, não é possível reaproveitá-lo de nenhuma maneira.

A descoberta de um corpo estranho por um consumidor é prejudicial para a imagem de uma empresa alimentícia. Corpos estranhos tais como fragmentos de metais e vidro podem ferir ao consumidor e devem ser evitados por todos os meios. A prevenção de corpos estranhos depende principalmente dos princípio do GMP.

### **5.4.2. Análise de Riscos em Pontos de Controle Críticos (HACCP).**

Durante o trabalho de desenvolvimento e antes da implantação de qualquer mudança, se faz necessário o estudo de HACCP com o propósito de avaliar possíveis riscos, eliminá-los onde possível e encontrar uma maneira de mantê-los sob controle. Tal

estudo é a única maneira de localizar as etapas críticas da cadeia de produção e distribuição de devem ser mantidas sob controle a fim de garantir um produto inócuo.

Os riscos que devem ser avaliados com relação a inocuidade incluem não só os de tipo microbiológico ou químico, mas também presença ou introdução de corpos estranhos perigosos, contaminação por elementos auxiliares tais como ar, gases, água, vapor, lubrificantes ou materiais de embalagem.

No caso de linhas e produtos completamente novos ou no caso de grandes modificações na linha de produção o HACCP deve ser repetido na fábrica depois de posta em marcha para que se verifiquem as reais características da linha.

Oficialmente, o término do HACCP só se aplica a aspectos de inocuidade alimentícia . Seu princípio é decidir a análise sistemática de produtos e processos para avaliar o risco de desvios, pode ser aplicado a todos os demais aspectos de qualidade e curso de desenvolvimento e em todo o caso antes de introduzir qualquer mudança em produtos ou linhas existentes.

Também deve ser feito um estudo de HACCP cada vez que uma produção é transferida à uma nova fábrica. É necessário um novo estudo, porém este mais acelerado graças a uma experiência prévia das matérias primas, equipamentos, capacidades, meio ambiente, etc. Também deverá ser feito um novo estudo de HACCP caso ocorram mudanças na distribuição do produto, nas vendas ou nos hábitos do cliente. Mesmo havendo apenas mudanças no layout das instalações o HACCP também deve ser aplicado. De qualquer maneira o HACCP deve ser verificado anualmente.

Todo o estudo de HACCP deve estar devidamente documentado e a disposição dos responsáveis quando requisitados. Em certos países, a documentação do HACCP faz parte da legislação local para fabricantes de alimentos.

## **6. Estudo da Qualidade do Produto**

### **6.1. Apresentação do Produto**

Como já foi dito anteriormente, o produto a ter seu processo e qualidade estudados se trata de uma bebida láctea produzida nos sabores chocolate e morango. A linha de produção a ser estudada possui uma capacidade de produção de aproximadamente 5000l/h de produto, acondicionado em embalagens estéreis de 200ml. Durante o processo, diversos ingredientes são misturados ao leite. Ao fim da fase de misturas o produto semi-acabado é tratado termicamente, ou seja, pasteurizado e depois homogeneizado.

A partir do ponto do tratamento térmico nenhum contato com o ambiente é permitido até o produto ser aberto pelo consumidor pois a inexistência de conservantes ou necessidade de refrigeração implica na tecnologia de esterilidade do produto, que aparentemente é simples, porém requer grande cuidado e conhecimento técnico para a sua correta aplicação.

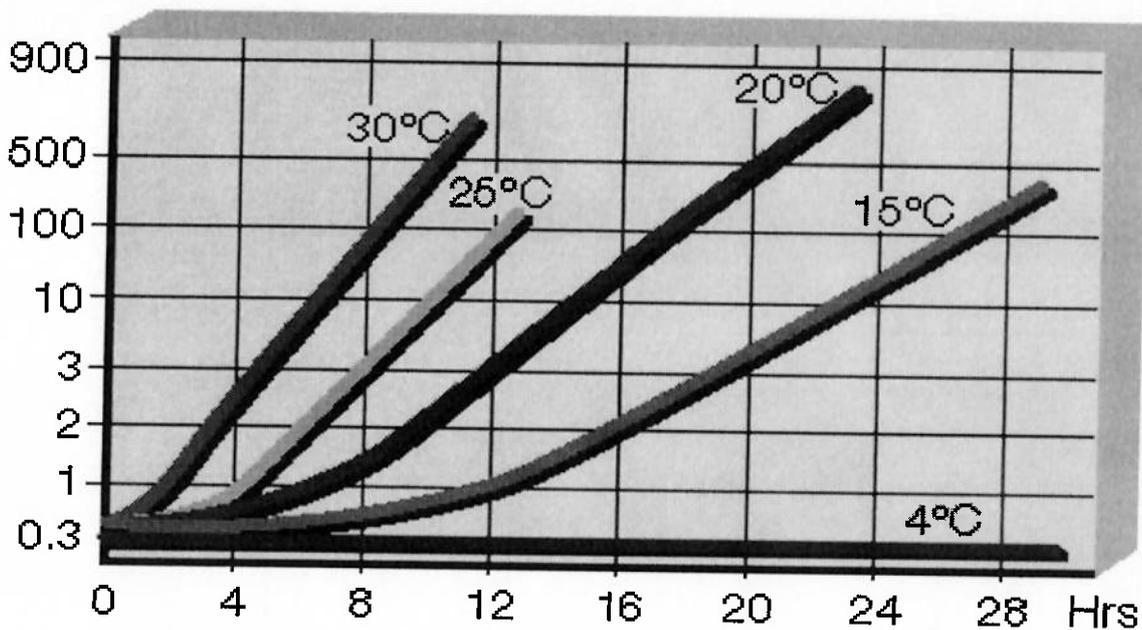
Vale ressaltar também que o produto tem forte apelo jovem e é produzido por uma conceituada empresa do ramo alimentício, em termos de qualidade de seus produtos.

### **6.2. Estudo da Qualidade em cada Etapa do Processo de Produção**

#### **6.2.1. Estocagem e Estandarização**

Dois pontos importantes devem ser mencionados ao se tratar de estocagem e estandarização do leite. O primeiro deles é a taxa de reprodução de microorganismos em função da temperatura do meio em que vivem conforme o gráfico abaixo.

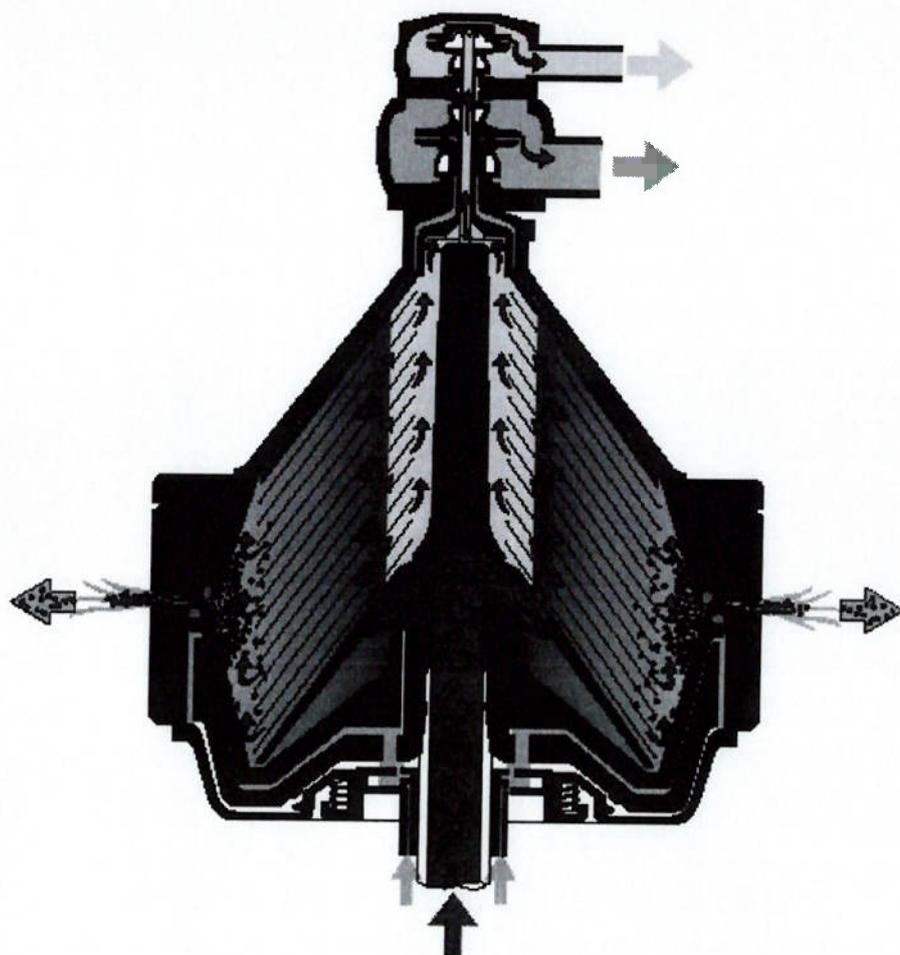
Milhões de bac. /ml



A influência da temperatura no desenvolvimento de bactérias em leite fresco

É possível notar que abaixo de 4°C o desenvolvimento de bactérias é quase nulo. Logo a temperatura de estocagem do leite deve ser inferior a 4°C.

O outro ponto a ser mencionado também é muito importante para a qualidade do produto, se trata da composição do mesmo. Sabemos que ao longo do ano e devido a captação de matéria prima (o leite) de diversos produtores, composição do leite fresco pode variar. Porém, ao consumidor deve ser oferecido um produto sempre com a mesma composição e nutrientes principalmente em termos calóricos atualmente. Por isso existe a standardização que nada mais é do que a separação da nata do leite e sua posterior adição na quantidade correta. Para tanto, são usados equipamentos chamados desnatadeiras que têm seu princípio de funcionamento na força centrífuga, conforme ilustrado abaixo.



Desnatadeira

### 6.2.2. Preparação da Mistura

É o processo mais simples. Atenção deve ser tomada apenas com relação à qualidade e quantidade dos ingredientes e à mistura (tempo e temperatura). Um dos equipamentos muito conhecido e utilizado nesta linha é o Tribler, responsável por adição de pós em líquidos.

### 6.2.3. Pasteurização

Esta etapa do processo se refere simplesmente ao tratamento térmico fornecido ao produto por um trocador de calor conhecido como pasteurizador, onde o produto não entra em contato com o fluido de aquecimento. Não trabalha com temperaturas muito elevadas (aprox. 90°C).

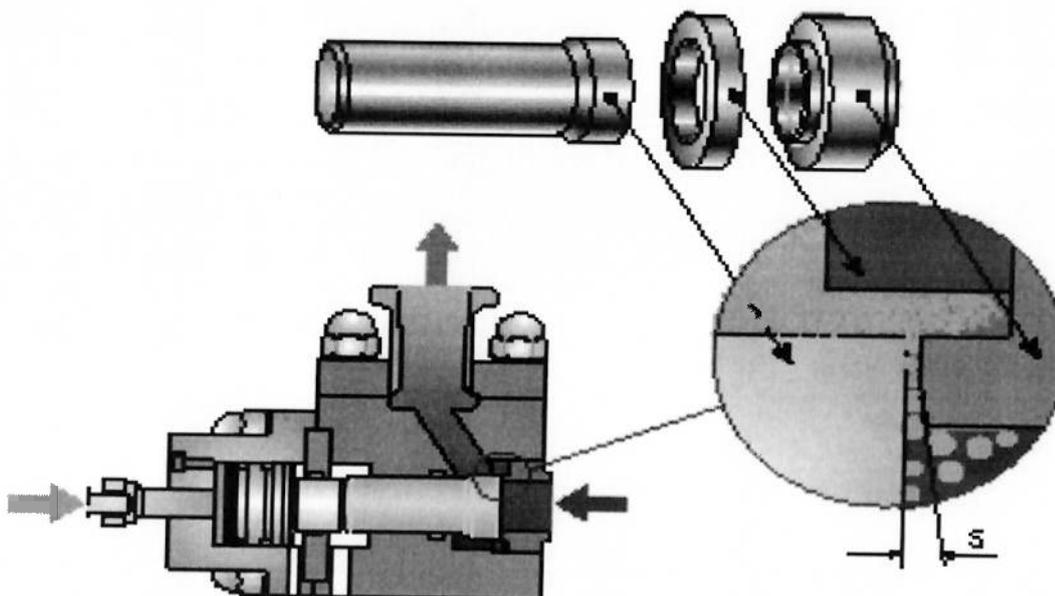
#### 6.2.4. Uperização

Também é um trocador de calor, porém funciona com temperaturas mais altas. Proporciona maiores temperaturas (aprox. 150°C) e em menor tempo.

