

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Práticas Limpas Aplicadas às Indústrias Têxteis de Santa Catarina**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE  
MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Geruza Beatriz Henriques Martins**

**Abril de 1997**

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM  
ENGENHARIA  
ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



---

Prof. Dr. Ricardo Miranda Barcia  
Coordenador do curso de pós-graduação



---

Profa. Dra. Rejane Helena Ribeiro da Costa  
Orientadora

Banca examinadora:



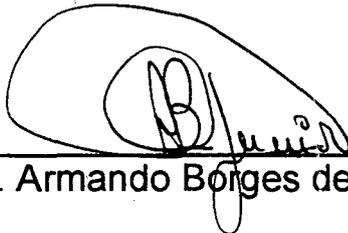
---

Prof. Dr. Mauricio Luiz Sens



---

Prof. Dr. Bruno Hartmut Kopittke



---

Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Júnior

*À meu marido Lédio e meus filhos, Lédio João e Theodora, tentando me redimir de tantos momentos roubados de nosso convívio, imbuidos na elaboração deste trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe, modelo de pessoa humana e de profissional, que sempre esteve presente com sua dedicada ação maternal.

Ao meu pai, que desde cedo me fez ver o mundo real.

À professora Rejane Helena Ribeiro da Costa, pela dedicada orientação e tantos ensinamentos, que ao longo do tempo se transformaram em modelo de conduta profissional.

Ao CNPq, pelo incentivo com o financiamento da pesquisa.

Às indústrias visitadas, pelo apoio no sentido de permitir e contribuir para que o universo deste trabalho fosse vivenciado.

As minhas irmãs, pelo auxílio pessoal e por me fazer sentir que o verdadeiro sentido de família é real em nossas vidas.

Aos demais familiares, amigos e companheiros de trabalho, agradeço em conjunto, todo esmero em manter posturas de otimismo, que muitas o foram, reconheço, para me guiar sobre atitudes mentais positivas.

A companheira de trabalho Berenice Ferrari, que me incentivou e dividiu comigo os momentos difíceis.

Aos diversos colaboradores, que participaram direta ou indiretamente, com idéias, materiais, discussões e críticas, muito obrigado.

A todos estes, e a **Deus** por quem serei eternamente grata e reconhecida.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 -	1
1.1 - Introdução e Objetivos	1
CAPÍTULO 2 - INDÚSTRIA TÊXTIL	3
2.1 - Panorama da Indústria Têxtil	3
2.2 - Comércio Exterior	7
2.2.1 - Situação Mundial	7
2.2.2 - Situação do Brasil e de Santa Catarina	8
CAPÍTULO 3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
3.1 - Práticas Limpas na Indústria Têxtil	11
3.1.1 - Controle do uso da água	13
3.1.2 - Modificações nos processos	15
3.1.3 - Produtos químicos	18
3.1.4 - Outras práticas	21
3.2 - Ferramentas em Prol da Qualidade	26
3.2.1 - Histórico do Conceito Qualidade	26
3.2.2 - Total Quality Management - TQM	27
3.2.3 - Total Quality Control - TQC	29
3.2.4 - Círculos de controle da qualidade - CCQ	30
a - Diagramas Ishikawa	32
b - Análise de Pareto	33
3.2.5 - Ciclo PDCA	33
3.2.6 - 5S's	35
3.2.7 - Zero defeito	36
3.2.8 - Cartões Kanban	38
3.2.9 - Just-In-Time - JIT	39

3.2.10 - Planejamento estratégico	40
3.3 - Certificações	42
3.3.1 - Iso Série 9000	43
3.3.2 - Iso Série 14000	45
<b>CAPÍTULO 4 - LEVANTAMENTO INDUSTRIAL TÊXTIL</b>	<b>47</b>
4.1 - Processo de Beneficiamento Têxtil	48
4.2 - Levantamento de Dados	55
4.2.1 - Utilização de água	57
4.2.2 - Geração de despejos	60
4.2.3 - Características dos despejos têxteis	61
4.3 - Situação atual quanto à aplicação de práticas limpas nas indústrias têxteis de SC	66
a- Máquinas	67
a1 - Substituição de máquinas	67
a2 - Operações inovadoras	67
a3 - Processos diferenciados	68
a4 - Tingimento	69
a5 - Lavagem	70
a6 - Automação	73
b - Produtos químicos	74
c - Processos de recuperação	78
c1 - Recuperação de produtos	78
c2 - Reutilização da água	79
c3 - Substituição de máquina	79
d - Consumo de energia	79
e - Despejos	81
f - Controle de resíduos sólidos	82
g - Produtos ecológicos	84
h - Ferramentas nas linhas de produção	84
i - Atividades isoladas	88

4.4 - Pontos críticos observados dentro das indústrias, ao longo das linhas de produção	89
<b>CAPÍTULO 5 - PROPOSTA DE PLANO DE AÇÃO NAS INDÚSTRIAS TÊXTEIS</b>	<b>94</b>
5.1 - Proposta para “Modelo de Gestão em Práticas Limpas”	94
5.1.1 - Considerações de um programa de avaliação e inovação	94
5.1.2 - Etapas básicas do processo de inovação tecnológica	95
5.1.3 - Macrofluxograma dos procedimentos envolvidos	96
5.1.4 - Estrutura a ser adequada para a viabilidade de inovações	98
5.1.5 - Orientações e discussões na implementação do plano de ação	99
5.1.6 - Exemplos de planos de ação	99
5.1.7 - Avaliações	103
5.1.8 - Novas etapas	103
<b>CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>104</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>108</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>113</b>

## TABELAS

Tabela 1 - Crescimento da produção têxtil de 1985 a 1993.	04
Tabela 2 - Taxas anuais de crescimento da produção industrial.	04
Tabela 3 - Evolução do consumo mundial de matérias primas têxteis.	05
Tabela 4 - Evolução da produção e consumo entre o período de 1990 e 1994 no Brasil.	06
Tabela 5 - Maiores exportadores mundiais - 1994.	07
Tabela 6 - Maiores importadores mundiais - 1994.	08
Tabela 7 - Perdas mínimas de corantes no tingimento.	19
Tabela 8 - Limites recomendados para reuso de águas em sistemas de resfriamento.	24
Tabela 9 - Dados físicos e classificação das indústrias visitadas.	56
Tabela 10 - Percentuais de matérias primas utilizadas nas indústrias visitadas.	56
Tabela 11 - Consumo de água e sua transformação nas indústrias.	58
Tabela 12 - Utilização de água no processo de tingimento.	59
Tabela 13 - Despejos gerados no processo produtivo.	60
Tabela 14 - Valores de vazão em função da procedência na indústria.	61
Tabela 15 - Produtos químicos, auxiliares e corantes presentes em efluente têxtil de uma grande indústria catarinense.	62
Tabela 16 - Características médias dos despejos têxteis em Santa Catarina.	63
Tabela 17 - Vazões utilizadas no pré-alvejamento.	72
Tabela 18 - Consumo básico de produtos químicos.	75
Tabela 19 - Fabricação de tijolo, usando lodo como matéria prima.	83
Tabela 20 - Fluxo de materiais no beneficiamento têxtil.	99
Tabela 21 - Planilha de levantamentos.	100

## FIGURAS

Figura 1 - Consumo de fibras têxteis no Brasil em 1994.	06
Figura 2 - Curvas de exportação e importação de produtos têxteis no Brasil 1985/1995.	08
Figura 3 - Aplicação de espuma sobre um tecido com o uso da faca.	18
Figura 4 - Aplicação de espuma mediante expremedura com Foulard horizontal.	18
Figura 5 - Iceberg das variantes atuais e futuras do meio ambiente para a Comunidade Européia.	43
Figura 6 - Fluxograma padrão do beneficiamento	49
Figura 7 - Comparativos do processo de tingimento com fase de amaciamento por impregnação e por transbordo.	59
Figura 8 - Máquina de lavar com fluxo contra-corrente.	68
Figura 9 - Vista do processo de amaciamento com balão de jato de ar.	69
Figura 10 - Lavadoras com trocadores de calor acoplados.	71
Figura 11 - Modelo de máquina de lavar utilizando pista dupla.	72
Figura 12 - Reservatório de pigmentos da lavação de telas.	73
Figura 13 - Tijolos fabricados com lodo têxtil e argila.	83
Figura 14 - Máquina compactadora.	91
Figura 15 - Descarte coletivo nos processos de beneficiamento.	92
Figura 16 - Desperdício de água na área de trabalho.	93
Figura 17 - Modelo conceitual para aplicação de práticas limpas.	97
Figura 18 - Modelo de maquinário com recirculação de banhos.	102

# ANEXOS

## Anexo 1

- 1.1 - Diagrama Ishikawa.
- 1.2 - Ciclo PDCA.
- 1.3 - Análise de Pareto e Histograma.
- 1.4 - Brainstorming.

## Anexo 2

- 2.1 - Lista dos requisitos das normas da ISO Série 9000.
- 2.2 - Projeto de normas internacionais da gestão do meio ambiente.

## Anexo 3

- 3.1 - Abastecimento de água das indústrias.
- 3.2 - ETE convencional.
- 3.3 - Lavador de gases.

## RESUMO

Este trabalho sintetiza um estudo acerca do processo produtivo e da problemática dos resíduos líquidos industriais têxteis.

Na tentativa de otimizar esse processo inserindo-se as chamadas “tecnologias ou práticas limpas”, visitou-se 10 indústrias da região do Vale do Itajaí em Santa Catarina, para a verificação das atividades desenvolvidas por aquele setor, em busca do perfil de processamento dessa área no estado.

Com políticas em prol da qualidade de produtos e serviços, verificou-se atenções dispendidas ao longo do processamento e as políticas de mercado integradas nessa área.

Utilizou-se as possibilidades adquiridas através das ferramentas gerenciais da produção, como: TQM, TQC, CCQ, JIT, 5'S, Análise de Pareto, Kanban, entre outras.

Para análise das práticas limpas, acompanhou-se o setor de beneficiamento têxtil. Esta área foi priorizada porque vem dela a maioria dos resíduos gerados na indústria.

Os pontos específicos observados foram os equipamentos, produtos químicos, consumo de água e energia, matéria prima e tipo de processamento, com vistas a minimização dos efluentes no processo produtivo e redução da carga poluidora dos mesmos.

Foi observado o conhecimento específico do operário na linha de processo e na máquina, o que garante independência, autonomia e criatividade em situação de eventual necessidade. A grande maioria das indústrias apresenta algum tipo de trabalho ou tendência no sentido de inovar processos, otimizar perdas e qualificar produtos. A ISO 9000, carta magna regente na garantia da qualidade, é um fator encorajador no papel de readministração da atividade industrial, ela pode ser a alavanca para se repensar o processo produtivo e direcionar as atividades em favor da ISO 14000, que aí está.

Apresenta-se uma proposta, com base em estratégias de um programa de avaliação e inovação, tendo o objetivo de viabilizar as práticas limpas e/ou qualquer outra ferramenta de apoio que venha ao encontro de uma melhor produção têxtil, sob o ponto de vista ambiental.

## ABSTRACT

This essay synthesizes a study the production process and the problem of the textile industry liquid residues.

In the attempt to optimize this process inserting the so called “clean technologies or practices” ten industries of the area of Vale do Itajaí in Santa Catarina werw visited, in order to verify the activities developed or performed in that sector, in search for the processing profile used in that area of the state.

With policies in favor of quality of products and services, special attention was noticed to be paid along the process and the integrated marketing policies in that area.

As situational analysis we used the knowledge acquired through the production management tool, such as: TQM, TQC, CCQ's, JIT, 5S's, Pareto's analysis, Kanban, among others.

For the clean practices analysis, the textile improvement sector was visited. This is the area from which most of the waste matter generated by the industry comes, and for that reason it was given priority.

The specific points abserved were equipment, chemical products, water and energy consumption, raw-material, and type of processing, which are aimed at the minimization of liquids efluent in the production process and reduction of its polluting load.

Also observed was the specific knowledge of the operator on the processing line and at the equipment, which guarantees independence, autonomy and creativity in case of possible need. Most textile industries have in effect or are about to implement a program for innovating processes, minimizing losses and increasing the quality of the products. ISO 9000 the regent magna carta in quality guarantee, is an encouraging factor in the reorganization role of the industrial activity, which can be the lever for one to rethink the production process and direct the activities towards ISO 14000, which is upon us.

A proposal is presented, based on strategies of an evaluating and innovating program with the aim of making viable the clean practices program and any other support tool which comes to improve textile production, under the environmental aspect.

## CAPÍTULO I

---

### 1.1 - INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Santa Catarina é um polo importante da indústria têxtil no Brasil. Com o crescimento em massa da atividade industrializada, os industriais são chamados a produzir melhor, poluindo menos.

A situação catarinense em termos de processo produtivo, apresenta um recurso tecnológico baseado nos moldes internacionais, adaptado a realidade de mercado e economia brasileiros.

Na exportação do produto nacional, o Brasil garante soluções diferenciadas, que atendem as exigências de outros mercados. Podemos citar a malha ou tecido de fibra natural isenta de corante, a embalagem fotobiodegradável, a utilização de produtos químicos reconhecidos e aceitos por normas internacionais e a garantia do tratamento dos despejos gerados na elaboração do produto.

A utilização de “Práticas Limpas”, para a redução da poluição gerada no processo industrial, integrando as questões ligadas ao meio ambiente, através de políticas de melhoramento e desenvolvimento da produção, corresponde a um desafio lançado inicialmente na Europa e Estados Unidos, e que hoje abrange todo o mundo.

O mercado da qualidade, que gira em torno da ISO 9000, tem sua garantia e consistência assegurada nos novos modelos de gestão empresarial. Neste cenário representativo da atividade econômica nacional, a prática do ecologicamente correto aprimora a gestão ambiental através da ISO 14000.

A dinâmica e a velocidade dos acontecimentos em torno da certificação da qualidade ambiental impõem certo senso de unidade posicional e um alto nível técnico, sem os quais

não lograr-se-á êxito na defesa dos aspectos julgados meritórios e que atendam ao interesse das atividades produtivas (FIESC, 1994).

Para o controle da poluição causada por efluentes industriais, o procedimento mais comum tem sido a adoção de tecnologias de tratamento de despejos, as quais representam despesas de investimentos improdutivos suplementares e custos de operação elevados (15 à 20% do investimento inicial), que aumentam a medida que as instalações envelhecem.

Desse modo, o que pretende a “prática limpa” é admitir que a poluição não é obrigatória e procurar soluções internas que evitem a geração da poluição e/ou minimizar seus efeitos sobre o meio ambiente.

Assim tem-se como **objetivos gerais** deste trabalho:

- estudo de “práticas limpas” que possam constituir-se em soluções originais aos problemas causados por despejos de indústrias têxteis do Estado de Santa Catarina;
- proposta de aplicação dessas “práticas limpas” nas indústrias têxteis, utilizando estratégias de um programa de avaliação e inovação tecnológica;
- traduzir às indústrias catarinenses, a possibilidade da inserção de modificações ao longo do processo produtivo.

Para atingir os objetivos gerais do trabalho, tem-se os seguintes **objetivos específicos**:

- apresentar um panorama da indústria têxtil e sua evolução nas últimas décadas a nível mundial, de Brasil e Santa Catarina;
- apresentar a aplicação de “práticas limpas” na indústria têxtil em geral;
- efetuar diagnóstico dos processos industriais têxteis do Estado de Santa Catarina, quanto a utilização de “práticas limpas”;
- estudar a implantação de “práticas limpas” dentro do processo produtivo, através de ferramentas gerenciais da produção e qualidade;
- análise do potencial tecnológico e humano como base de modificações, e tendências para a aceitabilidade das atividades concernentes às “práticas limpas”.

## CAPÍTULO II

---

### INDÚSTRIA TÊXTIL

#### 2.1- PANORAMA DA INDÚSTRIA TÊXTIL

A implantação da indústria têxtil em caráter industrial, se deu no Brasil somente após a proclamação da independência em 1822, mais precisamente no período que vai de 1844 até o final da 1ª Grande Guerra (Oliveira, 1980).

Inicialmente apresentando aspectos meramente artesanais, já se observava a tendência à evolução econômica desse instrumento, gerada pela garantia da matéria-prima nativa ou de fácil adaptação às condições locais. Esta atividade estava ligada diretamente às culturas de fibras naturais, seu insumo básico, como o algodão, a juta, a lã, o rami, o linho, a seda, o sisal e outros.

A indústria têxtil evoluiu, se modernizou com máquinas e equipamentos. Aconteceram o desenvolvimento e a inserção das fibras sintéticas e artificiais e o seu elevado grau de utilização, mas o algodão continua a ser o carro chefe no beneficiamento e industrialização das fibras naturais.

O perfil do setor têxtil no Brasil conta com 5.570 estabelecimentos têxteis, segundo o censo industrial/econômico do IBGE/1985, este número expresso por classes e gêneros de indústrias atuantes em atividade de toda ordem. Segundo dados do Banco Nacional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BNDES, 1996) o setor é composto por aproximadamente 3.700 empresas têxteis e 14.700 confecções.

Analisando-se os índices de base fixa da produção industrial num período de 1985 à 1993, pelo segmento de classes e gêneros de indústria, podemos observar na Tabela 1 um decaimento na produção para os últimos anos. A produção para cálculo do IBGE é expressa em valor de venda dos produtos fabricados.

**Tabela 1: Crescimento da produção têxtil de 1985 a 1993.**

<b>Ano</b>	<b>Evolução % Produção Têxtil 1985/1993</b>
1985	101,62
1986	115,36
1987	114,68
1988	107,67
1989	108,20
1990	93,25
1991	100,00
1992	95,49
1993	95,06

Base: Média de 1991 = 100

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil - IBGE, 1994

As taxas anuais de crescimento de produção industrial, são apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2: Taxas anuais de crescimento da produção industrial.**

<b>Ano</b>	<b>Taxa (%)</b>
1991	2,83
1992	(-) 4,51
1993	(-) 0,45

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil/ IBGE - 1994

Essas taxas negativas mostram a instabilidade por que passa o setor têxtil. Em 1994, a indústria têxtil ( fiação + tecelagem + malharia + beneficiadoras ) foi responsável por 510 mil empregos (BNDES, 1996), o que representou uma queda de 53% em relação a 1989. Pode-se dizer que os investimentos realizados na aquisição de novos equipamentos nas empresas líderes no setor, afetou de certa forma a folha de pessoal, além da redução da produção de alguns segmentos.

Existe uma crise que vem sendo enfrentada desde 1994, com a instalação do Plano Real, tida como a mais grave desde os anos 60. Os apelos dos produtores têxteis brasileiros ao governo

federal não têm sido atendidos, o exemplo mais grave é o das importações de manufaturados têxteis provenientes dos países asiáticos. Desde o primeiro semestre de 1994, os industriais brasileiros começaram a denunciar a prática de “*dumping*”, pelos fabricantes estrangeiros. O desembarque de produtos têxteis teve um incremento superior a 200% entre 1993 e 1995, motivando a falência de dezenas de empresas. Os produtos importados precisam apenas apresentar a mesma qualificação técnica dos similares nacionais (Weiss, 1996:3), assunto que será abordado mais especificamente no item 2.2.

As fibras são as principais matérias primas no setor têxtil, quer sejam naturais, artificiais ou sintéticas. As fibras naturais são: algodão, lã, linho, seda, entre outros; as fibras artificiais são fabricadas a partir de produtos naturais de composição macromolecular (animal/vegetal) como a viscose, o acetato de celulose; as fibras sintéticas são puras criações químicas, a alto grau de polimerização, obtidas por síntese a partir da hulha ou petróleo, como o propileno e o orlon (Larousse, 1973:6644 e 6645). A evolução do consumo mundial de matérias têxteis é apresentada na Tabela 3.

**Tabela 3: Evolução do consumo mundial de matérias primas têxteis.**

<b>Matéria</b>	<b>1950</b>	<b>1960</b>	<b>1975</b>	<b>1985</b>	<b>2000</b>
Algodão	8,9 (62)*	10,3 (59)*	12,5 (43)*	11,6 (30)*	4,7 (8)*
Lã	1,3 (9) *	1,5 (8,5)*	1,6 (5,5)*	1,6 (4)*	1,2 (2)*
Rayon Celulósicos	2,1 (15)*	2,5 (14,5)*	3,5 (12)*	3,5 (9)*	2,3 (4)*
Sintéticos	0,15 (1)*	0,9 (5)*	8,1 (28)*	18,3 (48)*	46,8 (80)*
Outras Fibras	1,95 (13)*	2,2 (13)*	3,3 (11,5)*	3,4 (9)*	3,5 (6)*
Total	14,4 (100)*	17,4 (100)*	29 (100)*	38,4 (100)*	58,5 (100)*
Hab. no mundo	2500 bi	2900 bi	4000 bi	4800 bi	6500 bi
Consumo kg/hab/ano.	5,75	6,0	7,25	8,0	9,0

\* Milhões de toneladas (percentual)

Fonte: Revista Têxtil 7-8/79, In Oliveira, 1980.

Esta evolução durante quatro décadas mostra uma constância no consumo do algodão, e o crescimento dos sintéticos. As previsões para o ano 2000, não caracterizam a realidade atual, pois o algodão continua a ser o produto base do setor. Como mostra a Tabela 4 para o Brasil.

Na década de 70, a tendência mundial se voltou à substituição das matérias primas naturais pelas químicas. No entanto surgiram medidas governamentais a garantir o uso obrigatório de fibras naturais na composição dos tecidos, como forma de preservação da matéria prima nativa e a reação dos tradicionais produtores de tecidos naturais, procurando mostrar as vantagens de seu uso para determinadas condições.

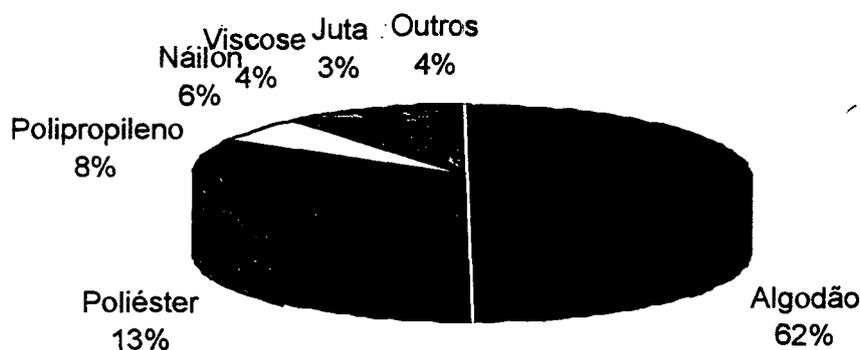
**Tabela 4: Evolução da produção e consumo entre o período de 1990/94, no Brasil.**

Ano	Algodão		Poliéster		Total	
	Produção	Consumo	Produção	Consumo	Produção	Consumo
1990	666	730	118	113	1064	1112
1991	717	718	124	129	1129	1140
1992	667	742	137	135	1076	1138
1993	420	830	143	161	855	1293
1994	483	837	146	179	939	1344

(Em Mil t) Fonte: Oliveira, 1996.

Observa-se na Tabela 4 que, em 1994, a produção brasileira de algodão foi suficiente para suprir apenas 57% das necessidades do país.

A Figura 1 apresenta o consumo de fibras têxteis no Brasil em 1994, ressaltando-se a participação do algodão que representa a maior demanda,



Fonte: Oliveira, 1996.

**Figura 1: Consumo de Fibras Têxteis em 1994.**

## 2.2 - COMÉRCIO EXTERIOR

### 2.2.1 - Situação mundial

Na panorâmica do comércio mundial de produtos têxteis ( fios + tecidos + confeccionados ), estima-se que os valores alcançaram US\$ 190 bilhões em 1994. A Tabela 5 apresenta alguns exportadores, dentre estes o Brasil contribui apenas com participação marginal.

**Tabela 5: Maiores exportadores mundiais - 1994.**

<b>Países</b>	<b>US\$ Bilhões</b>
China	28,0
Itália	23,2
Alemanha	18,3
Coréia	17,0
Taiwan	14,0
Estados Unidos	11,5
França	10,9
Índia	8,4
Brasil	1,4

Fonte: ITMF, In Oliveira, 1996.

A China aparece na ponta como país exportador, isto devido ao baixo custo da mão-de-obra, isenção para importação de matérias primas, elevado potencial de consumo e unidades fabris com alta escala de produção. A Tabela 6 apresenta os maiores importadores mundiais têxteis em 1994.

Tabela 6: Maiores importadores mundiais - 1994.

Países	US\$ Bilhões
Estados Unidos	40,0
Alemanha	31,6
Japão	20,4
França	15,3
Itália	9,7
Reino Unido	8,3
Brasil	0,7

Fonte: ITMF, In Oliveira, 1996.

De país exportador de algodão, o Brasil passou a importador. Em 1969 e 1970, a contribuição brasileira para o comércio mundial chegou a 10%. O declínio começou a se acentuar a partir de 1973, na safra de 1980/81, a participação nas exportações mundiais já não ultrapassava 4% e nos dez anos posteriores inverteu-se totalmente o fluxo.

Apesar de país comprador de algodão, em 1990/91 o Brasil chegou a exportar. A explicação segundo Marisa Zeferino Borba, do Instituto de Economia Agrícola, é que se vendeu lá fora o que não foi preferido pelo mercado interno. Em outras palavras, produziu-se aqui algodão de baixa qualidade (O peso do algodão, 1994:49-51)

### 2.2.2. Situação do Brasil e de Santa Catarina

As curvas de exportação e importação de produtos têxteis no país, no período de 1985/95 são apresentadas na Figura 2.

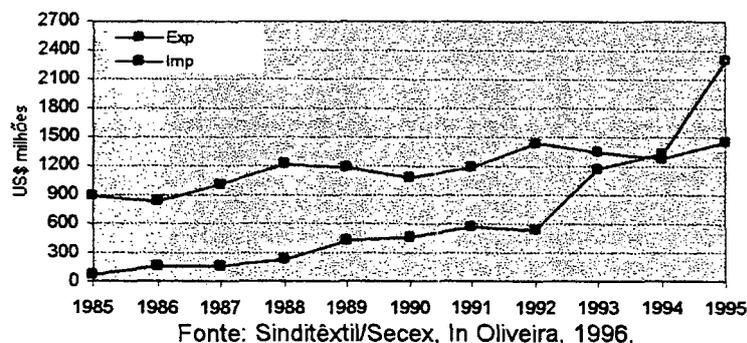


Figura 2: Curvas de exportação e importação de produtos têxteis no Brasil -1985/95.

O déficit comercial estimado para 1995 era da ordem de US\$ 4 bilhões, tendo acontecido apenas US\$ 846 milhões. O salto nas importações se deu devido a abertura comercial, passando de US\$ 557 milhões em 1991 para US\$ 2.287 milhões em 1995, com crescimento de 42% ao ano no período (Oliveira, 1996).

A importação do algodão, teve seus valores acrescidos sensivelmente de US\$ 178 milhões em 1991 para US\$ 646 milhões em 1993. No período de 1993/95, os derivados do poliéster e de náilon alcançaram um crescimento de 476%, oriundos dos Tigres Asiáticos, Estados Unidos e Irlanda. As confecções também apresentaram crescimento significativo de 647%.

Ainda segundo dados de (Oliveira, 1996), os produtos importados chineses e coreanos, que alcançaram nossos mercados a preços bem menores que os da indústria local, causaram em Americana, um importante polo têxtil na região de São Paulo o fechamento de mais da metade das 800 indústrias têxteis desde 1990, com a extinção de 20 mil postos de trabalho.

O mercado nacional em 1995, abalado com a forte concorrência dos produtos importados, através dos empresários, mobilizou-se junto ao governo federal em instituir barreiras às importações Asiáticas. Conseguindo a elevação média das alíquotas de importação de 20% para 70% de camisas e de tecidos artificiais e sintéticos, e o controle no subfaturamento das importações e a evasão fiscal.

Santa Catarina possui o segundo maior polo têxtil em volume de produção no Brasil, localizado principalmente no vale do Itajaí - Blumenau e Brusque, e nas regiões Norte e Nordeste - Joinville e Jaraguá do Sul. No estado de Santa Catarina, a maior arrecadação ao ICMS/1995 ficou com o setor têxtil (Secretaria da Fazenda SC, 1996).

Segundo dados do Censo Econômico/ IBGE de 1985, o número de estabelecimentos têxteis em Santa Catarina era 569 unidades, com valor para transformação industrial de US\$ 624.496,47. Para o ano de 1989, o número de unidades produtoras ficou em 136, e o valor para transformação industrial US\$ 688.758,71.

A atual política da importação e exportação trouxe uma ociosidade de aproximadamente 25% para as indústrias têxteis catarinenses, que perdem competitividade no mercado externo. Para alguns empresários, para que as empresas continuem mantendo o seu espaço no mercado externo são necessários investimentos em modernidade e muito esforço individual (Weiss, 1995:5).

As dificuldades no setor estão bem mais ligadas à questão do financiamento interno em uma estrutura de juros excessivamente altos no mercado, do que com o volume das exportações. O que na opinião de muitos se difere pela veracidade dos fatos ligados a geração de uma crise no setor pela rotina das importações.

Na visão dos empresários é preciso criar mecanismos de incentivos à indústria têxtil nacional, tida como o segundo maior empregador de mão-de-obra do país, e onde reduziu 50% seu quadro de funcionários entre 1990 e 1993 (Weiss, 1996:4).

Para os empresários catarinenses, o Brasil tem uma indústria têxtil que pode ser competitiva, mas a carga social no custo do trabalhador brasileiro é muito alta, e dessa forma o governo deve se apresentar com medidas que incentivem o saneamento das empresas, para que se mantenham.

Aconteceram demissões em massa no setor, o total de vagas caiu em todo o Brasil, das 4,3 mil empresas existentes em 1990, 656 fecharam as portas. Como toda a economia, o mercado têxtil nacional inspira cuidados, que na maioria das opiniões passam pela reforma tributária, fiscal e previdenciária, para que se possa formar um todo melhor, sem deixar muitas empresas pelo caminho (Oliveira, 1996).

## CAPÍTULO III

---

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 - PRÁTICAS LIMPAS NA INDÚSTRIA TÊXTIL

Esta síntese bibliográfica tem por objetivo mostrar o que de fato tem acontecido em termos de inovações tecnológicas nas indústrias têxteis, para evitar e/ou minimizar a geração de efluentes.

Existe atualmente uma grande preocupação com o meio ambiente por parte dos empresários, procurando adequar-se à legislação ambiental, evitando os desastres ecológicos que denigrem a imagem da empresa.

Para o controle da poluição causada por efluentes industriais, o procedimento mais comum tem sido a adoção de tecnologias de tratamento de despejos, as quais representam despesas de *investimentos improdutivos suplementares* e custos de operação elevados (15 a 20% do investimento inicial), que aumentam à medida que as instalações envelhecem.

Outro modo de encarar a questão é admitir que *a poluição não é obrigatória* e procurar soluções internas para a poluição gerada. Essa “prevenção ou minimização da poluição” é feita nos próprios processos de fabricação, conhecida como adoção de “**práticas limpas**”.

Uma **prática limpa** pode ser a introdução de um novo processo menos poluidor, ou a recuperação de matéria prima perdida e recirculada na fabricação, ou ainda a valorização de um resíduo que poderá dar origem a um subproduto.

O interesse da aplicação de **práticas limpas**, apresenta-se sob dois aspectos:

- a) do ponto de vista ambiental, uma vez que elas geram menos poluição, podendo mesmo chegar ao nível zero de poluição. Além do que, trazendo maior conhecimento do processo, elas reduzem os riscos ambientais causados por acidentes ou quebras de equipamentos.
- b) do ponto de vista econômico, vai haver uma maior preocupação com os desperdícios; há economia de energia e de matérias primas, conduzindo a períodos mais curtos de retorno dos investimentos.

As **práticas limpas** constituem-se então em fatores de inovações tecnológicas, melhorando a produtividade e a qualidade dos produtos sob o ponto de vista ambiental, promovendo uma melhor competitividade nos mercados interno e externos.

Os maiores volumes de despejos têxteis são gerados nas operações de lavagens, tingimentos e acabamento. Atualmente, tem sido procurada a redução da poluição no processo industrial, não só com relação ao tratamento dos efluentes, já no seu ponto final que é a estação de tratamento, mas em toda sua geração dentro da indústria, nas diversas etapas do processo industrial. A recirculação destes despejos e a recuperação de produtos químicos e de subprodutos, constituem um desafio para a redução de custos com o tratamento dos efluentes.

