

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**TRABALHO DE FORMATURA**

**ANÁLISE DA AUTOMAÇÃO DE UMA LAVANDERIA  
INDUSTRIAL**

**ROSÂNGELA CRISTINA PEREIRA**

**ORIENTADOR: PROF. MAURO DE MESQUITA SPÍNOLA**

**1997**

X-1997  
P414a

## **MENSAGEM**

*Uma grande parte da “experiência prática”  
consiste em repetir os enganos de nossos  
ancestrais. Uma tarefa da Ciéncia Social é  
fazer uma separação entre o que é verdade e  
o que é meramente antigo.*

*Chester L. Hunt  
Paul B. Horton*

## **DEDICATÓRIA**

*A meu marido e a minha filha pelo tempo que  
lhes subtrai para a realização de um sonho.*

## ***AGRADECIMENTOS***

A Deus, em primeiro lugar, fonte e razão de todo o bem.

A minha família, pelo apoio, carinho e exemplos recebidos durante toda a minha vida.

Ao Professor Mauro de Mesquita Spínola pela excelente orientação, paciência, colaboração e interesse dispensados ao longo do ano.

Aos professores e dirigentes da universidade - em especial Carmem Dolores - pelos ensinamentos recebidos.

Aos colegas, pela amizade, estímulo e enriquecimento pessoal a mim propiciados.

## ÍNDICE

<b>1. A EMPRESA</b>	<b>1</b>
<b>1.1. HISTÓRICO</b>	<b>1</b>
<b>1.2. ORGANIZAÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>1.3. OS SERVIÇOS PRESTADOS</b>	<b>4</b>
1.3.1. Divisão "Jeans"	4
1.3.2. Divisão "Tinturados"	6
<b>1.4. O TRABALHO</b>	<b>7</b>
1.4.1. A Gerência de Controladoria	7
1.4.2. O Objetivo da Empresa	8
1.4.3. A Escolha do Tema	9
1.4.4. O Objetivo do trabalho	10
<b>2. CONTROLE AUTOMÁTICO DE PROCESSOS</b>	<b>11</b>
<b>2.1. CONTROLE EM MALHA-FECHADA</b>	<b>14</b>
2.1.1. Equipamentos de Controle de Processos	17
2.1.2. Controladores Lógicos Programáveis ( CLP )	17
2.1.3. Sensores	18
2.1.4. Atuadores	19
2.1.5. Microcomputadores de uso geral	20
<b>2.2. SISTEMAS DIGITAIS DE CONTROLE DISTRIBUÍDO (SDCD)</b>	<b>20</b>
<b>3. O PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DO "JEANS"</b>	<b>23</b>
<b>3.1. A CADEIA PRODUTIVA</b>	<b>23</b>
<b>3.2. FATORES ENVOLVIDOS NO BENEFICIAMENTO</b>	<b>26</b>
<b>3.3. PRODUTOS E MATÉRIAS-PRIMAS</b>	<b>28</b>
<b>3.4. EQUIPAMENTOS</b>	<b>28</b>
<b>3.5. FASES DO BENEFICIAMENTO</b>	<b>30</b>
<b>4. DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL</b>	<b>33</b>
<b>4.1. OS EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO E A CAPACIDADE PRODUTIVA</b>	<b>33</b>