#### 6.2.5. Homogeneização

Processo no qual os glóbulos de gordura contidos no leite são quebrados em glóbulos menores. A necessidade do processo está no fato da separação da gordura (mais leve) do resto do leite depois de longos períodos de armazenagem, o que é sinônimo de baixa qualidade.

A homogeneização é feita por um aparelho chamado homogeneizador que tem seu funcionamento baseado na passagem do produto por uma pequeconforme a figura abaixo.



Homogeneizador

#### 6.2.6. Envase e Acondicionamento

Algo muito simples da parte da indústria alimentícia, pois basta comprar a máquina e seguir o manual de instruções. Porém, do lado da fabricante da máquina, o trabalho é muito

grande e a tecnologia envolvida também, tudo para garantir a inocuidade do produto e elevada produção.

A tecnologia envolvida justifica o alto custo deste tipo de máquina de envase (asséptica). Sabemos também que o monopólio deste segmento pertence à Tetrapak, fato facilmente verificado na embalagens em super-mercados.

#### 6.2.7. O CIP

Também deve ser considerada uma etapa do processo e não menos importante do que as demais. É a etapa a ser estudada e será apresentada mais detalhadamente a seguir.

## **7. Identificação do Problema**

### **7.1. Apresentação da Falha na Qualidade**

A falha na qualidade foi percebida pela insatisfação do consumidor, o qual levou sua reclamação ao Serviço de Atendimento ao Consumidor.

O problema encontrado foi a presença de um leve sabor de chocolate no produto de sabor morango.

O problema foi percebido por mais de um consumidor.

Mesmo não apresentando nenhum dano à saúde ou qualquer outro prejuízo menos grave, com exceção da compra de algo não especificado, o problema deve ser considerado como falta de qualidade do produto, e sabemos que neste caso específico, a falha se deu em uma das etapas do processo, ou seja, a limpeza da linha não foi perfeita entre uma produção e outra.

### **7.2. Apresentação da Etapa do Processo Envolvida, o CIP**

#### **7.2.1. Introdução.**

O uso correto e cuidadoso de agentes de limpeza e desinfecção em produção e linhas de processo significam um importante e decisivo aspecto na garantia da qualidade dos produtos. Em particular, rotinas inadequadas ou irregulares de limpeza podem levar a sérias conseqüências à segurança do consumidor quando um produto se torna contaminado.

Atualmente, na indústria alimentícia, são usados dois tipos de rotinas de desinfecção:

- Limpeza Manual
- Cleanig-in-place (CIP) limpeza totalmente automatizada, integrada, com ou sem técnicas de desinfecção ou esterilização

Para satisfazer as necessidades de garantia de qualidade, o CIP é obviamente o método escolhido. É claro que o CIP não é adequado a todas as aplicações existentes então faz-se necessária uma bem controlada limpeza manual.

Entretanto, quando possível, o CIP é introduzido. As vantagens são as seguintes:

- Economia nos Custos - melhor aproveitamento da água, produtos químicos e calor
- Melhor aproveitamento da planta - menor tempo de parada
- Menos trabalho manual - sem necessidade de desmontagem, sem riscos de erro humano
- Maior segurança para os operadores - proteção contra calor e produtos químicos
- Resultados assegurados mais consistentes - capacidade de ser rápida e corretamente monitorado

Mas o CIP bom e seguro não acontece com o apertar de um botão. O sistema tem de ser cuidadosamente projetado e instalado. Pequenos erros nas linhas como cantos mortos, conexões ruins e superfícies rugosas podem provocar resultados desastrosos. O sistema necessita ferramentas para assegurar que as concentrações químicas estão corretas e os tempos também estão adequados.

## 7.2.2. Aspectos fundamentais do processo de limpeza.

### 7.2.2.1. Terminologia

Ao pesquisar em diversos livros sobre CIP podemos nos deparar com uma terminologia muito diversificada. Para auxiliar no entendimento do material apresentado faremos referência a alguns termos a seguir:

Processo ou Sistema de limpeza	- toda uma seqüência de procedimentos incluindo a própria limpeza
Limpeza	- um procedimento que geralmente requer o uso de detergente o qual, junto com uma ação mecânica remove incrustações, com ou sem microorganismos e outros materiais estranhos
Incrustação	- um termo geral para matéria não desejada, incluindo resíduos de produtos
Esterilização	- destruição total de microorganismos incluindo esporos, alcançada química ou termicamente

Uma larga variedade de microorganismos os quais são normalmente associados a impurezas, podem estar presente em equipamentos ou linhas de produção após seu uso. Não se faz necessária a citação de nomes de microorganismos nesta terminologia. Entretanto grupos de nomes são dado, os quais são relacionados a limites de resistência, portanto sendo significantes a discussões sobre parâmetros do processo de CIP.

- Microorganismos não termófilos - incluindo a bactéria de ácido láctico, Staphylococci, coliformes e fungos. Água quente ( $t \sim 80^\circ\text{C}$ ) e a maioria dos agentes químicos são eficientes contra estes tipos
- Microorganismos termófilos - incluindo alguns esporos de bactérias, alguns micro-cocci. Procedimentos como circulação com água fervente e vapor ( $t > 120^\circ\text{C}$ ) e alguns agentes químicos podem esterilizar e matar estes tipos

Alguns esporos resistem a  $80^\circ\text{C}$  durante 10min. então a esterilização pode até falhar. Limpeza física é conseqüentemente a única solução.

#### 7.2.2.2. Tipos de CIP e Incrustações

O sistema de limpeza será portanto projetado de acordo com a finalidade requerida. Como exemplo para produtos UHT, é necessária a remoção de qualquer tipo de esporos (bactérias e fungos). Portanto sistema de CIP necessita ter um procedimento de esterilização.

O produto, seu processo e a incrustação típica representam obviamente um conjunto de itens importantes na decisão da escolha dos produtos químicos a serem usados, especialmente formulações de detergentes. Incrustações podem ser classificadas de acordo com suas necessidades de solubilidade e constituintes alimentícios.

- Incrustação solúvel por ácido - carbonato de cálcio  
depósitos minerais  
algumas proteínas (ácidos fortes)
- Incrustação solúvel por base - gorduras vegetais

		gordura do leite
		gordura animal
		proteínas
Incrustações não solúveis em ácido ou base	-	fibras orgânicas carbono graxa cera
Incrustações solúveis por solventes orgânicos	-	óleos graxa cera certas fibra orgânicas

Incrustações simples não são comuns e os depósitos de sujeira, os quais devem ser removidos pelo processo de limpeza, podem ser bem complexos. Por exemplo vamos observar incrustações de leite integral.

Leite Integral		Incrustação de Leite	
Água	87	Água	2,7
Gordura	3,9	Gordura	10
Lactose	5,0	Proteínas	20
Caseína	2,5	Minerais	50
Proteínas	0,7	(principalmente fosfato de cálcio)	
Minerais	0,9		
	<u>100</u>		

Incrustações podem trazer problemas adicionais quando começam a formar filmes na superfície. Tais incrustações são complexas, fixas por forças físicas e químicas. Elas podem ser grandes fontes de microorganismos e podem ainda causar corrosão.

Existem alguns princípios básicos de remoção de incrustações para alcançar uma superfície limpa, os quais são construídos sobre o processo de CIP.

1. Contato íntimo entre detergente e incrustação, usando propriedades molhadoras e penetradoras.
2. Deslocando incrustação através de saponificação de gorduras, peptisando proteínas e dissolvendo sais minerais.
3. Dispersando incrustação por defloculação e / ou emulsificação.
4. Prevenindo redeposição de resíduos removidos proporcionando boas propriedades de rinsagem.

Para alcançar estes quatro itens é necessária a correta escolha das variáveis temperatura, tempo, concentração e turbulência.

A escolha dos componentes químicos não é tão simples e auxílio especializado é as vezes necessário. Entretanto, existe uma fórmula correta para a maioria dos casos, compatíveis com CIP, portanto, assegurando a remoção de incrustação de acordo com cada caso específico.

### **7.2.3. Conclusões**

O processo do CIP deve fornecer energia suficiente (mecânica e química) para um sistema afim de mudar a aderência da incrustação a uma superfície para um estado de dissolução e suspensão, removendo ao mesmo tempo, a maioria dos microorganismos associados. O passo final do processo do CIP é desinfecção para organismos não termófilos ou esterilização para microorganismos termófilos, logo, preparando o sistema para um novo processo.

Entretanto, como citado anteriormente, não se trata de "apertar um botão" que faz um CIP eficiente. É necessário um estudo intensivo, experiência em engenharia e conhecimento do produto e suas necessidades para a segurança e satisfação do consumidor.

### **7.2.4. O conceito de "Clean In Place"**

A técnica do CIP consiste na limpeza de linhas de produção em um circuito fechado. Para o CIP não se faz necessária a desmontagem da instalação. A limpeza é obtida através

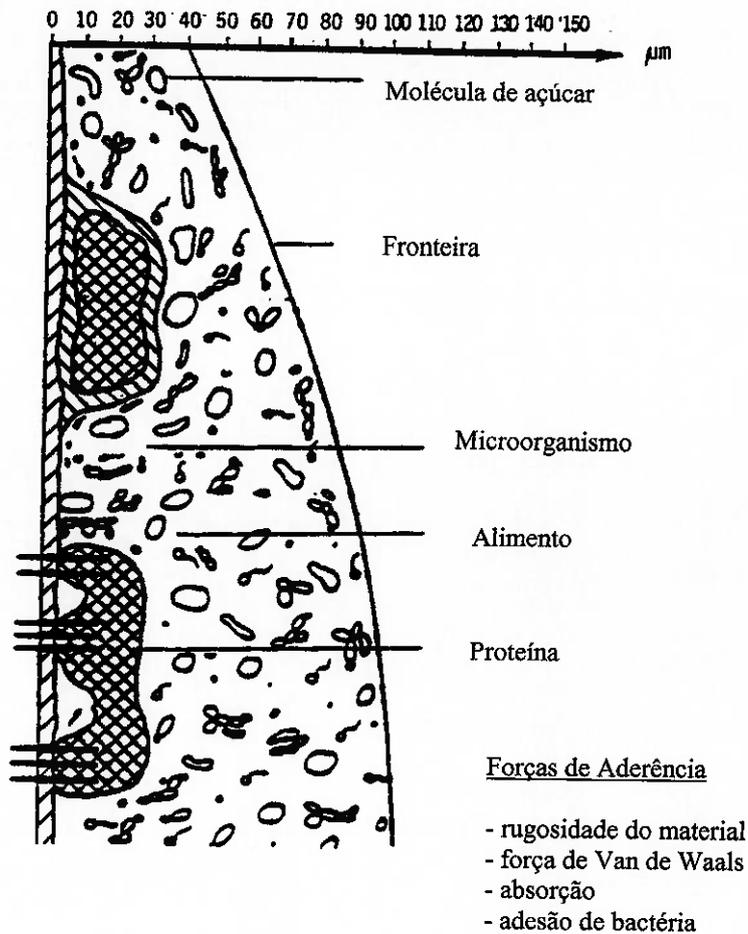
da circulação de líquidos, com uma combinação de energias térmicas, mecânicas e químicas.

É importante ressaltar a diferença entre a Técnica do CIP e a Estação de CIP. A Estação CIP é apenas um pedaço no mosaico da tecnologia CIP, e pode variar em diferentes características de acordo com sua aplicação e necessidades. A disponibilidade da Estação CIP não implica na aplicação imediata do CIP sem modificações no desenho da linha. Isto quer dizer que a tubulação e equipamentos devem ser projetados para a tecnologia CIP.

A formação de incrustação nas superfícies de produção é um fenômeno físico e químico durante o qual uma certa quantidade de energia é liberada.

Para inverter este processo, isto é, remover a incrustação, alguma energia é requerida. O tipo de energia a ser aplicada (mecânica, química e térmica) depende principalmente da adesão mecânica da incrustação, a respeito da superfície do equipamento.