No início dos anos 70, algumas indústrias da Bélgica visaram através de um único e mesmo investimento: a economia energética, a economia de água e a redução da poluição. Os estudos foram iniciados com o conhecimento necessário, porém sem nenhuma referência técnica de pesquisas. Houve desilusões e confusões; com o passar do tempo as idéias tornaram-se realidade, foram difundidas e pesquisadas em outros países, (Bettens & Lancker, 1992). Hoje, as chamadas tecnologias ou práticas limpas são empregadas, em larga escala, na indústria têxtil dos países da Europa e Estados Unidos, e vem crescendo seu interesse em aplicá-las nos países do terceiro mundo, a exemplo do Brasil.

A redução da poluição em uma indústria têxtil pode ser trabalhada através de:

- a) Controle do uso da água e conseqüentemente a redução do volume dos despejos;
- b) Modificações nos processos produtivos;
- c) Produtos químicos e matérias primas;
- d) Outras práticas.

### 3.1.1 - Controle do uso da água

O uso da água na indústria têxtil é maior nos processos de beneficiamento. Lutar pelo controle de seu uso é lutar contra a poluição causada por essa atividade industrial. As economias com quantidade de água representam também economias com bombeamento e armazenamento. Economizar água significa também economizar energia.

Nos anos 70, as fábricas de beneficiamento têxtil usavam cerca de 1000 m<sup>3</sup> de água para cada tonelada de tecido trabalhado. A facilidade de captação de águas de rios e lagos levaram rapidamente às contaminações tóxicas e poluições de toda ordem desses mananciais, devido aos desagües de despejos ( Deschler, 1982). No 59º. Congresso da ACIT (Association des Chimistes de l'Industrie Textile), realizado em Lyon, França, em 1992, a preocupação com a água aparece no centro de todos os debates; os participantes foram sensibilizados por noções fundamentais como: *“nós estamos todos envolvidos pela gestão da fonte vital que é a água; ela deve ser gerenciada dentro de sua globalidade, tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo”*, (Poulenard, 1993). Deve-se sempre ter em mente que o volume de água da Terra é constante. A resistência dos recursos hídricos às agressões está diretamente relacionada com a ocupação do solo; as águas superficiais se renovam mais facilmente que as águas subterrâneas.

O controle da água na indústria começa pela “luta contra o desperdício”, Gros (1979) apresenta medidas simples, que reduziram pela metade o consumo de água de indústrias têxteis, localizadas na região da “Agence de Bassin Rhin-Meuse”, na França, são elas:

- colocar hidrômetros, em cada atelier, com ficha de consumo;
- uso de válvulas automáticas que cortam água quando uma máquina é parada;
- uso de visores luminosos indicando válvulas abertas;

- rotômetros de alimentação com instruções de regulação;
- pesquisas sobre perdas de água nas canalizações subterrâneas;
- equipar os tubos de lavagens com válvulas-pistola com fechamento automático;
- nas caixas d'água, substituir os sistemas funcionando com caixa-cheia por sistemas com flutuadores de dois níveis;

Diversos estudos, realizados em vários países, apresentam a recirculação das águas de lavagens e das águas de resfriamento como uma boa opção de economia do uso da água. (Gros, 1979; CEPIS/GTZ, 1992; Bettens & Van Lancker, 1992). As águas de resfriamento podem ser reintroduzidas no processo, já as águas de lavagens de quadros, cilindros, escôvas, tanques, etc. podem ser reutilizadas em outras etapas do processo menos exigentes quanto à qualidade da água. Os autores são unânimes em afirmar que esta prática não representa diminuição da poluição, só traz economia de água.

A redução do volume dos despejos pode se dar através do controle em planta por processamento em balcão de fluxo (circulação) e técnicas de reuso, adequadas a um plano de ação. Este pode ser usado por processo em batelada, onde as águas usadas para enxaguar após o tingimento podem ser usadas para fazer uma solução corante; ou as águas de lavagens da mercerização podem ser usadas para preparar a “esfrega” em batelada. Nos processos de reutilização da água, todo cuidado deve ser tomado, para que não fiquem resíduos que possam prejudicar o resultado final do novo processo; mesmo para baixas concentrações (0,5 mg/l) alguns agentes de acabamento e compostos de sais podem deixar resíduos no tecido (CEPIS/GTZ, 1992). A experiência belga, apresentada por Bettens & Van Lancker (1992,a), mostra um grande insucesso com um projeto, cujos objetivos compreendiam a economia energética, a economia de água e a redução da poluição de um grupo de indústrias têxteis. Os sistemas usados não trataram do acúmulo de sais e outros poluentes, o que tornou inviável o processo adotado. Uma reciclagem da água a 100% é impossível para sistemas de beneficiamentos sensíveis aos sais.

Bettens & Van Lancker (1992,a) mostram também que a recuperação de banhos, técnica pouco utilizada, leva a uma economia no consumo da água, mas não dos produtos químicos e corantes para os tons claros e médios. A relação de banho curto no beneficiamento em

descontínuo traz um importante efeito secundário: o volume da água de rinçagem é relativamente maior que para banho longo, embora menos poluente. A reutilização dessa água de rinçagem não diminui a poluição, só dá economia de água.

Os estudos realizados por Veloso (CEPIS, 1992), com indústrias têxteis de vários países latino-americanos, entre os quais o Brasil, apresentam o uso de águas pluviais entre as propostas alternativas de economia de água. Necessita-se para tal, um estudo técnico do índice pluviométrico da região da área em estudo, de modo a quantificar o volume de água disponível e em que épocas do ano, assim como de um estudo qualitativo dessa água. A água recolhida deve ser armazenada em cisternas, o que envolve reciprocamente um estudo sobre o custo desta operação. O CEPIS aconselha que as indústrias tenham opções variadas para captação de águas, com várias redes de abastecimento interligadas.

### 3.1.2 - Modificações no processo

As modificações no processo de fabricação podem ser usadas como “práticas limpas” para eliminar despejos desnecessários. Geralmente, procuram-se processos que ocupem menos espaço e necessitem menor quantidade de água e de substâncias químicas por kg de produção.

Dois tipos de processos que evitam a poluição são apresentados por Gros (1979) e Simonet (1982): a) tingimento em meio solvente ; b) impressão por transferência.

- a) O tingimento com solventes é usado para estamparias, beneficiamento de tecidos e de tapetes. Os solventes mais utilizados são o percloroetileno e o metanol, nos quais o corante é dissolvido.

Na *estamparia*, o solvente é alimentado em contra-corrente, em contínuo. Sua limpeza é feita através de adsorção em carvão ativado.

O solvente limpo retorna ao processo, os óleos da estamperia são recuperados. Os vapores do solvente eliminados na vaporização são condensados em solventes líquidos, que retornam ao reservatório inicial.

**Vantagens:** a recuperação do solvente chega a praticamente 98%; não há poluição do ar; o consumo de água é praticamente nulo, não havendo geração de efluentes; o consumo de energia é 40% menor que nos processos de estamperia clássica, uma vez que o solvente é empregado a frio e sua evaporação necessita 5 vezes menos calor por kg de tecido que a evaporação da água; a solubilidade das estampas é total no solvente frio, enquanto ela não o é sempre por saponificação na água fervente.

**Desvantagens:** Quanto aos processos de *tingimento* em meio solvente, estes são sedutores do ponto de vista da despoluição, porém existem poucas realizações devido às perdas de solventes, principalmente nos processos em contínuo. Nos processos em descontínuo, o banho é usado completamente e os solventes são recuperados por destilação. Infelizmente, este processo confere ao tecido uma sensação desagradável ao tato, o que bloqueia seu desenvolvimento industrial.

b) A impressão por transferência evita toda poluição, uma vez que consiste em impressão clássica sobre folhas de papel, com corantes sublimáveis, para em seguida transferi-los sobre o tecido por efeito de uma calandra, a quente. A única etapa geradora de poluição deste processo é provocada pela preparação úmida do tecido (agentes molhantes ...). O processo se limita às fibras termofusíveis como poliamidas e poliésteres, pode também ser aplicável sobre tecidos mistos onde estas fibras sejam preponderantes.

**Vantagens:** coleções realizadas sobre um suporte mais barato que o tecido; facilidade de execução; economias de água e de vapor; poluição por corantes reduzida apenas à impressão do papel.

**Desvantagens:** custo mais elevado porque a impressão no papel é mais cara que no tecido; gama de corantes limitada aos plastosolúveis sublimáveis; solidez ao manuseio nem sempre suficiente para as cores escuras.

O tingimento de tapetes de poliamidas é apresentado por Simonet (1982) através de uma máquina que utiliza cilindros e circulação em autoclave. São utilizados o álcool e outros solventes clorados. A água só aparece para a condensação do álcool e do “diluyente”, e é totalmente reciclada. A energia gasta não chega a 50% daquela necessária ao tingimento em meio aquoso, seja em barcaças ou em contínuo. Existem pesquisas para tingimentos em meios de solventes emulsionados, principalmente sobre a necessidade de recuperar o solvente após cada operação, com vista a economia de energia.

Outros tipos de beneficiamento usando solventes são possíveis, como é caso da engomagem e amaciamento, pesquisas estão em curso sobre suas otimizações. (Poulenard, 1993).

Novos sistemas de tingimento estão surgindo em várias partes do mundo, buscando as “práticas limpas”, como por exemplo o tubo de tingimento Multiflex da “Coats & Clarke” da (ENGEL, 1983), que espalha melhor o corante. Bettens & Van Lancker (1992,b) apresentam o aplicador “Flex-Nip”, que tingem em contínuo, tanto os tecidos lisos como os aveludados e esponjas, usando corantes diretos e reativos ou corantes com enxôfre e corantes ácidos, a redução da poluição é feita graças a um esgotamento do banho eficaz através de controle progressivo do pH; e o “Fluidyer” que consome pouca água com processo em batelada.

O tingimento e o acabamento em meio espumoso são apresentados por Avril (1992) e Bettens & Van Lancker (1992-b), nesse processo utiliza-se uma “faca” sobre o cilindro ou “foulard” horizontal. A espuma é gerada em um emulsionador mecânico, com bombas volumétricas para o líquido e para o ar comprimido, e se distribui regularmente por toda a extensão de trabalho, mediante condutores adequados. A técnica da espuma permite um aumento de velocidade nas ramas e secadores; além do mais existe uma melhor utilização dos produtos e corantes assim como uma melhor migração na superfície. Avril (1992) relata que embora exista o custo de um preço suplementar dos produtos inerentes à técnica, o preço dos produtos químicos por metro de tecido tratado raramente é mais elevado que na técnica convencional e, inclusive, é menor na maioria dos casos. Há redução da poluição e dos custos de produtos químicos e de energia. Na impressão de tapetes, a poluição apresenta-se 60% menor devido à substituição do agente adensador pelo ar. As figuras 3 e 4 apresentam esquemas das técnicas de aplicação com espuma.

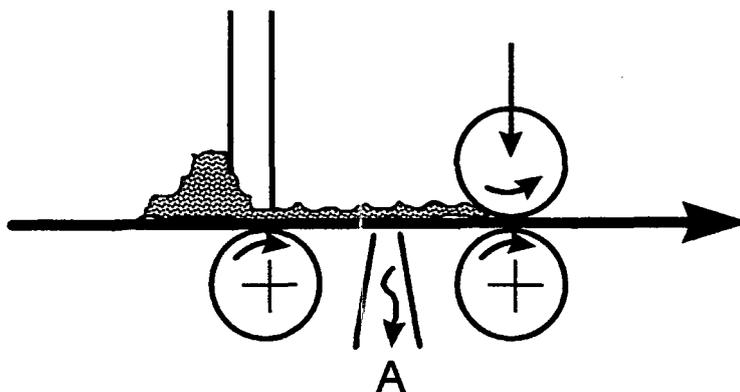


Figura 3 - Aplicação de espuma sobre um tecido com o uso da faca.

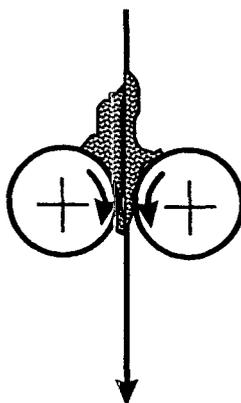


Figura 4 - Aplicação de espuma mediante expremedura com foulard horizontal.

### 3.1.3 - Produtos químicos

Em relação aos produtos químicos, quanto menos forem usados, menor será a carga poluidora nos despejos. A recuperação de produtos químicos usados, para posterior reutilização no processo, é uma prática que deve ser adotada sempre que possível. Um outro modo de reduzir a carga poluidora consiste em trocar produtos químicos mais poluentes, por outros de menor grau de poluição.

Nas operações de tingimento a poluição é devida principalmente às perdas de corantes e de produtos auxiliares ( sais, molhantes , ácidos, etc.), dependendo da taxa de esgotamento do banho e do volume de banho por peso de tecido tingido, que pode variar de 1/5 a 1/50. As perdas vêm dos banhos não completamente esgotados e dos corantes não fixados as fibras, que saem por lavagem e rinçagem após o tingimento. A Tabela 7 apresenta alguns valores das perdas mínimas observadas antes das operações de rinçagem; as perdas reais de corantes são

geralmente superiores a essas, apesar do elevado preço dos mesmos. A poluição, devido ao tingimento, representa 30 a 40 % do conjunto da poluição orgânica de uma indústria de beneficiamento.

**Tabela 7: Perdas mínimas de corantes no tingimento.**

<b>Corantes</b>	<b>Perdas (parte não fixada)</b>
Ao enxôfre (algodão)	20%
Diretos (algodão)	15 a 20 %
Azóicos - naftóis (algodão)	< 5 %
Reativos (algodão)	20 a 25 %
Dispersos (plastosolúveis) / poliéster	< 5 %
Pigmentados (todas as fibras)	1 %
Metálicos (lãs e poliamidas)	< 5 %
Básicos (acrílico)	2 a 3 %
Ácidos (lãs e poliamidas)	< 5 %

Fonte: Gros (1979)

O CEPIS/GTZ (1992) alerta para a escolha de produtos que sejam biodegradáveis e não somente aqueles que são mais baratos, pois o mercado internacional exigirá, no futuro, um certificado nos produtos que são produzidos, de acordo com as normas de proteção ao meio ambiente. Algumas das práticas limpas recomendadas são:

- para os processos de desengomagem, a recuperação de gomas concentradas através de ultrafiltração, e recirculação do líquido filtrado;
- para a etapa de branqueamento, a substituição de hipoclorito por água oxigenada;
- uso de corantes líquidos e sem enxôfre;
- recuperação das tintas usadas nas telas, através de processos de tratamento como precipitação ou ultrafiltração; os restos de tintas diversas podem ser reunidos e usados como corante negro;
- recuperação de Hidróxido de Sódio dos processos de mercerização, através de destilação;
- adoção de tratamentos físico-químicos para reaproveitar o efluente para reuso na indústria, a exemplo de algumas indústrias têxteis alemãs.

O levantamento de dados fornecidos pela Textile World Atlanta, (Cook, 1980) mostra os corantes como sendo cancerígenos, a gravidade existe mesmo, para os trabalhadores que os usam indiretamente. Deve-se ter cuidados rigorosos no manuseio de corantes a base de benzidrina; a prevenção para esses trabalhadores passa por: limpeza, roupas protetoras a cada dia, equipamentos de proteção individual, lavatórios separados, chuveiros, etc. O acompanhamento médico é fundamental, incluindo exames regulares de urina e do nível de exposição.

A cor causada pelo excesso de corantes é elevada para os casos de: tingimento de poliamida, uso de corantes a base de enxôfre contendo Cromo VI, uso de corantes diretos com sais de cobre e utilização de solventes na impressão. Gros (1979) ressalta que os corantes com metais pesados (Cu e Cr VI) são de famílias de elevada toxicidade, podendo ser substituídos por água oxigenada ou iodato de potássio. Quanto aos corantes que necessitam emprego de sais de cobre estes podem ser substituídos por outros menos tóxicos, caso isso não seja possível o problema pode ser resolvido localmente no efluente concentrado, por um tratamento do cobre por precipitação com cal, em presença de sulfeto de sódio, e filtração dos lodos.

Bettens & Van Lancker (1992,b) abordam o mesmo tema com otimismo, ressaltando algumas práticas limpas atuais, como por exemplo: a substituição de produtos químicos por óleos minerais, nas estampas sintéticas em fiação de lã, reduz a DQO; o uso de produtos catiônicos diminui o oxigênio e facilita o esgotamento dos banhos de tingimento; redução do emprego de tampões de pH (fosfatos e amoníaco).

Outra técnica usada, para a recuperação de produtos químicos, é a ultrafiltração, mesmos não conduzindo a “poluição zero”, leva porém a uma depuração avançada, minimizando o impacto do lançamento dos efluentes têxteis no meio ambiente. Poulenard (1993) apresenta algumas discussões do 59º. Congresso da ACIT (Association des Chimistes de l’Industrie Textile), realizado em Lyon, França, sobre a utilização de membranas no tratamento de efluentes têxteis; para os efluentes oriundos do beneficiamento suas principais aplicações são: a recuperação e reutilização das gomas; separação dos corantes pigmentados e recuperação do “índigo”.

Deschler (1982) apresenta um processo econômico para a recuperação e reutilização dos agentes engomantes, que consiste em impregnar o tecido com água e, após o tempo necessário para que a goma seja transferida para a fase aquosa, espremê-lo intensamente para obter-se uma solução concentrada de goma. A idéia é aplicar 100% de água e extrair 50% de goma, ou mesmo aplicar 130% de água e extrair 60%. Este método é simples e econômico, porém apresenta alguns problemas, uma vez que é difícil aplicar 130 ou mesmo 100% de água em materiais de algodão. São apresentados resultados de cinco anos de experiência, com sistemas obtendo-se recuperação de 45 a 60% para temperaturas de lavagem superiores a 80° C. Esta temperatura deve ser rigorosamente observada, no sentido de evitar-se a decomposição dos agentes contaminantes da goma, que acompanham o algodão, podendo levar a produção de maus odores dentro das indústrias.

#### 3.1.4 - Outras práticas

A complexidade dos efluentes têxteis e sua redução no processo produtivo constituem-se em imensa fonte de estudos para todos que lidam com as questões ambientais. Em várias partes do mundo estão sendo pesquisadas e adaptadas diversas soluções para resolver ou minimizar as demandas industriais, evitando-se danos irreversíveis ao meio ambiente. Apresentaremos algumas dessas soluções que nos parecem promissoras.

- **Conservação e economia de energia** - Cook (1981) mostra como diversas indústrias têxteis americanas estão economizando energia através do uso de resíduos em incineradores, como por exemplo: - sistema de geração de calor funcionado com restos de tecidos, o incinerador consome 95% dos resíduos da fábrica e abastece cerca de 20% do processo de produção e aquecimento do ambiente; - utilização de um incinerador para produção de vapor, abastecido por resíduos da indústria e resíduo municipal, como forma de economizar óleo combustível e dar um destino para os resíduos liberando-os da disposição em aterro, que são objeto de exames minuciosos da Agência de Proteção Ambiental (EPA), diminuindo os custos com manuseio e transporte e o uso da madeira como fonte secundária de energia; - uso do excesso de calor dos incineradores na produção

de refrigeração nos meses de calor. O custo desses incineradores ainda é alto, o que dificulta a adoção integral por parte dos industriais.

- **Recuperação das lixívia da mercerização** - Uma operação importante na fabricação de artigos de algodão de alta qualidade é a mercerização. Nesta operação são consumidas grandes quantidades de soda cáustica, embora o preço desta seja relativamente baixo, as quantidades consumidas ( 500 a 1000 t/ano) acarretam consideráveis custos. Por conseguinte, as indústrias têxteis se esforçam para conseguir uma recuperação que seja a mais completa possível da soda cáustica contida nas águas residuais. Bechtold et al. (1985) apresentam alguns procedimentos modernos selecionados para a recuperação ou a limpeza das lixívia residuais têxteis, com ênfase nas lixívia da mercerização. Para a regeneração das lixívia residuais dois passos são fundamentais: **a-** uma reconcentração das lixívia diluídas; **b-** uma operação de limpeza das lixívia para eliminação das impurezas existentes nas mesmas.

O procedimento mais usado, e que se mostra mais seguro, para a concentração das lixívia é a evaporação. Para a limpeza das impurezas podem ser utilizados diferentes procedimentos como por exemplo: filtração, centrifugação ou flotação. Uma vez otimizado o processo, consegue-se uma limpeza suficiente para reutilização das lixívia.

Uma recuperação das lixívia que se mostre a mais ampla possível, com a correspondente otimização da sua concentração e a recuperação de calor, oferece grandes vantagens econômicas e ecológicas.

- **Utilização de algodão colorido** - Nos Estados Unidos algumas empresas de biotecnologia estão procurando criar algodões azuis através de engenharia genética (Science & Vie, 1993), porém existe coisa mais simples: selecionar e cultivar os algodões naturalmente coloridos. O algodão natural não é forçosamente branco, ele pode apresentar-se na natureza em múltiplas cores, do marrom-vermelho ao verde claro, passando pelo cáqui. Os índios da América do Sul já fabricavam seus maravilhosos tecidos coloridos com esses algodões. A obtenção dos algodões naturalmente coloridos é feita através da seleção dos gens dominantes, utiliza-se uma planta-mãe branca e uma planta-macho colorida,

conservando-se apenas a descendência colorida durante quatro gerações, duração necessária para fixar a característica desejada. Este procedimento está sendo feito no Oeste do Arizona em cerca de 7000 ha de plantações, onde são produzidos os algodões “coyote” (cor vermelha), “palo verde” (verde claro) e “buffalo” (marrom), cujas cores se intensificam com a lavagem, e são comercializados para mais de 20 grandes marcas como a Levi Strauss (Science & Vie, 1994). Na França, plantações desses tipos de algodões, na região Languedoc-Roussillon, estão em desenvolvimento, em substituição aos vinhedos que estão causando grande poluição agrícola com sérias ameaças ao meio ambiente. O processo de cultivo de 1 ha do algodão custa cerca de 12000 FF (2400 dólares americanos) e conforme os resultados obtidos em função dos valores de mercado, os agricultores podem ter um benefício de 6000 a 8000 FF ( 1000 a 1300 dólares americanos). Como a França, ao contrário da Espanha e da Grécia, não dispõe de nenhuma cultura do algodão branco, ela não corre o risco de transferência de gens pelos insetos polinizadores participantes da fecundação. Essa plantação, em escala piloto, deverá se estender para escala real sobre 1500 ha, ainda longe daquela dos Estados Unidos. As primeiras colheitas utilizáveis para a indústria estão previstas para 1997. Esta produção diferente da gama dos produtos finalizados, 100% natural, interessa principalmente os países da Europa do Norte. (Science & Vie, 1996).

- **Reuso do efluente** - O reuso de efluentes industriais representa um mercado potencial para a água recuperada nos Estados Unidos e outros países desenvolvidos, Crook et al. (1994). Embora os usos industriais computados estejam na ordem de 8% para o total das demandas de água nos Estados Unidos, em alguns estados esse uso chega a mais de 43% de suas demandas. A água recuperada é ideal para muitas indústrias que não necessitam de água potável em seus processos. Os usos industriais da água recuperada são principalmente: para resfriamento, para caldeiras, no próprio processo produtivo e para lavagens de gases. Desses , o uso para resfriamento é a aplicação predominante. Aproximadamente 75% de todo uso industrial da água é para resfriamento, resultando em mais de 90% do volume total de reuso industrial. O CEPIS/GTZ (1992) mostra que com adoção de tratamento físico-químico eficiente, se pode aproveitar os efluentes das indústrias têxteis para reuso nas próprias indústrias, resultando assim em um círculo fechado, a exemplo do que acontece em algumas indústrias na Alemanha.

Para reuso em resfriamento alguns limites são impostos às características da água, como apresenta a Tabela 8.

Tabela 8: Limites recomendados para reuso de águas em sistemas de resfriamento

Parâmetro	Limite Recomendado	Parâmetro	Limite Recomendado
Cl	500	NH <sub>4</sub> -N	1.0
Sólidos Totais Dissolvidos	500	PO <sub>4</sub>	4.0
Dureza	650	SiO <sub>2</sub>	50
Alcalinidade	350	Al	0.1
pH	6.9 - 9.0	Fe	0.5
Demanda Química de Oxigênio	75	Mn	0.5
Sólidos Suspensos Totais	100	Ca	50
Turbidez	50	Mg	0.5
Demanda Bioquímica de Oxigênio	25	HCO <sub>3</sub>	24
Substâncias Ativas ao Azul de Metileno	1.0	SO <sub>4</sub>	200

\* Todos os valores em mg/l, exceto pH  
 Fonte: WPCF, citado em Crook et al.(1992).

Para os outros reusos dos efluentes também são estabelecidos limites quanto às características da água tratada. Para uso nos processos têxteis a água deve apresentar baixos teores de sólidos em suspensão, turbidez, cor, ferro e manganês. A dureza pode causar manchas nos tecidos e interferir nos processos de lavagens com uso de sabões. Nitratos e nitritos podem causar problemas no tingimento, exigindo águas que passaram por tratamento de desnitrificação. DiGiano, citado em Crook et al. (1992) alerta que novas pesquisas são necessárias para avaliar os efeitos do reuso de efluentes nos processos de beneficiamento e outros na indústria têxtil.

**\*Automação no processo de beneficiamento têxtil** - Os recursos tecnológicos, disponíveis no maquinário de acabamento das fábricas brasileiras, não têm possibilitado manter a

competitividade com indústrias estrangeiras, diante da perspectiva cada vez mais concreta de um mercado sem fronteiras e bastante exigente quanto a preços e qualidade do produto. Alvarez (1994) mostra que excelentes resultados podem ser conseguidos através de pequenos investimentos em automação de máquinas existentes, que podem ser classificados como “práticas limpas”. A automação capacita a tinturaria e o acabamento para obter:

- preparação automática e rápida da máquina para cada nova partida de tecido, tendo como base a receita definida para aquele processo específico;
- controle total do consumo de corantes, produtos químicos e água por quilo de tecido processado em função do título linear de cada artigo e da velocidade da máquina;
- controle automático de temperaturas, partidas, pH, concentração de lixívia ou qualquer outra variável relevante dos processos;
- acompanhamento permanente de todo o processo através da geração automática de alarmes de rápido diagnóstico em qualquer ponto do processo;
- totalização automática do tempo de processo e dos insumos gastos (água, vapor, produtos químicos, energia elétrica, metragem produzida, etc.).

A automação se faz através de controladores de processos programáveis acoplados a sensores de temperatura, vazão, umidade, densidade, pH e outros. Pode ser feito o controle em malha fechada (controle regulativo de variáveis), ou o monitoramento de variáveis através de leituras de sinais enviados pelos sensores ou dispositivos de entrada de dados, para posterior tratamento. Os resultados mostram um rápido retorno dos investimentos necessários através de:

- redução mínima de 15% no consumo de vapor, água e produtos químicos;
- redução média de 50% de reprocessos e segunda qualidade;
- incremento mínimo de 15% em produtividade.

Estes fatores aliados à capacidade de se obter com a automação dados confiáveis para o controle de custos de produção e promover o aprimoramento contínuo da qualidade, garantem as vantagens da automação.

## 3.2 - FERRAMENTAS EM PROL DA QUALIDADE

Este tópico se destina à ilustrar como as atividades dentro de uma indústria podem ser gerenciadas, a fim de que se obtenha o melhor desempenho em tecnologia, pessoal, máquinas e equipamentos.

A finalidade operacional da empresa industrial é a transformação das matérias primas em produtos acabados, e entre estes dois pólos, tem-se o caminho do processo de fabricação a percorrer. É neste universo que inserem-se algumas ferramentas, que na verdade são métodos gerenciais voltados a uma performance com qualidade.

São apresentados modelos de organização e administração da qualidade que podem ser aplicados junto ao processo de beneficiamento têxtil, e já têm sua teoria difundida largamente no mundo empresarial. Algumas dessas técnicas possibilitam a conjugação e o rearranjo pelas indústrias na sua execução, outras devem ser seguidas na íntegra para se efetivarem, mas todas são geradas e regidas em prol da qualidade de produtos e serviços, satisfação dos clientes e avanço tecnológico.

### 3.2.1 - *Histórico do Conceito Qualidade*

Numa organização tem-se o elemento humano e sua participação como fator diferenciador diante do processo histórico da qualidade e em seu percurso pela história, destacan-se quatro épocas básicas: segundo Juran (1991), Garvin (1992), Barros (1993), Ramos (1993) e Aidar (1994), citados por Búrigo (1997).

1º época - A inspeção - Aparece com o surgimento da produção seriada a partir do século XX, sendo uma tarefa isolada dentro das atividades produtivas, que consiste em separar os produtos bons dos maus.

2º época - O controle estatístico - A qualidade passou a ser controlada por técnicas estatísticas, objetivando atender as reais necessidades do cliente. Representou um marco no movimento da qualidade nos anos 30.

3º época - A garantia - A qualidade incorpora um sentido mais amplo, durante a década de 50

passa a ser difundida como *adequação ao uso*, envolve os membros da organização e extrapola a qualidade do produto.

4º época - A gestão estratégica - Nos anos 70 e 80, a gerência passou a ser envolvida não apenas com o delineamento de programas setoriais para controle e melhoria da qualidade, mas também com planejamento estratégico integral da organização.

Para Vieira (1996), ainda em Búrigo (1997), há , basicamente, três abordagens da qualidade no mundo: 1) a europeia, caracterizada em definir critérios para certificação de produtos; 2) a americana, voltada ao controle estatístico do processo; e 3) a japonesa, voltada ao gerenciamento da qualidade, envolvendo todos os membros da organização.

O interesse da pesquisa recai primeiramente sobre a abordagem japonesa onde a qualidade é tomada como processo de melhoria contínua e que envolve todas as pessoas da empresa, num segundo momento, as propostas de produtos e operações normalizadas vem ao encontro as propostas de práticas limpas.

### *3.2.2 - Total Quality Management - TQM*

O gerenciamento da qualidade total (TQM), consiste em uma filosofia que se destina a melhorar continuamente a produtividade em cada nível de operação e em cada área funcional de uma organização, utilizando-se dos recursos disponíveis. De acordo com Deming (1990), Brocka (1994) e Cortada (1994), direcionada para objetivos amplos, como custos, qualidade, fatia de mercado, planejamento e crescimento empresarial; o TQM, combina técnicas de administração, sistemas de melhorias existentes e inovadores, técnicas específicas para aperfeiçoar continuamente todos os processos.

O gerenciamento da qualidade utiliza o fator humano, e lhe insere confiança, uma vez que o envolve completamente. A idéia de uma abordagem administrativa integrada e voltada para o aspecto humanístico foi lançada por Edwards Deming, hoje reconhecido como um grande líder no gerenciamento da qualidade (Brocka, 1994).

Na linha de pensamento do professor Deming, o processo na busca da qualidade é um grau

previsível de uniformidade e dependência, baixo custo e satisfação do mercado. A produtividade melhora quando a variabilidade diminui. Assim, como a maioria das coisas não tem uma constância rígida, o controle de qualidade é necessário. Não cabe nesta linha de trabalho encontrar apenas especificações que reduzam as variações, mas sim efetivar as tarefas de gerenciamento.

Nesta proposta, a qualidade não é garantida ou melhorada pela inspeção dos bens, na entrada ou na saída, das linhas de produção. Este é um fator que tem que se efetivar ao longo das atividades dentro da empresa.

Ao longo de seu trabalho intitulado “Out of the Crisis” Deming (1990) desenvolveu 14 pontos a serem seguidos, como roteiro sugestivo ao encontro com a qualidade.

### **OS 14 PONTOS DE DEMING**

1. Crie uma constância de propósitos para melhoria dos produtos e serviços.
2. Adote a nova filosofia.
3. Cesse a dependência da inspeção para alcançar a qualidade.
4. Cesse a prática de aprovar orçamentos com base no preço, trabalhe com um único fornecedor.
5. Melhore constantemente e continuamente cada processo.
6. Institua o treinamento na tarefa.
7. Adote e institua a liderança.
8. Elimine o medo.
9. Quebre as barreiras entre as áreas.
10. Elimine lemas e metas que exijam zero de falhas.
11. Elimine cotas numéricas para a força de trabalho e objetivos numéricos para o gerenciamento.
12. Remova as barreiras que roubam das pessoas a satisfação no trabalho. Elimine o sistema anual de classificação.
13. Institua um vigoroso programa de educação e auto-melhoria para todos.
14. Coloque todos na companhia para trabalhar acompanhando a transformação.

Neste contexto, o espírito de participação está envolvido em todas as ações, tanto técnicas

como de sensibilização e explicitar esta nova visão e os princípios que a sustentam é fundamental para a constância de propósito de todos os envolvidos.

### 3.2.3 - *Total Quality Control - TQC*

A palavra TQC (Total Quality Control), foi inicialmente utilizada por Armand Feigenbaum, que divulgou a sua tese no periódico *Industrial Quality Control*, de 1957. Segundo Feigenbaum, o TQC pode ser definido como “um sistema eficiente para a integração do desenvolvimento da qualidade, da manutenção de qualidade e dos esforços de melhoramento de qualidade dos serviços dos diversos grupos em uma organização, para permitir produção e serviços aos níveis mais econômicos, que levem em conta a satisfação total do consumidor” (Ishikawa, 1986).

O TQC, no estilo Japonês, é um sistema administrativo aperfeiçoado no Japão e desenvolvido pelo JUSE (Union of Japanese Scientists and Engineers) e o seu grupo de pesquisas da qualidade (Campos, 1992,a).

Para definir este processo, observamos o que seja “controle total” e “qualidade total”. O primeiro se dá pelo controle exercido sobre as pessoas relacionadas à empresa, de maneira harmônica e detalhada; e o segundo é a base de toda organização, a satisfação das necessidades das pessoas.

A fim de obter, controle e satisfação, é preciso detectar quais foram os fins, efeitos, e resultados não alcançados e através deles atuar persistentemente de modo a modificar os resultados para um fator positivo e desejado (Ishikawa, 1986; Campos, 1992 (a) e (b); Campos, 1993; Ishikawa, 1994).

A educação e o treinamento são a base de sustentação do TQC e da manutenção da continuidade do processo de melhorias. Observamos o mecanismo que se desenvolve ao longo do processo.

- A delegação é o fator chave para garantia de assimilação do processo , onde a tarefa sobre responsabilidade do indivíduo é desenvolvida juntamente com a iniciativa e imaginação

própria, reafirmando o conhecimento adquirido.

- O treinamento deve ser uma necessidade sentida pelo empregado, com vontade de se aperfeiçoar e melhorar conjuntamente, a fim de garantir sua participação nos avanços de toda ordem da empresa.
- Com o treinamento na tarefa, o empregado desenvolve os procedimentos operacionais, que deve ser garantido pela implantação da padronização através manuais de treinamento.
- O treinamento é o caminho para se atingir o objetivo, deve ser testada a habilidade prática e o conhecimento adquirido pelo treinando.
- Utilizar instrutores de dentro da empresa, com exemplos vivenciados, aplicar o ciclo PDCA (veremos neste capítulo) e que contribuiu sobre maneira ao sucesso do TQC, sempre incentivando os trabalhos com pontos positivos observados.

### *3.2.4 - Círculos de Controle da Qualidade - CCQ*

Os “Círculos de Controle da Qualidade” são pequenos grupos de funcionários voluntários, que se reúnem periodicamente para analisar e propor idéias no que tange há melhorias e modificações, dentro da mesma área de trabalho (Abreu, 1987; Toledo, 1987; Campos, 1992,a; Almeida, 1994). A motivação básica do CCQ é a participação.

Os círculos são a melhor ferramenta de desenvolvimento de pessoal, motivacional e geradora de participação, para o sucesso dos esforços no sentido de melhoria de qualidade de qualquer organização. Este processo envolve elementos à nível de operador em chão de fábrica, e foi desenvolvido no Japão na década de 60, por Kaoru Ishikawa. Sua origem costuma ser associada à falta de qualidade dos produtos japoneses pós-guerra.

A idéia básica por trás das atividades de CCQ conduzidas como parte das atividades de TQC é a seguinte (Campos, 1992,a):

- Contribuir para a melhoria e desenvolvimento da empresa;
- Respeitando a natureza humana, construir um local de trabalho alegre e participativo;

- Desenvolver as possibilidades infinitas da capacidade mental humana e permitir a sua aplicação;

Dessa maneira reforçar o desenvolvimento pessoal, participação e integração. Os círculos foram organizados para solucionar problemas de melhorias na qualidade como: mudanças tecnológicas nos equipamentos; mudanças operacionais; melhoria de lay-out; segurança no trabalho; higienização do ambiente de trabalho; aspectos sociais; melhoria da qualidade; redução de custos; redução de consumo de água e energia elétrica; análise de processos; e outros.

No entanto os problemas levantados por um grupo de CCQ devem ser restritos à sua área de trabalho.

Neste sentido, o CCQ traz, como principal inovação, o fato de ser uma proposta que tenta combinar aspectos de relações humanas com aspectos práticos do trabalho, particularmente com técnicas de controle da qualidade, oferecendo, dessa maneira, uma possibilidade concreta de atuação de grupos de discussão de problemas da produção, no próprio ambiente de trabalho. Além disso, embora o CCQ não se constitua em nenhuma novidade em termos de seus propósitos e de sua base teórica, ele apresenta, ao contrário de esquemas semelhantes, uma sistemática bastante definida e prática para sua implantação.

Se utilizam de instrumentos para análise e desenvolvimento de idéias, que são: Diagrama de Ishikawa, Análise de Pareto, Histograma e Brainstorming. Estes dois últimos podem ser analisados no anexo 1, itens 1.3 e 1.4.

#### **a - Diagrama Ishikawa**

O conceito de processo é tido pelo relacionamento entre as causas e os efeitos de uma ação concreta. O controle desse processo é a essência do gerenciamento em todos os níveis hierárquicos da empresa, desde o presidente até os operadores.

No relacionamento causa-efeito, estuda-se as condições para que cada indivíduo dentro da empresa possa assumir suas próprias responsabilidades, criando as bases para o

gerenciamento participativo. O princípio que fundamenta esta teoria é de que sempre que algo ocorre existe um conjunto de causas que podem ter contribuído para isto. É necessário então que se detenha a separação dos fins e meios (Ishikawa, 1986).

Também chamado “diagrama de causa e efeito” ou “espinha de peixe”, é um método que se destina a identificar as raízes dos problemas, na relação entre um dado efeito e suas causas potenciais.

Procedimento para elaboração de um diagrama de causa e efeito:

- Defina o problema de forma clara e objetiva;
- Defina as principais categorias das possíveis causas ( use ramificações genéricas);
- Comece a construir o diagrama, defina o efeito e o coloque numa caixa ao lado direito e coloque as principais categorias como “alimentadoras” desta caixa;
- Faça um *brainstorming* das possíveis causas dentro de cada uma das principais categorias e posicione-as em relação a estas;
- Analise cada causa para focalizar causas cada vez mais específicas;
- Identifique e circule as causas que se pareçam com as raízes dos problemas;
- Colete dados para verificar qual a causa que mais se parece com a raiz do problema.

O modelo do diagrama pode ser analisado no anexo 1, item 1.1.

#### **b - Análise de Pareto**

A Análise de Pareto é um método que ajuda a classificar e priorizar os problemas em uma empresa. O princípio é uma técnica universal que se destina a separar os problemas em duas classes: os pouco vitais e os muito vitais (Campos, 1994).

Basicamente o Diagrama de Pareto, permite dividir um problema grande em vários outros problemas de menores proporções, e assim conseguir que se obtenha soluções mais fáceis de serem resolvidas, com o envolvimento das pessoas da empresa. Como o método é todo baseado em fatos e dados, ele permite priorizar projetos, e da mesma forma desenvolver metas concretas e atingíveis.

Na medida em que os problemas são divididos em problemas menores, cada novo problema, passa a ser tratado da mesma maneira no método, até que se tenha condições de aplicar o “QC STORY”; que é regido pelo ciclo PDCA, e estratificado pelo método de Pareto, onde se fica responsável pela solução dos problemas prioritários.

O modelo do gráfico de Pareto e do método de Análise, se encontram no anexo 1, ítem 1.3 deste trabalho.

### 3.2.5 - Ciclo PDCA

O PDCA, é um método para a prática do controle gerencial dentro de uma empresa, seja ele utilizado em vários níveis, pode possibilitar o encontro do caminho a ser seguido pelos que dele se utilizarem (Campos, 1994).

O termo PDCA tem o seguinte significado

<b>P - PLAN</b>	- Planejar
<b>D - DO</b>	- Executar
<b>C - CHECK</b>	- Verificar
<b>A - ACTION</b>	- Atuar

Segundo Ishikawa (1986), Almeida (1987), Campos (1992) e (1994) e Ishikawa (1993), estes mecanismos trabalham no sentido de atuar corretivamente sobre os processos e operações. No **planejamento** é possível definir metas de controle e maneiras de se atingir estas metas. Na **execução** acontece o treinamento do que ficou proposto na etapa de planejamento, a execução das tarefas previstas e a coleta de amostras para verificação do andamento do método. Na fase de **verificação** reúne-se os dados coletados e confronta-se os resultados obtidos com a meta planejada. A **ação corretiva**, é o atuar corretivamente e insistentemente fazendo o ciclo PDCA girar, de modo que desvios das metas propostas não voltem a ocorrer.

O ciclo PDCA pode ser utilizado para manter e melhorar as diretrizes de controle. No caso da manutenção as faixas podem ser: qualidade-padrão, custo-padrão, quantidade-padrão, neste caso o processo se resume ao cumprimento dos procedimentos padrão de operação. Para o uso

nas melhorias do nível de controle, o plano consta de uma meta a ser seguida, que compreende um valor pré estabelecido (por exemplo, reduzir a quantidade de pigmentos descartados na estamperia em 30%) e um procedimento necessário para alcançá-la. Cada melhoria implica no estabelecimento de uma nova diretriz de controle.

Para garantir os resultados, é necessário o cumprimento dos procedimentos-padrões das operações. Estes procedimentos-padrões são executados pelos diretores, passando a escalas menores de gerência, indo até a ponta onde estão os operadores, onde todos tem contato com o “ciclo de manutenção” do PDCA. Nas fábricas, os operadores são em grande parte os cumpridores de padrões, e assim devem ser instruídos e treinados para esse fim específico. O preparo dos operadores é de responsabilidade de todas as chefias.

A utilização do PDCA nas melhorias, que se destina ao caso das práticas limpas, constitui-se no chamado “método de solução de problemas”. Sua estrutura pode ser vista no anexo 1, item 1.2.

### 3.2.6 - 5S's

A sigla 5S deriva de cinco palavras japonesas: **SEIRI**, **SEITON**, **SEISOH**, **SEIKETSU**, **SHITSUKE**. O 5S é um programa para todos os níveis da empresa, do presidente aos operadores, pode se desenvolver em áreas administrativas, de serviços, de manutenção e manufatura. O programa deve ser liderado pela alta administração da empresa e é baseado em educação, treinamento e prática em grupo (Campos, 1994).

O significado dos 5S's :

**Seiri** = Organização

**Seiton** = Arrumação

**Seisoh** = Limpeza

**Seiketsu** = Padronização

**Shitsuke** = Disciplina

Vejamos agora como se processa o programa na linguagem original dos 5S's (Osada, 1992):

**Seiri** - A organização significa distinguir o necessário do desnecessário, tomar as decisões difíceis e implementar o gerenciamento pela estratificação, para livrar-se do desnecessário. Eliminando o desnecessário, evita-se que se transformem em problemas.

Esta organização sugere uma limpeza geral, para que fazendo isso se observe melhor a organização e se perceba porque as coisas não estão bem. É o senso de utilização, a seleção do útil e inútil.

**Seiton** - Arrumar significa colocar as coisas nos lugares certos, de forma correta, para que possam ser usadas prontamente. É uma forma de acabar com a procura de objetos. Aqui a ênfase está no gerenciamento funcional das coisas e na eliminação da procura de objetos. Para que encontremos o que precisamos e quando quisermos, sem remexer tudo desnecessariamente. É o senso de arrumação.

**Seisoh** - Acabar com o lixo, a sujeira e tudo que for estranho, de modo a ficar limpo. A limpeza é uma forma de inspeção. A limpeza pode ter um tremendo impacto sobre o tempo de

manutenção, a qualidade, a segurança, o moral e todos os outros aspectos operacionais. É o senso de manutenção e limpeza.

**Seiketsu** - Padronizar significa manter a organização, a arrumação e a limpeza contínua e constantemente. Todos os aspectos a nível pessoal e de ambiente. É a atmosfera de limpeza.

**Shitsuke** - Manter a disciplina através de ensinamentos do que precisa ser feito, por meio de treinamentos. Acabar com os maus hábitos e inculcar os bons. As pessoas acostumam-se a criar e seguir regras. É a base da civilização e o mínimo necessário para que a sociedade funcione. É o senso de disciplina e treinamento.

As atividades dos 5S's são atitudes que as pessoas tomam e coisas que as pessoas fazem. Os resultados obtidos são diretamente proporcionais ao esforço dispendido. Os 5S's são um meio de atingir fins específicos.

### *3.2.7 - Zero defeito*

A idéia de zero defeito esta intimamente associada à Philip B. Crosby, seu idealizador na década de 60. O zero defeito não é um slogan, é um padrão de gerenciamento do desempenho (Brocka, 1994).

Para Crosby, o gerenciamento da qualidade se iguala com prevenção, e a busca do zero defeito é a redução dos defeitos controláveis pelos operários. Neste processo, as manobras como inspeção, teste, verificação e outras técnicas não-preventivas, são descartadas.

O que o programa se propunha a fazer é desenvolver um novo padrão de atitudes no trabalho, visando induzir o operário a "fazer certo desde a primeira vez" (Douchy, 1992; Brocka, 1994). A possibilidade de erro, entretanto, é um fato: o zero defeito implica a introdução imediata de uma medição e através disso, sempre que um desvio for constatado, é necessário procurar e identificar a causa-origem. Mas a ação corretiva emergencial não é suficiente, pois a correção repetitiva é onerosa: é preciso eliminar de forma definitiva a causa do erro.

A melhoria da qualidade tem que ser vista como um processo, e não como um programa, e

deve ser permanente e estável. Para alguns funciona como uma ferramenta de engenharia, com responsabilidade legada ao gerenciamento, para outros é uma ferramenta motivacional com responsabilidade legada ao trabalhador.

Crosby desenvolveu seus quatorze postulados para a melhoria da qualidade (Brocka, 1994):

- 1 - Esteja certo de que o gerenciamento está comprometido com a qualidade.
- 2 - Forme equipes de melhorias da qualidade com representantes de cada departamento.
- 3 - Determine como medir onde os problemas, correntes e potenciais com a qualidade, se assentam.
- 4 - Avalie o custo da qualidade e explique a sua utilização como uma ferramenta de gerenciamento.
- 5 - Faça surgir as advertências a respeito da qualidade e o interesse pessoal de todos os empregados.
- 6 - Efetive ações formais para corrigir problemas indentificados por meio dos passos anteriores.
- 7 - Estabeleça um comitê para o programa de zero defeito.
- 8 - Treine todos os empregados para carregarem ativamente as suas partes no programa da qualidade.
- 9 - Estabeleça um “dia do zero defeito” para permitir que todos os empregados realizem o que tem sido uma mudança.
- 10 - Encoraje as pessoas a estabelecer metas de melhoria para si mesmas e seus grupos.
- 11 - Encoraje os empregados a comunicar à gerência os obstáculos encontrados em face dos objetivos de melhoria.
- 12 - Reconheça e dê apreço a quem participe.
- 13 - Estabeleça Conselhos de Qualidade para comunicação sobre uma base regular.
- 14 - Faça tudo novamente para enfatizar que o programa de melhoria da qualidade nunca termina.

Para Crosby, as bases do programa zero defeito estão no real entendimento das ações, da qualidade que deve ser interpretada pela conformidade com as especificações, que a qualidade se origina da prevenção.

### 3.2.8 - Cartões Kanban

A palavra “**Kanban**”, de origem japonesa, significa anotação visual ou placa visível. Usualmente, porém, toma-se o termo Kanban como significando cartão. Do ponto de vista genérico, Kanban é um sistema de programação e controle da produção operacionalizado através do movimento de cartões (Monden, 1984).

O sistema de cartões foi inspirado nos modelos operados pelos supermercados americanos, e daí a se imaginar que o método não contenha algo de inovador, haja visto que a indústria manufatureira já há tempos utiliza cartões de uma forma ou de outra, junto aos materiais que estão em linha de produção.

Este mecanismo se difere dos outros no entanto, por que se destina basicamente a empurrar a produção, onde o produto em processo é empurrado para o processo seguinte, assim que o trabalho na etapa considerada tenha sido concluído.

⇒ Os cartões utilizados são em geral de dois tipos (Moura, 1989):

Kanban de movimentação - Informa o tipo e a quantidade da peça de determinado processo. Pode ser traduzido por um sistema de processamento de informações.

Kanban de produção - Autoriza o centro de trabalho a produzir um contenedor de peças, de forma a repor o que foi retirado. Kanban de produção é um dispositivo de controle da produção.

Existem outros tipos de Kanban: expresso, emergência, integrado, comum, fornecedor, etiquetas...; para obter agilidade, algumas regras devem ser seguidas, e seu sistema assimilado pela empresa. Implementando o sistema Kanban, as rotinas de operações padronizadas asseguram a conclusão de todos os trabalhos, para processar uma unidade de um produto em um ciclo de tempo.

### 3.2.9 - Just-in-Time - JIT

A filosofia **JIT** de produção é basicamente a idéia de produção de unidades necessárias, em

quantidades necessárias e no tempo necessário, e é traduzida pelo termo “**Just-in-time**” (justo à tempo). O Just-in-time é um sistema de produção que foi desenvolvido no Japão, pela Toyota Motors por Taiichi Ohno (Lubben, 1989).

Os objetivos do JIT são de eliminar de forma gradual e permanente as funções e processos improdutivos, que geram custos, dificultam e atrasam o processo de produção e não agregam valor ao produto.

Para que isto ocorra, três pontos são fundamentais (Lubben, 1989; Hutchins, 1993):

- Integrar e otimizar, para reduzir funções e etapas improdutivas. Sejam estas, a inspeção, o retrabalho e os estoques.
- Melhoramento contínuo. Introdução da filosofia “**Kaisen**” (contínuo aperfeiçoamento), que deve ser entendida a partir da idéia de que nenhum dia deve passar sem que algum tipo de melhoramento tenha sido feito, em algum lugar da empresa. E assim, sustentar o desenvolvimento de meios e estímulos de motivação, para melhoria constante nos processos e procedimentos.
- Entender o cliente, buscando identificar as necessidades e a redução dos custos na hora da aquisição e utilização do produto.

Ingressando-se nesta etapa, de comprometimento com a disciplina, desenvolvendo políticas de procedimentos e atitudes coerentes com os pontos colocados acima, entra-se num ambiente de processo produtivo, responsável e competitivo. A filosofia JIT, considera o processo de manufatura como um todo que não pode ser departamentalizado, e para que isto ocorra, deve alcançar fornecedores, produção e clientes. O **Just-In-Time**, assegura-se como uma filosofia administrativa da produção.

### *3.2.10 - Planejamento estratégico*

O planejamento estratégico define os pontos fortes, as fraquezas, oportunidades e ameaças durante um período de tempo. Alguns autores são a favor de se olhar à um horizonte de dois ou três anos, para outros este processo pode transcorrer durante os próximos cinco anos, e inicia uma estratégia que pode ser implementada dentro das operações diárias ao longo desse período.

Para Dixit (1994) na tomada de decisão, sua própria escolha deve levar em conta os conflitos e também fazer uso da cooperação. Estas decisões são chamadas de estratégicas e o plano de ação apropriado para elas é chamado de estratégia, a ser empregada em uma situação específica.

O elemento de início, em todo o processo, seja ele estratégico ou outro qualquer, é o comportamento. Este comportamento envolve escolhas comuns nestas situações, que mostram que você não está sozinho, ao contrário, que existe um ambiente interagindo e que o influenciam sobre seus pensamentos e ações. Assim funciona o comportamento estratégico, onde desenvolvemos as idéias e princípios do pensamento estratégico.

Nesse processo, inclui-se estágios de desenvolvimento para uma implementação orientada. Permite a visão de curto e longo prazo, para observar os impactos que se aproximam. O planejamento requer que um olho se lance para as melhorias e outro ao *status quo* ou seja, garantir a ação efetiva e correta das atividades regulares, como aquelas encaminhadas pelo planejamento.

O planejamento evolui com o passar do tempo, e durante estes períodos, novas etapas vão se consolidando, tal como um produto. O processo de planejamento deve ser administrado e desenvolvido, a fim de ser reconhecido e aproveitado como veículo para tomada de decisões estratégicas.

É necessário perceber também, quando o processo se desviou do rumo inicial, e redirecioná-lo se ele vai mal. Neste sentido, pode-se dizer, que o planejamento estratégico é um processo para incentivar o aprendizado e a ação (Brocka, 1994).

Alguns pontos pertinentes ao planejamento, e que permeiam seu sucesso e desenvolvimento (utilizando também o planejamento de Hoshin, citado por Robert King, In Brocka, 1994):

- **Fase introdutória** - Define-se a missão, são avaliados os pontos fortes e as fraquezas da organização e/ou de seus produtos, procura-se identificar ameaças e oportunidades, e as atividades para alcançá-las.

- **Fase de consolidação** - O planejamento deve ser comunicado aos departamentos, com metas e objetivos departamentais, desenvolvimento de recursos humanos e programas de planejamento de produtos.
- **Fase de implementação** - O planejamento estratégico é visto como uma ferramenta para direcionar e coordenar a ação executiva.
- **Fase de auditorias** - Refazer regularmente as avaliações do processo, afim de torná-lo mais eficiente e rotineiro. Levar adiante a idéia fundamental do planejamento estratégico, que é incentivar o aprendizado e a ação.

Para finalizar, pode-se dizer que o compromisso dos funcionários é fator mister no processo de planejamento, que deve se dar do mais alto posto ao mais baixo dentro da empresa. Estar ciente das ameaças de mercado, ter em mente os trabalhos de inovação tecnológica a fim de não ser surpreendido pelas novas tecnologias. Inovar sempre, sem asfíxiar o espírito criativo de grupo, para atender as demandas crescentes. O estágio final funciona na auto-meditação.

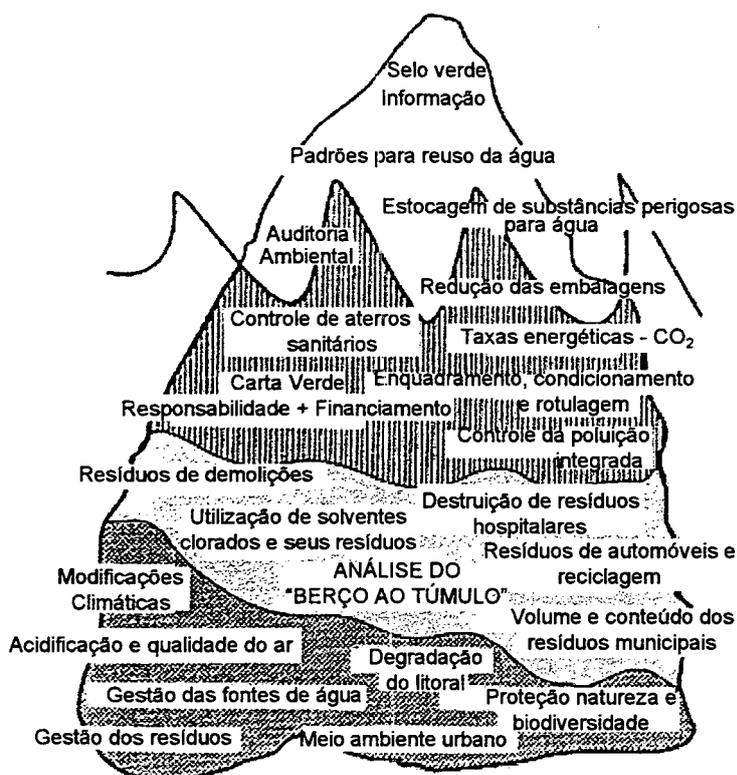
### 3.3 - CERTIFICAÇÕES

Face as novas tendências mundiais para a qualidade e ao espírito crítico voltado para o ecologicamente correto, produtos e mercados tendem a se adequar na linha das padronizações. Os procedimentos normalizados estão ganhando espaço, uma vez que geram a garantia das expectativas dos empresários a cerca da qualidade nos processos e produtos, e agora também transcorrem sobre a redução ou eliminação dos impactos ambientais causados pelos mesmos.

Neste ítem, que se destina a ilustrar em aspectos gerais a ISO Série 9000 e principalmente enfocar as diretrizes da nova Série 14000, observadas as políticas de mercados e estratégias de gestão ambiental para o cumprimento das metas previstas.

Na ISO 9000, as normas são implantadas com a participação e o comprometimento da alta gerência e são estabelecidas auditorias à fim de se verificar o andamento das operações; na ISO 14000 o processo deve ser semelhante, assegurado como uma boa prática de negócios que deve ser abraçada por uma equipe de gerentes, bem informada e empenhada em desenvolver o processo.

No 59º Congresso da ACIT (Association des Chimistes de l'Industria Textile), foi apresentado o “iceberg” no qual estão esquematizados as variantes atuais e futuras do meio ambiente para as indústrias da Comunidade Européia (Poulenard, 1993). A Figura 5 mostra esse “iceberg”, a parte emergente corresponde à legislação em vigor nos países membros da Comunidade. O limite da parte imersa corresponde às próximas decisões que a comunidade vai tomar. No meio do “iceberg” encontram-se as ações que serão efetuadas em relação com o princípio “poluidor = pagante”. Mais abaixo, a nova maneira de pensar a indústria e seus produtos, em referência ao princípio “do berço ao túmulo”. A base do “iceberg” é constituída de sete grandes tendências, que permitirão ao legislador iniciar uma política de meio ambiente, associada a uma estratégia de crescimento sustentado da indústria.



**Figura 5: Iceberg das variantes atuais e futuras do meio ambiente para a Comunidade Européia**

O que se apresenta para um futuro bem próximo, é a integração dos trabalhos que foram e estão sendo desenvolvidos sobre a qualidade, e dando margem para que tudo se integre e interaja com fluxo de benefício para a sociedade humana.

Na verdade, as sociedades modernas estão assimilando a idéia de que só existe qualidade, como um todo, com qualidade ambiental, e estes serão os elementos fundamentais para a sobrevivência das empresas num futuro já quase presente.

### 3.3.1 - ISO Série 9000

A série ISO 9000 foi decomposta em novas séries, que são: 9001, 9002, 9003 e 9004. A cada cinco anos está prevista a revisão da norma, em 1994 aconteceu a primeira revisão (ISO Série 9000, 1994).

- Na versão de 1994, a BS EN ISO 9000-1:1994 estabelece as orientações, recomendações e diretrizes para escolha e uso das normas da série.
- Da mesma forma a BS EN ISO 9001:1994, estabelece o modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e assistência técnica.
- A BS EN ISO 9002:1994 é um modelo para garantia da qualidade em produção, instalação e assistência técnica.
- A BS EN ISO 9003:1994 é um modelo para garantia da qualidade em inspeção e ensaios finais.
- A BS EN ISO 9004:1994 é a norma que estabelece como deve ser a gestão da qualidade na empresa; é um guia geral para todas as organizações.

As normas ISO série 9000 têm detalhados no seu interior, procedimentos e ações gerenciais, trabalhados pelas empresas, à fim de assegurar a qualidade de produtos e serviços. Este conjunto de requisitos se desenvolve sobre o ciclo da qualidade, que engloba:

- ⇒ Engenharia de projeto, com especificações e desenvolvimento do produto
- ⇒ Aquisição de matérias primas
- ⇒ Planejamento e desenvolvimento dos processos de produção
- ⇒ Inspeção, medição e ensaios na fase de processamento e no produto acabado
- ⇒ Embalagem e armazenamento
- ⇒ Vendas e distribuição
- ⇒ Instalações e operações
- ⇒ Assistência técnica e manutenção
- ⇒ Destino após o uso
- ⇒ Marketing e pesquisa de mercado

Estas considerações, que giram o ciclo da qualidade, estabelecem as diferentes etapas de configuração do produto, onde a qualidade pode ser questionada, diagnosticada e inserida. Situações de diversas naturezas podem impulsionar à utilização das normas: exigências de procedimentos para análise de contratos, procedimentos para controle e arquivo de documentos, controle de produtos não conformes, ações de correção, programas de treinamento, e basicamente aquelas que traduzam as necessidades implícitas e explícitas dos

clientes nas conformidades de produtos e serviços. O anexo 2 ítem 2.1, contém a lista dos requisitos de cada uma das normas da série.

### 3.3.2 - ISO Série 14000

A ISO 14000 será um instrumento mercadológico de grande importância, uma vez que a economia globalizada propicia uma expectativa nos consumidores, em relação aos produtos agora advindos de processos sob tentativas mais estáveis para o meio ambiente.

As organizações deverão possuir um estruturado *Sistema de Gestão Ambiental* (SGA), com as diretrizes da ISO 14000, o que vai traduzir que a empresa está implantando a política de gerenciamento ambiental, reconhecida por norma internacional. O projeto de normas internacionais da gestão do meio ambiente (ISO/TC 207, 1994), pode ser analisado no anexo 2, ítem 2.2.

As organizações podem se estruturar para receber a ISO 14000 montando o seu SGA. Se a empresa já se utiliza do SGA, basta seguir suas diretrizes, aquelas que não o fazem podem iniciar com melhorias “Kaisen” juntamente com os 5S’s, ou outra ferramenta, a fim de garantir acessoria ordenada de um programa (Fisch, 1995:26).

Outro método para se organizar a arrancada para o SGA, é a introdução do programa SOLA (Segurança + Organização + Limpeza + Meio Ambiente), que pode mobilizar positivamente a organização nas atividades pretendidas. Pode-se também criar uma Comissão Interna de Meio Ambiente (CIMA), onde os trabalhos se desenvolvem pela gestão do meio ambiente. Todos voltados para o SGA, aplicados à geração de ações modificadoras ambientais.

De acordo com Fisch (1995), os trabalhos do SGA devem necessariamente transcorrer sobre os aspectos previstos na série, como análise do ciclo de vida, questões pós-consumo, reciclagem, emissão de efluentes líquidos, sólidos e gasosos, uso e conservação do solo, uso e conservação de energia, saúde ocupacional e outros. Tudo deve ser levado em consideração, a questão ambiental é de natureza multidisciplinar e ordenada.

A estruturação de um sistema de certificação ambiental deve contemplar diversos aspectos fundamentais, devido às peculiaridades deste tipo de certificação: inexistência de normas técnicas, padrões de excelência em substituição de padrões mínimos, conhecimentos científico e tecnológico não inteiramente consolidado e disseminado, condicionantes nacionais, e outras.

Para obter a garantia na avaliação dos procedimentos e gerar controle sobre os efeitos ambientais, é fundamental o papel do auditor ambiental. Este processo de pesquisa e busca de resultados é o papel da *auditoria ambiental*, através dela o processo se desenvolve com critério e segurança, na finalidade de acabar com a poluição e não com a empresa.

A decisão de iniciar uma auditoria ambiental pode ser motivada por vários fatores: leis ambientais; multas, processos, decisões idênticas de empresas concorrentes, pressão do sindicato de classe, acionistas que querem melhorar a imagem da empresa e desejo de reduzir riscos (Epstein, 1995:18).

No emprego da auditoria ambiental, os processos têm garantia de análise crítica especializada e proposta de emprego de meios de tecnologias limpas a serem utilizadas e técnicas de redução de rejeitos.

## CAPÍTULO IV

---

### LEVANTAMENTO INDUSTRIAL TÊXTIL

O levantamento industrial têxtil apresentado se caracteriza pela busca “*in loco*” das tecnologias limpas empregadas pelas indústrias, no sentido de melhorar a qualidade ambiental da prática têxtil em nosso estado. Entende-se por prática têxtil as rotinas de trabalho de uma indústria têxtil, seus métodos, seus produtos, suas máquinas, seus operadores, sua preocupação com a geração de despejos e tudo mais que se soma ao dia a dia de empresas deste tipo.