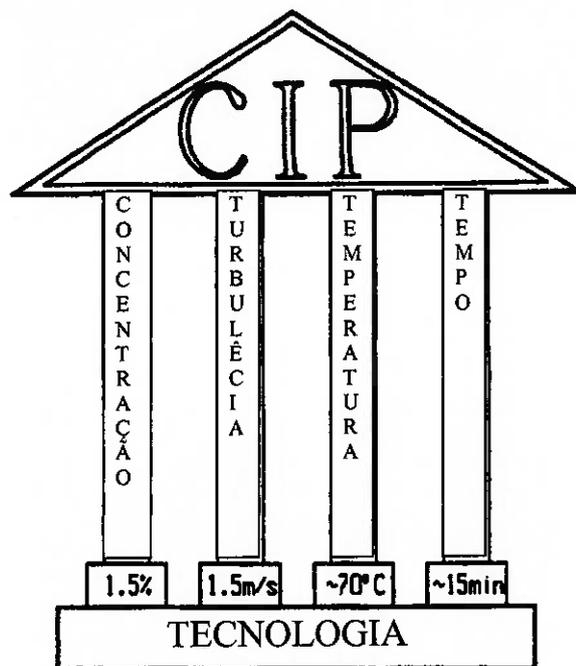
A figura a seguir mostra a composição dos depósitos em uma superfície metálica com uma rugosidade de 5 microns.



Para obter bons resultados de limpeza, em adição à tecnologia, os fatores chave são:

<b>Tempo</b>	duração de limpeza
<b>Temperatura</b>	da solução de limpeza
<b>Concentração</b>	química das soluções
<b>Turbulência</b>	velocidade da solução de limpeza

Estes 4 fatores estão intimamente ligados, sua relação pode ser representada pela figura seguinte:



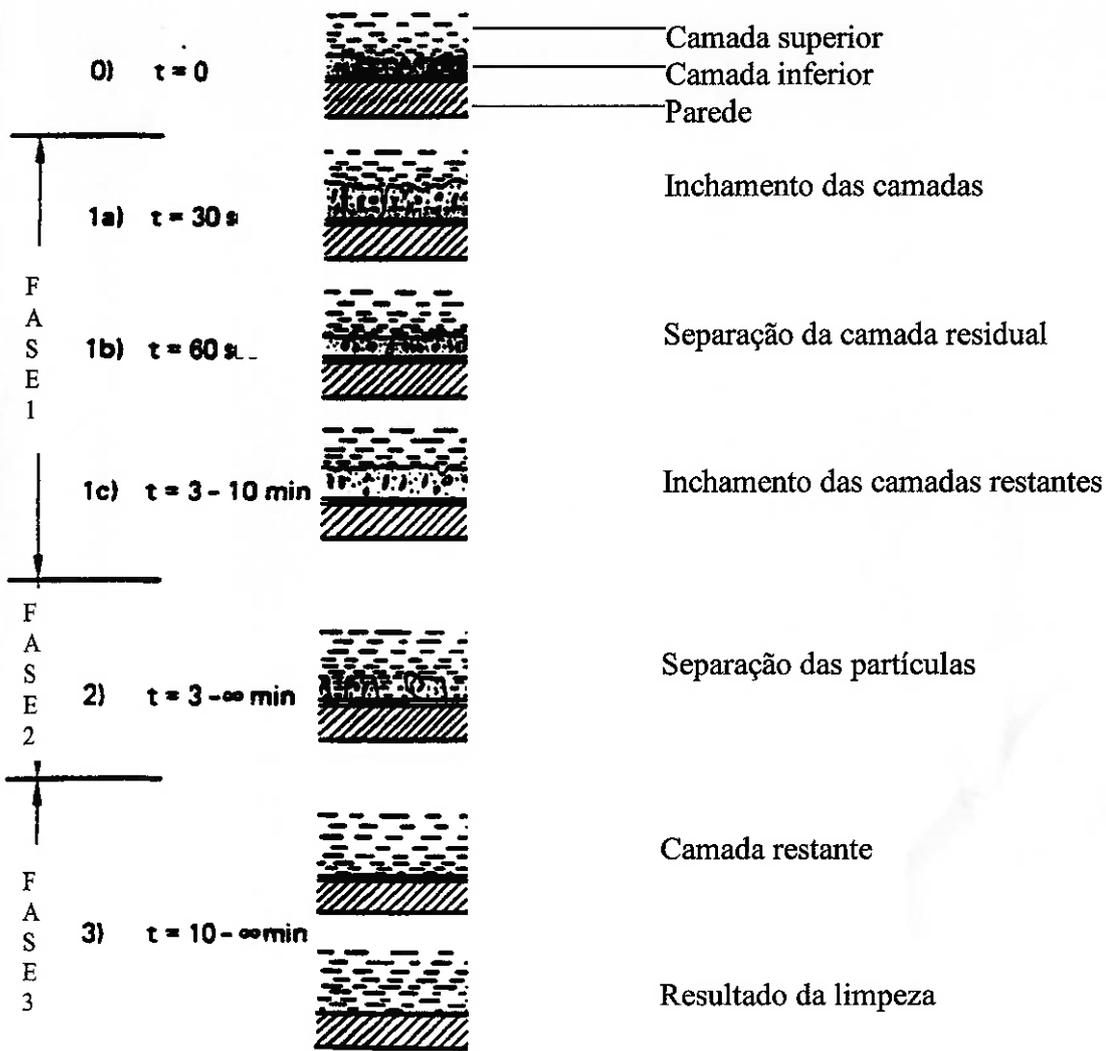
Em via de regra, um bom CIP só pode ser alcançado com a combinação de quatro parâmetros na solução de limpeza. Concentração química de 1,5%, velocidade de 1,5%, temperatura de 70°C durante 15 min. Entretanto, estes valores só podem ser bem ajustados de caso a caso. Por exemplo, se a velocidade é muito baixa, um bom resultado de limpeza não pode ser alcançado devido a insuficiência de forças mecânicas.

O sucesso da limpeza depende do equilíbrio entre tempo, temperatura, concentração e tempo.

Se um destes parâmetros é minimizado, os outros três fatores devem ser ajustados devidamente. Entretanto, só é possível o ajuste fino destes parâmetros em uma faixa muito estreita de valores, considerando o CIP tradicional.

#### 7.2.4. Tempo

Para analisar o mecanismo de limpeza, em relação ao tempo, um ciclo de limpeza com duração de 60 min



### Fase 1:

Corresponde a difusão de água na substancia incrustada, portanto inflando as partículas solidas por absorção de água.

### Fase 2:

As foças de adesão ao suporte metálico enfraquecidas pela combinação de ataque químico e mecânico. A fina camada mineral começa a se fragmentar em pequenos pedaços. O tamanho dos flocos fragmentados variam significativamente em função da composição da incrustação e da velocidade da solução de limpeza.

### Fase 3:

O depósito residual é mais difícil de ser removido. Esta fina camada de aparência transparente, é basicamente composta por fosfatos de cálcio. Na medida em que estes sais são insolúveis, uma etapa de limpeza com ácido é necessária.

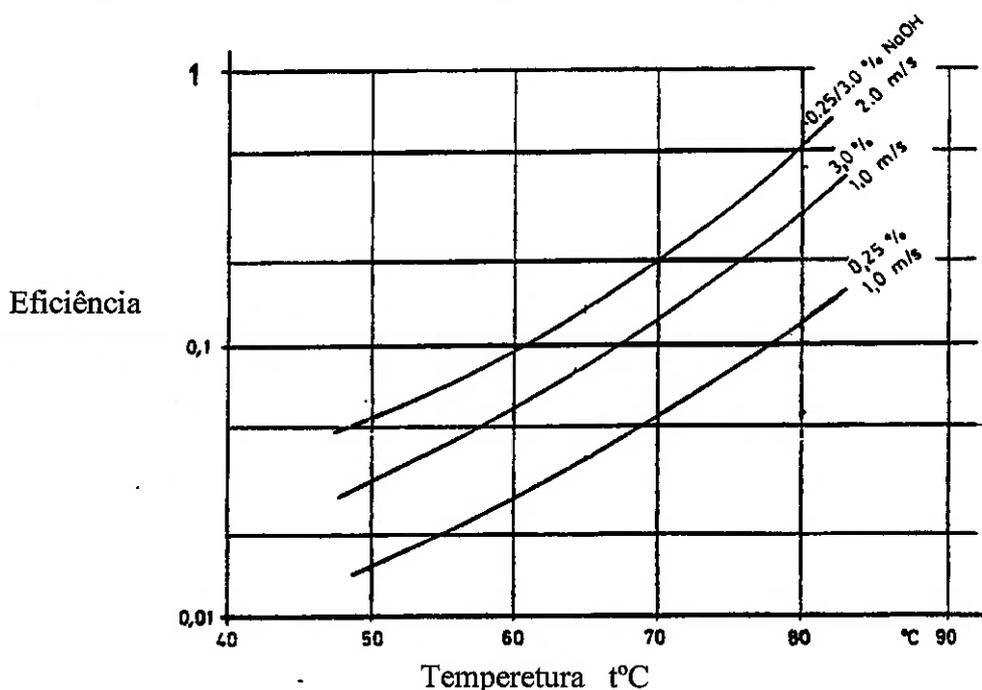
#### 7.2.6. Temperatura

Nas fases 2 e 3 do processo de limpeza, a energia mecânica tem um papel muito importante a desempenhar na remoção dos depósitos.

Paralelamente a esta ação puramente mecânica, um outro fenômeno de decomposição de depósitos se faz presente devido a combinação da temperatura e ação química.

A decomposição química de depósitos é uma reação complexa, onde a intensidade e velocidade dependem da concentração química bem como da temperatura destas soluções. O custo destes produtos químicos geralmente representa de 60 a 70% do custo do ciclo de limpeza. Isto explica porque a correta aplicação de temperatura é primordial para reações químicas efetivas e reduções nos custos de limpeza.

O gráfico a seguir mostra a influência da temperatura na eficiência da limpeza.



Baixas temperaturas da solução de limpeza (40°C a 50°C) minimizam o desgaste no equipamento e também reduzem consideravelmente perdas de calor. Entretanto, a prolongação do tempo requerido para obter resultados equivalentes, é geralmente mais caro do que processos de limpeza a altas temperaturas.

Alta temperatura para limpeza reduz tempo gasto, mas também aumenta o efeito de cozimento das proteínas residuais, carameliza o açúcar e torna sua remoção mais difícil.

A escolha da temperatura sempre deve ser feita em função das condições de operação, natureza dos depósitos e soluções de limpeza utilizada.

Geralmente são recomendadas as seguintes aproximações:

<b>Água de rinsagem</b>	<b>Temperatura ambiente de 15 a 30°C</b>
<b>Solução ácida</b>	<b>Temperatura de 60 a 70°C</b>
<b>Solução alcalina</b>	<b>Temperatura de 70 a 80°C</b>

## 7.2.7. Concentração Química

### 7.2.7.1. Agentes Alcalinos

Três principais agentes são utilizados na composição de dos detergentes:

**Soda Caustica (NaOH)**

**Carbonato de Sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)**

**Fosfato de Sódio (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)**

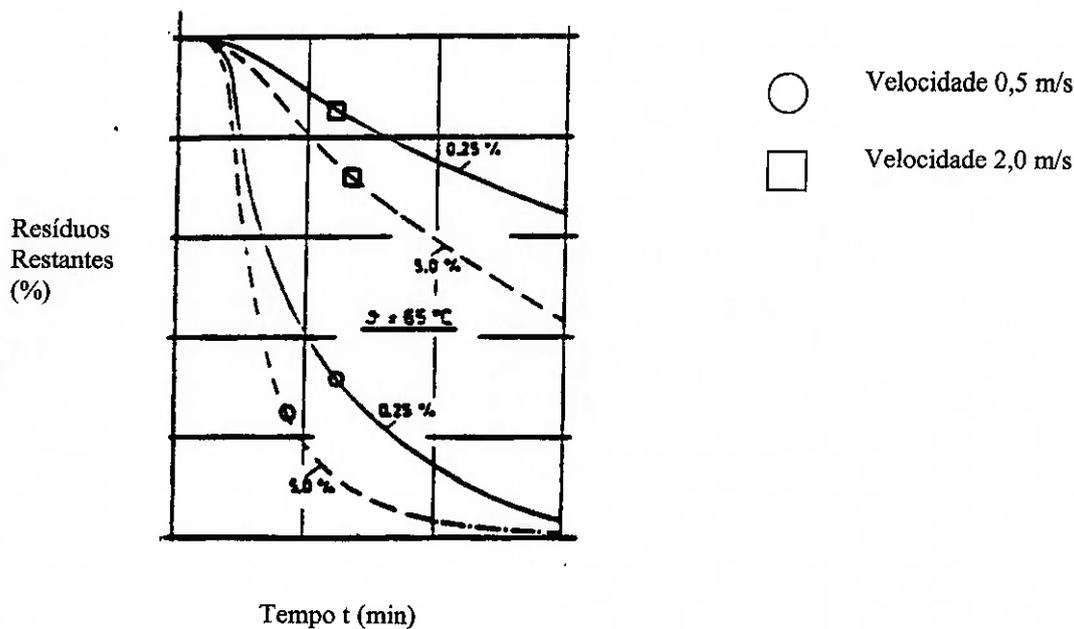
Se o pH da solução é maior que 9, a incrustação se tornará negativamente carregada o que aumenta sua repulsão pelo suporte físico, isto é, as paredes do equipamento. A remoção dos depósitos é facilitada por boa solubilidade das gorduras e proteínas na solução alcalina.