As visitas seguiram planos de roteiro previamente discutidos com as empresas, onde se fixou a maior parte da visitação à área do beneficiamento.

As indústrias visitadas possuem características bem próprias, apesar de terem operações semelhantes, o que as faz diferentes uma das outras.

Um ponto em particular é a matéria prima ou produto final produzido, que varia entre a indústria de malharia, tecidos planos, cirúrgicos e de bordados. Esta diversificação é representativa do setor têxtil catarinense.

De acordo com cada indústria, seu tempo de vida, suas operações e o tipo de trabalho desenvolvido, procurou-se obter o maior número de informações relevantes possíveis.

Numa coleta de dados experimental, onde se buscam resultados processados pela visualização de como as coisas estão acontecendo, não se consegue estabelecer limites entre este ou aquele procedimento, como o mais adequado.

Uma análise criteriosa do andamento correto em relação as novas tecnologias, quando estas são empregadas pela empresa, implicaria numa maior proximidade entre o pesquisador e os diferentes setores existentes dentro de uma mesma empresa.

Dentro deste contexto, procurou-se observar os contornos que a era da qualidade está propiciando ao universo empresarial, com as ferramentas de auxílio na busca da qualidade, como objeto de engajamento na melhoria da produção e produto têxtil final.

Assim sendo, seguem-se um conjunto de informações dos pontos para nós significativos, em expressar o mais fidedignamente, o que acontece dentro do processamento industrial e a utilização de práticas limpas no mesmo.

#### **4.1 - PROCESSO DE BENEFICIAMENTO TÊXTIL**

O beneficiamento têxtil consiste em beneficiar, isto é, melhorar a propriedade da matéria prima, no nosso caso o algodão. Outros tipos utilizados pelas indústrias têxteis podem ser as fibras naturais, além do algodão, como a lã, a seda, o linho e o rami; para as fibras artificiais, o rayon (viscose), e o acetato; nas fibras sintéticas o polyester, o nylon, o acrílico e a lycra.

O algodão, que é o produto base, vem acondicionado em fardos onde é processado nos abridores, batedores, cardas, passadores, penteadeiras, maçaroqueiras, filatórios, retorcedeiras e canicaleiras, não havendo geração de resíduos líquidos. O processo é idêntico para outras matérias primas porventura utilizadas. A preparação para a fiação, tem por objetivo remover as sujeiras do algodão e tornar as fibras paralelas para o início de todo o processo seguinte.

A Figura 6 apresenta um fluxograma padrão das diferentes etapas do beneficiamento têxtil.

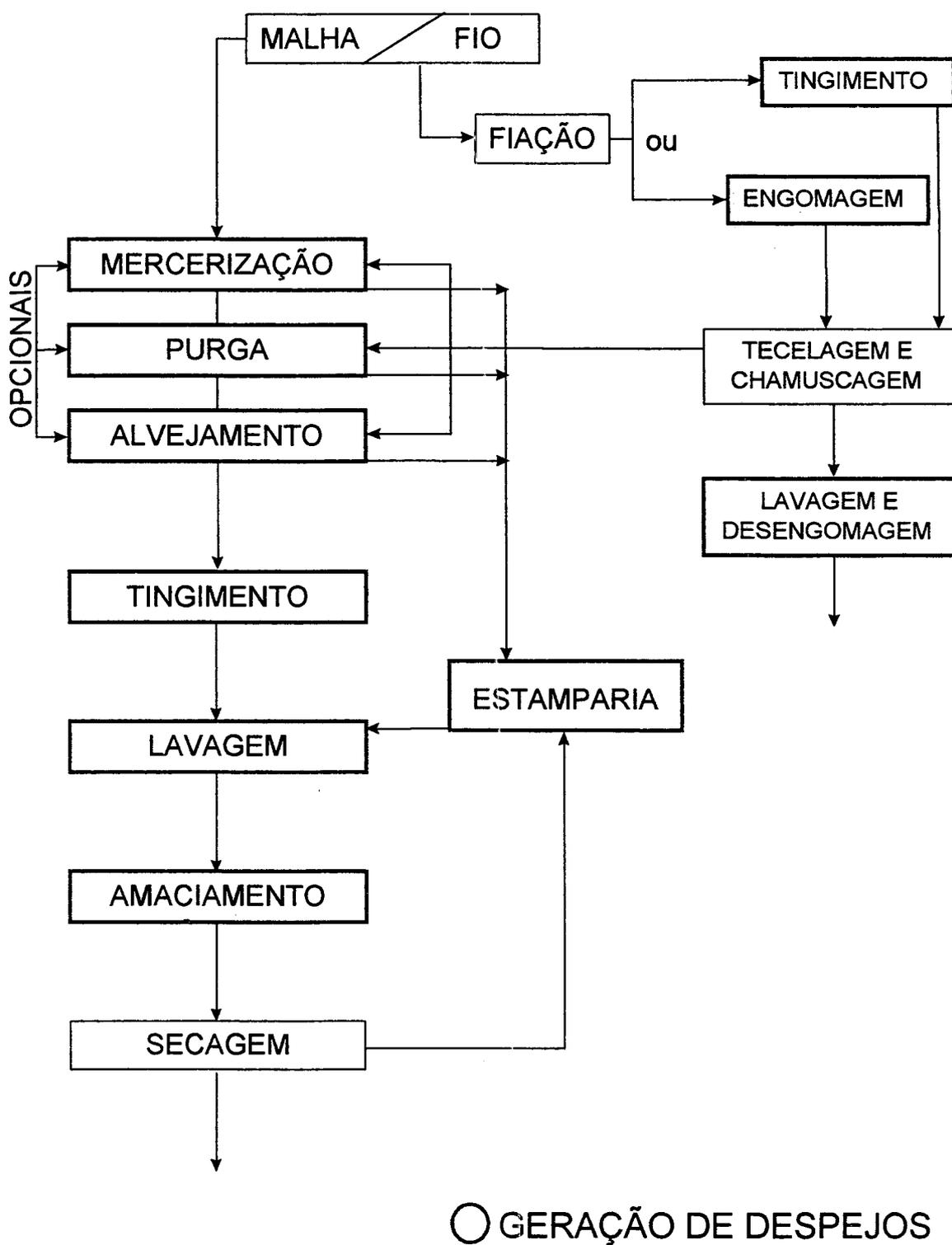


Figura 6 - Fluxograma padrão do beneficiamento têxtil

As etapas constituintes do processo podem ser assim descritas:

- **Fio**

O fio é produzido em máquinas especiais denominadas filatórios. O algodão na forma de fio, é enrolado em rolos (urdume) ou cones (trama), para tingimento ou tecelagem.

- **Tecido**

O fio que já foi preparado em forma de tecido, está pronto para ser utilizado ao natural ou tingido.

- **Tingimento de fios**

Depois de trabalhados, os fios seguem em rolos ou em bobinas para tinturaria, o processo se inicia com a lavagem, ou seja: os fios são fervidos em rolos ou em bobinas, em soluções de soda cáustica para remoção das gorduras do algodão e detergente; seguindo-se o tingimento e a lavagem em água corrente. O tingimento dos fios visa, na sua grande maioria, atender o mercado externo.

Logo após é feita a imersão: por partidas, para as bobinas nas autoclaves, e em banhos por imersão, para os rolos, banhos estes contendo corantes.

Para os dois casos, o tempo de banho é determinado pela cor desejada, ou seja, tempo de reação com a fibra e enxágüe.

Os despejos gerados nessa etapa são principalmente corantes, soda cáustica e detergentes.

### • Engomagem

É o processo pelo qual passam os fios visando aumentar a sua resistência mecânica, para resistir aos esforços nos teares e resultando em um tecido mais incorporado na etapa da confecção. Com este processo se consegue um melhor estiramento do tecido que está sendo trabalhado.

As gomas utilizadas são próprias para cada tipo de fio, se o objetivo é um tecido mais firme coloca-se uma solução de goma mais concentrada.

Geralmente são utilizados dois tipos básicos de goma:

\*Goma de fécula de mandioca;

\*Gomas sintéticas, a base de poli-acrilato, carboximetilcelulose e álcool polivinílico (PVA);

Os despejos gerados nesta etapa provém dos compostos das gomas que são solubilizadas com enzimas ácidas, detergentes alcalinos, sabões e emolientes.

As gomas naturais produzem um efluente biodegradável e são por este motivo preferidas às sintéticas.

Os fios são engomados a uma temperatura de aproximadamente 100°C, através de processos contínuos ou por imersão.

### • Tecelagem

É o processo pelo qual os fios são transformados em tecido nos teares. Nesta etapa não há geração de resíduos.

### • Chamuscagem

É a queima da penugem do pano, obtida pela passagem do mesmo em contato com chama direta. Esta etapa é subsequente a tecelagem e também não gera resíduos.

#### • **Desengomagem e lavagem**

A desengomagem é a remoção, através do emprego de produtos químicos, da goma aplicada ao tecido antes da tecelagem. É desenvolvido geralmente num “Foulard” de impregnação ou impregnadeira, onde o tecido é embebido em banho com enzimas, detergentes alcalinos quentes ou sabões, e emolientes, dissolvidos em água com a função de eliminar as gomas, o que ocorre depois de um período de duas a dez horas, dependendo da quantidade de goma a ser retirada do tecido, numa temperatura superior a 120° C.

Um outro processo de impregnação que difere deste, é a utilização do vapor como meio de solução, que também auxilia no processo de alvejamento acelerando a oxidação, uma vez que remove os óleos orgânicos do algodão. Pelo processo de vaporização entende-se que é o cozimento feito por meio de vapor, soda cáustica e produtos químicos.

Essa operação de desengomagem é responsável por cerca de 50% de carga orgânica do despejo têxtil.

#### • **Pré-alvejamento**

É o processo de branqueamento inicial da malha. Tem a função de limpeza das impurezas das mesmas, como retiradas de gorduras e outros componentes, ou compostos químicos. Esta etapa gira em torno de 1 hora e meia.

Um outro processo bastante usado também com essa finalidade é a purga, na qual os batedores giram por duas horas, para uma melhor retirada das gorduras, a fim de se obter um tecido basicamente isento de resíduos. É utilizada geralmente para tinturaria de cores escuras, pois estas

exigem um tecido em condições adequadas para fixação dos corantes. O pré-alveamento é um processo prévio para tintura do tecido.

#### • Alveamento

O alveamento consiste no branqueamento do pano, de forma mais apurada, para a obtenção de uma malha ou tecido com bastante nitidez e uniformidade. Busca-se o branco ótico e condições para tintura em cores claras.

Nestes processos de pré-alveamento e alveamento, seguem-se lavagens com água limpa. O hipoclorito de sódio e o peróxido de hidrogênio são alguns dos produtos químicos bastantes agressivos usados nesta etapa.

#### • Tingimento

O tingimento consiste em um processo de tinturas de tecidos, variando sobre uma infinidade de cores, muitas vezes semelhantes, com pouca diversidade no tom, mas que exigem uma especificação toda própria para sua confecção. Para isto são utilizadas receitas, que são únicas para cada cor, apresentando exatas quantidades de corante ou mistura deste. Cada receita específica é fator determinante para obtenção do resultado esperado.

O banho preparado para a etapa de tingimento é desenvolvido em processo contínuo ou descontínuo. No processo contínuo, o pano, depois de impregnado num banho contendo tinta e produtos químicos, é expremido entre rolos e secado, geralmente realizado nos “Foulards”. No processo descontínuo ou de esgotamento, o tecido é tingido por cargas, é colocado nas máquinas e espera-se a conclusão da operação para tingir nova carga. Pode ser desenvolvida de três maneiras diferentes:

- Processo com tecido em movimento e o banho em repouso. Feito nas “barcas” e “jiggers”.

- Processo com tecido em repouso e o banho em movimento. Realizado em “autoclaves” e “turbos”.
- Processo com o tecido e o banho em movimento. Realizado nos “jets”.

### • Lavagem

Os tecidos estampados, tingidos e os que se destinam direto ao corte, são lavados em ensaboadeiras. Estas lavadoras podem ser de fluxo contínuo, nas quais o tecido vai entrando e passando por câmaras, geralmente de três a cinco, de onde sai lavado no final.

A lavagem pode ser feita nas próprias máquinas que fazem o tingimento, para depois seguirem direto para as secadoras. Ou podem ser usadas lavadoras com fluxo contra-corrente, onde o tecido entra por um lado e a água limpa pelo outro (ponto de saída do tecido), de modo que o tecido na sua saída é enxaguado com água limpa, saindo livre de impurezas acumuladas na operação.

### • Mercerização

Consiste na embebição do tecido em solução forte de soda cáustica, trabalha geralmente a 28° Bé. A mercerização visa aumentar o brilho e a resistência à tração, e melhorar a estabilidade dimensional do tecido. As sobras algumas vezes são bombeadas para os tanques de recuperação de soda onde é feita nova diluição para reaproveitamento na máquina, ou para mercerização novamente. Se o processo de recuperação de soda não existir, vai ocorrer o descarte de um efluente com elevada alcalinidade.

Com a recuperação da soda, tem-se um ganho em soda cáustica e o tratamento de efluentes economiza CO<sub>2</sub> para controle de pH. O processo garante maior estabilidade dimensional, utiliza menos corantes, porque estes aderem melhor às fibras e proporcionam maior resistência ao tecido.

### • Amaciamento

Este é o processo final na linha de produção úmida do beneficiamento. Ele pode ser executado em máquinas individuais para este fim, ou num último banho nas lavadoras. Também podem ser aplicadas gomas e resinas que são secadas sob temperaturas controladas, a fim de que o tecido receba o toque solicitado pelo cliente, o que é feito por meio de processos mecânicos ou químicos.

### • Estamparia

Nesta etapa os tecidos já estão quase que acabados no seu beneficiamento. O processo de estamparia pode ser o toque final para os produtos já confeccionados, que receberão estampas por quadros, ou seja a estampagem é feita em algum ponto de sua extensão física. E para os tecidos, que receberão estamparia em toda a sua extensão, são usados os rolos gravados que alcançam toda a peça.

Estes processos são obtidos em máquinas como a “**Frontal Total**” (Mecanotessile) ou em “**Araras**” para estamparia miúda. As araras são máquinas com braços que possibilitam colocar a parte do tecido a ser estampado diretamente em contato com as telas de impressão.

## 4.2 – LEVANTAMENTO DE DADOS

Foram visitadas um total de dez indústrias, sendo nove na região do vale do Itajaí, Itajaí-Mirim e Itapocú e uma na região metropolitana de Florianópolis. O período compreendido pelo levantamento industrial situa-se entre Agosto e Novembro de 1994 e outras visitas eventuais em 1995.

As Tabelas 9 e 10 apresentam dados físicos das indústrias visitadas e percentuais das matérias primas utilizadas nas mesmas, respectivamente.

Tabela 9: Dados Físicos e Classificação das Indústrias Visitadas.

Indústria	Ano de fundação	Área (m <sup>2</sup> )	Nº empregados	Turno de trabalho	Produção (t/mês)
01	1880	46.803	1.702	03	825
02	1988	3.000	215	03	550
03	1936	56.063	3.000	03	900
04	1898	51.642	1.243	03	450
05	1964	43.000	3.300	03	400
06	1968	23.000	1.900	03	650
07	1987	2.700	127	03	200
08	1935	74.000	2.964	03	800
09	1935	56.513	2.006	03	650
10	1913	12.000	411	03	20

Os dados da Tabela 9 mostram que as empresas já têm, em sua maioria, mais de meio século de vida. Os turnos de trabalho são comuns a todas, que trabalham em três turnos consecutivos e ininterruptos. As áreas comuns das indústrias variam bastante, as mais antigas apresentam-se com maior área de unidade têxtil, as mais novas trabalham com unidades mais compactas. Outro aspecto relevante a esse fator é que algumas possuem outras unidades fabris, dividindo-se então por outros prédios da mesma indústria.

As unidades visitadas classificam-se em médio e grande porte, conforme critérios adotados pela Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC):

- 1 - 20 funcionários - micro empresa
- 21 - 100 funcionários - pequena
- 101 - 500 funcionários - média
- > 500 funcionários - grande

Tabela 10: Percentuais de Matérias Primas Utilizadas nas Indústrias Visitadas.

Indústria	Algodão	Algodão + Poliéster	Algodão + Acrílico	Tela de Seda
01	95,0	2,0	3,0	∅
02	98,0	2,0 (Poliamida)	∅	∅
03	95,0	5,0	∅	∅
04	94,0	6,0	∅	∅
05	100,0	∅	∅	∅
06	100,0	∅	∅	∅
07	100,0	∅	∅	∅
08	98,0	1,0	1,0	∅
09	94,0	∅	6,0	∅
10	70,0	25,0	∅	5,0

A Tabela 10 mostra que a base dos produtos desenvolvidos pelo polo industrial têxtil em Santa Catarina, é o algodão. Na variação de suas produções, acontece a mistura e inclusão de outros materiais, que podem ser sintéticos como acrílicos ou poliésteres ou derivados do linho e seda como a tela de seda, também os artificiais como a viscose e o acetato. Observa-se que essas matérias são utilizadas em pouca quantidade no pólo industrial do sul do Brasil, onde o forte são os tecidos em malharia com base em algodão próxima de 100%.

#### ***4.2.1 - Utilização da água***

As indústrias possuem seus próprios sistemas de captação e tratamento da água utilizada no processo industrial e nas demais atividades, necessárias para o seu funcionamento. Os dados relativos à captação e ao tratamento da água, efetuados por cada indústria, são apresentados no anexo 3, item 3.1.

A utilização da água dentro de uma indústria têxtil, mais especificamente no processo de beneficiamento, ocorre basicamente em todas as etapas, seja diretamente para lavagem, tingimento, amaciamento e outros, ou seja, indiretamente para fazer resfriamento, aquecimento ou produção de vapor em caldeiras.

Como é um fator de extrema importância e utilidade crucial dentro do processo, nada mais oportuno do que se tentar fazer uso e manuseio corretos deste elemento dentro do beneficiamento, o maior dos setores no consumo de água.

A Tabela 11 apresenta valores médios referentes ao consumo de água e suas transformações na indústria, de acordo com dados pesquisados por uma grande empresa visitada:

Tabela 11: Consumo de Água e suas Transformações nas Indústrias.

ÁGUA	m <sup>3</sup> /h	%
Consumo de água	320	100,00
Despejos industriais	280	87,50
Despejos domésticos	30	9,37
Perdas por evaporação	10	3,13

Os despejos industriais correspondentes a 87,5% originam-se nas etapas: tinturarias de fios e tecidos, estamparia, lavanderia, engomadeiras e toda outra parte restante do beneficiamento onde se utiliza água.

Os despejos domésticos com 9,37% de representação, correspondem às águas usadas na cozinha e sanitários.

As perdas por evaporação com 3,13%, são decorrentes das caldeiras e retornos de condensado.

Estes valores oscilam de uma indústria para outra, mas o que se verifica são altos volumes de água necessários para gerenciar um só setor têxtil, o beneficiamento. Mais de 80% da água consumida, deverá receber tratamento específico de depuração, para seu posterior descarte em corpo receptor.

Dos manuais de procedimentos e manejo de água de uma das indústrias visitadas, obtivemos valores reconhecidos mundialmente, como padrão de entrada e saída de água para o beneficiamento.

- Afluente - 165 l/kg malha

- Efluente - 120 l/kg malha

Na sua vazão total, as indústrias podem fazer um paralelo e verificar o nível de seu consumo nesta etapa. Segundo análise de um gerente industrial, a indústria têxtil brasileira utiliza 140 l/kg de tecido produzido.

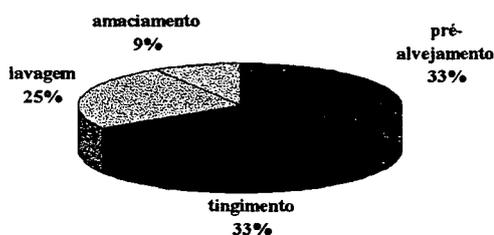
A Tabela 12 apresenta o volume de água processado por tonalidade de tecido tingido e tipo de operação utilizada no tingimento e amaciamento, para uma máquina de 300 kg de capacidade e relação de banho 1 kg malha/ 7 l de água.

Tabela 12: Utilização de Água no Processo de Tingimento.

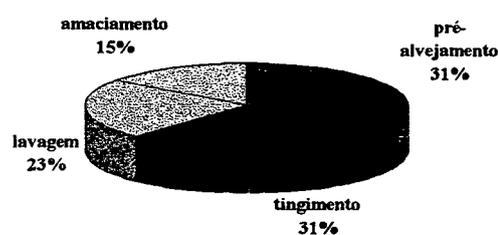
Operação	Volume de Água Processado (m <sup>3</sup> )
cor clara - AI	25,2
cor escura - AI	31,5
cor clara - AT	27,2
cor escura - AT	33,5

AT - amaciamento por transbordo; AI - amaciamento por impregnação

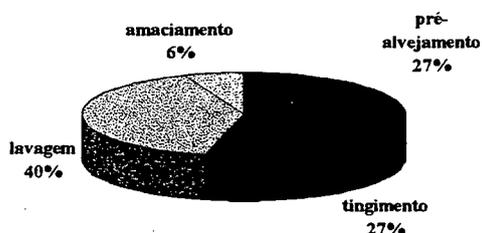
Cor clara - processo por impregnação



Cor clara - processo por transbordo



Cor escura - processo por impregnação



Cor escura - processo por transbordo

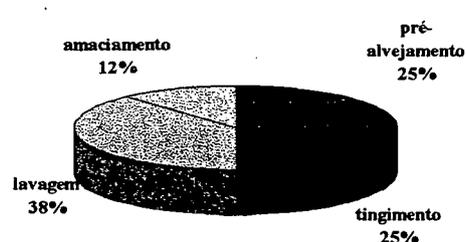


Figura 7: Comparativos do processamento de tingimento com fase de amaciamento por impregnação e por transbordo.

O processo de beneficiamento não é único para as etapas desenvolvidas ao longo das máquinas. Observa-se na Tabela 12, que só na etapa de tingimento com amaciamento de malhas, há uma diferença significativa no volume de água utilizado, se o processo de amaciamento se dá por impregnação ou por transbordo, devido a mecanismos de trabalhabilidade da máquina.

A diferença é ainda maior com relação às tonalidades dos tecidos, uma vez que cores escuras sangram e precisam de mais banhos de enxágüe.

#### 4.2.2 - Geração de despejos

Os despejos gerados no processo produtivo têm composição variada dependente da etapa. A Tabela 13 sintetiza os principais constituintes dos despejos em relação a etapa de geração.

**Tabela 13: Despejos gerados no processo produtivo.**

<b>Etapa</b>	<b>Constituintes dos Despejos</b>
Engomação	Amido e gomas sintéticas à base de poliacrilatos
Pré-alvejamento	Umectantes, sais, soda cáustica, sequestrantes e peróxidos
Alvejamento	Umectantes, sais, soda cáustica, sequestrantes, peróxido e/ou cloro e neutralizadores
Tingimento	Corantes, sequestrantes, sais, soda cáustica e/ou barrilha
Estamparia	Corantes, soda cáustica e gomas
Lavagem	Detergentes
Amaciamento	Amaciantes e deslizantes

Observa-se na Tabela 14 os valores obtidos por uma indústria que expressam o descarte por setor.

Tabela 14: Valores de Vazão em Função da Procedência na Indústria.

Procedência	Vazão m <sup>3</sup> /mês
Tinturaria de fios Engomadeira	Q1 - 60.000
Escritório Cozinha Sanitário Ambulatório	Q2 - 10.000
Beneficiamento	Q3 - 130.000
<b>Total</b>	<b>Qt - 200.000</b>

Estes dados mostram o beneficiamento como sendo o ponto crítico, em relação ao descarte líquido de uma indústria têxtil. Apresentamos o fluxograma de uma estação de tratamentos de efluentes (ETE) convencional no anexo 3, ítem 3.2.

Os custos em relação as instalações para tratamentos de efluentes são dissolvidos no produto final acabado. Na região do Vale do Itajaí a média acrescida ao produto final pelos gastos com a estação ficam em torno de 1,5% de seu valor, podendo chegar até 3% do valor do produto.

#### **4.2.3 - Características dos despejos têxteis**

A caracterização dos despejos têxteis é um fator de difícil descrição absoluta, uma vez que a grande característica acerca deste tipo de efluente é sua descontinuidade e diversidade. O processo de beneficiamento é periódico, mas descontínuo, em termos de vazão. O processo produtivo é cíclico na totalidade de suas operações.

Estudos de vazão em lavanderias, realizados pela Proema Engenharia e Serviços Ltda., citados em Gonçalves (1996), permitem fazer um paralelo às têxteis, onde mostram que ocorre uma variação na vazão da ordem de 1:20 nos diferentes períodos do dia, o que impossibilita a tentativa

de ajuste das máquinas de lavar em função da descarga do efluente, justificando assim uma equalização para uniformidade da carga a ser tratada.

Apresentamos um estudo desenvolvido na ETE de uma indústria têxtil, que caracteriza o efluente bruto a ser tratado na estação, pela Tabela 15.

**Tabela 15: Produtos químicos, auxiliares e corantes presentes em efluente têxtil de uma grande indústria catarinense.**

<b>Produto</b>	<b>%</b>	<b>Produto</b>	<b>%</b>
Corantes à Tina	0,5	Corantes Reativos	2,2
Corantes Azóicos	0,4	Corantes Diretos	0,05
Corantes Dispersos	0,005	Corantes Enxofre	0,2
Pigmentos	0,7	Cloreto de Sódio	14,0
Hidróxido de Sódio	12,0	Peróxido de Hidrogênio	7,0
Uréia	3,0	Silicato de Sódio	2,0
Hidrossulfito de Sódio	2,0	Carbonato de Sódio	1,0
Acido Acético Glacial	1,0	Bicarbonato de Sódio	0,6
Etanol	0,3	Sulfato de Sódio	0,3
Acetato de Sódio	0,3	Acido Muriático	0,3
Nitrito de Sódio	0,06	Sulfato de Magnésio	0,02
Engomantes	14,0	Amaciantes	8,0
Aguarás	1,0	Detergentes	4,0
Pasta de estamperia	3,0	Sequestrante	2,0
Ligante	2,0	Umectante	1,0
Fécula de mandioca	0,7	Fixador de Corante	0,6
Dispersante	0,4	Branco Ótico	0,4
Anti Espumante	0,3	Colóide Protetor	0,3
Igualizante	0,3	Glicerina Branca	0,2
Anti Migrante	0,2	Emulgador	0,2
Lubrificante de Engomagem	0,2	Espessante	0,1
Anti Oxidante	0,07	Emulsionante	0,06
Catalizador	0,04	Anti Redutor	0,04
Espumante	0,02	Carrier	0,0005

A Produção média de efluente caracterizado na Tabela 15, no período de realização das análises, foi de 280 m<sup>3</sup>/h, o qual apresenta grande variabilidade pela diversidade de produtos que em sua grande maioria não se combinam para formar outros compostos.

Os valores médios de características físico-químicas, medidas ao longo de 1995, dos efluentes gerados nas diversas indústrias visitadas, são apresentados na Tabela 16.

**Tabela 16 - Características médias dos despejos têxteis em SC**

Temperatura (°C)	35 a 40
pH	7,2 a 11,7
DQO (mg/l)	1050 ± 380
DBO (mg/l)	315 ± 120
Sól. Sedimentáveis (ml/l)	3 ± 2

Estes valores mostram uma relação DBO/DQO da ordem de 0,3, caracterizando os despejos como de baixa biodegradabilidade (Braile e Cavalcanti, 1979). O tratamento biológico convencional pode ser recomendado, haverá grande redução de DBO e redução parcial de DQO.

Os dados da Tabela 16 mostram também que, os despejos têxteis gerados em Santa Catarina têm características semelhantes aqueles gerados em outros países tais como: Marrocos, Turquia, França, África do Sul, USA, etc.(Souabi et al., 1996; Orhon et al., 1992; Groff, 1993; Gros, 1979; Meyer et al., 1992).

As cargas poluidoras são variáveis segundo a etapa do processo produtivo; podem ser avaliadas em termos de kg DBO ou kg de sólidos totais por tonelada de produto processado. Em termos de DBO, as maiores cargas vêm da etapa de desengomagem, quanto aos sólidos, as maiores cargas são da etapa de tingimento.

Dos elementos que contribuem para as altas cargas poluidoras nos despejos têxteis, destacam-se os corantes, com uma diversidade de especificações que se destinam a resultados específicos.

Alguns dos mais comuns nas indústrias visitadas são:

**- Reativos**

Os corantes reativos são usados principalmente para o tingimento e estamparia de fibras celulósicas. Reagem quimicamente com o algodão, viscose, linho, lã e seda.

São os mais populares corantes na manufatura têxtil, devido principalmente às suas características favoráveis a rapidez na reação de tingimento, facilidade de operação e baixo consumo de energia na aplicação. O maior problema com relação a esses corantes está na competição entre a reação de tingimento com o substrato têxtil e a reação do corante com a água. Até o presente, as taxas de fixação do corante variam entre 60 a 90 %, mandando grandes concentrações de corantes não fixados para os despejos (Camp e Sturrock, 1990). Infelizmente, os processos de tratamento de despejos, que são atualmente empregados, não removem estes corantes de forma satisfatória.

#### **- Azo Pigmentos**

Os naftóis, corantes mais comuns que possuem a ligação “azo” (- N = N -), usados especialmente em cores vermelho, amarelo e laranja. São empregados em fibras celulósicas, apresentam grau de difícil remoção no tratamento de efluente.

A degradação biológica desses corantes é feita em duas etapas: a primeira é anaeróbica para quebra da ligação “azo” do corante; a segunda é aeróbia para decomposição de compostos tóxicos e aminas aromáticas carcinogênicas. Meyer et al. (1992) avaliaram a habilidade de remoção desses corantes através de materiais naturais adsorventes, obtendo bons resultados. Harmer e Bishop (1992) recomendam processos de biofilmes, em cujo interior existem as duas fases: anaeróbia e aeróbia.

#### **- Ácidos**

São corantes que têm esse nome devido a presença em suas moléculas de um ou mais ácido sulfônico ou outros grupos de ácidos. Contribuem para o pH do efluente com valores entre 3,5 e 6,0.

Quimicamente os corantes ácidos consistem de antraquinona, trifenilmetano, azina, xanteno, xetonimine, compostos nitro e nitrosos. São corantes aniônicos solúveis na água, aplicados em fibras nitrogenadas tais como: lã, seda, nylon e fibras acrílicas modificadas de banhos neutros ou ácidos.

### - Básicos ou Catiônicos

Possuem cores brilhantes, porém têm baixa fixação. São empregados basicamente para fibras sintéticas como acrílico, seda e lã, e em menor quantidade em fibras naturais como o algodão. Contribuem com despejos alcalinos às estações.

### - Diretos

Usados sobre fibras celulósicas, são conhecidos como corantes substantivos. A maioria desses corantes pertence as classes di, tri e poli - azo. São aplicados em banhos neutros ou ligeiramente alcalinos, próximos da ebulição, nas quais foi adicionado cloreto de sódio ou sulfato.

### - Vat (Índigo)

Obtido de Indigoferal - Aplicado há 5000 anos antes da introdução do Índigo sintético comercial, é um dos mais antigos corantes conhecidos, obtido de moluscos encontrados nas pedras do Mar Mediterrâneo. A característica destes compostos é o grupo Cetona ( $>C = O$ ) o qual é reduzido para forma ( $>C - OH$ ). Aplicado principalmente para fibras celulósicas.

### - Dispersos

São pigmentos e, portanto, insolúveis. Comumente usados no tingimento do polyester, nylon e acrílico. Usados nos banhos sob a forma de dispersão aquosa fina. Quase todos os corantes dispersos são aminas primárias, secundárias ou terciárias dos três tipos principais: (a) aminobenzeno, (b) aminoantraquinona e (c) nitrodiarilaminas.

### - Ao Enxofre

São derivados de ácido tiosulfônico, empregados geralmente para obtenção da cor preta, e em fibras celulósicas. Produzem odor desagradável ao efluente, além de dificultarem na remoção final da cor do mesmo.