Por motivos de custo operacional, a solução alcalina é geralmente constituída por soda cáustica (NaOH).

A concentração das soluções alcalinas deve estar entre 2 e 3% para temperaturas entre 70 e 85°C.

O diagrama abaixo, com velocidade da solução de 2m/s, mostra a pequena influência de um aumento da concentração alem de 2 ou 3%. A curva inferior mostra que o

mesmo grau de limpeza pode ser obtido, com uma concentração de 0,25 a 5%, ao mesmo tempo, se a velocidade é maior que 1,5 m/s. As diferenças entre estas duas opções são custo operacional e grau de poluição de efluentes.



### 7.2.7.2. Agentes Ácidos

Ácidos são bons agentes de dissolução para sais inorgânicos e algumas proteínas. Os mais comumente usados são:

**Ácido Nítrico ( $\text{HNO}_3$ )**

**Ácido Fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )**

**Ácido Clorídrico ( $\text{HCl}$ )**

**Ácido Sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )**

Por razões de custo e para evitar o risco de corrosão, os ácidos nítrico e fosfórico são os mais comumente usados.

A concentração destes ácidos deve ser mantida entre 1 e 2%, a temperaturas entre 60 e 70°C.

O correto manejo de agentes químicos é importante devido à sua natureza corrosiva.

É importante saber: Adicionar água a concentrados químicos é proibido, especialmente em se tratando de soda concentrada. Entretanto, o contrário é uma boa prática, isto é, adicionar componentes químicos à água.

O calor liberado na dissolução de 1 quilograma de soda a 50% e 20°C, em 1 quilograma de água, aumenta a temperatura da mistura em 50°C.

A escolha e utilização destes produtos químicos deve ser feita de maneira prudente por razão de seus efeitos violentos, bem como seu impacto com o meio ambiente.

### 7.2.8. Turbulência

No processo de CIP, a circulação da solução química é feita por bombeamento. Energia mecânica gerada pela bomba, na forma de energia de pressão, é dissipada por atrito e turbulência dentro do equipamento a ser limpo.

No CIP, a energia mecânica requerida para a limpeza é menor do que na limpeza manual, raspagens e escovações requerem mais energia do que o bombeamento.

Por exemplo, atrito com um chumaço de algodão em uma superfície lisa de PVC corresponde a uma tensão de 1200 N/m<sup>2</sup>. Em um tubo, o fluxo de uma solução de limpeza a uma velocidade de 2 m/s produz uma tensão de 12 N/m<sup>2</sup>, e é reduzida a 1 N/m<sup>2</sup> quando a velocidade cai a 0,5 m/s.

No CIP, o atrito está na ordem de 10 N/m<sup>2</sup>. Entretanto, a representatividade da energia mecânica não pode ser subestimada, mesmo a valores relativamente baixos.

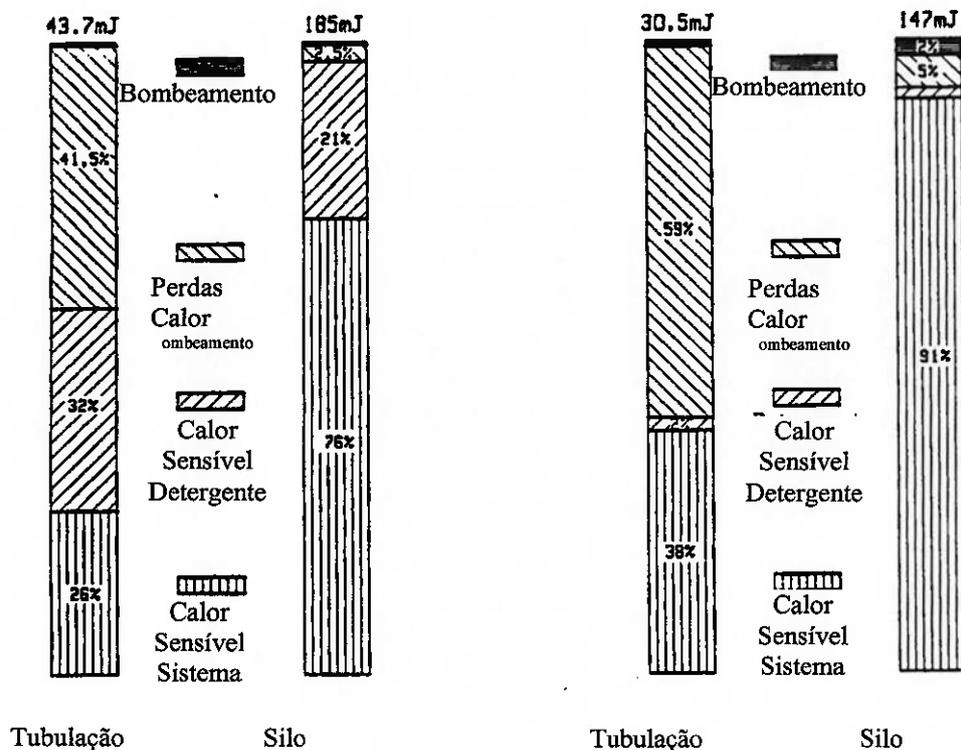
Em nenhum caso a velocidade da solução CIP deve estar abaixo de 1,5 m/s, e isto independe do diâmetro do tubo.

O custo da energia de bombeamento é pouco significativo, apenas entre 5 e 10% do total do custo da limpeza. Entretanto, a redução da velocidade do fluido para menos de 1,5 m/s traz alguma economia. Uma redução significativa na velocidade pode trazer resultados de limpeza insuficientes em junções e cantos mortos.

É essencial que o comprimento dos cantos mortos não exceda 2 vezes o diâmetro da tubulação. Ao aplicar esta regra, isto é, velocidade do fluido superior a 1,5 m/s, bons resultados são alcançados em tais cantos mortos.

Um aumento da velocidade do fluido para mais de 2 m/s não apresenta benefícios substanciais mas provoca um custo adicional. A energia requeridas para bombeamento aumente com o quadrado da velocidade do fluido.

O diagrama abaixo mostra a distribuição de diferentes tipos de energia necessárias para realizar diferentes processos de limpeza.



Bolhas de ar incorporadas, por meios de ar comprimido, à solução CIP, aumenta o efeito mecânico e conseqüentemente a remoção de incrustações. Há alguns anos atrás, uma série de testes foram conduzidos em trocadores de calor que tinha incrustação de difícil remoção. Os resultados, em termos de eficiência de limpeza, foram muito satisfatórias. Entretanto, devido a complexidade desta tecnologia, nenhuma relação entre a quantidade de ar injetada e a eficiência da limpeza ficou evidente durante estes testes.

## 7.2.9. Conceito de Sanitariedade para linhas de processo.

### 7.2.9.1. Concepção da Instalação

O método de limpeza ( in place ou manual) deve sempre estar incluso no projeto e já em sua fase inicial.

Para o CIP, fluxogramas de processo sempre devem incluir os diferentes circuito de limpeza. A composição de um circuito é ligada ao processo de manufatura do produto, a

disponibilidade de equipamentos para limpeza e os parâmetros chave do CIP que são fluxo da solução, temperatura, concentração e duração.

Para facilitar a operação das linhas de produção, e para obter bons resultados de limpeza, o equipamento deve ter uma simples funcional e lógica disposição.

A instalação do equipamento deve ser de acordo com o processo de produção.

Os tanques de estocagem deve sempre ser dispostos a uma distância mínima de 70 cm das paredes. Esta passagem vai permitir uma limpeza anual periódica das partes externas do tanque e das paredes. A intervenção manual em conexões, válvulas, etc, deve ser feita a uma altura máxima de 1,50 m. em caso de maior elevação, uma plataforma deve ser construída para facilitar o acesso.

O objetivo principal destas recomendações é facilitar a intervenção de operadores nas linhas, e por consequência obter bons resultados de limpeza.

#### 7.2.9.2. Detalhes de Construção de Equipamentos

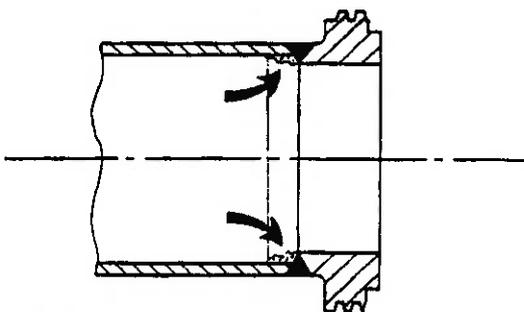
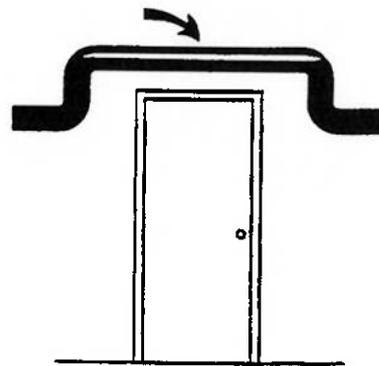
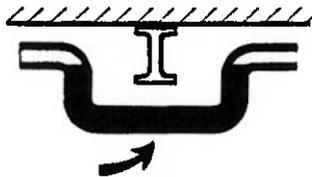
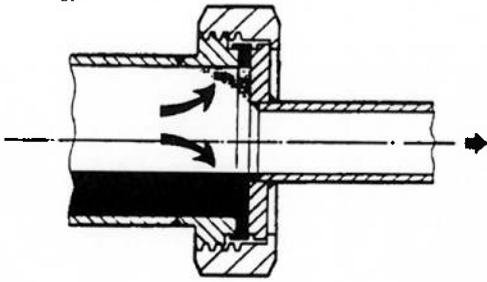
É importante dar uma consideração cuidadosa a todos os detalhes de equipamentos quando estes serão usados na indústria alimentícia. Uma clara distinção deve ser feita entre superfícies internas em contato com o produto, e o aspecto exterior, o qual em relação ao produto é secundário.

Não é possível listar todos os detalhes a serem considerados no projeto de um equipamento compreensivamente. Entretanto, das seguintes regras pode ajudar a prevenir muitos erros.

- Soldas internas devem ter um acabamento interno correspondente a grana 180, como o resto da tubulação.
- Elementos com ângulos de 135° ou menos, devem ter cantos arredondados com raio maior que 6mm.
- Todas as faces internas do equipamento devem ser acessíveis a solução CIP.
- Saídas de tanques ou similares devem facilitar o fluxo gravitacional.
- Equipamentos bem como tubulações, devem ser projetados para serem auto-drenantes, isto é, não permitir o acúmulo de líquidos.
- Tubulações devem ser tanto menores quanto possível, e não devem possuir cantos mortos maiores que 2 vezes o diâmetro.
- Todos os materiais em contato com o produto devem suportar a solução CIP.

- Todo acessório da linha (medidores de pressão, temperatura, etc) devem ser instalados de maneira a permitir sua limpeza através de CIP, caso contrário eles devem ser removidos e limpos separadamente.

Os desenhos abaixo mostram alguns erros comuns:

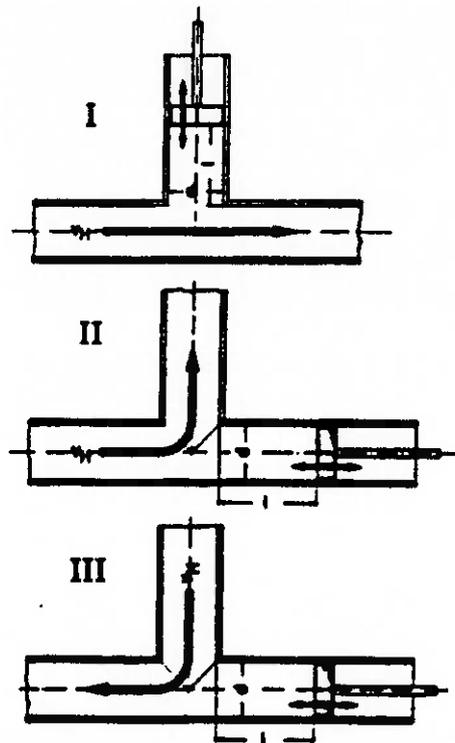


### 7.2.9.3. Cantos Mortos

Em tubulações, ramificações são muito delicadas.

Como exemplo da complexidade deste fenômeno, considere o fluxo dentro de um T.

- I. O fluxo principal é horizontal através do T.
- II. O fluxo principal é de baixo para cima, o canto morto se encontra no prolongamento do fluxo principal.
- III. O fluxo principal é de cima para baixo, o canto morto está na direção oposta do fluxo.



### 7.2.10. Conceito de Sanitariedade para Tubulação

O sistema de tubos projetado para CIP, deve garantir uma boa distribuição de da solução de limpeza entre todas as faces de contato com o produto.

To assegurar estas condições, mudanças abruptas de diâmetro e cantos mortos devem ser minimizados.

A execussão e construção da tubulação deve estar de acordo com os standards da indústria alimentícia.

### **7.2.11. Instalação de tubulação de Produto visando o CIP**

Conexões só devem ser usadas para equipamentos como tanques, bombas, etc. Entretanto, para facilitar inspeção visual em caso de problemas bacteriológicos, a aplicação do conceito abaixo é recomendada:

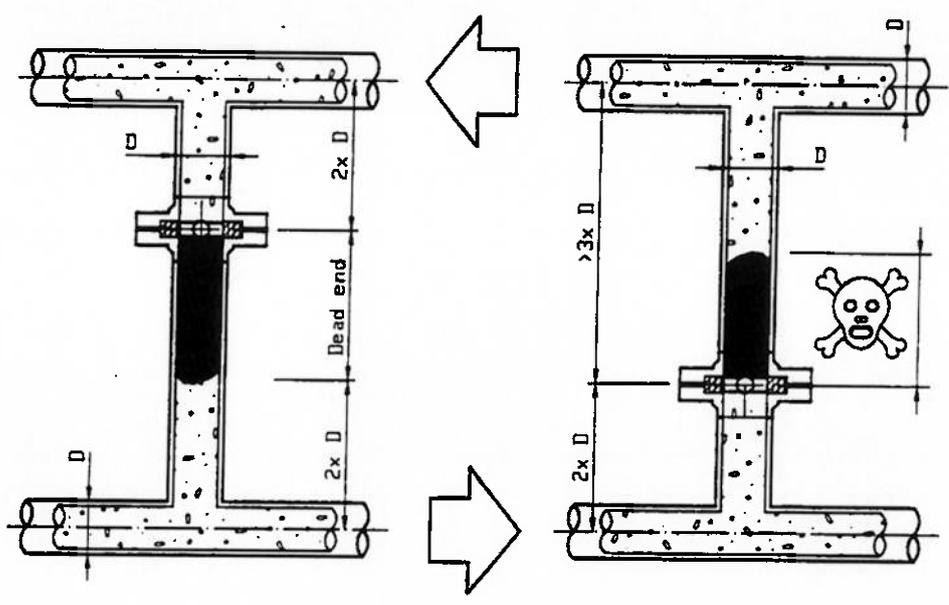
<b>Antes da pasteurização:</b>	<b>A tubulação deve ser sempre soldada enter os Equipamentos.</b>
<b>Depois da pasteurização:</b>	<b>Conexões devem ser incorporadas ao sistema para possibilitar inspeções</b>

Tubos de linhas de produção devem Ter inclinação de 1% para facilitar a drenagem.

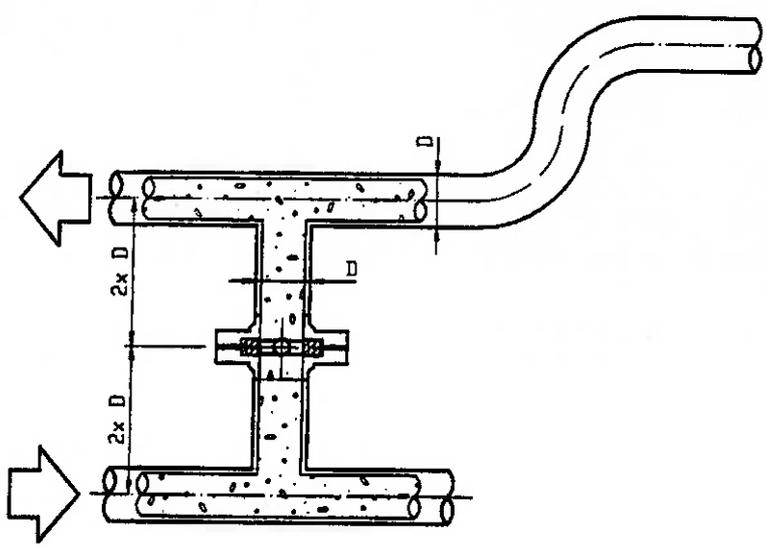
Para drenagem de tubos, um exceção pode ser feita para a distribuição e retorno do CIP na sua própria tubulação. Tubos podem permanecer cheios de água entre cada ciclo de limpeza, isto é, durante a produção.

Ficou provado que a turbulência do fluxo decai rapidamente em cantos mortos com relação ao seu comprimento.

Para uma limpeza eficiente por turbulência, os cantos mortos não devem exceder 2 vezes o diâmetro de tubulação em seu comprimento, como exemplificam as figuras abaixo:



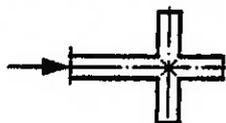
Especialmente projetado para CIP:



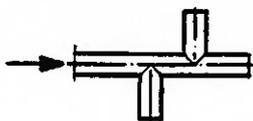
Ramificações em cus devem ser evitadas em linhas de produção. O efeito negativo da turbulência causado pelas ramificações em cruz são ainda maiores do que no caso do T. Um certa tolerância é aceita apenas para linhas de CIP.



Não recomendado para produto



Recomendado apenas para CIP



Recomendado para produto

### **7.3. Apresentação da Falha no Processo**

Como saber se o processo com falha é realmente o CIP? A conclusão quanto a responsabilidade atribuída ao CIP da falta de qualidade no produto é um tanto quanto óbvia pois confirmou-se que o produto realmente continha traços de chocolate ao passar por uma análise laboratorial e também sabemos pelo número do lote do produto que a linha de produção foi utilizada para fazer a bebida de sabor morango logo antes da produção em questão.

Para confirmar a suspeita, a linha foi aberta em determinados pontos críticos logo após um procedimento de limpeza CIP comum e constatou-se a presença de resíduos de produto em dois “T” da linha.

Sabemos também que a solução CIP passa pela linha, entre uma produção e outra consecutiva, sem que os equipamentos de esterilização sejam desligados, isso explica o fato da não contaminação do produto por bactérias.

## **8. Estudo da Viabilidade**

### **8.1. Introdução**

Encontramos um problema claro no processo de limpeza CIP de uma determinada linha de produção. É pretendido então, apresentar um estudo do problema e sua respectiva solução tendo em vista a manutenção da imagem de responsabilidade com a qualidade dos produtos da empresa em questão, imagem esta fundamentada na satisfação do consumidor.

O projeto a ser apresentado se trata de um projeto de engenharia mecânica, onde conceitos de Termodinâmica e Mecânica dos Fluidos estarão sendo aplicados na solução do problema.

### **8.2. Estabelecimento da necessidade**

A solução para o problema aparentemente é muito fácil, basta descartar um pouco mais de produto ao início da produção ou simplesmente aumentar o tempo de limpeza CIP. Porém, como já foi apresentado anteriormente, o CIP é influenciado por quatro variáveis, temperatura, tempo, turbulência e concentração, além do projeto correto da linha de produção. Logo, é necessário que se faça um estudo da melhor solução para o problema, tendo em vista a quantidade de dinheiro envolvida na fabricação de um produto de tão grande consumo.

Está fundamentada, portanto, a necessidade de um projeto que tem como finalidade a apresentação de uma solução eficiente e com o menor custo possível.

### **8.3. Síntese das necessidades**

As necessidades se resumem em encontrar um valor de tempo, temperatura, vazão e concentração da solução CIP, além do layout e disposição de tubulação e equipamentos de processo de limpeza como "Spray Balls", de tal maneira que seja possível obter uma limpeza 100% confiável após uma produção rotineira.

### **8.4. Síntese de Soluções**

*Com base no que foi apresentado anteriormente, podemos apresentar duas soluções: o descarte de maior quantidade de produto entre uma produção e outra ou fazer alterações no processo CIP. Ora, descartar mais produto é um desperdício muito caro, além de não garantir a limpeza confiável da linha. Alterações no processo CIP não podem ser isoladas, pois sabemos que o sucesso da limpeza depende de várias variáveis além da correta disposição e layout de tubulações e equipamentos de limpeza como Spray - Balls.*

*Por esse motivo, não apresentaremos diversas soluções com combinações entre as variáveis do processo mas sim uma única solução com o estudo de todas as variáveis.*

### **8.5. Apresentação da Solução**

A solução do nosso problema será a alteração dos valores de temperatura, tempo, vazão e concentração da solução CIP além da modificação do layout das tubulações e o estudo e instalação de aparelhos conhecidos como Spray - Balls nos tanques da linha.

Cada uma destas variáveis será estudada levando em conta as seguintes considerações:

**Temperatura:** A temperatura deve ser mantida dentro de uma determinada faixa ótima ao longo de toda a linha.

**Tempo:** Deve ser considerado o tempo mínimo para uma limpeza 100% segura.

**Vazão:** A vazão da solução CIP deve ser tal que possamos obter o nível de turbulência mínima em qualquer ponto da linha, independentemente do diâmetro da tubulação no local. E tanques, o alcance da turbulência necessária é inviável devido ao seu volume, por isso

faz-se necessária a utilização de Spray - Balls que nada mais são do que duchas posicionadas dentro dos tanques pelas quais os mesmos são limpos pela solução CIP.

Deve-se levar em consideração a energia gasta com o bombeamento também.

Concentração: A concentração deve ser tal, que não haja principalmente prejuízos para o material em contato com a mesma e junto com todas as outras variáveis seja a mais econômica possível.

Layout da tubulação: A montagem da tubulação simplesmente deve seguir todas as instruções apresentadas anteriormente na descrição do processo CIP.

### **8.6. Comentários**

Vale ressaltar que todos os valores serão provavelmente modificados e que o investimento inicial é muito baixo se comparado com a produção e a imagem da companhia. Por esse motivo a limpeza CIP sempre deve ser otimizada em todas as suas variáveis de processo.

### **9. Projeto Básico**

*Por não haver necessidade de repetir muito do que já foi dito até agora sobre o projeto, esta etapa de Projeto Básico contém apenas complementos do que já foi apresentado anteriormente.*

### **9.1. Seleção da melhor alternativa**

Como já foi dito anteriormente a solução deve ser um estudo da combinação de todas as variáveis já mencionadas. Resta ainda saber se alterações nas tubulações e instalação de novos Spray - Balls serão necessárias.

### **9.2. Otimização formal**

O projeto será feito com base no estudo apresentado neste trabalho sobre CIP, porém uma otimização, com valores realmente mínimos possíveis, só pode ser obtida após a implementação do projeto, pois mesmo tendo em mãos a bibliografia existente sobre o assunto, cada linha é diferente da outra, logo tudo o que é apresentado em bibliografia deve ser aplicado com certas margens de erro.