Em relação aos corantes, é importante salientar que muitos contêm metais pesados em sua composição, como por exemplo, alguns corantes ao enxofre que possuem dicromato de potássio como oxidante, gerando cromo hexavalente (solúvel em água e muito tóxico) no despejo. Outros

corantes ao cromo também liberam cromo hexavalente no efluente. Alguns corantes diretos também possuem metais (CETESB, 1993).

Através de estudos junto à Cetesb, levando em conta a DQO e a eficiência de diversos tipos de corantes, chegou-se a um grau de potencial poluidor para os mesmos, como se segue :

1° - Ao Enxofre, 2° - Naftol, 3° - Reativo, 4° - Vat (Índigo), 5° - Direto.

As maiores perdas acontecem quando se usam os corantes ao enxofre, os diretos e os reativos. Nas indústrias de Santa Catarina são exatamente estes os tipos mais comumente empregados.

As enzimas, que são largamente utilizadas hoje, funcionam como catalizadores biológicos, que auxiliam nas reações químicas, não fazendo parte delas. Ao contrário dos catalizadores químicos, são produzidas por e em associação com processos biológicos (normalmente são um sub-produto de bactérias e fungos). A enzima celulósica (celulase) utilizada nas lavanderias, age basicamente na superfície da fibra, deixando seu interior intacto. Os dois tipos de celulase existentes no mercado são a celulase neutra e a ácida. A neutra tem sua atuação em uma faixa de pH de 6,0 a 8,0 e a ácida em pH menor que 5,5. Ambas têm sua atividade ótima em temperaturas na faixa de 55 a 60°C (Lavanderia & Cia, n° 103; citado em Gonçalves, 1996).

### **4.3 - Situação Atual Quanto à Aplicação de práticas Limpas nas Indústrias Têxteis de Santa Catarina.**

A busca de práticas limpas pode ser a introdução de um processo menos poluidor, ou a recuperação de matérias primas perdidas e/ou recirculada na fábrica, ou ainda a valorização de um resíduo que poderá dar origem a um subproduto.

A aplicação dessas tecnologias, observadas no parque têxtil catarinense, será apresentada neste sub-ítem através dos seguintes pontos :

#### **a - Máquinas**

- b - Produtos químicos**
- c - Processos de recuperação**
- d - Consumo de energia**
- e - Despejos**
- f - Controle de resíduos sólidos**
- g - Produtos ecológicos**
- h - Ferramentas em prol da qualidade**
- i - Atividades isoladas**

#### **a - Máquinas**

##### **a.1 - Substituição de máquinas**

Um ponto de extrema importância é o maquinário têxtil, dele depende quase que toda a performance industrial. Os pontos críticos, criados por um maquinário obsoleto e disforme, dão o incremento às indesejáveis atividades poluidoras.

Observou-se em algumas das indústrias visitadas a substituição de equipamentos, não automatizados para os automatizados. Utilizando programas computadorizados, existem máquinas dosadoras de cores que fazem os trabalhos para preparação das pastas, que serão usadas nos cilindros de impressão, através de receitas, evitando perdas e desperdícios de corantes.

Nas máquinas não automatizadas o processo que se segue é descontínuo, com registros manuais, tempo de enchimento em torno de 2 minutos e de esvaziamento de 1 minuto; depois que a máquina está cheia, a leitura de nível é feita pelo operador, e a água é aquecida à temperatura de operação, que fica em torno de 50°C. Nas máquinas automatizadas o processo é contínuo, regidos por programação com sensor de nível para encher a máquina. Dispensa o uso do operador o tempo todo sobre a mesma e recebe água previamente aquecida pelos trocadores de calor.

##### **a.2 - Operações inovadoras**

As máquinas de lavar que apresentam sistema contínuo de lavagem com fluxo invertido, apresentam-se geralmente distribuídas em três, cinco ou até sete câmaras, podem ser compradas ou adaptadas de acordo com as necessidades da empresa, que pode utilizar equipamentos antigos ou parados para montar um novo.

O esquema de funcionamento deste tipo de máquina consiste na entrada da água limpa pelo lado oposto ao da malha, como mostra a Figura 8.

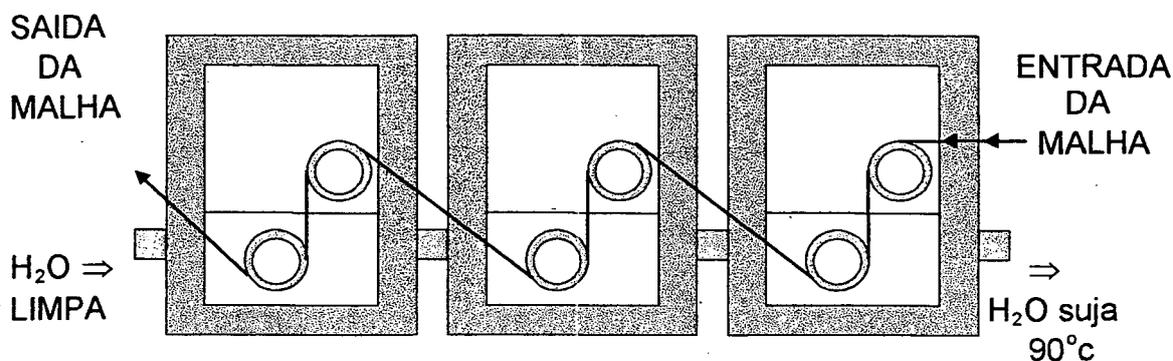


Figura 8 - Máquina de lavar fluxo contra-corrente.

### a.3 - Processos diferenciados

Existem máquinas que fazem amaciamento utilizando um balão de jato de ar, ao invés dos chuveiros constantes de água fria sobre o tecido, para separar a malha dupla antes da imersão no banho de amaciante. Esta tecnologia foi testada pela empresa fabricante, que desenvolve trabalhos com seus equipamentos para beneficiamento de malhas. Esta operação ganha na redução do consumo de água com a troca pelo balão de ar. Podemos observar equipamento com jato de ar dentro da máquina, na Figura 9.

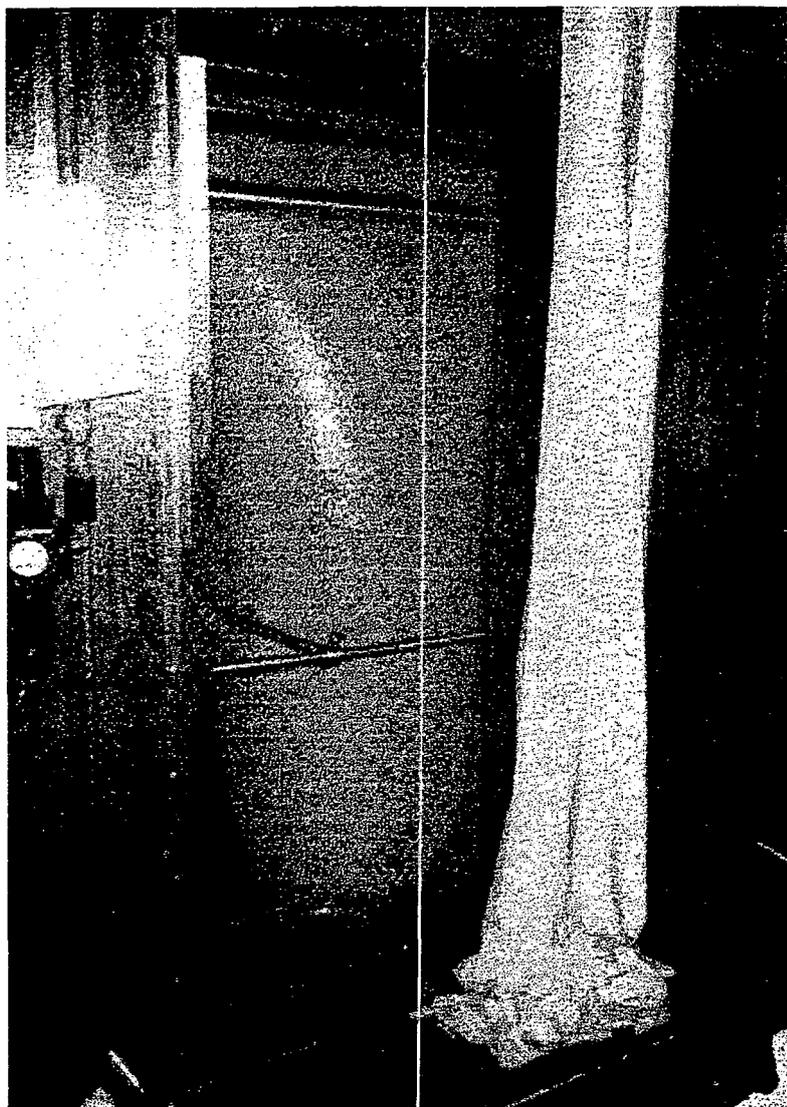


Figura 9 - Vista do processo de amaciamento com balão de jato de ar.

Em outras máquinas, o amaciamento por impregnação no banho com descarte, acontece só no final; são máquinas com sensor de nível para a fase do amaciamento. Pode-se utilizar três tipos distintos de amaciantes para completar os níveis sempre que necessário, sem comprometer a qualidade do banho.

#### a.4 - Tingimento

Nos “lay out’s” de fábrica observa-se uma separação do maquinário para tingimento de fios, outra para tingimento das malhas e tecidos planos. Estes setores dentro das áreas de beneficiamento, procuram manter zonas de trabalho com cores semelhantes, bem próximas umas das outras. Estes procedimentos sustentam a sequência em ordem crescente de tonalidade dos

banhos de corantes, a fim de que não se tenha que utilizar água para lavação das máquinas entre uma partida e outra.

Outro exemplo, é a junção de quatro lavadoras antigas em uma só máquina de lavar. A partir deste trabalho consegue-se obter um equipamento lavando duas vezes mais do que as antigas máquinas individualmente. O valor para capacidade adquirida da máquina, depois de sua junção, é uma relação de banho 7 l água/kg malha.

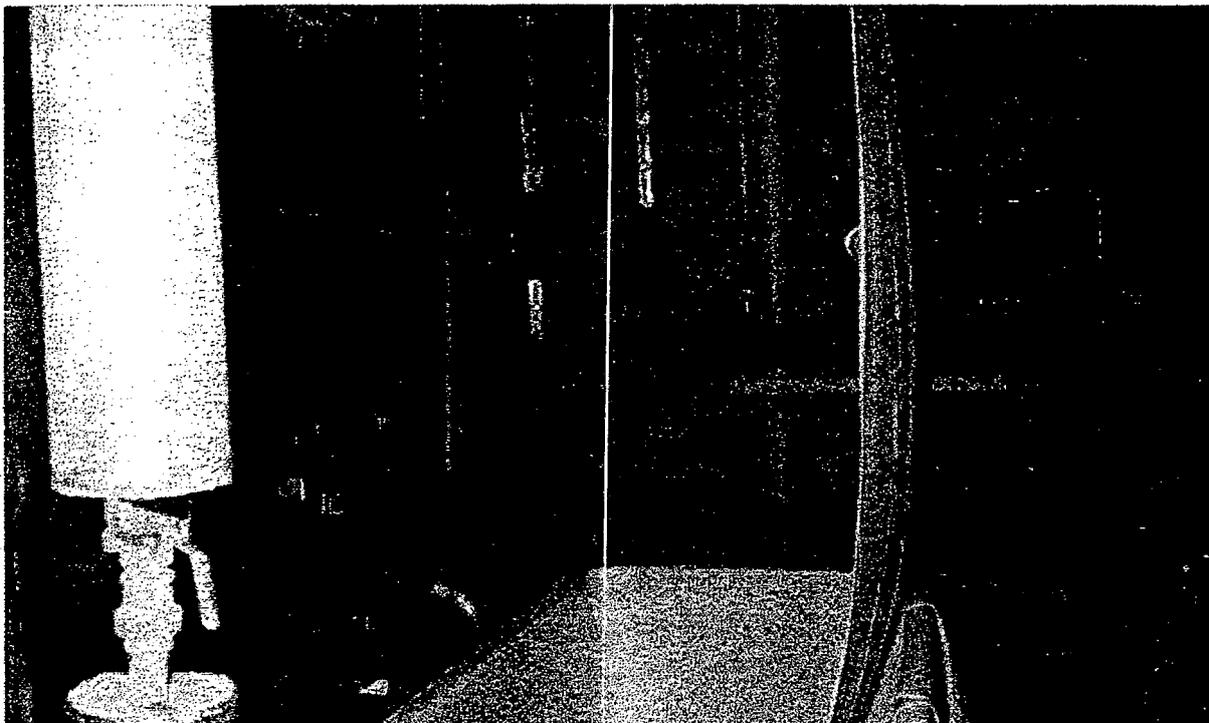
Hoje, os recursos financeiros disponíveis são utilizados em investimento para maquinário novo e mais moderno. Os novos equipamentos geralmente apresentam maior qualidade no tingimento, mas este fator não impede as iniciativas de se trabalhar práticas limpas com o que está disponível na empresa.

#### **a.5 - Lavagem**

Muitas indústrias inovam com relação a algumas de suas máquinas. Observamos, por exemplo, um sistema de lavagem montado com aproximadamente 20m de comprimento. Nele se desenvolve o alvejamento contínuo, juntamente com sequência de lavação em fluxo contracorrente, possuindo ainda um sistema de bombeamento do restante da água de lavação para a primeira etapa do alvejamento. Esta máquina apresenta economia de 30 m<sup>3</sup>/h de água, segundo dados fornecidos pela empresa.

Dentro das rotinas das máquinas de lavar automatizadas, já se pode contar com programas que determinam a quantidade de água para cada cor específica. Isto evita o controle manual de nível pelo operador junto de cada máquina especificamente.

Outro fator que pode ser observado é a modificação dos processos de trabalho. Como por exemplo: três lavadoras, com trocadores de calor instalados, utilizam o processo de complemento do banho, com capacidade de 800 l, sempre repondo água previamente aquecida no trocador para o banho em questão. Este processo pode lavar até 24 horas sem descarte do banho, permitindo a exaustão do mesmo. A Figura 10, mostra os trocadores de calor acoplados as máquinas.



**Figura 10 - Lavadoras com trocadores de calor.**

A utilização de pista dupla nas lavadoras, sempre em cores claras ou bem próximas, reduz o consumo final de água, uma vez que a operação é feita em conjunto. A capacidade de uma máquina utilizando pista única é de 1800 m/h, utilizando pista dupla sua capacidade é de 3600 m/h. A Figura 11 mostra um esquema do processo de pista dupla

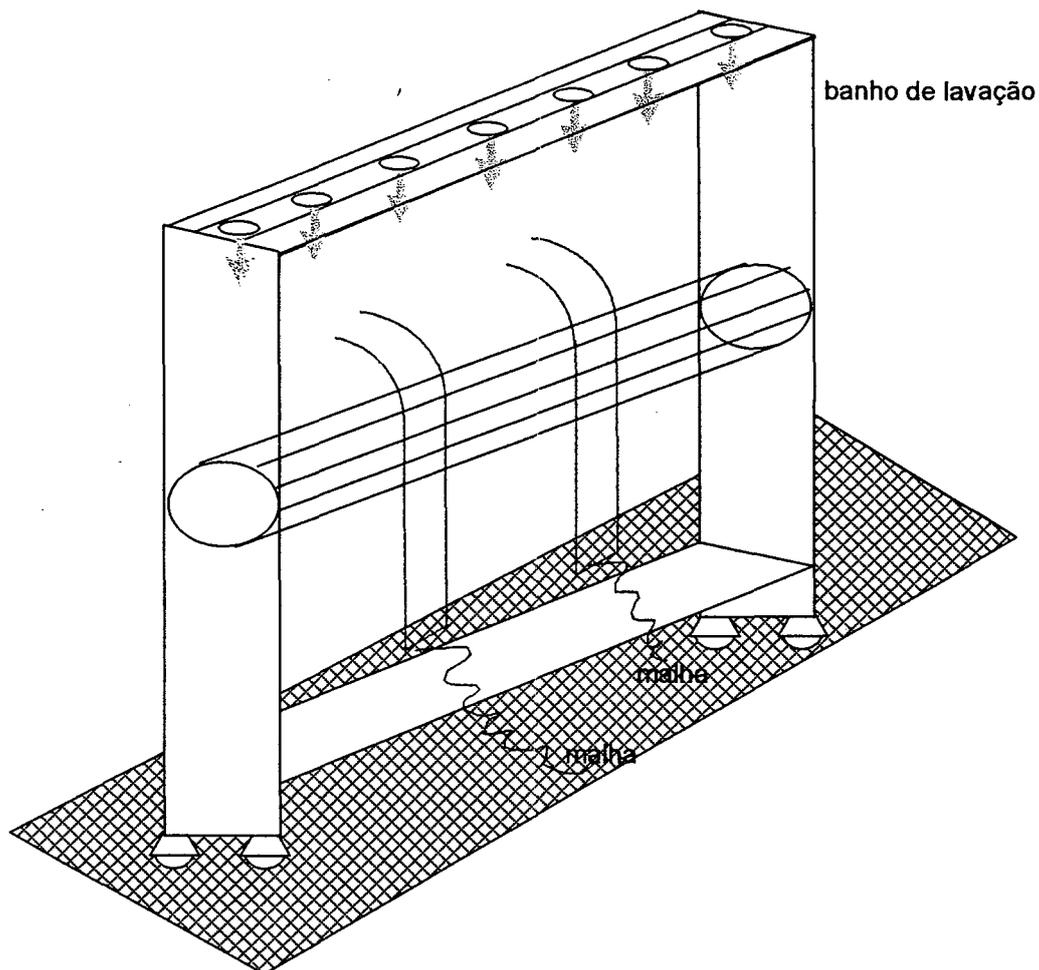


Figura 11 - Modelo de máquina de lavar utilizando pista dupla.

- O pré-alvejamento executado a frio ou a quente, dependendo do tipo de máquina, apresenta diferenças consideráveis na vazão necessária quanto ao tipo de tecido (felpudo ou liso), apresentados na Tabela 17.

Tabela 17: Vazões utilizadas no pré alvejamento

Pré-alvejamento	Vazão (l/h)
Água fria - tecido felpudo	8.800
Água fria - tecido liso	5.300
Água quente - tecido felpudo	2.900
Água quente - tecido liso	1.800

Mesmo com gastos em energia elétrica, no aquecimento das caldeiras, nas instalações de trocadores de calor, geralmente os banhos a quente compensam mais que a frio, pois este último implica em maior consumo e descarte de água.

#### a.6 - Automação

A automação industrial é o coringa dos tempos modernos; estes programas de automação possibilitam um operador a cada quatro máquinas, fácil programação, leitura por unidade de máquina através de programas de controle de produção de acordo com a normalização da ISO 9000, e em relação ao consumo de água, geração de efluente, vapor e pH do banho.

Estes novos procedimentos facilitam na produção e no controle do processo de emissões de efluentes líquidos.

Para controle do processo de emissões de efluentes na lavação das telas da estamparia, têm-se o exemplo de um maquinário de tecnologia própria, desenvolvida pela indústria, para separação dos pigmentos restantes. Este utiliza o solvente como solução, que remove a parte restante para um reservatório inferior na máquina. Os pigmentos também ficam em um reservatório onde são coletados posteriormente.

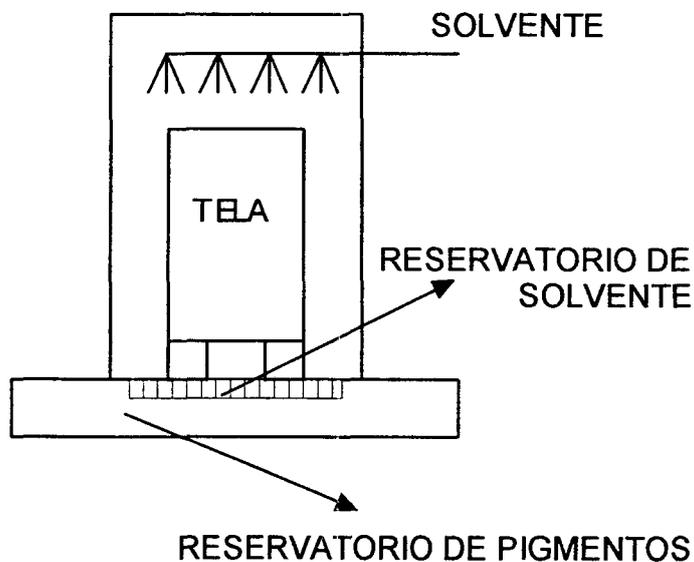


Figura 12 - Reservatório de pigmentos das lavações de telas.

Algumas indústrias também se preocupam com o desempenho das máquinas de tingimento, procurando uma melhor fixação dos corantes, realizando estudos sobre as máquinas dosadoras de produtos. Um exemplo é o projeto de bomba dosadora para o processamento com a barrilha, que é utilizada para fixação de corantes. Por exemplo, para se fazer o tingimento com o verde são necessários: 30g/l remasol (corante); 30g/l barrilha; através da bomba dosadora com dosagem máxima de 3g/l; 0,87g/l de soda cáustica. Assim a bomba vai dosando na medida que o tingimento vai ocorrendo; o pH varia entre 8 a 12 obtendo-se maior conformidade com a curva de corante fornecida pelo produto.

Neste processo otimizado pelas bombas dosadoras, elimina-se as sobras de corantes, que geralmente ocorrem nos banhos de tingimento. Este também garante a reprodutibilidade do tingimento mais facilmente, com medidas exatas de produtos químicos e auxiliares. Gera uma economia no custo em torno de 10 a 15%, quanto ao consumo de corante, além de favorecer a estação de tratamento pelo envio de menor carga de produtos nos despejos.

Um processo novo chamado “Ben-Bleach”, compreende um simples estágio contínuo de desengomagem e alvejamento com apenas um processo de vaporização. Em uma única passagem, os tecidos cinzentos são convertidos para um artigo pronto para tingir. Este novo processo apresenta-se com os equipamentos de ponta lançados no mercado, limitando um pouco sua extensão como tecnologia de processamento dentro do polo têxtil catarinense, uma vez que foi discutido como material a ser adquirido por uma única empresa.

#### **b - Produtos químicos**

A parte de produtos químicos e similares é bem variável. Os critérios de escolha vão desde a qualidade dos produtos oferecidos, passando pelos custos, até a toxidez e outros fatores.

Geralmente as indústrias se utilizam do que há de melhor em termos de qualidade e reprodutibilidade, dentro daquilo que desejam para sua empresa. A qualidade segue linhas bem específicas dentro de uma indústria, depende do público alvo que ela pretende atingir, do segmento que adota e da fatia de mercado que consegue arrematar com seus produtos.

Muitas vezes uma indústria adota dois ou três segmentos diferentes, atende com seus produtos o público A, B e C, implicando na linha de processamento em operações semelhantes, porém distintas em componentes e resultado final.

Na produção de 550 t/mês de malha beneficiada, o consumo básico de produtos químicos é mostrado na Tabela 18:

**Tabela 18: Consumo básico de produtos químicos.**

<b>Produto</b>	<b>Consumo básico</b>
Sal	60,0 t/mês
Peróxido	8,0 t/mês
Barrilha	15,0 t/mês
Acido acético	3,0 t/mês
Outros ácidos	60,0 t/mês
Corantes reativos	3,2 t/mês
Corantes enxofre	6,9 t/mês

Para exportação, ocorrem algumas exigências acerca dos produtos químicos contidos nas malhas ou tecidos, que geralmente não podem conter: Hipoclorito, Formol, Naftol por se caracterizar cancerígeno, o Branco ótico que tem composição de césio.

A manipulação dos produtos químicos dentro das fábricas é feita com folhetos explicativos de controle interno e segurança individual.

As empresas têm prioridades na hora de optar por um produto químico. Este fator é de importância vital no desenvolvimento dos produtos, e apresentam-se por ordem decrescente de escolhas, segundo levantamento junto a essas:

- Qualidade (padrão)
- Reprodutibilidade
- Custo
- Base
- Disponibilidade no mercado

- Condições do produto a 100%
- Laudo do fornecedor em relação à toxidez e à biodegradabilidade
- Constância de entrega
- Agressividade ( $\pm$  tóxico)

As cores formam o primeiro contato entre fornecedor e cliente, e para elas é dispensada uma atenção especial. Os laboratórios responsáveis pela reprodução das cores trabalham geralmente com arquivos de até 1.000 tonalidades diferentes. Estes arquivos proporcionam agilidade na hora da escolha pelos clientes. O processo é feito com corantes de diferentes tipos e tingidos em ensaios à determinadas concentrações de receitas, e aí então, arquivadas no computador. Elimina-se a etapa de banhos por partida de até 15 kg de tecido, para testes de cores.

Estes cuidados com a cor se refletem também nas estações de tratamento, pela observação de arraste de cores. Na utilização do preto ecológico, um tipo de corante antioxidante, consegue-se uma redução visível na hora do tratamento. Este produto químico também apresenta redução no tempo de produção da malha na máquina.

Nos processos de tingimento com corante à base de enxofre usando antioxidantes, geralmente redutores tipo açúcar, tem-se reflexos positivos no tratamento biológico de efluentes. Algumas análises, dentro das estações de tratamento, dos parâmetros DQO e DBO e dos produtos químicos utilizados no processo, consistem de testes de degradabilidade destes últimos. Tais procedimentos visam deter, já no processo de fabricação, os produtos químicos que não se comportam bem nas estações, ou seja, que são muito agressivos, não apresentando uma boa tratabilidade. Os estudos também são discutidos junto aos fornecedores, incentivando-os a produzir melhor. Os corantes reativos são geralmente mais baratos, com grau de toxidez um pouco menor, e tem seu uso em 80% das atividades de tingimento.

O emprego de corantes bifuncionais, que são corantes que podem ser utilizados tanto para o tingimento a frio ou quente, ganha em lavabilidade do tecido. O tingimento é mais rentoso para corantes dessa natureza, uma vez que adere em torno de 90% ao tecido, enquanto outros fixam-se em média de 70 a 75 %, assim não há sobra de corantes para descarte de efluentes.

Em alguns casos observamos a substituição de corante a base enxofre por corante reativo com “solantrem” (elemento na composição do corante), que utiliza tempo de banho maior para fixação, mas é menos agressivo no tratamento de efluentes. O uso do formol também foi substituído em larga escala pelo álcool etílico.

Na estamparia, o setor deixou de utilizar os solventes aromáticos como querosene e formol para limpeza dos quadros. Os solventes clorados acarretam problemas na estação de tratamento, foram substituídos por emulgador biodegradável, com obtenção de bons resultados na tinturaria e sem problemas para ETE. A barrilha que é um produto bastante utilizado para a fixação dos corantes, não apresenta grandes restrições em seu uso e os corantes sem amônia são considerados os ecologicamente corretos.

Podem ser aplicados testes com os produtos químicos para verificar seu comportamento e emprego. Testes elaborados para o tingimento com naftol comprovaram interferência no tratamento biológico, sua utilização junto ao tingimento foi substituída, por ser este muito agressivo aos microorganismos.

Os atrativos dos novos materiais estão por toda parte, pode-se também optar por uma linha de corantes que trabalha com temperatura de banho de até 60°C, quando o normal é 95°C a 100°C, obtendo-se com a diminuição de temperatura, economia de energia e de tempo de máquina. Estão disponíveis também os corantes que aderem às superfícies específicas, por exemplo: uma malha com listras em algodão e outras em poliamida, cada corante do banho adere a sua superfície específica, evitando os tecidos com falhas no tingimento.

A poliamida é um material que para ser trabalhado precisa ser fixado com ácidos. Os sais são utilizados para preparar a montagem do corante na fibra. Para os corantes reativos, os alcalis fixam-se naturalmente e geralmente dispensam o pré-alvejamento.

Nas lavações é feito o uso de detergente comum, geralmente numa relação de banho de 7 l de água/kg tecido, mas estes valores oscilam em função da velocidade da máquina, da gramatura do tecido (g/m) e da vazão.

As gomas sintéticas comuns são “Cb20”, a base de poliacrilatos podem reduzir a DBO em 50% e melhorar a trabalhabilidade do tecido, são menos poluidoras, porém custam mais caro. As gomas de amido ou fécula de mandioca têm concentração controlada, o amido é mais atrativo por ser mais facilmente degradável.

Para a estamparia, que é um setor crítico pela grande quantidade de pigmentos manipulados, utiliza-se basicamente pigmentos solúveis, que já vêm emulsionados, e pigmentos químicos a base de água.

Atualmente encontram-se em pesquisa na UFSC em parceria com uma das indústrias visitadas, produtos que agem sobre a massa acrílica, resultante das operações de estamparia, e a transformam em pó, que pode ser enterrado. A água extraída do processo pode ser recirculada, gerando redução de volume de despejos e consequentemente lucros.

### **c - Processos de recuperação**

A recuperação ou reutilização de água e/ou produtos químicos na indústria têxtil catarinense pode ser resumida em algumas ações individuais das empresas ou de seus funcionários, na busca de uma rotina mais econômica e produtiva.

As principais ações encontradas nas indústrias visitadas foram:

#### **c1 - Recuperação de produtos**

Na mercerização, onde o produto base é a soda cáustica concentrada (NaOH), as sobras deste são bombeadas para os tanques de retenção para serem diluídas e novamente utilizadas no processo. Esta ação economiza o consumo de soda cáustica e de agentes neutralizadores do pH, no tratamento dos efluentes.

Outro processo com possibilidade de recuperação é a limpeza das telas com varsol(querosene). O excedente deste produto é coletado em uma câmara individual para nova utilização.

## **c2 - Reutilização da água**

Algumas máquinas secadoras de fios tingidos possuem sistemas de desvios de água limpa de resfriamento para a estação de tratamento de água de abastecimento, gerando uma redução no consumo de água de 20 m<sup>3</sup>/hora, com este reaproveitamento. Foi observado um sistema com as mesmas características, apresentando uma economia em torno de 30m<sup>3</sup>/h de água limpa, para uma das indústrias visitadas.

Observamos também a adoção de processos de neutralização diretamente nas máquinas. Utilizando no banho a barrilha e a soda cáustica para fixação do corante, o tecido não sai com pH elevado, pois usou-se direto na máquina CO<sub>2</sub>, e o ácido acético junto a água no processo de lavagem.

## **c3 - Substituição de máquinas**

Observou-se em algumas indústrias a utilização de novas barcas de tingimento em substituição às antigas, que gastam cinco vezes menos água para tingir um mesmo volume de produtos.

## **d - Consumo de energia**

O consumo de energia é um dos mais importantes fatores que detêm a atenção das indústrias. Todo trabalho que é desenvolvido a fim de reduzir esse consumo é divulgado pelas empresas.

Esta redução pode se iniciar pelo consumo de energia elétrica, com estratégias simples como a utilização de gerador próprio nos horários de pico das 17:30 às 20:30h e tarifação ouro sazonal (tarifa verde) que é mais barata.

Outras experiências nos horários de pico como o desligamento do ventilador da tecelagem, do picador de linha, da briquetadeira, da secadora de fios e/ou de lavadoras mais antigas, representam diminuição de 25% no total das faturas.

A utilização de máquina briquetadeira, que elabora os restos de algodão em rolos, prensa e depois picota, transformando-os em briquetes, que são usados como combustível nas caldeiras, gera economia na compra de lenha.

Na empresa onde funciona este sistema, classificada como empresa de grande porte, produz-se em torno de 30.000 kg/mês de restolhos de algodão, descartados antigamente, e que agora transformados em briquetes geram uma economia na compra de cavaco da ordem de R\$ 6,00/m<sup>3</sup>. Cada 1.0 kg de briquete utilizado corresponde à 2,13 kg de lenha economizados. Somente após algum tempo de uso é que se verificou que o material a ser queimado se transformava em cinza muito rapidamente, perdendo seu poder de queima e calor. Mas alternativas como esta ficam registradas como incentivos a atividades, nesta ou em outras áreas.

Os resultados positivos em relação ao consumo de material para as caldeiras deve-se também a bons programas de otimização das mesmas. Por exemplo, o vapor direto gasto na lavadora e o vapor indireto gasto na secadora. Utilizando-se trocador de calor unificado, uma caldeira de 15 toneladas de capacidade consome menos combustível, menor tempo de trabalho e menos produto ( lenha, óleo,..) em torno de 12 ton/h, por que exige menos vapor. Outro exemplo é a utilização indireta da água, isto é, a água quente vinda das caldeiras, do beneficiamento e do controlador de temperatura junto às máquinas é armazenada em uma cisterna específica, que a retorna ao processamento.

Novas engomadeiras foram projetadas para um consumo mínimo de vapor e energia elétrica. Sistemas adequados de acionamentos e efetivos isolamentos térmicos, garantem a eficácia. Estes se dão através de espremedores de alta pressão, que reduz consideravelmente o consumo de energia necessário para a secagem posterior. Além disso, a redução das reservas do grau de engomagem diminui o consumo de goma.

Pode-se também fazer a reutilização do vapor de baixa, isto é, o próprio condensado vai para o desaerador que abastece a caldeira. Para produção de vapor em caldeira a lenha utiliza-se cerca de 9 ton/h, com retorno de condensado este valor baixou para 7 ton/h, com temperatura de 90°C a 100°C na entrada da caldeira.

Existem duas formas de utilização de vapor, o vapor vivo, que gera energia para máquina e o retorno do condensado que é utilizado somente como fonte de aquecimento. Os ganhos com o uso do condensado são da ordem de 30% no consumo de energia. Na máquina sanforizadeira, por exemplo, o condensado pode aquecer os cilindros, que em contato com a água possibilitam a umidificação das borrachas, evitando rachaduras e prolongando a sua vida útil, depois retorna para caldeira.

#### **e - Despejos**

Os despejos gerados nas indústrias visitadas são todos enviados às estações de tratamento de efluentes, ETE's, que primam em devolver ao corpo receptor um efluente que não venha alterar a qualidade de sua água, preservando a segurança de quem, de uma maneira ou de outra, venha a se utilizar dela. As ETE's em geral são do tipo convencional com tratamentos primário e secundário, como mostrado no anexo 3, item 3.2.

Algumas empresas optaram pelo tratamento de seus efluentes em consórcio, como por exemplo, o que está para ser implantado na cidade de Brusque, SC. Este sistema realizará tratamento coletivo de várias empresas com diferentes tipos de efluentes, integrado às prefeituras municipais. A viabilidade de custos é estimada junto ao valor de estação de tratamento individual e pela vazão contribuinte de cada indústria.

O tratamento de efluentes compreendendo uma etapa de tratamento físico-químico além do tratamento biológico é um grande gerador de lodo químico dentro da indústria. Um estudo feito por uma das empresas de grande porte visitadas, mostra o lodo produzido em torno de 400 t/mês, esse valor foi reduzido pela metade com a retirada da etapa de tratamento físico-químico, uma vez que mais da metade do lodo é formado durante o próprio processo de tratamento dos efluentes, feito atualmente por via química. A alternativa de tratar o efluente pela via biológica, gera uma economia em torno de 20% menos que o tradicional físico-químico, e tem-se uma expectativa na redução do lodo de até 80% para alguns casos. Outro fator considerável é a possibilidade de utilização do pouco lodo resultante como fertilizante, e a economia com custo de transporte e disposição final do mesmo em aterros sanitários.

Em outra empresa, a utilização de um sistema de tratamento com injeção de oxigênio dissolvido permitiu a redução de 6 toneladas para 3 toneladas, no consumo mensal de CO<sub>2</sub>, usado para neutralização do pH.

#### **f - Controle de resíduos sólidos**

Na indústria têxtil os resíduos sólidos são provenientes dos restos de algodão em fardos, das aparas de tecido na confecção, dos pigmentos em estado sólido da estamperia, da varredura dos prédios e arredores, do lixo de escritório, e principalmente dos lodos gerados nas estações de tratamento.

Estes lodos oriundos da prensagem do material decantado na estação é rico em metais pesados e outros componentes tóxicos, o volume produzido gira em torno de 300 toneladas por indústria dependendo do volume de despejos tratados. Como o lodo é um material não inerte (Classe 1) segundo ABNT, o seu depósito não pode ocorrer em qualquer local. As prefeituras são as responsáveis pela coleta desse material, cabendo às indústrias o pagamento de taxas extras pelo serviço de coleta e disposição. Os depósitos de lixo para onde o material é levado não apresentam grande área disponível ou solo impermeabilizado para receber este material. Dessa forma, as indústrias tentam achar alternativas, além da redução do volume de lodo na própria estação de tratamento, para esse descarte constante.

A fabricação de lajotas, por exemplo, foi a alternativa encontrada por uma indústria têxtil para a utilização de seu lodo. O lodo contendo ferro na sua composição foi utilizado como auxiliar na mistura do cimento dentro dos padrões da ABNT. Os ensaios de ruptura e compressão mostram que as lajotas produzidas suportam até 60 toneladas. O custo de fabricação dessas lajotas apresenta-se 30% menor que para as lajotas convencionais.

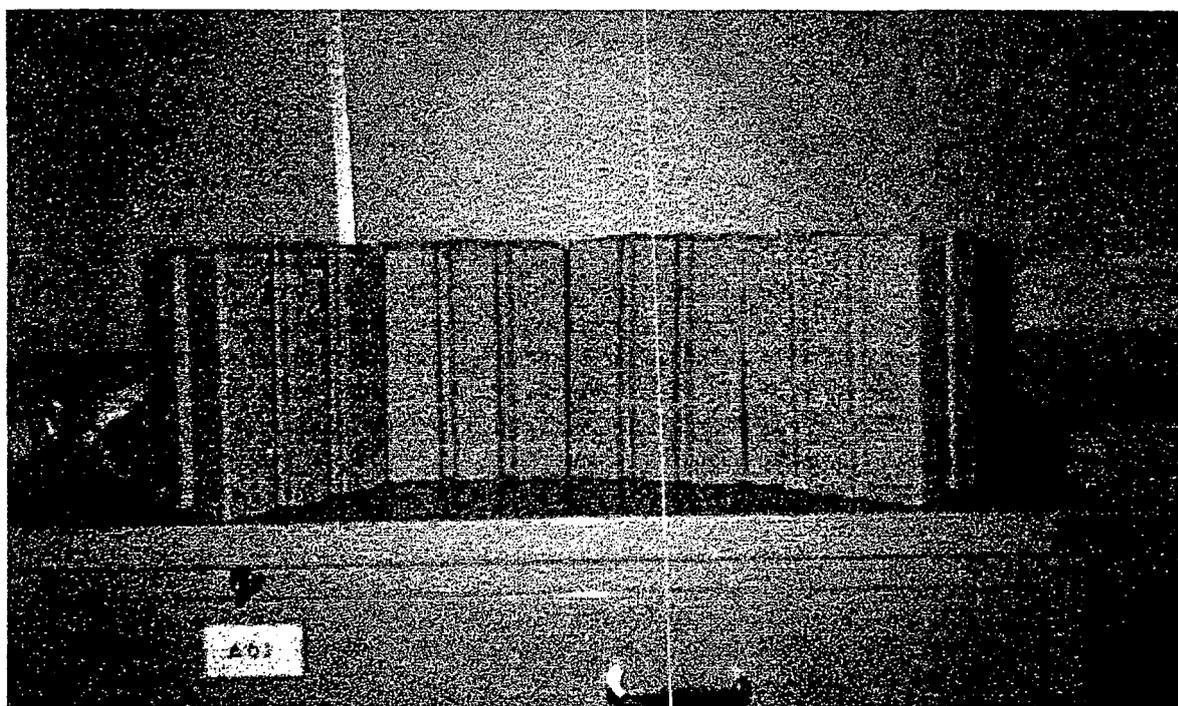
A fabricação de tijolos a partir do lodo, é outra alternativa possível. Esse material deve ainda ser testado na questão de sua toxidez, através de ensaios biológicos, de percolação e lixiviação, para tentar utilizá-lo como material de construção.

Misturando argila e lodo, uma indústria desenvolveu alguns tijolos com as composições apresentadas na Tabela 19.

**Tabela 19: Fabricação de tijolo, usando lodo como matéria prima.**

<b>Tijolo</b>	<b>Mistura</b>
A	Argila 100%
B	Argila 20 partes Lodo 1 parte
C	Argila 10 partes Lodo 1 parte
D	Argila 5 partes Lodo 1 parte

Não foram feitos os ensaios de ruptura. O que se observou foram fissuras e esfrelamentos nos tijolos que receberam maior parte de lodo. A Figura 14 mostra a forma desses tijolos.



**Figura 13: Tijolos fabricados com lodo têxtil e argila.**

O Tecpar, Instituto Tecnológico do Paraná, busca tecnologias com microorganismos para degradar o Enxofre, o Ferro e os metais pesados do lodo e tentar utilizá-lo na agricultura.

O que se fez com a utilização de corantes reativos quase isentos de metais pesados e lodo apresentando 75% de umidade, foi a deposição do mesmo sobre o solo e sobre este foi plantado

grama tipo *Amendoim*, que envolve a superfície evitando o arraste desse material e problemas decorrentes deste. Não acontece lixívia pela água e o lodo serve de suporte para gramíneas.

Para o controle de resíduos, uma indústria trabalha com planilha onde todos os resíduos são especificados. Este inventário quantifica as cargas, a origem, o estado físico, e os aspectos gerais (cor, odor e outros), o que possibilita monitorar ordenadamente as unidades, repensar as suas fontes geradoras e dar a cada resíduo, destino final adequado.

#### **g - Produtos ecológicos**

Na era da qualidade, produzir melhor, poluindo menos é a base onde as tecnologias despontam como fatores decisivos ao aumento da competitividade. As indústrias têxteis catarinenses estão inseridas neste contexto de modernização contínua. Divulgadas num novo cenário, pela inserção de seus produtos no exterior, as empresas engajaram-se nesta luta com projetos e pesquisas de efetivo interesse para a economia e a sociedade.

Desses estudos surgiram as embalagens fotobiodegradáveis, que se degradam em contato prolongado com a luz. As quais, por apresentarem um custo, ainda, mais elevado que as embalagens comuns, são mais utilizadas na exportação.

Para os produtos, há aqueles produzidos à base de fibras naturais, que não sofrem algum processo de branqueamento com alvejantes e é tingido com pigmentos extraídos de raízes, folhas e sementes de árvores. Como é o caso da “**camiseta ecológicamente correta**” lançada no mercado em 1993; e a “**toalha ecológica**” fabricada em fibra de algodão 100% natural, que não recebe alvejantes e tintas, lançada no mercado para exportação em 1993 e no mercado interno em 1994.

#### **h - Ferramentas nas linhas de produção**

Ao longo das visitas e procurando os aspectos ligados às tecnologias limpas, observamos em algumas indústrias a utilização dos mecanismos gestores dos programas de qualidade a nível mundial. Apesar de ainda tímidos dentro das empresas, esses programas ocuparam seu espaço e apresentaram resultados interessantes.

Os cartões *Kanban*, que do ponto de vista genérico são um sistema de programação e controle da produção, operacionalizado através do movimento de cartões, têm ampla aceitação dentro das indústrias. Pudemos observar as rotinas de produção, todas elas com a utilização dos cartões.

Muitas vezes traduzidas com identidades próprias, os sistemas sequenciais de programação agilizam as entradas de material e todo o sequencial de máquinas. As empresas visitadas adotam sistemas deste tipo, mas sua operação é particular em cada uma. Para cada material e tempo de processo, tem-se os cartões que determinam e giram o estoque.

Além da ampla utilização dos cartões *Kanban*, uma empresa em particular adotou a filosofia TQC como modelo de desenvolvimento à qualidade. As atividades estavam apenas começando e já se pôde observar o reflexo da teoria TQC sobre os funcionários de chão de fábrica.

Numa conversa informal com um operador de máquina, constatamos que para eles a importância do fator humano, a ser considerado dentro da indústria, é um ponto fundamental e por isso o empenho à reciprocidade no desenvolvimento das atividades.

Junto ao TQC, a empresa se valeu também da teoria dos 5S's, que visa basicamente a eliminação dos desperdícios. Este trabalho se inicia com o TQC, e não há notícias de modificações implantadas a partir da inserção dessas novas técnicas de gerenciamento nas rotinas de produção.

Estes programas estão em fase de divulgação, mas para que sua implantação seja efetiva, é necessário que haja a compreensão clara da razão de se introduzir o controle da qualidade total numa organização. Conversando com operários, percebemos que os próprios empregados tem consciência de que o *Know-how* do operador gera economia na produção. Assim, ainda que sendo novas, estas técnicas no primeiro momento, figuram como proposta inovadora e trazem expectativas positivas a todo pessoal da empresa.

Os CCQ's apresentaram-se como as ferramentas mais utilizadas, em nossa observação. O objetivo básico deste programa é o desenvolvimento pessoal, participação e integração. E

partindo-se dessas metas, alguns trabalhos desenvolvidos pelos círculos na linha de produção do setor de beneficiamento foram:

- a) Dos sessenta grupos formados em uma indústria, três grupos desenvolveram trabalhos de controle de vazão por perdas, em diferentes máquinas: 1 empregadeira, 1 lavadora e 1 máquina de alvejamento contínuo; o trabalho proposto é a colocação de registros para chuveirar os tecidos dentro das máquinas. Pensou-se em trabalhar com hidrômetros, instalados para medir em vários pontos perdas no processo dessas máquinas. Estes hidrômetros foram obtidos no depósito da indústria. Participam 10% dos operários, objetiva-se chegar à 40% e depois atingir os 100%.
- b) Elaboração de máquina de alvejamento contínuo com vinte metros de comprimento, com lavagem contra-fluxo, gerando uma economia de 30 m<sup>3</sup>/h; sistema desenvolvido via CCQ e setor de mecânica da empresa.
- c) Para estamparia, com trabalho através de CCQ, fez-se uma adaptação na máquina de estampar Frontal Total (Mecanotessile), recirculando a água que é jogada contra o tapete da esteira da máquina, e também adaptando uma peneira para retirada das partículas de tecido que por ventura aderirem ao tapete. O ganho neste processo é um menor consumo de água e de energia para girar a esteira, uma vez que livre de partículas ela apresenta melhor rendimento.

Além desses, também foram observados trabalhos desenvolvidos com a utilização dos círculos da qualidade, nos setores do beneficiamento e em setores diretamente ligados a estes, são os seguintes:

- ⇒ Lavação de escovas e placas de estampar, com utilização de água já repassada, ao invés de utilizar água limpa para limpeza das pastas da estamparia.
- ⇒ Desgravação dos quadros da estamparia, com tecnologia simples à base de solvente e água.
- ⇒ Colocação de um estrangulador (válvula) nas torneiras dos banheiros da fábrica para regular vazões.
- ⇒ Resfriamento de ambientes através da chuveiradas nos telhados com água não tratada (in natura).

- ⇒ Instalação de exaustor para retirada de vapores que são elevados e transferidos por canalização para diluição em água quente.
- ⇒ Trabalhos para análise de energéticos, desenvolvidos por grupos formados por quatro a seis pessoas, com tempo mínimo de participação de seis meses (com rotatividade), com afinidade nas áreas e autonomia de decisões quando surgem problemas.
- ⇒ Utilização de telhas translúcidas para diminuir o consumo de energia.
- ⇒ Montagem de planos para alcançar um fator de potência em torno de 92%, como modelo para redução no consumo de energia elétrica.
- ⇒ Chave individual para acender os pontos de luz acima das mesas, com controle manual de demanda.
- ⇒ Criação da CICE (Comissão Interna de Conservação de Energia), que se reúne uma vez por mês ou quando necessário.
- ⇒ Trabalhos com gerador próprio para emergências e para atender alguns setores, fora do horário de pico.
- ⇒ Caldeira a vapor com retorno de condensado como material de abastecimento, atingindo em torno de 50% e completa em 50% com água, para gerar a capacidade de produção da mesma.
- ⇒ Busca de tecnologias novas como o lavador de gases formados pela combustão nas caldeiras, para o controle da poluição atmosférica, e que num regime contra-fluxo são lavados com água. O modelo da máquina está apresentado no anexo 3, ítem 3.3.
- ⇒ Teste eletrônico para detecção de níquel nos botões e zípers que serão utilizados nas roupas, este elemento está proibido por norma.

A filosofia JIT, também é empregada nas indústrias na entrega e controle de estoques dos produtos químicos. O desempenho desse sistema pode ser observado para o processo de mercerização.

Os produtos químicos usados na mercerização são testados em termos de qualidade e também quanto à agilidade de suas entregas pelos fornecedores. Existem empresas especializadas que desenvolvem este tipo de trabalho junto a algumas indústrias têxteis da região de Brusque, na entrega JIT de controle de estoque.

Pode-se observar os primeiros sinais de aplicação das normas ISO em conjunto com Planejamento Estratégico direcionado a produção. Alguns laboratórios já apresentam os primeiros sinais para a implantação de algumas das normas da ISO Série 9000, os processos estão individualizados, mas com o tempo vão ter o laboratório todo normalizado. O Planejamento Estratégico foi lançado neste, para auxiliar na estruturação e redefinição de alguns parâmetros como :

- ⇒ Hidrofilidade: capacidade de absorção de água
- ⇒ Solidez: resistência de fio e cor
- ⇒ Toque: textura, parâmetros estes de vital importância na qualidade dos produtos desenvolvidos.

#### **i - Atividades isoladas**

Estas atividades não caracterizam a implantação, ou mesmo utilização de ferramentas gerenciais de produção, consistem em propostas desenvolvidas com objetivo de melhora geral das atividades empregadas e avaliadas como um todo.

O surgimento dos grupos de conhecimento, que discutem alternativas e acatam sugestões acerca do beneficiamento, encontraram alternativa para solucionar os problemas com poeiras, geradas pela queima do combustível nas caldeiras, no coletor de pó multiciclone. Ele funciona com um sistema de “*chicanas*”, que cria uma turbulência pelo contato, onde as partículas de pó se chocam com o ar precipitando-se. São coletadas em funil no final de filtro e acondicionadas em sacos plásticos para descarte. Apresenta eficiência de 95 à 98%

Sistema de lavador de gases instalado para retirada dos gases provenientes das caldeiras, que se processa da seguinte maneira: um coletor capta os gases com pH em torno de 10, passa por um compartimento onde é lavado com água limpa e recirculado por um ventilador, posteriormente é captado por um exaustor e lançado em chaminé para a atmosfera. Este modelo pode ser analisado no anexo 3, item 3.3.

Outro ponto em particular é a rede de abastecimento de água e seu transcurso dentro da indústria. Os sistemas muitas vezes obsoletos por suas tubulações e caminhos, geram problemas no abastecimento e perdas. Com esse fim, observamos um sistema desenvolvido em galerias subterrâneas, que apresenta pontos específicos de registros nas redes de distribuição para caldeiras, beneficiamento, estamperia e outros setores. Existe também previsão de bombeamento junto ao chão das galerias no caso de eventuais vazamentos, para evitar as infiltrações.

#### **4.5 – PONTOS CRÍTICOS OBSERVADOS DENTRO DAS INDÚSTRIAS, AO LONGO DAS LINHAS DE PRODUÇÃO.**

Esses pontos caracterizam falhas que ocorrem durante o processo produtivo, favorecendo o acréscimo de custos por desperdícios ou inviabilizando a rotina de trabalho correto.

Numa postura exploratória, sem especificar custo-benefício, lay-out de fábrica, treinamento de pessoal e tempo de vida útil da indústria, questionamos alguns procedimentos:

- ⇒ Na grande maioria, as indústrias mais antigas operam com 60% do maquinário já ultrapassado em tecnologia. O que se aplica são as altas relações de banho como é o caso das “barcas”, com relação de banho 1:20 ou 1 quilo de produto (malha)/ 20 litros de água, variando a 1:15. Existindo também uma série de vazamentos ao longo das diferentes máquinas, sem qualquer controle sobre o volume de desperdício.
- ⇒ Autoclaves com banhos 1:10 - 1 kg fio/ 10 litros água, muito empregadas no setor de tinturaria de fios, com vazão em torno de 40.000 m<sup>3</sup>/mês, valor bastante alto e que poderia ser reduzido se utilizadas máquinas mais novas com relação de banho bem menor.
- ⇒ Máquinas de amaciamento (Hidroextrusora), nacionais e também de marca italiana com sistema de chuveiro externo à máquina, em que a malha passa, é molhada pela água dos chuveiros e expremida nos rolos das máquinas. Essa água limpa poderia ser reutilizada no processo, é toda descartada para ETE.

⇒ Lavação das telas e tapetes da estamperia com “*varsol*” e água limpa. Este processo é feito com mangueiras, os registros ficam abertos continuamente até a retirada de todo resíduo com água limpa.

⇒ Máquina Frontal Total para estamperia de tecido plano, utiliza água limpa para lavação de seu tapete giratório, sem essa limpeza o tapete fica entupido de pasta com pigmentos e não consegue dar a volta na esteira. Porém, a água poderia ser outra que não água limpa, uma vez que a vazão para esse fim é de 1.400 l/h e toda descartada para a ETE. O efluente que resulta dessa operação é também proveniente da lavação da bomba dosadora para troca de cores, juntamente com sujeiras das telas e água com pigmentos.

⇒ Revelação das telas com emulsão à base de Diazóicos, de alta toxidez, e água. Existem sistemas que utilizam somente a água.

⇒ Desgravação dos quadros de impressão, diversas indústrias apresentam alternativas como:

- Uma mistura de Querosene, Cloro e água, por sistema de exaustão.
- Solução de Soda Cáustica variando entre 20 e 10%, com repouso de duas horas por imersão e lavagem com água.
- Peróxido de Hidrogênio (50 l), Soda Cáustica (50 l) e água (2000 l), este processo exige repouso de 24 horas, com volume sendo reaproveitado em quatro operações.

Todos os processos são altamente agressivos ao operador e com descarte de efluente; não se sabe se o banho é neutralizado antes de seu lançamento.

⇒ Máquina Chamuscadeira - Não gera despejo, mas exige um sistema de resfriamento em que a água limpa que é utilizada não é reaproveitada. A vazão de descarte não é estimada, e este seria mais um processo possível de se utilizar a recirculação da água.

⇒ Máquinas Ramas - Também exigem o mesmo processo de resfriamento, que as chamuscadeiras, e apresentam os mesmos pontos de perdas.

⇒ Máquina Compactadora - Dá a estabilidade ao tecido para não encolher e não ter estiramento. A água limpa utilizada é aquecida para manter aquecidos os cilindros e fazer a limpeza dos mesmos. Poderia se pensar em utilizar vapor para aquecer os rolos, e verificar a real necessidade de limpeza, durante o andamento do processo. O modelo esquemático da máquina pode ser visto na Figura 14.

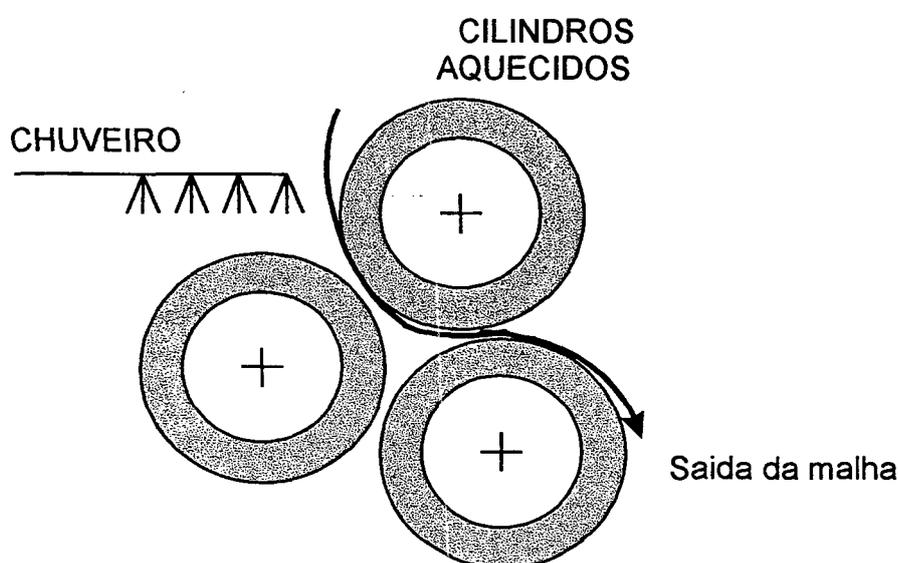


Figura 14 - Máquina Compactadora.

- ⇒ Fatores relativos a escolha dos corantes - A maioria dos parâmetros de escolha se sobrepõe a agressividade e bio-degradabilidade dos mesmos, ainda que essa escolha acarrete em custos posteriores de tratamento de efluente. Não existe um controle da matéria prima de forma a evitar a poluição antes do uso (prevenção da poluição).
- ⇒ Consumo de água para lavação das máquinas de tingimento - Por exemplo, primeiro faz-se um tingimento na cor azul, que trabalha a 95°C de temperatura, e depois quer-se fazer uma cor verde. Daí então, é necessário lavar a máquina para a remoção do corante que adere às paredes. Utiliza-se, numa máquina de 300kg de capacidade, 2600 l de água + detergentes + aditivos + 2600 l de água para limpeza final, para em seguida ter-se condições de executar o tingimento da cor verde na máquina.

Do preto para o amarelo, o preto lava à temperatura de 20°C e solta mais fácil da máquina, para uma máquina com capacidade de 300kg é necessário que usar 2600 l de água + detergentes + aditivos (peróxidos, ácidos, hipoclorito), para poder então fazer a cor amarela.

Assim, fazendo-se as mesmas cores ou cores bem próximas na mesma máquina, evita-se estas lavagens com grande quantidade de consumo de água.

A Figura 15 mostra o descarte coletivo de várias máquinas, em processos individuais de beneficiamento como: diferentes etapas, cores, temperaturas, carga química e outros elementos constituintes nos banhos com corantes, ou processamentos textéis em geral.

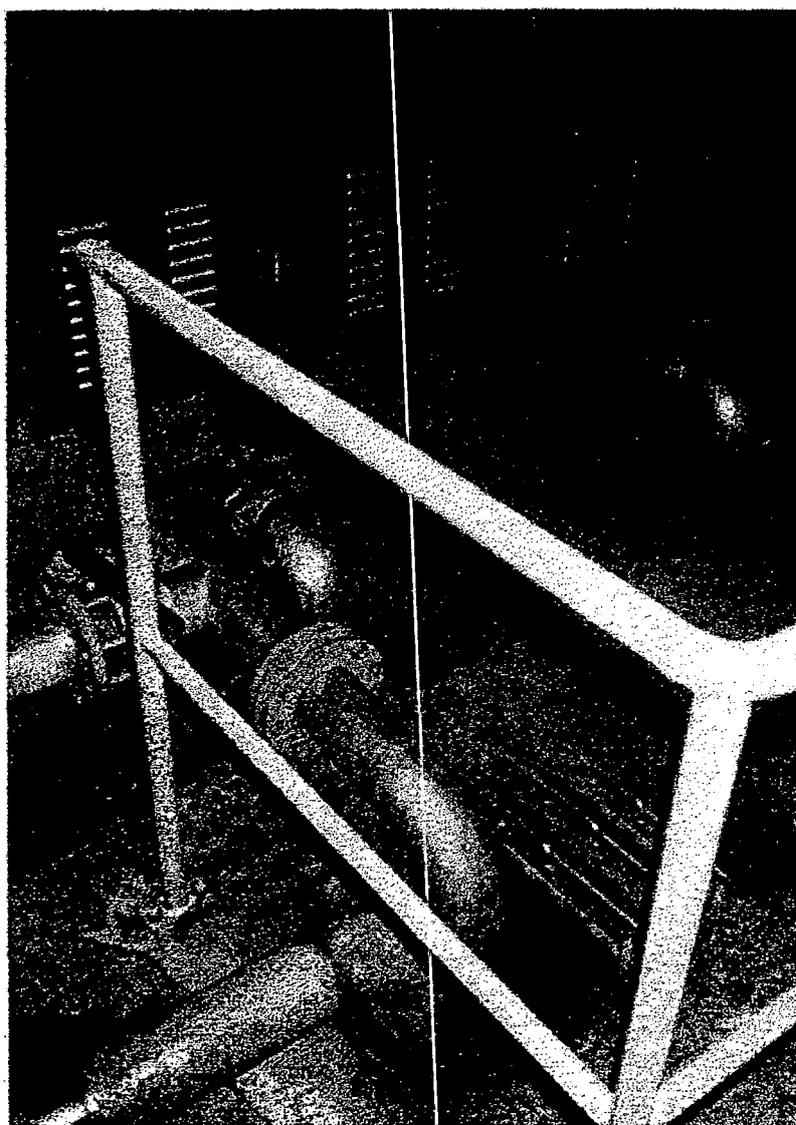
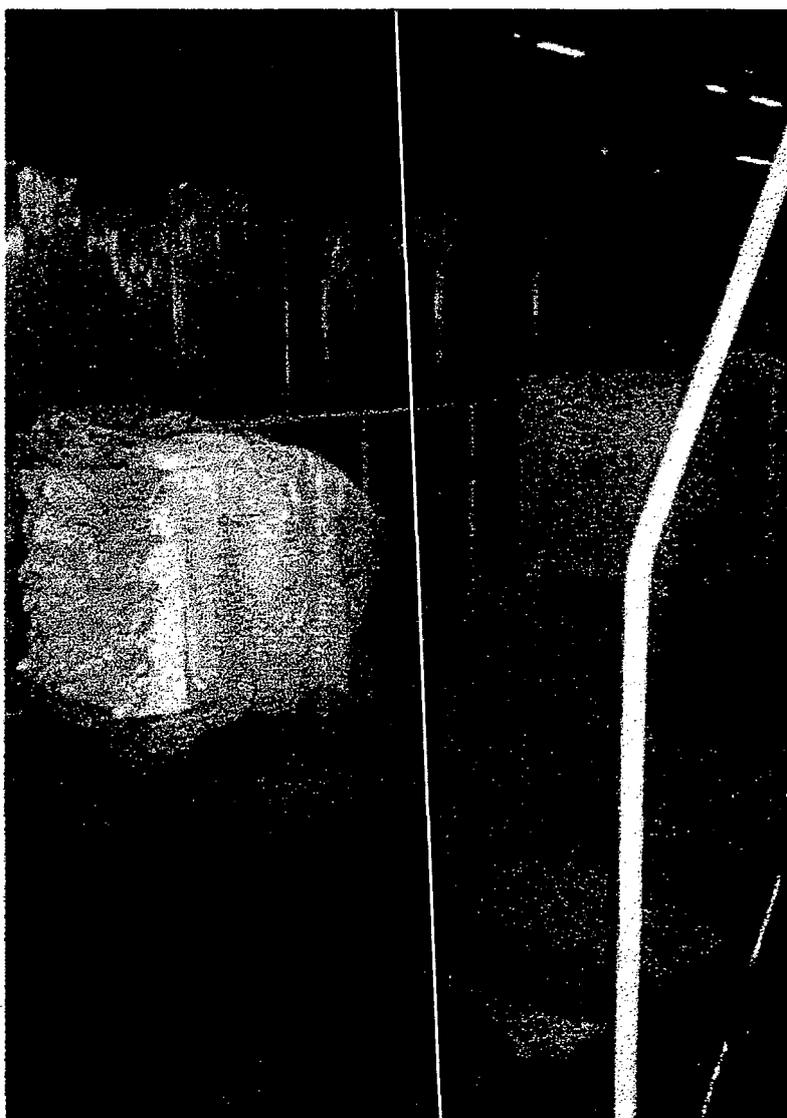


Figura 15: Descarte coletivo nos processos de beneficiamento.

⇒ Desgravação dos cilindros de impressão feita em banhos de imersão em ácido puro (tanques fechados). Faz-se a limpeza de quarenta cilindros, em um dia de trabalho, executada ao ar livre, é uma operação altamente perigosa e de difícil manipulação pelo pessoal, pois envolve

- ácido concentrado; os cilindros são pesados e o odor da concentração de ácido alcança toda a área. O banho quase se extingue, é neutralizado e depois lançado na ETE.
- ⇒ O sistema de resfriamento em telhados, observado em unidade têxtil, utiliza água limpa para esse fim e não tem quantificada a vazão gasta para o mesmo.
- ⇒ O controle de vazamentos e perdas sobre as máquinas é um fator importante na atividade têxtil, a Figura 16 mostra o interior de uma indústria com o pátio de trabalho tomado pelas águas de tingimento.



**Figura 16: Desperdício de água na área de trabalho.**

## CAPÍTULO V

---

### PROPOSTA DE PLANO DE AÇÃO NAS INDÚSTRIAS TÊXTEIS

Dentre todos os aspectos analisados, das visitas às indústrias, aos pontos teóricos/técnicos pesquisados, pensamos em desenvolver um roteiro de procedimentos de checagem na parte de engenharia de avaliação (buscando as práticas limpas) e as engrenagens das rotinas dos sistemas de produção, aliados à qualidade.