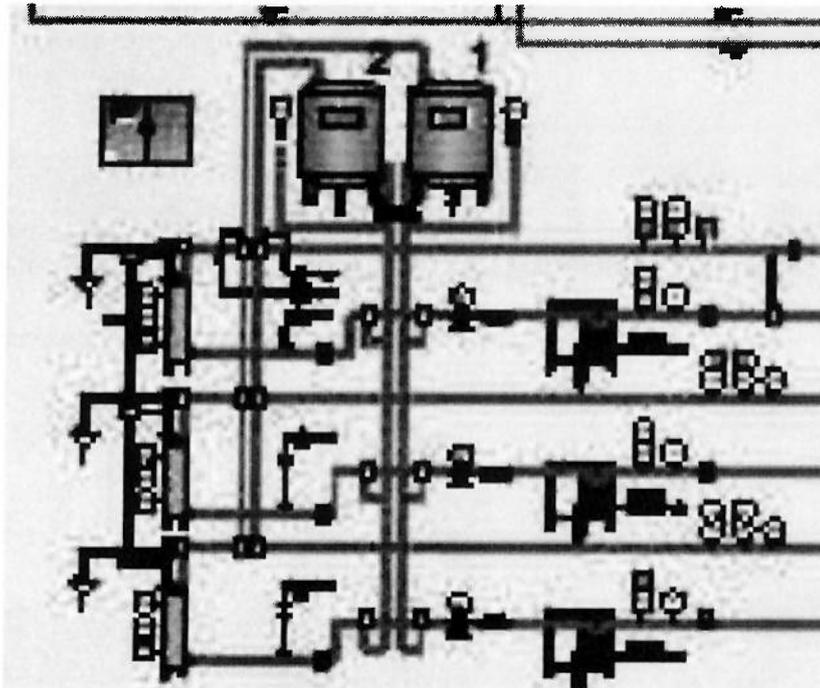
### **9.3. Conclusão**

O sucesso do projeto é certo, pois o problema foi bem identificado e o processo envolvido já tem sido amplamente estudado. Os objetivos agora serão a busca do menor custo, que é na verdade o significado de um bom projeto de uma instalação CIP.

## 10. Projeto Executivo

### 10.1 Introdução

Nesta segunda metade do trabalho, como já foi mencionado anteriormente, será apresentado o Projeto Executivo do sistema de limpeza CIP.



Baseado no fato de que a Central CIP atual, que atende à linha em questão e inclusive outras linhas de produção, não tem capacidade para atender a demanda decorrente das necessidades da solução do nosso problema e também por se tratar de uma Central CIP antiga, neste Projeto Executivo será apresentada uma Central CIP completa, inclusive as adaptações de otimização da linha mencionadas anteriormente.

O projeto a ser apresentado, por visar a otimização do processo de Limpeza CIP, será automatizado, descartando portanto, a possibilidade de falha humana durante a limpeza.

Um projeto comum de Adequação CIP consiste basicamente dos seguintes itens:

- Estudo da Situação Atual;
- Modificações na linha de produção;
- Escolha de Válvulas;
- Escolha de Tanques;
- Escolha de Bombas;

## Escolha de Sensores;

Os itens acima citados, serão estudados e apresentados como forma de Projeto Executivo.

### **10.2 Situação Atual**

#### **10.2.1 Tempos Envolvidos**

<b>ETAPA DA OPERAÇÃO</b>	<b>TEMPO GASTO</b>
PREPARAÇÃO	20min
LIMPEZA	70min
LIBERAÇÃO	20min
TOTAL	110min

### 10.2.2 Consumos Envolvidos

*Obs.: Consumos estimados para um ciclo completo de limpeza.*

PARTE DO SISTEMA	CONSUMO
CONSUMO DE ÁGUA PARA TUBULAÇÃO	6,75m <sup>3</sup>
CONSUMO DE VAPOR PARA TUBULAÇÃO	690kg
CONSUMO DE ELETRICIDADE P/ TUB.	11,25kWh
CONSUMO DE SODA P/ TUBULAÇÃO	1,32kg (concentração 100%)
CONSUMO DE ÁCIDO P/ TUBULAÇÃO	1,26 (concentração 100%)
CONSUMO DE ÁGUA P/ TANQUES	14m <sup>3</sup>
CONSUMO DE VAPOR P/ TANQUES	2500kg
CONSUMO DE ELETRIC. P/ TANQUES	30kWh
CONSUMO DE BASE P/ TANQUES	14kg (concentração 100%)
CONSUMO DE ÁCIDO P/ TANQUES	11kg (concentração 100%)

### 10.2.3 Preparação

Ao final da produção, temos o tanque de balanço com o produto acabando. As ultimas quantidades de produto são empurradas com água potável até a máquina de envase. Quando teoricamente a primeira gota de água chega à envasadora todo o sistema já pode ser desligado, principalmente os trocadores de calor. Neste momento alguns pontos

da instalação são modificados para receber a solução CIP, como por exemplo o abrir e fechar de válvulas. Agora a linha está apta para o início da limpeza.

#### 10.2.4 Limpeza

As etapas de enxágüe, circulação de soda, enxágüe, circulação de ácido e enxágüe, são mais facilmente visualizadas na tabela abaixo.

Os dois primeiros enxágües são feitos com água reutilizada, diferentemente do último, quando é utilizada água potável.

*Obs.: A água de enxágüe reutilizada é descartada para o tratamento de efluentes.*

O circuito tem início na central CIP indo até a entrada indo até a entrada da máquina de envase ( a qual possui sistema de limpeza separado), passando por toda a tubulação, trocadores e tanques.

AGENTE	CONCENTRAÇÃO	TEMPERATURA	TEMPO
ÁGUA 1		AMBIENTE	10min
SODA	1,5 A 2,0%	60 a 80°C	30min
ÁGUA 2		AMBIENTE	10min
ÁCIDO	1,0 A 1,5%	60 a 80°C	10min
ÁGUA 3		AMBIENTE	10min
TOTAL			70min

#### 10.2.5 Liberação

A liberação ocorre apenas após a modificação do sistema para produção e esterilização com água quente (90°C).

*Obs.: Para a liberação do sistema deve ser garantida a condição de tempo e temperatura mínima de esterilização para o ponto crítico do sistema (ponto de menor temperatura).*

### **10.3 Situação Proposta**

#### **10.3.1 Objetivo**

Elaborar projeto para centralização e automação de uma central CIP para limpeza da linha de produção de bebida láctea UHT, o que inclui a limpeza de tanques, trocadores de calor, tubulações, bombas e outros equipamentos.

#### **10.3.2 Premissas Básicas**

- Reutilização de água na central CIP.
- Produção nominal da linha 4000L/h
- Utilização de todo o produto ao final da produção
- Limpeza de tanques simultânea à limpeza da tubulação mas em circuitos diferentes.
- Limpeza de grandes perdas de carga em circuitos diferentes.

#### **10.3.3 Instalações**

Tendo em vista as premissas básicas adotadas conceitualmente para construção da central CIP, listamos abaixo os principais itens das instalações, para melhor ilustrar a descrição do processo a ser adotado.

## 10.3.3.1 Tanques

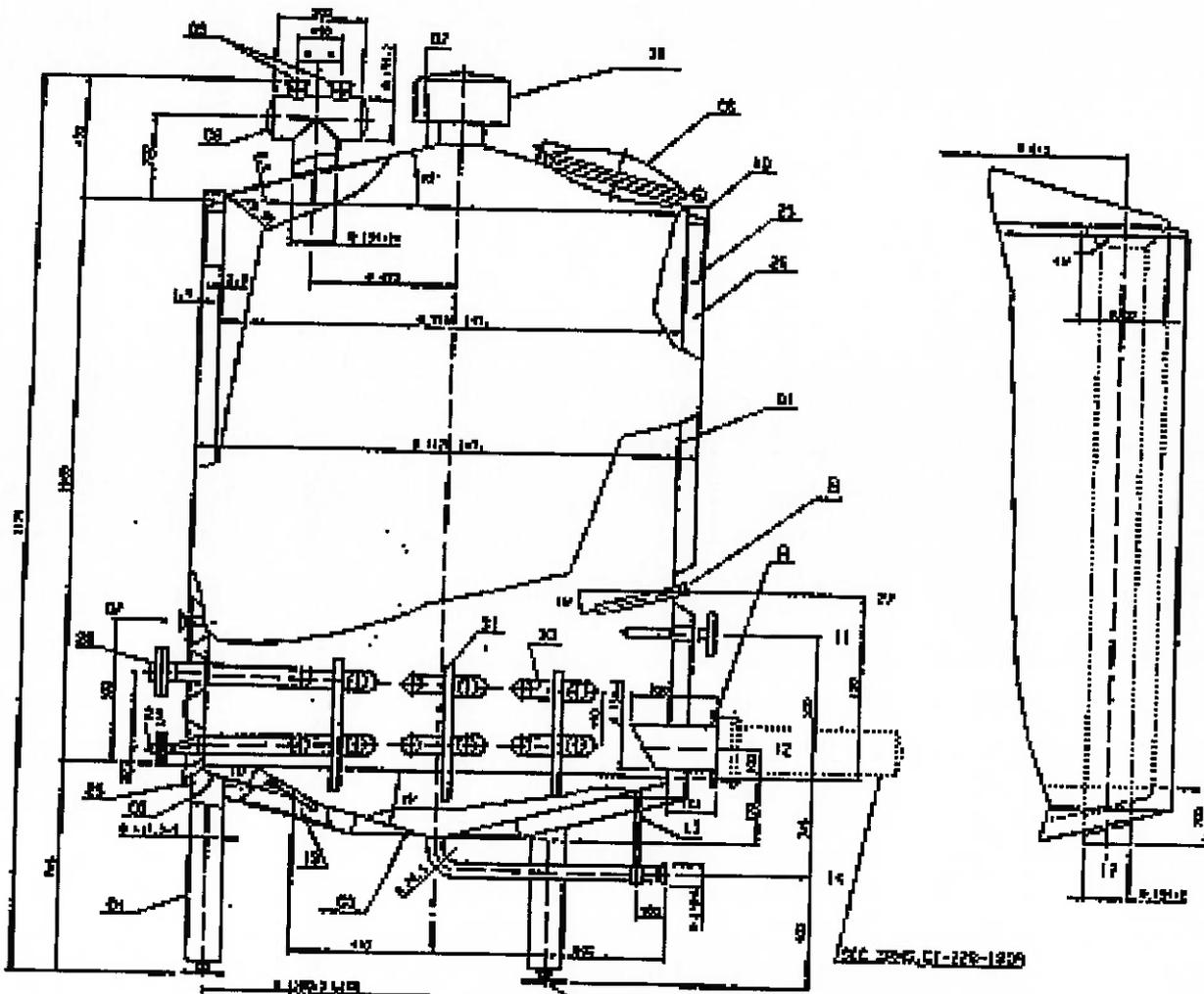
QUANTIDADE	FINALIDADE	CAPACIDADE
1	Armazenagem de soda 1,5% a 2,0%	2m <sup>3</sup>
1	Armazenagem de ácido 1,5% a 2,0%	2m <sup>3</sup>
1	Armazenagem de água reutilizável	2m <sup>3</sup>

*Obs.: as considerações feitas para o dimensionamento dos tanques foram:*

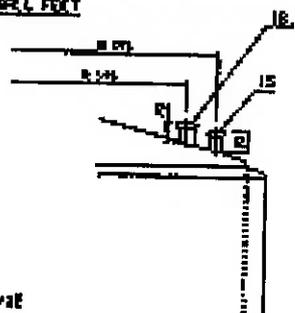
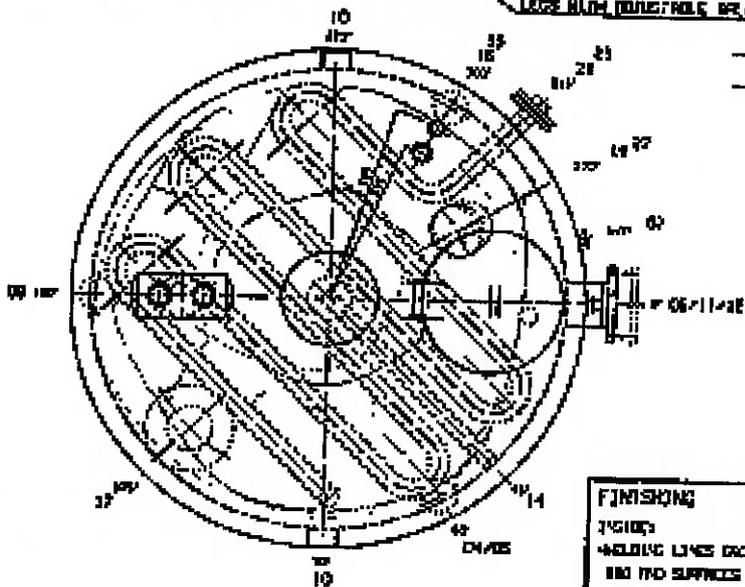
- *O tanque deve conter ao menos volume igual ao da tubulação mais 50% (tubulação predominantemente de 2").*
- *O tanque de água reutilizável deve possuir o mesmo volume do tanque de soda e ácido.*
- *O consumo de ácido e soda para limpeza de tanques pode ser estimado conforme os gráficos a seguir.*