Através deste paralelo, e uma vez que os trabalhos são individualizados em cada indústria e rotineiros, pensamos entrar no universo do beneficiamento com mais uma “rotina”, agora de análise de procedimentos e resultados.

Estas checagens ainda, podem ser adaptadas ao gerenciamento da produção orientada em empresas que apresentam certo grau de variabilidade em saída de produtos, modificações na engenharia de processos, diferenças constantes dos produtos elaborados bem como matérias primas utilizadas.

O objetivo é eliminar os maiores obstáculos, sendo eles: organizar o sistema de informação, estabelecer padrões de comportamento e tarefas para o trabalho, e desta maneira, viabilizar as tecnologias limpas, e/ou qualquer outra ferramenta de apoio que venha à melhorar o sistema de produção industrial.

#### **5.1 - PROPOSTA PARA “MODELO DE GESTÃO EM PRÁTICAS LIMPAS”.**

##### *5.1.1 - Considerações de um Programa de Avaliação e Inovação*

Numa empresa, a grande maioria das pessoas consome a maior parte do seu tempo trabalhando nas funções operacionais. E desse modo, deve-se primeiramente analisar como os recursos humanos disponíveis dentro da indústria estão sendo aproveitados.

A importância de uma visão para a gestão da inovação de forma integrada aos modelos da qualidade total, sob a ótica das práticas limpas, é o próximo passo. Para esse trabalho é necessário a inserção dos modelos já bastante difundidos que giram em torno da garantia da qualidade.

Neste contexto de mudança, diversas medidas são adotadas tanto a nível de investimentos em infra-estrutura e pessoal como a nível de aperfeiçoamento gerencial e tecnológico.

Na dinâmica empresarial, as metas traçadas como excelência no presente, objetivam identificar as tendências futuras com base em experimentos do passado. Segundo Fiates (1996), juntamente com as análises diagnósticos do processo produtivo, observa-se sistemas de natureza diferentes, que se relacionam para aumentar a força produtiva da empresa como todo.

O processo de avaliação basicamente incorpora a busca de processos e procedimentos para análise e checagem, e o processo de inovação é o conceito da inovação para práticas limpas, é a transformação ou adequação de uma nova idéia, em uma realidade próxima e bem sucedida.

Os resultados do processo de inovação tecnológica advém de conhecimento técnico e científico, e caracterizam-se como incrementais ou radicais, dependendo do nível de alterações aplicados a produtos e processos.

Os trabalhos de inovação e avaliação tecnológica, contidos neste trabalho primam em atender os sistemas produtivos dentro das fábricas têxteis, sendo que os pontos específicos a serem tratados foram surgindo através das visitas às indústrias têxteis do estado.

### *5.1.2 - Etapas Básicas do Processo de Inovação Tecnológica*

Este processo de modificações se dá dentro de um contexto pré-estabelecido, receptivo as mudanças. Através das etapas relacionadas abaixo, o trabalho de inovação vai ganhando força e amadurecendo dentro da indústria, as mesmas podem ser descritas de forma diferente, de acordo com critérios próprios estabelecidos pelas equipes de trabalho:

- ⇒ Concepção da idéia
- ⇒ Pesquisa

- ⇒ Desenvolvimento da idéia
- ⇒ Reconhecimento da viabilidade
- ⇒ Definição do projeto de inovação ou adequação
- ⇒ Desenvolvimento
- ⇒ Engenharia de produto e processo
- ⇒ Testes de difusão do novo modelo
- ⇒ Utilização do modelo aceito como viável
- ⇒ Partida à novas idéias

### 5.1.3 - Macrofluxograma dos Procedimentos Envolvidos

O macrofluxograma é um modelo que prima em mostrar como é uma linha de trabalho envolvendo a inserção das práticas limpas. Neste estudo pretende-se ilustrar a sequência de trabalho numa linha horizontal, como início e fim de um plano de ação sobre determinado problema levantado dentro da empresa. Concomitantemente, as linhas verticais convergindo para o processo, como ferramentas auxiliares, e gerando dessa forma a suporte teórico-prático para o evento se concretizar. O modelo conceitual para melhorias com a inovação nas práticas limpas propostas, é apresentado na Figura 17.

Pode-se observar um modelo de proposta sendo gerada na linha de trabalho pelas discussões dos funcionários a nível de “CCQ’s”, sendo amadurecida nas etapas seguintes, e terminando com a análise no “Ciclo PDCA”.

Na linha de visibilidade temos a distinção entre o modelo de ação e ações periféricas necessárias ao desenvolvimento do mesmo.

Em cada etapa especificamente abaixo da linha de visibilidade, observamos o conteúdo do material pesquisado ao longo de todo o trabalho de pesquisa.

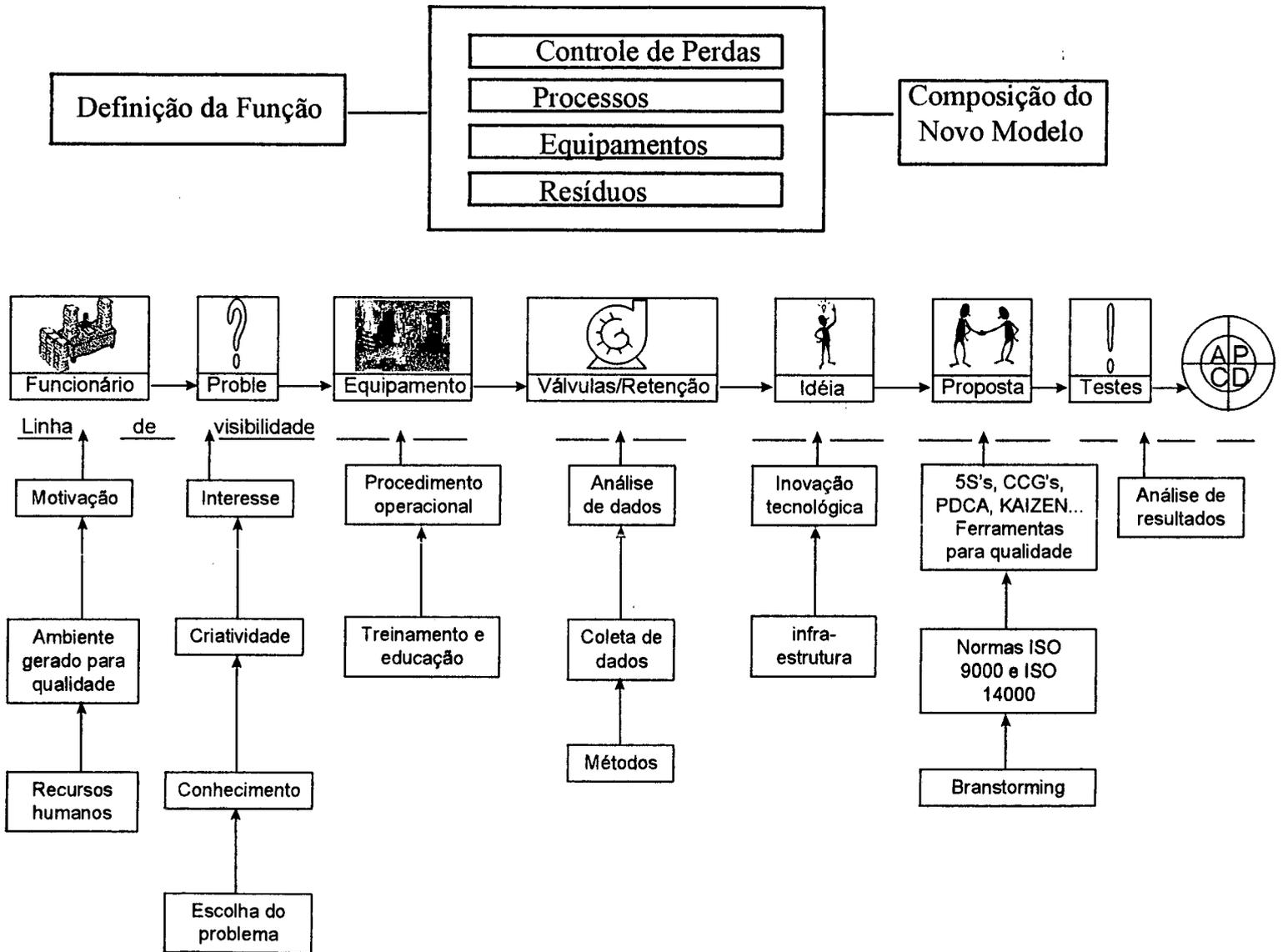


Figura 17: Modelo conceitual para aplicação de práticas limpas

#### 5.1.4 - Estrutura a ser Adequada para a Viabilidade das Inovações

A base das modificações para as práticas limpas neste estudo é o setor de beneficiamento têxtil. É através do controle da produção neste setor, que se consegue obter seu gerenciamento.

O controle da produção no chão de fábrica é exercido pela observação da rotina do dia a dia, que deve ser efetuada pela gerência direta, criando assim o controle preventivo.

O acompanhamento do supervisor, como elemento participante das atividades desenvolvidas, na descoberta de problemas e/ou possíveis melhorias nos processos ou através deles, é de vital importância ao incremento das ações de correção. Desse modo, existe a possibilidade do conhecimento entre o real e o planejado, com garantias de retaguarda administrativa.

Nesta etapa de montagem da estrutura, que monitora o gerenciamento visual e o próprio gerenciamento da produção, juntamente a todo trabalho de motivação, incluem-se as técnicas utilizadas em favor da qualidade, apresentadas no capítulo 3, item 3.2 deste trabalho.

Além das ferramentas gerenciais, inclui-se como objeto facilitador de melhorias o *layout* da fábrica, que serve de ponto fundamental ao fluxo suave dos materiais dentro da empresa e facilita ordenar eventuais mudanças. Com a adoção pela empresa de um programa de qualidade, técnicas de ordem diversa irão se encontrar junto ao fluxo de informações normal do processo.

Na condição de técnicos, os supervisores podem ajudar na descoberta de problemas, e na tomada de decisão; o apoio da gerência técnica é fundamental.

A designação de tarefa aos trabalhadores no chão de fábrica, juntamente com modelos de instrução do trabalho, garante a melhoria dos métodos do ambiente fabril, e proporciona as atitudes positivas de cooperação. E este é o fator chave para se alcançar o objeto do sucesso, o espírito de equipe.

### 5.1.5 - Orientações e Discussões na Implementação do Plano de Ação

Obter a satisfação no trabalho empreendido, identificar e discutir todas as hipóteses é antes de mais nada uma garantia para atingir os objetivos. A postura ativa é imprescindível para melhorar e complementar as deficiências e falhas do sistema proposto.

Conhecer a situação atual através de pesquisas e levantamentos, e identificar em que posição se situa o nível de serviços também é outro fator importante.

Os critérios de avaliação, como por exemplo funcionalidade, aspecto efetivo do processo e instalações para uso, devem ser medidos ao longo do experimento prático.

Na identificação de pontos fracos ou oportunidades de melhoria se faz necessário o uso de técnicas de solução de problemas eficientes e simples. E o fator humano deve ser sempre considerado.

### 5.1.6 - Exemplos de Planos de Ação

Dentro do vasto universo têxtil, buscamos um ponto para ilustrar a maneira pelo qual concebemos uma análise-diagnóstico para processos de inovação tecnológica.

**Exemplo 1: estudo preliminar para separação de efluentes:**

A separação de efluentes é uma prática limpa de implantação simples dentro do beneficiamento têxtil. Esta prática pode ser aplicada utilizando a nossa proposta de gestão. A Tabela 20 apresenta o fluxo de materiais no beneficiamento têxtil.

**Tabela 20: Fluxo de materiais no beneficiamento têxtil**

<b>Entram</b>	<b>Saem</b>
Produtos químicos Matérias primas e Água	Emissão de efluentes gasosos Resíduos sólidos Efluentes líquidos
Energia	Efluentes gasosos da produção de energia
Material têxtil cru	Material têxtil beneficiado

Analisando a geração de efluentes líquidos, teremos dentro da empresa diferentes condições nas características químicas de toxicidade e de temperatura dos mesmos. Como mostrado no modelo de planilha na Tabela 21, direcionada a roteiros nas canalizações, antes do lançamento para estação de tratamento de esgotos; baseado em estudo preliminar para separação de efluentes, que pôde ser observado numa das indústrias visitadas. Onde:

- E1 - Efluente frio sem corante
- E2 - Efluente frio com corante
- E3 - Efluente quente sem corante
- E4 - Efluente quente com corante
- E5 - Efluente enxofre

Tabela 21: Planilha de levantamentos

Indústria Têxtil		Título do documento Manual de Proposta/Estudo		Revisão: Ø	
Área: Beneficiamento		Título: Estudo preliminar para separação dos efluentes		Data: Outubro/95	
		Processo: Separação nas linhas		Nº Folha: 01	
Nº	O que fazer	Como fazer	Porque fazer	Prevenção	Observação
01	Separar os efluentes com temperatura dos efluentes sem temperatura EF - Efluente frio EQ - Efluente quente	Conduzir os efluentes em canalizações distintas	Para obter maior rendimento na estação de tratamentos, seja em temperatura e/ou tratabilidade	Garantir acesso as redes subterrâneas em vários pontos com previsão para trocas de máquinas	***
02	Nas linhas de EF e EQ pode-se inserir os despejos com corantes a frio e a quente	Separar na hora do lançamento manual na máquina ou programar no início da operação	Para garantir a eficiência no tratamento e tentar reutilizar o despejo antes mesmo de lançá-lo na ETE	Garantir a checagem na máquina após cada operação realizada	Pode-se utilizar os banhos com temperatura no trocador de calor
03	As bombas da recuperação de calor podem atender unidades, linhas ou setores	Determinar por área de máquinas ou mesmo linhas de produção	A utilização de trocadores de calor é uma prática comum e que garante resultados positivos no ganho de energia	***	Garantir localização estratégica dentro da área de beneficiamento
04	O E1 é captado e lançado diretamente no tanque de equalização, este efluente oriundo de vários pontos da fábrica	Isolar na linha de descarte e lançar direto na ETE	Para evitar gastos a mais com o tratamento de despejos com corante, em volume maior do que isolados	Passar no gradeamento, seguido de caixa de areia na ETE	Pode-se recircular este efluente antes de lançar
05	Separar o E5 para tratamento isolado	O E5 é captado por setores - Tinturaria de fios - Tingimento	Para tratar isoladamente em compartimento destinado ao E5, no tanque de equalização para o Enxofre	Garantir o controle sobre o banho com corante enxofre	Pode-se reter o descarte para tratamento posterior a determinado volume

06	A ETE se apresentará com várias entradas para tratamentos específicos	E1 - Para tanque de neutralização E2 - Inicia na peneira estática E5 - Calha Parshall e segue para tratamento específico de efluente enxofre	Para reduzir o volume total de efluente na ETE, trabalhado com tratamento específico	Garantir o controle de chegada na ETE	Pode-se optar por outras linhas separadoras
07	Na máquina de lavar com fluxo contra-corrente em 5 câmaras, são reaproveitadas as válvulas direcionais existentes, modificando-se apenas os destinos das tubulações	- O transbordo das 2 primeiras caixas da máquina será E4 - A rede de coleta de descarga (embaixo da máquina) será E1 - O transbordo em contra-corrente da máquina terá dois possíveis destinos: E3 ou E4	Para trabalhar com separação de efluentes	Estudar todo tipo característico de despejo da operação	***
08	Máquina Turbo para lavagem, recebe desvios para o caso de ser usado no tingimento	No caso de se tingir no Turbo, retira-se o flange das caixas de E2 e E4 que ficam junto à máquina	Otimizar as operações na máquina e seus lançamentos	Caso esta operação se torne frequente prever a instalação futura direcional de efluentes	***
09	Cada máquina deve conter uma saída para efluente frio e efluente quente e com ou sem corantes	Em cada saída é usada uma válvula direcional comandada eletropneumáticamente que serão comandadas em conjunto pelo painel da máquina com duas opções - com ou sem cor	Otimizar o processo de práticas limpas	Controle sobre o painel instalado na máquina	Escolhida a opção o sistema aciona ambas as saídas da máquina simultaneamente
10	Em equipamentos como as antigas máquinas de lavar "Barcas", o efluente do transbordamento vai para E1, e prever mais duas redes para futuras máquinas	Lançar em canalização individual o despejo da "Barca", e providenciar as novas redes de canais passando por essa linha, prevendo troca de equipamento futuro	Para isolar o descarte existente, e garantir com canalização as expansões futuras	Evitar futuros rompimentos de piso	***
11	Reter o efluente de piso	Colocar calhas receptoras ao longo das linhas	Para separar o E2, e lançar no ponto adequado da ETE	***	Limpeza do local de trabalho
12	Máquina para tingimento de fios Compact-Bloc separando E5 e efluente frio	A modificação passa a direcionar o E5 juntamente com E1 e E2 em separado	Para isolar cada tipo de efluente	No transbordo da máquina a válvula existente será utilizada para E5 e E2	***
13	Os demais aparelhos de tingimento de fios devem prever duas saídas	- Uma saída para E5 - Uma saída E1 e E2 - Transbordo E5	Para isolar cada tipo do efluente	***	Pode-se utilizar operação manual para abertura das válvulas
14	Medidas de vazão nas máquinas	Instalar hidrômetros nos equipamentos	Para verificar o consumo de água	***	Pode-se utilizar a água de lavagem da câmara e painéis autoclaves
15	Os banhos contendo gomas, sejam elas sintéticas ou de fécula devem ser neutralizados	Neutralizar o banho antes de lançar na ETE	Banho com grande carga tóxica e alta DBO para ETE	Rever o processo de engomagem	***

De posse desse dados, observamos o que seja o início do programa de inovação numa análise específica sobre as linhas de emissão de efluentes líquidos.

Estas linhas podem transferir uma vazão menor às estações de tratamento, se além de isolarmos os despejos específicos que estão previstos, tentarmos diferenciar o uso dos descartes dentro dos processos nas máquinas.

### Exemplo 2: adequação do maquinário têxtil:

Veamos modelo na Figura 18, de maquinário proposto por uma empresa de produtos químicos para recirculação dos banhos na operação de alvejamento, para reaproveitamento dos banhos de lavagem. Esta operação consiste basicamente do reuso das águas de enxágue de uma operação anterior, isenta de resíduos de corantes, que é reaproveitada para completar um banho de alvejamento. Dentro deste processo, o descarte de cada operação de lavagem é reproveitado para as partidas seguintes, gerando economia de água, produtos, energia e posterior economia com tratamento na ETE, pela redução do consumo de água a ser tratada.

1. Encher a máquina para alvejar com 70% de água de enxágue e 30% de água limpa, provenientes do tanque A
2. Soltar banho da máquina no esgoto
3. Encher a máquina para o 1.º enxágue
4. Rebombear para o tanque A para utilizar na próxima partida
5. Encher a máquina para o 2.º enxágue
6. Rebombear para o tanque B para utilizar na próxima partida
7. Encher a máquina para o 3.º enxágue com água limpa
8. Rebombear para o tanque C para utilizar na próxima partida

Consumo de água sem reciclagem	31 l/kg
Consumo de água com reciclagem	10 l/kg
Economia	67%

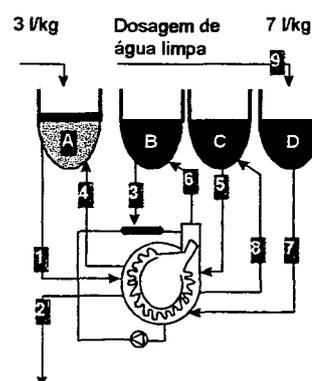


Figura 18: Modelo de maquinário com recirculação de banhos

### 5.1.7 - Avaliações

A avaliação do processo de melhoria se dá através de critérios uniformes como balanço da carga orgânica na estação de tratamento, para saber se a melhoria no efluente final esta sendo obtida, devido às medidas qualitativas e quantitativas aplicadas no efluente gerado.

Como aplicabilidade, deve-se considerar as condições de trabalho em que estão inseridas as novas práticas ou tentativas para as mesmas, analisar os métodos, roteiros, material humano, pontos específicos de atuação para sentir onde a empresa se detêm na maioria das atividades inovadoras e quais as suas reais necessidades.

A empresa pode, dentro de seu universo individual de trabalho, montar os próprios parâmetros e analisar de forma específica seus resultados. Os mesmos refletirão as alternativas possíveis dentro da mesma, como sendo viáveis ao não, os trabalhos de adequação das práticas limpas no processo produtivo.

### 5.1.8 - Novas etapas

Todo esse material de diagnóstico deve servir como mola propulsora a novos talentos sobre as “práticas limpas”.

Depois de verificadas as possibilidades de uma indústria pelo início de uma atividade inovadora, seja qual for sua dimensão, ou tempo de retorno para avaliação de resultados, as novas etapas já devem estar sendo previstas como forma de ajuste aos modelos anteriores, ou como motivação para implementação de melhorias, ou mesmo como novas práticas em outros aspectos produtivos.

## CAPÍTULO VI

---

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho abordou a pesquisa de campo em busca das “práticas limpas”, junto às indústrias têxteis na região do vale do Itajaí em Santa Catarina. Restrito basicamente a área do beneficiamento têxtil, constitui-se em diagnosticar soluções originais aos problemas da poluição, bem como estratégias diversas originárias de programas de qualidade total e ambiental.

No contexto mundial, as “práticas limpas” hoje são adotadas e estão cada vez mais difundidas. Apesar de serem metodologias novas, se comparadas ao tempo de existência da atividade industrial têxtil, são ainda bastante tímidas em todo o mundo, observando-se o universo de possibilidades para esse fim. Conclui-se serem estas uma estratégia de competitividade dos tempos modernos.

Para a questão econômica de implantação dessas práticas, a tendência é aliar a parte da viabilidade técnica com o incremento de ações alternativas possíveis, a fim de se chegar a otimização do processo produtivo, com práticas limpas, sem honerá-lo.

Nas indústrias locais, observamos os trabalhos com técnicas normalizadas, sendo possível notar modificações próprias em alguns processos produtivos, mas que não caracterizam o uso determinado de “práticas limpas” nas mesmas. Podemos concluir que o universo têxtil catarinense apresenta inúmeras possibilidades de mudanças propícias às novas tecnologias:

- O **maquinário** do parque têxtil catarinense, mostra um pólo têxtil que investe moderadamente em máquinas. Os investimentos no setor de acabamentos são mais

aprimorados do que os do setor de beneficiamento de um modo geral. A maioria dos setores de corte e costura apresenta um maquinário de ponta, enquanto que o setor de beneficiamento apresenta como inovações, apenas os “jet’s”, os “foulards” e as lavadoras automatizadas.

Numa análise geral, o aspecto de maquinário é onde se observam os maiores avanços em infra-estrutura de inovação, absorvendo em torno de 60% das “práticas limpas” avaliadas.

O maquinário antigo que apresenta vazamentos, altas taxas de vazão na relação de banho, processamentos ultrapassados em relação ao maquinário novo, ainda é uma realidade nas indústrias.

- No tocante aos **produtos químicos**, a ordem de escolha tem relação direta com o resultado final deste sobre o tecido. Embora seja este um ponto gerador da carga tóxica do efluente têxtil, as escolhas de opção de um determinado produto, em detrimento de outro, nem sempre levam em consideração estes aspectos.
- A operação de **desengomagem** é responsável por cerca de 50% da carga orgânica do efluente. A tendência de substituição das gomas naturais pelas gomas sintéticas, com posterior recuperação através de processos de ultrafiltração ou osmose reversa, ainda não chegou em Santa Catarina.
- Nos processos de **recuperação e/ou recirculação** estão montadas as barreiras da atividade têxtil em si. A recirculação de banhos de corantes, das águas de lavagem, ou até mesmo das águas de resfriamento para reuso dentro do processo, não foi observado nas indústrias. Os empresários temem com esta prática afetar a qualidade de seus produtos, e com isso nenhum experimento neste sentido é realizado.
- O **consumo de energia** tem despertado atenções especiais, vários trabalhos nessa área foram desenvolvidos, e com resultados satisfatórios para as indústrias.

- Os **despejos** se conjugam com as estações de tratamento. Vistas como um mal necessário para algumas empresas, as estações de tratamentos aumentam com investimentos, no máximo em 3% o valor do produto final vendido pela indústria. A média entre as têxteis de Blumenau é de 1,5%.
- Os **resíduos sólidos** provenientes das estações de tratamentos, são outro grande e grave problema. Com o volume de efluente a ser tratado nas estações, o volume de lodo se eleva proporcionalmente. Assim, as iniciativas de fabricação de tijolos ou lajotas, por exemplo, representam um ponto de partida na solução quanto ao destino final desse material tóxico.
- Os **produtos ecológicos** são hoje o símbolo da atenção das indústrias com a questão do meio ambiente. Com suas atividades voltadas também para exportação, a indústria catarinense participa com sua fatia de mercado na adesão ao produto ecologicamente correto. A tendência natural é que muitos outros produtos sejam criados.
- **Atividades isoladas** de melhorias foram observadas em todas as indústrias visitadas, cada qual com seu universo de possibilidades tendendo facilitar as atividades com novas implementações sobre o que já existe. Concluímos ser este o caminho natural para se inserir as “práticas limpas” como programa de melhorias dentro das indústrias. Mas para que se efetive estas práticas é necessário discutir sobre elas, saber do que se trata realmente e repensar todas as rotinas sob a ótica da tecnologia de produção limpa. Não se pode generalizar uma situação particular que envolve características próprias, como regra ou norma para todos.

O “Modelo de gestão em práticas limpas” desenvolvido apresenta a inserção de modificações dentro do beneficiamento têxtil de forma ordenada e criativa, onde a participação do pessoal envolvido se dá principalmente através do uso de ferramentas gerenciais da qualidade.

O nível de conforto que a sociedade moderna exige só poderá ser atendido com o comprometimento da qualidade ambiental do planeta terra. Esta é uma tendência futura e sem retorno, onde quem estiver na frente vencerá.

## **Recomendações**

Recomendamos a continuação dos estudos, através da aplicação do modelo proposto no capítulo 5 deste trabalho. Pensamos que este deva ser desenvolvido em uma única empresa primeiramente, para que se possa obter toda a performance das tarefas vinculadas ao processo de melhoria.

As questões envolvendo a padronização de sistemas e serviços, devem ser amadurecidas ratificando um conceito de integração total, celebrando a figura do operário como elemento decisivo no processo.

As estações de tratamentos de efluentes industriais devem trabalhar lado a lado com o processo produtivo, através de uma administração conjunta, na busca da redução da poluição orgânica, consumidora de oxigênio dos corpos d'água receptores, e da redução da poluição causada pelo excesso de corantes no efluente final.

Para uma visão econômica de todo processo, água e efluente, achamos conveniente que se faça um estudo pormenorizado destes aspectos para se verificar a viabilidade do reuso dos mesmos dentro do processo.

## BIBLIOGRAFIA

---

- ABREU, Romeu Carlos Lopes de. CCQ : Círculos de Controle da Qualidade. Rio de Janeiro, 1987. Ed. do autor, com patrocínio da Petrobrás.
- ALMEIDA, João Mendes de. Produtividade × Participação : um estudo de caso. Rio de Janeiro. Quality Mark, 1994.
- ALMEIDA, Léo G. Qualidade : introdução a um processo de melhoria. Rio de Janeiro. José Olímpio, 1987.
- ALVAREZ, J. Walter. A automação no beneficiamento têxtil. Textília : n. 13, p. 39-43. 1994.
- ALVAREZ, J. Walter; A automação no beneficiamento têxtil. Textília - nº 13, p. 39 a 43. 1994.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - 1994. Rio de Janeiro, v.54, p. 1-1-8-32 IBGE, 1994.
- AVRIL, M. Tingimento e acabamento em meio espumoso. Técnica Têxtil Internacional, Barcelona. v. 26, n. 5, 7 p.. 1992. Documento do arquivo NSI 175/83 do diretório de artigos técnicos traduzidos do SENAI/CETIQT. Rio de Janeiro, 1990.
- BECHTOLD, Thomas; BUTSCHER, Eduard; SEJKORA Gunther; BOBLETER, Ortwin. Procedimentos modernos para a recuperação das lixívias. Boletim Têxtil Internacional; tinturarie, acabado, estampado, 18 p. Zurique, 1985. Documento do arquivo NSI 45/88 do diretório de artigos técnicos traduzidos do SENAI/CETIQT. Rio de Janeiro, 1990.
- BETTENS, Ludwich and LANCKER, Martin Van. Recyclage de l'eau - l'expérience acquise. L'Industrie Textile : n. 1235, p. 85-87. 1992(a).
- BETTENS, Ludwich and LANCKER, Martin Van. Recyclage de l'eau - tendances actuelles. L'Industrie Textile : n. 1237, p. 57-59. 1992(b).

- BROCKA, Bruce et. al. Gerenciamento da Qualidade. Tradução de Valdêncio Ortiz de Souza. São Paulo. Makron. 1994.
- BÚRIGO, Carla Cristina Dutra. Qualidade de vida no trabalho: um estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina. 145p, Jan, 1997.
- CALLENBACH, Ernest et. al. Gerenciamento Ecológico. Guia do Instituto Elmwood de Auditoria Ecológica e Negócios Sustentáveis. Ed. Cultrix, 1993.
- CAMP, S.R. And STORRUCK, P.E. The Indutification of the Derivate of C.I. Reactive Blue 19 in Textile Waste Water. Water Research, Vol. 24, nº 10, p. 1275 à 1278. 1990.
- CAMPOS, Vicente Falconi. Qualidade Total. Padronização de empresas. Ed. Bloch. Rio de Janeiro, 1992. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG. 2º ed.(b)
- CAMPOS, Vicente Falconi. TQC : Controle de Qualidade Total (no estilo japonês). Ed. Bloch. Rio de Janeiro, 1992. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG. 5º ed.(a)
- CAMPOS, Vicente Falconi. TQC : gerenciamento da rotina do trabalho do dia-dia. Ed. Bloch. Rio de Janeiro, 1994. Belo Horizonte : Fundação Cristiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG
- CENSO ECONOMICO INDUSTRIAL - 1985. IBGE. Dados gerais do Brasil - n. 1, 180 pg.
- CENSO INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. IBGE. Censo Econômico /1985. Municípios - v. 4, região Sul.
- CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE y DEUTSCHE GESELLSCHAFT FUR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT. Propuestas de Guias Tecnicas para Minimizacion de los Resíduos en la Industria Textil. [s. l.] CEPIS / GTZ, 1992.
- CERQUEIRA, Jorge Pedreira de. ISO 9000 no Ambiente da Qualidade Total. Rio de Janeiro. Ed. Imagem, 1994.

COOK, Fred L. A indústria têxtil pode estar fugindo da aceitabilidade dos corantes. Textile World, Atlanta. v. 130, n. 11, p. 80-9. 1980. Documento do arquivo NSI 125/83 do diretório de artigos técnicos traduzidos do SENAI/CETIQT. Rio de Janeiro, 1990.

COOK, Fred L.. Economize dinheiro queimando os desperdícios. Textile World, Atlanta. v. 131, n. 8, p. 39-41. 1981. Documento do arquivo NSI 109/83 do diretório de artigos técnicos traduzidos do SENAI/CETIQT. Rio de Janeiro, 1990.

CORTADA, James W. TQM : gerência da Qualidade Total / James W. Cortada, Heitor Luiz Murat de Meirelles Quintella; tradução Eliane Kanner. São Paulo. Makron, 1994.

CROOK, James; OKUN, Daniel A.; PINCINCE, Albert B.; CAMP DRESSER & MC KEE Inc. Water Reuse. Assesment Report - Projet 92 - WRE:1 (1994) Water Enviroment Research Foundation. [n.p.].

CURSO DE EXTENSAO EM EFLUENTES TEXTEIS : 21 à 25 junho - CETESB. São Paulo, 1993.

DE CICCIO, Francesco. ISO 14000 e ISO 9000 : um casamento perfeito. Revista Parceria em Qualidade. Qualitymark. Rio de Janeiro. v. 3, n. 11/12, p. 15. 1995.

DEMING, William Edwards. Qualidade: a revolução da administração; tradução de *Out of the crisis* por Clave Comunicações e Recursos Humanos. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

DES JEANS ÉCOLO. Science & Vie : n. 913, Octobre. 1993.

DESCHLER, Otto. Recuperação e reutilização da goma - resumo após cinco anos de experiência prática. Melliand Textile Berichte; english edition. Austin, v. 12, n. 10, p. 671-5. 1982. Documento do arquivo NSI 109/87 do diretório de artigos técnicos traduzidos do SENAI/CETIQT. Rio de Janeiro, 1990.

DIAS, Maria Cristina. Diário Catarinense. Caderno de Economia. 10 Março de 1996, p. 6.

DIXIT, Avinash k.. Pensando Estratégicamente : a vantagem competitiva nos negócios, na política e no dia-a-dia / Avinash k. Dixit, Barry J. Nalebuff; tradução Marcelo Levy. São Paulo. Atlas, 1994.

- DOUCHY, Jean-Marie. Em direção ao zero defeito na empresa : da Qualidade Total (TQC) aos Círculos de Qualidade./ Jean-Marie Douchy; tradução Carmem Dolores Straube. São Paulo. Atlas, 1992.
- DU COTON TEINT SUR PIED. Science & Vie : n. 921, p. 139, Juin 1994.
- EPSTEIN, Mário. ISO 14000 o Papel e as Qualificações do Auditor Ambiental. Revista Parceria em Qualidade. Qualitymark. Rio de Janeiro. v. 3, n. 11/12, p. 18-19. 1995.
- FIATES, José Eduardo Azevedo. Gestão da inovação × gestão da qualidade total. In : SEMINÁRIO CATARINENSE DE GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL, 3, 1996, Florianópolis. Anais .... Florianópolis : Fundação CERTI, 1996.
- FIESC/IEL Seminário ISO 14000 : cenários e consequências. 1994. Mimeo.
- FISCH, Jerônimo. Enquanto a ISO 14000 não chega... Revista Parceria em Qualidade. Qualitymark. Rio de Janeiro. v. 3, n. 11/12, p. 26. 1995
- GERSTBERGER, Richard L. A organização criativa. Tradução Elias Haddad Filho. Revista Bio. v. 7, n. 2, p. 39-43, Mai-Set. 1995.
- GILBERT, Michael J. ISO 14001/ BS7750 Sistema de Gerenciamento Ambiental. São Paulo : IMAM, 1995.
- GONÇALVES, Maria de Fátima Frechiani. Caracterização e estudo de tratabilidade pelas vias físico-química e biológica aeróbia dos efluentes líquidos das lavanderias industriais de Colatina (ES). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo. 134p, Fev, 1996.
- GRANDE ENCICLOPEDIA DELTA LAROUSSE. Rio de Janeiro : ed. Delta ©1973. p. 6644-45, v. 14.
- GRAU, Petr. Textile industry wastewaters treatment. Water Science Technology : v. 24, n. 1, p. 97-103. 1991.
- GROFF, Kimberly A.. Textile waste (literature review). Water Environment Research : v. 65, n. 4, p. 421-23. 1993.
- GROFF, Kimberly A.. Textile waste (literature review). Water Environment Research : v. 64, n. 4, p. 425-29. 1992.

- GROS, Dominique. La dépollution dans l'industrie de l'ennoblissement textile. Teintex : n. 4, p. 11-24. 1979.
- GRUPO DE APOIO À NORMALIZAÇÃO AMBIENTAL, ISO TC/207. O Brasil e a futura Série ISO 14000. Rio de Janeiro : 1994.
- HARMER, C. and BISHOP, P. Transformation of azo dye AO-7 by wastewater biofilms. Water Science Technology : v. 26, n. 3-4, p. 627-636. 1992.
- HUTCHINS, David. Just In Time. Tradução Sônia Maria Corrêa. São Paulo : Atlas, 1993.
- ISHIKAWA, Kaoru. Controle de Qualidade Total : à maneira japonesa. Rio de Janeiro. Campus, 1993.
- ISHIKAWA, Kaoru. TQC, Total Quality Control : estratégia e administração da qualidade. São Paulo : IMC Internacional Sistemas Educativos, 1986.
- ISO Série 9000 : ao alcance de todos. Rio de Janeiro : MCG, 1994. 6 ed. rev. atual.. 29 p.
- LE COTON PREND DES COULEURS. Science & Vie : n. 941, p. 16, Février. 1996.
- LUBBEN, Richard T. Just-In-Time : uma estratégia avançada de produção. Tradução Flávio Deny Steffen; revisão técnica Flarry G. Fockink. São Paulo : McGraw - Hill, 1989. 2 ed.
- MARANHÃO, Mauriti. ISO Série 9000 : manual de implementação. Qualitymark / CNI, 1993.
- MEYER, V., CARLSSON, F.H.H. and OELLERMANN, R.A. Decolourization of textile effluente using a low cost natural adsorbent material. Water science technology : v. 26, n. 5-6, p. 1205-211. 1992.
- MONDEN, Yasuhiro. Sistema Toyota de Produção. São Paulo : IMAM, 1984.
- MOURA, Reinaldo A. Kanban : a simplicidade do controle da produção. São Paulo : IMAM, 1989.
- NOTA TÉCNICA SOBRE TECNOLOGIA DE CONTROLE : Indústria têxtil. CETESB, Julho de 1991.
- O PESO DO ALGODÃO. Mercosul. Revista de Negócios, n 24, p. 49-51. 1994.

OLIVEIRA, Antônio Carlos Maia de et. al. Matérias Primas e Insumos Industriais : situação atual e perspectivas. Rio de Janeiro. Confederação das Indústrias, 1980. 425 pg.

OLIVEIRA, Maria Helena de, MEDEIROS, Luiz Alberto R. de. Investimentos necessários para modernização do setor têxtil. BNDES Setorial/FINAME - BNDESPAR Março 1996.

OSADA, Takashi. Housekeeping, 5S's : SEIRI, SEITON, SEISOH, SEIKETSU, SHITSUKE. São Paulo : Instituto IMAM, 1992

P.M. Braile e J.E.W.<sup>a</sup> Cavalcanti. Manual de Águas Residuárias Industriais. Ed. CETESB, São Paulo, SP. 1979, 764 p.

PESQUISA INDUSTRIAL. Atividades do Setor Industrial 1989. v.12, n 5, parte 2 - unidades produtivas / IBGE. 290 pg.

POULENARD, Jacques. Écologie et ennoblissement. Congrès 92 de l'ACIT. L'Industrie Textile : n. 1239, p. 47-50. 1993.

SIMONET, Georges. Guide des techniques de l'ennoblissement textile. Ed. Spiet, Paris, 360 p.. 1982.

SOUABI, S., YACOUBI, A., FROUJI, A., BELKHADIR, E. M. Etude de l'élimination des colorants des rejets de l'industrie textile. Techniques Sciences Methodes : ed. AGH-TM, n. 3, Paris. 1996.

TOLEDO, José Carlos de. Qualidade industrial : conceitos, sistemas e estratégias. São Paulo: Atlas, 1987.

TUBO DE TINGIMENTO MULTIFLEX DA 'ENGEL' : UM NOVO SISTEMA DE TINGIMENTO. Canadian Textile Journal, Montreal. v. 100, n. 10, p. 22-4. 1983. Documento do arquivo NSI 170/86 do diretório de artigos técnicos traduzidos do SENAI/CETIQT. Rio de Janeiro, 1990.

WEISS, Ula. Diário Catarinense Caderno de Economia. 30 Jun/ 1996, p. 11.

WEISS, Ula. Diário Catarinense. Caderno de economia. 11 Fev/ 1996, p.3-5.

ZAOYAN, Y., KE, S., GUANGLIANG, S., FAN, Y., JINSHAN, D. and HUANIAN M. Anaerobic - aerobic treatment of a dye wastewater by combination of RBC with activated sludge. Water Science Technology : v. 26, n. 9-11, p. 2093-96. 1992.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### 1.1 - DIAGRAMA ISHIKAWA

É um diagrama que mostra a relação entre uma característica da qualidade e seus fatores. O diagrama é usado atualmente não somente para tratar das características da qualidade de produtos, mas também para outros campos, e tem sido aplicado no mundo inteiro.

Um diagrama desse tipo, é conhecido também como Diagrama de Causa e Efeito e Diagrama de Espinha de Peixe (Campos, 1994).

#### **Procedimentos para construção de Diagrama de Causa e Efeito para identificação de causas**

- 1 - Determine as características da qualidade.
- 2 - Escolha uma característica da qualidade e escreva-a dentro de um retângulo no lado direito de uma folha de papel, e trace a espinha dorsal do lado esquerdo da folha até o retângulo da característica da qualidade. Em seguida, escreva as causas primárias, que afetam a característica da qualidade, como espinhas grandes, também dentro de retângulos.
- 3 - Escreva as causas (causas secundárias) que afetam as espinhas grandes (causas primárias) como espinhas médias e escreva as causas (causas terciárias) que afetam as espinhas médias como espinhas pequenas.
- 4 - Estipule uma importância para cada fator e assinale os fatores particularmente importantes que pareçam ter um efeito significativo na característica da qualidade.

5 - Registre quaisquer informações necessárias.

**Procedimentos para a construção de Diagramas de Causa e Efeito para listagem sistemática das causas.**

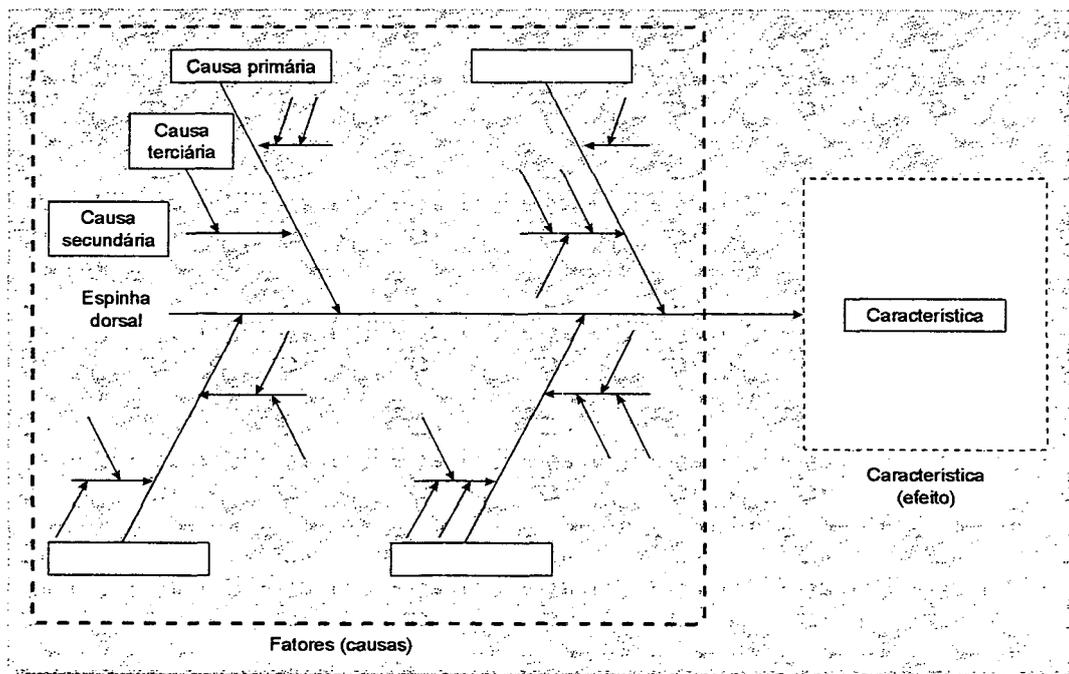
1 - Estabeleça a característica da qualidade.

2 - Encontre o maior número possível de causas que possam afetar a característica da qualidade.

3 - Defina as relações entre as causas e construa um diagrama de Causa e Efeito, ligando os elementos com a característica da qualidade por relações de causa e efeito.

4 - Estipule uma importância para cada fator e assinale os fatores particularmente importantes, que pareçam ter um efeito significativo na característica da qualidade.

5 - Registre quaisquer informações.



**Diagrama Ishikawa.**

## 1.2 - CICLO PDCA

A implementação do ciclo pode ser desenvolvida em cinco etapas, gerando a garantia do método de forma contínua e segura (Ishikawa, 1986).

**P** → Definir objetivos e metas;

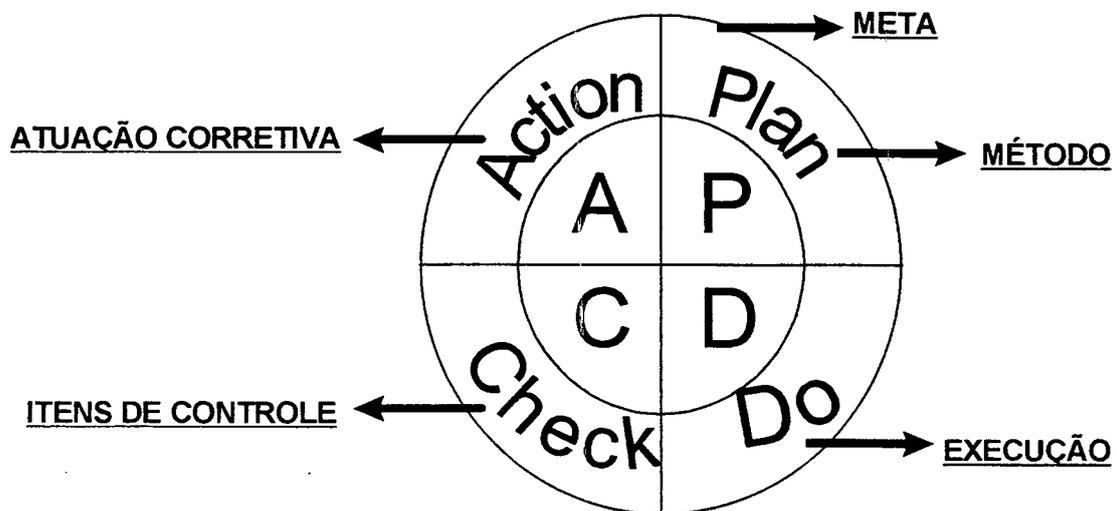
Estabelecer os meios que possibilitarão o cumprimento da meta;

**D** → Efetuar educação e treinamento;

Realizar as tarefas;

**C** → Certificar-se dos resultados e compará-los com as metas estabelecidas;

**A** → Adotá-las;



Ciclo PDCA.

## 1.3 - ANÁLISE DE PARETO E HISTOGRAMA

Populações e amostras

Em controle da qualidade, tentamos descobrir fatos coletando dados, e tomando as medidas necessárias baseadas naqueles fatos. A totalidade dos dados ou itens considerados em um processo propriamente dito, é composto de homens, máquinas, matéria prima, método. Um

ou mais itens tomados de uma população, através dos quais se pretende obter informações, são chamados de amostra. Uma vez que uma amostra é utilizada para estimar características de toda a população, ela deve ser escolhida de tal forma a refletir as características da população.

Através dos dados de uma amostra, utilizamos um método objetivo e rápido que nos vai possibilitar conhecer a população.

Como fazer histogramas:

Usaremos os dados da tabela que mostra o diâmetro de 90 eixos metálicos produzidos em um processo de usinagem.

**Tabela para determinação da amplitude**

Nº da amostra	Medidas										Valor máximo de linha	Valor mínimo de linha
1 a 10	2,510	2,517	2,522	2,522	2,510	2,511	2,519	2,532	2,543	2,525	2,543	2,510
11 a 20	2,527	2,536	2,506	2,541	2,512	2,515	2,521	2,536	2,529	2,524	2,541	2,506
21 a 30	2,529	2,523	2,523	2,523	2,519	2,528	2,543	2,538	2,518	2,534	2,543	2,518
31 a 40	2,520	2,514	2,512	2,534	2,526	2,530	2,532	2,526	2,523	2,520	2,534	2,512
41 a 50	2,535	2,523	2,526	2,525	2,532	2,522	2,502	2,530	2,522	2,514	2,535	2,502
51 a 60	2,533	2,510	2,542	2,524	2,530	2,521	2,522	2,535	2,540	2,528	2,542	2,510
61 a 70	2,525	2,515	2,520	2,519	2,526	2,527	2,522	2,542	2,540	2,528	2,542	2,515
71 a 80	2,531	2,545	2,524	2,522	2,520	2,519	2,519	2,529	2,522	2,513	2,545	2,513
81 a 90	2,518	2,527	2,511	2,519	2,531	2,527	2,529	2,528	2,519	2,521	2,531	2,511
											Maior valor 2,545	Menor valor 2,502

Fonte: Guzatti, Adilson Loffi et al. Ferramentas para melhoria da qualidade - material da disciplina: Organização e administração da qualidade - EPS/UFSC. Florianópolis Nov 1992.

Procedimento:

1 - Cálculo da amplitude ( R )

R = Maior Valor - Menor Valor

R = 2,545 - 2,502

R = 0,043

2 - Determinação do intervalo de classe para obter as amplitude dos intervalos, dividir por 1;2 ou 5 ( ou 10; 20; 50; 0,1 ;0,5 ..) de forma a obter de 5 à 20 intervalos de classe, de igual amplitude.

$$R = 0,043 / 0,005 = 8,6$$

R = 9 intervalos

3 - Preparação da tabela de frequência

#### Sistema de anotação de frequências

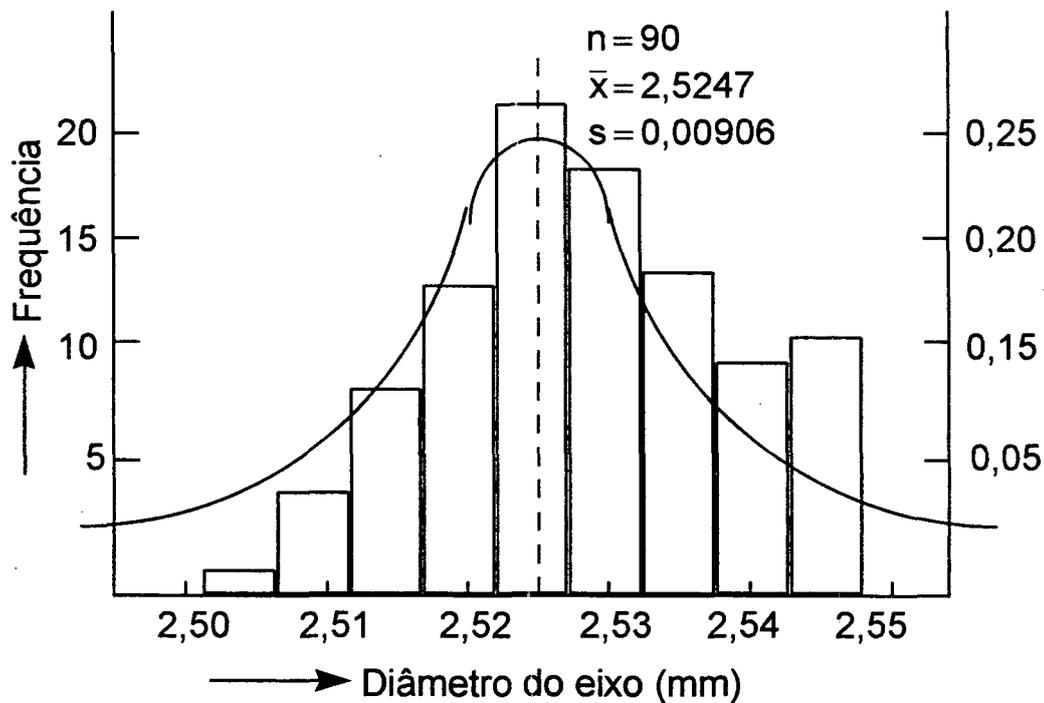
Nº	Intervalo de classe	Ponto médio da classe	Frequência
1	2,5005 a 2,5055	2,503	1
2	2,5055 a 2,5105	2,508	4
3	2,5105 a 2,5155	2,513	9
4	2,5155 a 2,5205	2,518	14
5	2,5205 a 2,5255	2,523	22
6	2,5255 a 2,5305	2,528	19
7	2,5305 a 2,5355	2,533	10
8	2,5355 a 2,5405	2,538	5
9	2,5405 a 2,5455	2,543	6
		Total	90

4 - Determinação dos limites de classe, de forma a incluírem os menores e os maiores valores

5 - Determinar o ponto médio de cada classe

6 - Obtenção das frequências

7 - Montar o histograma em uma folha de papel quadriculado



**Gráfico de Pareto e curva Histograma:**

## Objetivos

Dentro dos CCQ's o histograma é usado para mostrar o "antes" e o "depois" da implantação da solução desenvolvida pela equipe, para demonstrar os resultados reais obtidos. Aos participantes é dada uma descrição da distribuição normal (curva de Gauss), para que possam aquilatar o quanto e como, dela se afastam na área em que trabalham.

## 1.4 - BRAINSTORMING

O Brainstorming que pode ser traduzido por "*Tempestade de Idéias*", é uma técnica extremamente eficaz tanto para a escolha do problema, ou projeto, a ser trabalhado pela equipe, quanto para seu perfeito entendimento e dimensionamento. Trata-se de reuniões nas quais todos os participantes da equipe são encorajados a expor suas idéias, sem censura.

Quanto mais, melhor, mesmo que a princípio algumas possam parecer completamente disparatadas. Vale tudo. Uma idéia aparentemente absurda pode levar a outras que, sozinhas ou combinadas, podem conduzir à definição do problema, suas causas e sua abrangência.

É fundamental a participação de todos os componentes da equipe. Todas as idéias devem ser registradas para que, após um período de amadurecimento, ou incubação, possam ser reavaliadas. Ao final desse ciclo de interação, a equipe determina o direcionamento a ser dado às etapas seguintes do trabalho a ser desenvolvido.



## ANEXO 2

### 2.1 - LISTA DOS REQUISITOS DAS NORMAS DA SÉRIE ISO 9000 (MARANHÃO, 1993).

#### ISO 9001: 20 exigências da boa gestão empresarial

Número	Objetivo
01	Definir a política e os objetivos da Qualidade, a organização e as responsabilidades e autoridade das pessoas que decidem.
02	Definir estrutura normativa pela qual a empresa efetivamente obtém Qualidade
03	Definir regras para vender corretamente
04	Definir regras para que as idéias (projetos) sejam transformados em produtos desejados
05	Assegurar que os documentos certos estejam com a pessoa certa, na hora certa
06	Definir boas regras de compras
07	Definir regras para situação especial de recebimento de materiais produtivos
08	Assegurar que os processos de produção sejam executados com condições controladas
09	Assegurar a identificação dos produtos e possibilitar a recuperação da história dos produtos e dos processos
10	Definir regras para inspeção de produtos e ensaios de laboratórios
11	Assegurar o conhecimento das incertezas dos equipamentos de medida
12	Definir se os produtos podem ou não ser usados
13	Controlar produtos interditados para uso
14	Definir regras para Ações Corretivas (atuadores)
15	Definir regras para manuseio e transporte de produtos
16	Definir como comprovar (por escrito) a Qualidade
17	Definir as verificações periódicas do funcionamento das diferentes atividades da empresa (auditorias)
18	Assegurar capacitação técnica do pessoal
19	Definir critérios para atividades pós-venda
20	Definir regras para aplicações de técnicas estatísticas

#### ISO 9002: 18 conjuntos de regras da boa gestão empresarial

Número	Objetivo
01	Definir a política e os objetivos da Qualidade, a organização e as responsabilidades e autoridade das pessoas que decidem
02	Definir estrutura normativa pela qual a empresa efetivamente obtém Qualidade
03	Definir regras para vender corretamente
04	Assegurar que os documentos certos estejam com a pessoa certa, na hora certa
05	Definir boas regras de compras
06	Definir regras para situação especial de recebimento de materiais produtivos
07	Assegurar a identificação dos produtos e possibilitar a recuperação da história dos produtos e dos processos
08	Assegurar que os processos de produção sejam executados sob condições controladas
09	Definir regras para inspeção e ensaios de laboratórios
10	Assegurar o conhecimento das incertezas dos equipamentos de medida
11	Identificar quais os produtos que podem ou não ser usados
12	Controlar os produtos interditados para uso
13	Definir regras para Ações Corretivas (atuadores)
14	Definir regras para manuseio e transporte de produtos
15	Definir como comprovar (por escrito) a Qualidade
16	Definir as verificações periódicas do funcionamento das diferentes atividades da empresa (auditorias)
17	Assegurar capacitação técnica do pessoal
18	Definir regras para aplicação de técnicas estatísticas

### ISO 9003: 12 Conjuntos de regras da boa gestão empresarial

Número	Objetivo
01	Definir a política e os objetivos da Qualidade, a organização e as responsabilidades e autoridade das pessoas que decidem
02	Definir estrutura normativa pela qual a empresa efetivamente obtém Qualidade
03	Assegurar que os documentos certos estejam com a pessoa certa, na hora certa
04	Definir regras para identificação dos produtos
05	Definir regras para inspeção e ensaios de laboratórios
06	Assegurar o conhecimento das incertezas dos equipamentos de medida
07	Identificar quais os produtos que podem ou não ser usados
08	Controlar os produtos interditados para uso
09	Definir regras para manuseio e transporte de produtos
10	Definir como comprovar (por escrito) a Qualidade
11	Assegurar capacitação técnica do pessoal
12	Definir regras para aplicação de técnicas estatísticas

## 2.2 - PROJETO DE NORMAS INTERNACIONAIS DA GESTÃO DO MEIO AMBIENTE (ISO/TC 207 - GANA, 1994).

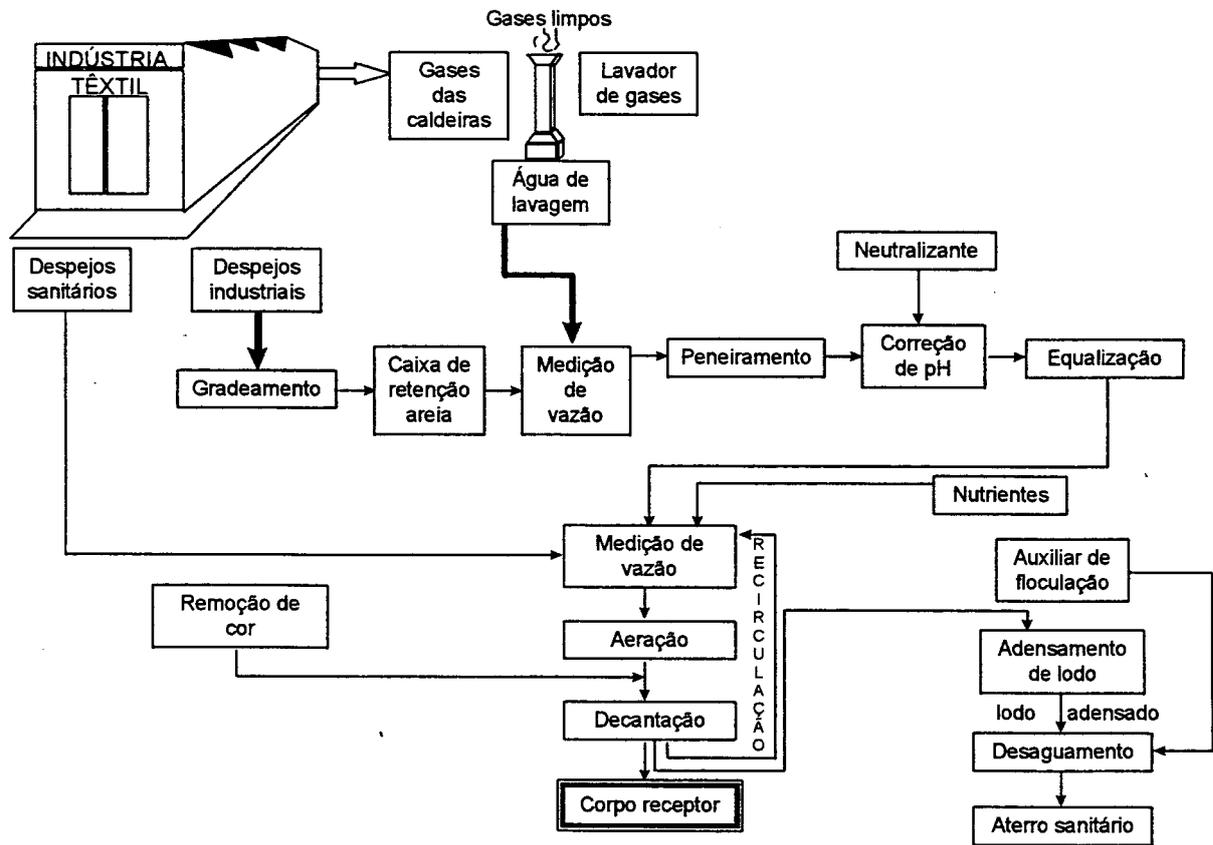
Série	Conteúdo da norma
14000	Sistemas de gestão ambiental - diretrizes gerais sobre princípios e suas aplicações
14001	Sistemas de gestão ambiental - especificações com diretrizes para uso
14002	Sistemas de gestão ambiental - diretrizes sobre considerações especiais que afetam às pequenas e médias empresas
14003	Guia sobre a inclusão dos aspectos ambientais nos produtos padrões
14004	Princípios guias para o tipo 1 esquemas de rotulagem ambiental (ecolabeling)
14005	Termos e definições para aplicação específica em rotulagem ambiental
14006	Símbolos da rotulagem ambiental
14007	Testes ambientais e metodologias de verificação
14008	Metodologia para avaliação genérica de performance
14009	Indústria - indicadores específicos de performance ambiental
14010	Análise do ciclo de vida - código da prática
14011	Análise do ciclo de vida - inventários
14012	Análise do ciclo de vida - análise dos impactos
14013	Análise de melhorias
14014	Gestão ambiental - Termos e definições
14015-1	Diretrizes para a auditoria ambiental - parte 1: princípios gerais
14015-2	Diretrizes para a auditoria ambiental - parte 2: auditoria dos sistemas de gestão
14015-3	Diretrizes para a auditoria ambiental - parte 3: cumprimento das normas
14015-4	Diretrizes para a auditoria ambiental - parte 4: performances
14015-5	Diretrizes para a auditoria ambiental - parte 5: instalações
14015-6	Diretrizes para a auditoria ambiental - parte 6: afirmação dos princípios e de compromissos
14016	Diretrizes para o estabelecimento de impostos ambientais
14017	Diretrizes para o início das revisões ambientais

## ANEXO 3

### 3.1 - ABASTECIMENTO DE ÁGUA DAS INDÚSTRIAS

Indústria 1	Captação de rio à montante, que recebe água tratada de lançamento proveniente de outra indústria têxtil. Vazão 102.803 m <sup>3</sup> /mês, média de seis meses. ETA convencional.
Indústria 2	Captação rio Itajaí-açú, à montante recebe despejos de papel e celulose. Vazão total 60.000 m <sup>3</sup> /mês. ETA convencional.
Indústria 3	Captação ribeirão Garcia / classe 2. Vazão 200.000 m <sup>3</sup> /mês. ETA convencional.
Indústria 4	Captação através de quatro nascentes. Vazão 56.000 m <sup>3</sup> /mês. ETA convencional.
Indústria 5	Captação rio Itapocú / classe 2 à montante e classe 3 a jusante. Vazão 110.000 m <sup>3</sup> /mês. ETA convencional.
Indústria 6	Captação rio Garibaldi / classe 2. Vazão 75.000 m <sup>3</sup> /mês. ETA convencional.
Indústria 7	Captação poço artesiano e abastecimento pela Casan. Vazão 44.000 m <sup>3</sup> /mês.
Indústria 8	Captação rio Itajaí-açú, recebe água tratada à montante. Vazão 140.000 m <sup>3</sup> /mês. A Casan abastece bebedouros e cozinha. ETA convencional.
Indústria 9	Captação rio Itajaí-açú, recebe água já utilizada e tratada por outras indústrias. Vazão 94.000 m <sup>3</sup> /mês. ETA convencional.
Indústria 10	Captação através de poço artesiano, com tratamento para retenção de Ferro presente na água e através da Casan. Vazão 50.000 m <sup>3</sup> /mês.
* ETA	* Estação de tratamento de água

### 3.2 - FLUXOGRAMA BÁSICO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS CONVENCIONAL.



### 3.3 - LAVADOR DE GASES