*Os tanques de Armazenagem de Soda e Armazenagem de Ácido devem ser equipados com serpentina. Tal serpentina será responsável pela troca de calor, mantendo a temperatura da solução em níveis adequados.*

*Vale lembrar que o recomendado para tanques com capacidades superiores a 8m<sup>3</sup> é a utilização de trocadores externos ao tanque, ligados em série ao circuito da central CIP.*



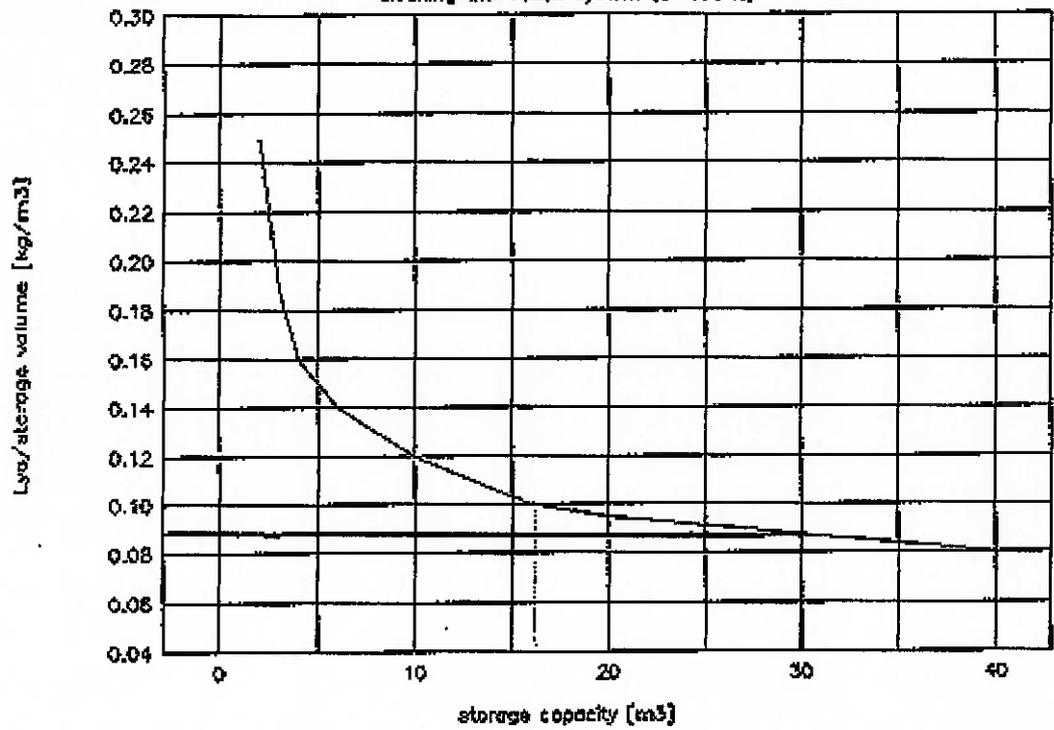
108 HIGH DENSITHEG. WFL. FEET



**FINISHING**  
 INSIDE:  
 • WELDING LINES EXPOSED AND POLISHED TO GRIT  
 #80 THE SURFACES WILL BE FINISHED.  
 OUTSIDE:  
 • WELDING LINES POLISHED THE SURFACES WILL BE FINISHED.

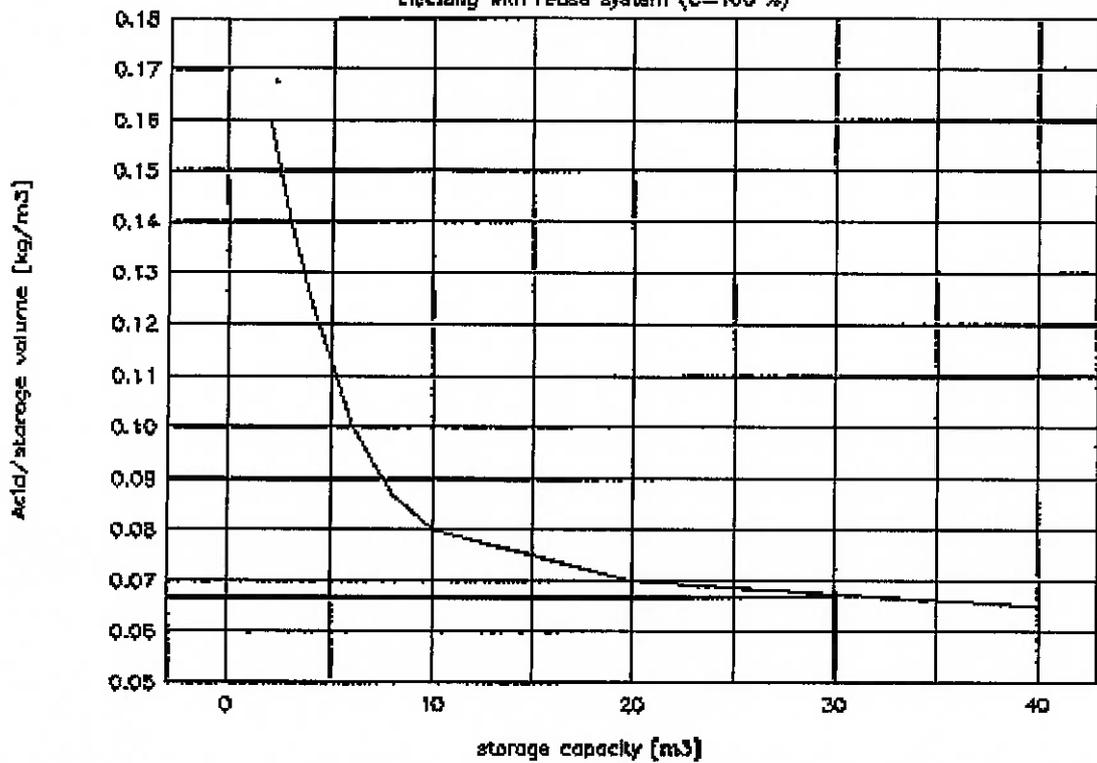
### Lye consumption for storage tank

cleaning with reuse system (C=100 %)



### Acid consumption for storage tank

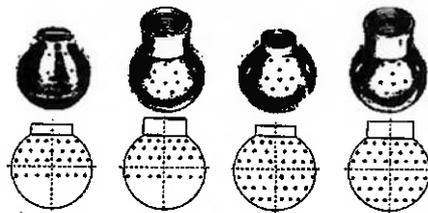
cleaning with reuse system (C=100 %)



## 10.3.3.2 Bombas

QUANTIDADE	FINALIDADE	CAPACIDADE
1	Recalque	30m <sup>3</sup>
1	Retorno	30m <sup>3</sup>
1	Recalque	15m <sup>3</sup>
1	Retorno	15m <sup>3</sup>

Obs.: As vazões das bombas foram calculadas segundo o princípio de velocidade de 1,5m/s nas tubulações e também baseadas na tabela abaixo para vazão em Spray Balls. As bombas de 30m<sup>3</sup> serão usadas na limpeza dos tanques em duas etapas, enquanto que as bombas de 15m<sup>3</sup> serão usadas na limpeza da tubulação.



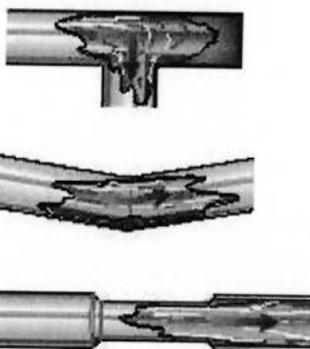
Tanks/silo*	Diameter	Heigh	CIP flow rate		Pipe diam.
			min. 0.06 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> x s m <sup>3</sup> /h	max. 0.06 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> x s m <sup>3</sup> /h	
40	3	6	15	20	2 ½"
60	3	8.5	20	27	3"
80	3.5	8.5	24	32	3"
100	3.5	10.5	29	39	3"
120	3.5	12.5	34	45	4"

## 10.3.3.3 Válvulas

ITEM	DESCRIÇÃO	FINALIDADE
1	Manifold de Válvulas	Alimentação dos Grupos de Tanques
1	Manifold de Válvulas	Alimentação das Bombas de Recalque
1	Manifold de Válvulas	Retorno da solução CIP dos tanques e linha
1	Manifold de Válvulas	Intercambiador das linhas (produto CIP)

## 10.3.3.4 Modificações nas Tubulações da linha de Processo

Mesmo levando em conta o fato de que pontos da tubulação da linha não foram completamente limpos após o processo do CIP, o que originou todo o problema, não pudemos concluir que a tubulação tinha problemas na sua configuração.



A linha de produção em questão tem menos de 10 anos de existência, período no qual as técnicas de limpeza CIP já estavam bem desenvolvidas. A tubulação foi checada e verificou-se que a sua configuração era condizente com a bibliografia existente sobre o assunto, apresentada com detalhamento neste trabalho. Por esse motivo nenhuma

modificação nas instalações de produção será proposta neste trabalho, mas sim a reformulação do processo de limpeza, inclusive com a apresentação de novas técnicas visando a economia de tempo e de produtos químicos.

### **10.3.4 Descrição do Processo (Concepção)**

#### **10.3.4.1 Preparo e Padronização da Solução de Soda**

A solução de soda no tanque de utilização para limpeza dos tanques de processo e linha, será preparada como segue:

##### **Preparo da solução**

Na estação CIP central da fábrica, é diluída a soda em escamas com uma concentração de 50%, e armazenado em um tanque, que sempre deverá estar com um nível adequado para alimentar o tanque da estação CIP para fazer as correções de concentração quando for necessário.

No tanque de soda da central CIP estará instalado um sensor de condutividade que fará o monitoramento da concentração da solução de soda. Quando a concentração de soda deste tanque estiver fora do padrão, ou seja, abaixo ou acima da concentração estabelecida, ocorrerá a atuação sobre as válvulas e bombas para a correção necessária.

##### **Nível do tanque de soda**

O tanque de soda contará com um sensor de nível, que atuará de forma a manter um volume mínimo de 600L de solução de soda no tanque. Quando o sensor acusar este volume, o sistema será acionado fazendo com que o tanque receba água. Em consequência, o teor de soda decairá para um valor inferior ao estabelecido, acionando o sistema de correção de concentração.

##### **Temperatura do tanque de soda**

O tanque de soda também contará com um sensor de temperatura acionando uma válvula que regula a vazão de vapor da serpentina. Da mesma forma que ocorre com a

concentração, qualquer alteração na temperatura da solução no tanque modificará a abertura a válvula. Vale lembrar que diferentemente do sistema de controle de concentração, o controle da temperatura será analógico, ou seja, a temperatura na terá uma faixa para variar e sim será controlada com um Set-point determinado.

#### 10.3.4.1 Preparo e Padronização da Solução de Ácido

Todas as considerações anteriores sobre o tanque de soda, com relação ao preparo da solução, controle do nível e temperatura do tanque valem para o tanque de ácido.

### 10.3.5 Limpeza dos Tanques

#### 10.3.5.1 Preparação

##### Bocal de Saída do Tanque

A saída do tanque deve ser desconectada da linha de produção e conectada na linha da central CIP. O bocal de saída do tanque será responsável por recolher a solução CIP durante a limpeza.

##### Bocal de Entrada do Tanque

Diferentemente do bocal de saída do tanque, o bocal de entrada deve ser mantido aberto e desconectado. A solução CIP entrará pelos Spray Balls.

*Obs.: Os tanques de cada grupo devem ser sempre conectados em série como descrito acima.*

#### 10.3.5.2 Limpeza

A primeira fase da limpeza é a retirada do produto residual do tanque. Para esta etapa do sistema está previsto um enxágüe de 5 segundos com água potável. Este produto é bombeado para o tanque de retrabalho ou armazenagem de leite residual.

Na segunda fase da limpeza, as válvulas de transferência para os tanques de retrabalho são fechadas e as válvulas de retorno da linha CIP são abertas

### Enxágüe 2 (com água reutilizável)

Este enxágüe é realizado recirculando a água reutilizável durante 1 minuto, com a finalidade da diluição do restante dos resíduos de leite.

### Recirculação de Soda

Após o enxágüe inicial, inicia-se o processo de recirculação de soda, durante 2 minutos. Na linha de retorno existe um sensor, que fará o monitoramento da concentração do líquido que estará passando pela tubulação, e atuará nas válvulas de retorno do tanque de soda, isto é, nesta fase de recirculação de soda, a linha inicialmente está cheia de água, o sensor mantém aberta a válvula de retorno do tanque de água reutilizável até que se tenha soda na tubulação. Quando o condutivímetro acusar presença de soda, a válvula de entrada do tanque de solução de soda é aberta e a válvula do tanque de água reutilizável é fechada.

Este procedimento tem por finalidade evitar a mistura entre soda e água nos tanques de água reutilizável e de solução de soda.

No tanque de soda evita-se a água para que a concentração se mantenha estável e não exista a necessidade de adição de soda concentrada, reduzindo o custo operacional. No tanque de água reutilizável, evita-se a mistura com soda porque esta água será descartada para a estação de tratamento de efluentes.

### Enxágüe 3 (com água reutilizável)

Terminado o tempo de recirculação da soda, dá-se início ao enxágüe com água reutilizável pelo tempo de 1 minuto, que obedece o mesmo princípio lógico de atuação do sensor de linha. Esta etapa tem como objetivo a retirada da soda dos tanques, evitando assim, contato com o ácido.

## Recirculação com ácido

Após o enxágüe 3, inicia-se o processo de recirculação de ácido, durante 1 minuto. Todo o procedimento e observações citados acima para a recirculação de soda também se aplicam para a recirculação de ácido. O tempo de recirculação de ácido é reduzido, pois em tanques não encontramos grandes problemas com limpeza. Em muitos casos, o ácido pode até mesmo não ser utilizado.

É provável que a limpeza diária com ácido não seja necessária. O sugerido então é que a limpeza com solução ácida seja realizada apenas uma vez por semana. Neste caso, a etapa de enxágüe 3 também deve ser removida do processo de limpeza.

## Enxágüe 4 (com água reutilizável)

Corresponde ao mesmo procedimento do enxágüe 3.

## Enxágüe 5

Na seqüência do processo, após o enxágüe com água reutilizável, inicia-se o enxágüe final, que está estabelecido em 1 minuto. A água resultante do último enxágüe deverá retornar ao tanque de água reutilizável.

### 10.3.6 Limpeza da Tubulação

#### 10.3.6.1 Preparação e Enxágüe

Como a linha e os trocadores estarão cheios de leite, existirá a necessidade de empurrar este produto para o final da linha. Tal procedimento é feito com água potável e com parte de linha configurada ainda para produção. O tempo para a água atingir o final da linha ( envase) é calculado e passado este tempo se dará o início do CIP propriamente dito.

A seguir se dará mudança de posições de válvulas de trocadores de calor, bombas e tanques de tal maneira que o circuito CIP fique configurado.

Ocorre então o enxágüe 2 com água reutilizável. O tempo de recirculação é de aproximadamente 3 minutos. O enxágüe tem por finalidade a dissolução de resíduos de produto na linha.

Segue-se então a recirculação de soda por aproximadamente 30 minutos. Da mesma maneira que na limpeza com tanques (ocorrendo simultaneamente) segue-se a recirculação de água reutilizável.

O próximo passo é a recirculação de ácido por 10 minutos, seguida pela recirculação de água reutilizável.

O enxágüe final será feito com água potável por 3 minutos. A água potável passará apenas uma vez pela tubulação, seguindo então para o tanque de água reutilizável.

#### **10.4 Conclusões**

O projeto de uma central CIP já não representa um trabalho inovador, pois muitos deste tipo já foram realizados. A real diferença entre uma limpeza bem sucedida e uma má sucedida está no entendimento, por parte do operador, do processo de limpeza, principalmente dos fenômenos físicos e químicos que ocorrem. Então a partir deste entendimento, o técnico responsável pelo CIP precisa dos equipamentos mínimos necessários para a boa limpeza. Por exemplo, não adianta um operador saber que precisa de mais vazão de solução se a bomba não foi corretamente escolhida.

## **11. Conclusões Gerais**

Podemos verificar ao final deste trabalho a importância da qualidade em qualquer ramo industrial, e principalmente no ramo alimentício. Foi possível verificar também que a implantação de um sistema de qualidade em determinada empresa é muito fácil e proporciona resultados no mínimo bons.

O produto a ter seu processo estudado exige qualidade por pertencer a uma empresa muito respeitada neste sentido e que tem a aceitação de seus produtos pelos seus consumidores diferenciada devido à responsabilidade com a qualidade de seus produtos.

Foi possível também aprender sobre o processo de limpeza CIP, amplamente utilizado na indústria e com fortes bases em Mecânica dos Fluidos e Termodinâmica.

Com a constatação da falta da qualidade no produto, o estudo e compreensão de sua causa e a evidente necessidade de mudança a consequência lógica foi o projeto da solução para o problema. É um projeto um tanto quanto especial, pois sua otimização depende de acertos após sua implementação.

A segunda fase o trabalho ocorreu sem maiores dificuldades. O projeto de uma central CIP já não representa mais um segredo técnico, devido principalmente ao tempo da invenção da limpeza CIP. Hoje podemos nos basear em bibliografia bem detalhada sobre o projeto de uma central CIP, porém tal material se encontra em poder das empresas que o utilizam.

O projeto da central CIP, como apresentado anteriormente, consiste basicamente em proporcionar as condições de temperatura, turbulência, concentração química e tempo à linha de processo. Para tanto, escolhemos equipamentos como tanques, bombas e válvulas adequados às necessidades de escoamento da solução CIP.

## **12. Referências Bibliográficas**

*Para obter maiores informações, a literatura listada abaixo pode servir como guia:*

International Dairy Federation (IDF), Brussels, Belgium Elsevier Scientific Publishing Company - **Dictionary of Dairy**. Amsterdam/Oxford/New York, 1983

J.G. Davis Leonard Hill , **A Dictionary of Dairying**, London, UK

B.H. Webb and A.H Johnson The AVI Publishing Company Inc. , **Fundamentals of Dairy Chemistry**. Westport, Connecticut, USA

P.F. Fox Applied Science Publishers , **Developments in Dairy Chemistry, Volume 1 – 4**. London and New York

Technical Food and Dairy Publishing House , **Evaporation, Membrane Filtration and Spray Drying in Milk Powder and Cheese Production**. 105 46 Stockholm, Sweden

FIL-IDF Bulletin, Document 142, 1982 Secretarial General , **Recombination of Milk and Milk Products**. 41 Square Vergote, 1040 Brussels, Belgium

International Dairy Federation (IDF) Secretarial General , **Residues and Contaminants in Milk and Milk Products**. 41 Square Vergote, 1040 Brussels, Belgium

Associação Brasileira dos Profissionais da Qualidade de Alimentos – Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos (PROFIQUA / SBCTA) , **Boas Práticas de Fabricação para Empresas Processadoras de Alimentos**. Manual – Série Qhalidade. 4 ed., 1995

Associação Brasileira dos Profissionais da Qualidade de Alimentos – Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos (PROFIQUA / SBCTA) , **Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle**. Manual – Série Qualidade, 2ª revisão, 1995.

Associação Brasileira dos Profissionais da Qualidade de Alimentos – Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos (PROFIQUA / SBCTA) , **Manual para Programa de Fornecimento com Garantia de Qualidade.** 1993

### **13. Anexos**

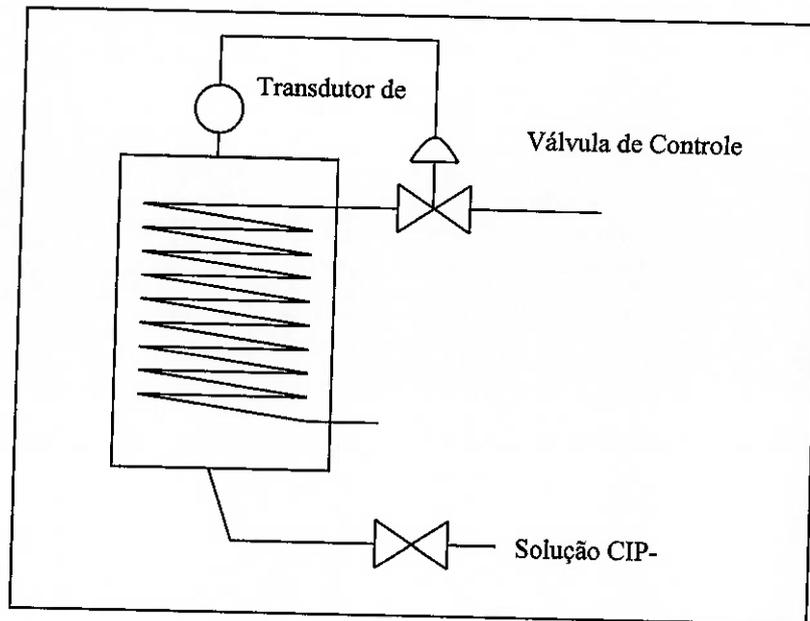
**13.1 Listas de Materiais**

DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Tanque para solução de soda	2m <sup>3</sup> c/ serpentina de aquecimento
Tanque para solução de ácido	2m <sup>3</sup> c/ serpentina da aquecimento
Tanque para água reutilizável	2m <sup>3</sup>
Bomba Centrífuga para CIP	15m <sup>3</sup> /h
Bomba Centrífuga para CIP	15m <sup>3</sup> /h
Bomba Centrífuga para CIP	30m <sup>3</sup> /h
Bomba Centrífuga para CIP	30m <sup>3</sup> /h
Bomba dosadora p/ soda 50%	500l/h
Bomba dosadora p/ ácido 50%	500l/h
Agitador p/ tanque de soda	
Agitador p/ tanque de ácido	
Filtro Y p/ linha de vapor	
Sensor Transmissor de Condutividade	tanque de soda
Sensor Transmissor de Condutividade	tanque de ácido
Sensor Transmissor de Condutividade	Retorno Tubulação
Sensor Transmissor de Condutividade	Retorno Tanques
Sensor Transmissor de Nível	Tanque Soda
Sensor Transmissor de Nível	Tanque Ácido
Sensor Transmissor de Nível	Tanque Água
Sensor Transmissor de Temperatura	Tanque Soda
Sensor Transmissor de Temperatura	Tanque Ácido
Válvula de Controle de Temperatura	Tanque Soda
Válvula de Controle de Temperatura	Tanque Ácido
Manômetro no Recalque	Bomba 15m <sup>3</sup>
Manômetro no Recalque	Bomba 15m <sup>3</sup>
Manômetro no Recalque	Bomba 30m <sup>3</sup>
Manômetro no Recalque	Bomba 30m
Manômetro no Recalque	Bomba 500l/h
Manômetro no Recalque	Bomba 500l/h

Visor de Nível	Tanque Soda
Visor de Nível	Tanque Ácido
Visor de Nível	Tanque Água Reutilizável
Válvula de Desvio de Fluxo ( 12 unid.)	DN 2"
Válvula de Bloqueio (18 unid.)	DN 2"
Válvula de Retenção	Bomba 15m
Válvula de Retenção	Bomba 15m
Válvula de Retenção	Bomba 30m
Válvula de Retenção	Bomba 30m
Válvula de Retenção	Bomba 500l/h
Válvula de Retenção	Bomba 500l/h

## 13.2 Fluxogramas

### Fluxo1: Controle de Temperatura dos Tanques de Solução



### Fluxo 2: Linha de processo Atual