<b>4.2. O CONTROLE DO PROCESSO E A MÃO-DE-OBRA</b>	
<b>ENVOLVIDA</b>	<b>37</b>
4.2.1. As Intervenções Humanas Durante o Processo	38
4.2.2. Os Fatores que Influenciam na Qualidade	41
<b>4.3. LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS</b>	<b>43</b>
4.3.1. Coleta de Dados	43
4.3.2. Dados referentes às Máquinas Lavadoras e Secadoras	44
4.3.3. Análise dos Problemas Identificados	47
<b>5. POSSIBILIDADES PARA O SISTEMA AUTOMATIZADO</b>	<b>54</b>
<b>5.1 SISTEMA DE CONTROLE DE PROCESSOS</b>	<b>54</b>
5.1.1. Sistemas Locais	57
5.1.2. Sistema Centralizado	58
5.1.3. Sistema Distribuído	60
5.1.4. Níveis de integração	62
<b>6. PROPOSTA DE FORNECIMENTO PARA O SISTEMA AUTOMÁTICO</b>	<b>65</b>
<b>6.1. DESCRIÇÃO DA PROPOSTA</b>	<b>67</b>
6.1.1. Capacidade dos Equipamentos e Capacidade Produtiva	67
6.1.2. Características de Operação do Maquinário	68
6.1.3. Operações do Processamento e o Transporte entre máquinas	70
6.1.4. Consumos para um Ciclo de Processo	71
6.1.5. Necessidade de Máquinas	72
6.1.6. Necessidade de Mão-de-obra	72
6.1.7. Investimentos Previstos	73
<b>7. COMPARAÇÃO ENTRE SITUAÇÃO ATUAL E PROPOSTA</b>	<b>74</b>
<b>7.1. MELHORIAS COM O SISTEMA PROPOSTO</b>	<b>74</b>
7.1.1. Melhorias na Qualidade e Produtividade	75
7.1.2. Avaliação do Potencial de Lucro e Lucratividade	77
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>85</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>90</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>93</b>

## SUMÁRIO

O presente trabalho refere-se á análise do projeto, já em curso, de modernização do parque industrial, inclusive com nova localização, de uma empresa prestadora de serviços para a indústria de confecções, com especialização em beneficiamento de "jeans", baseada no levantamento da atual situação da empresa e nas perspectivas de desempenho futuro, tendo em vista as melhorias esperadas das alterações a serem introduzidas no sistema produtivo.

O estudo tem seu foco principal no Sistema Automático de Controle de Processo, detendo-se, especialmente, no exame dos ganhos decorrentes da redução de custos gerável pela otimização dos tempos; maior taxa de ocupação dos equipamentos; menor número de intervenções dos operadores nas máquinas; aproveitamento dos insumos de produção; controle da produção e ganhos indiretos através da facilidade de gerenciamento, supervisão e aumento da qualidade e da produtividade.

---

***CAPÍTULO 1***

**1. A EMPRESA****1.1. HISTÓRICO**

A empresa, fundada em 1930, é do tipo familiar, composta por quatro quotistas.

No início atuava no ramo de lavanderias para hospitais e restaurantes. Mais tarde, cinqüenta anos após sua fundação, mudou suas atividades, aproveitando o parque industrial para realizar o beneficiamento do “jeans<sup>1</sup>” e o tingimento de roupas prontas.

Em relação ao beneficiamento, visava atender um mercado que se iniciava com a necessidade das confecções de roupas em “jeans”, de terceirizar uma etapa do processo de produção, considerado determinante para o sucesso daquele tipo de indústria.

Já no tingimento, as confecções sofreram mudanças devido à sazonalidade da demanda de roupas coloridas; minimizando as perdas através da confecção de roupas cruas (sem cores) e atendendo o mercado conforme a necessidade. Para isso, foi preciso controlar todos os pontos de venda, assumindo então, grande importância o serviço rápido de tingimento.

Em 1982, sobreveio a necessidade de expansão, coincidente com o início de prestação de serviço para uma das maiores confecções do mundo, a Levi Strauss. Atualmente, as roupas processadas na empresa, para a Levi's, vêm da fábrica de Cotia, cidade localizada perto do centro de São Paulo, e enviadas para os EUA e América Latina, proporcionando à empresa um faturamento referente a 80% do total de suas vendas.

Uma das principais lavanderias de “jeans” do Brasil, possui capacidade que está se tornando pequena frente à demanda do mercado. A perspectiva de tercerização de

---

<sup>1</sup> Nome dado às roupas confeccionadas com o tecido índigo denim.

## *Introdução*

## *Capítulo 1*

---

grandes confecções no Brasil consolida a necessidade de ampliação da capacidade produtiva da empresa.

O histórico da firma se funde com a evolução do processamento de confecções no Brasil, sendo sua meta prosseguir com um trabalho de ponta, participando do desenvolvimento deste mercado e oferecendo sempre novos recursos aos seus clientes.

### 1.2. ORGANIZAÇÃO

A empresa possui a seguinte estrutura organizacional:

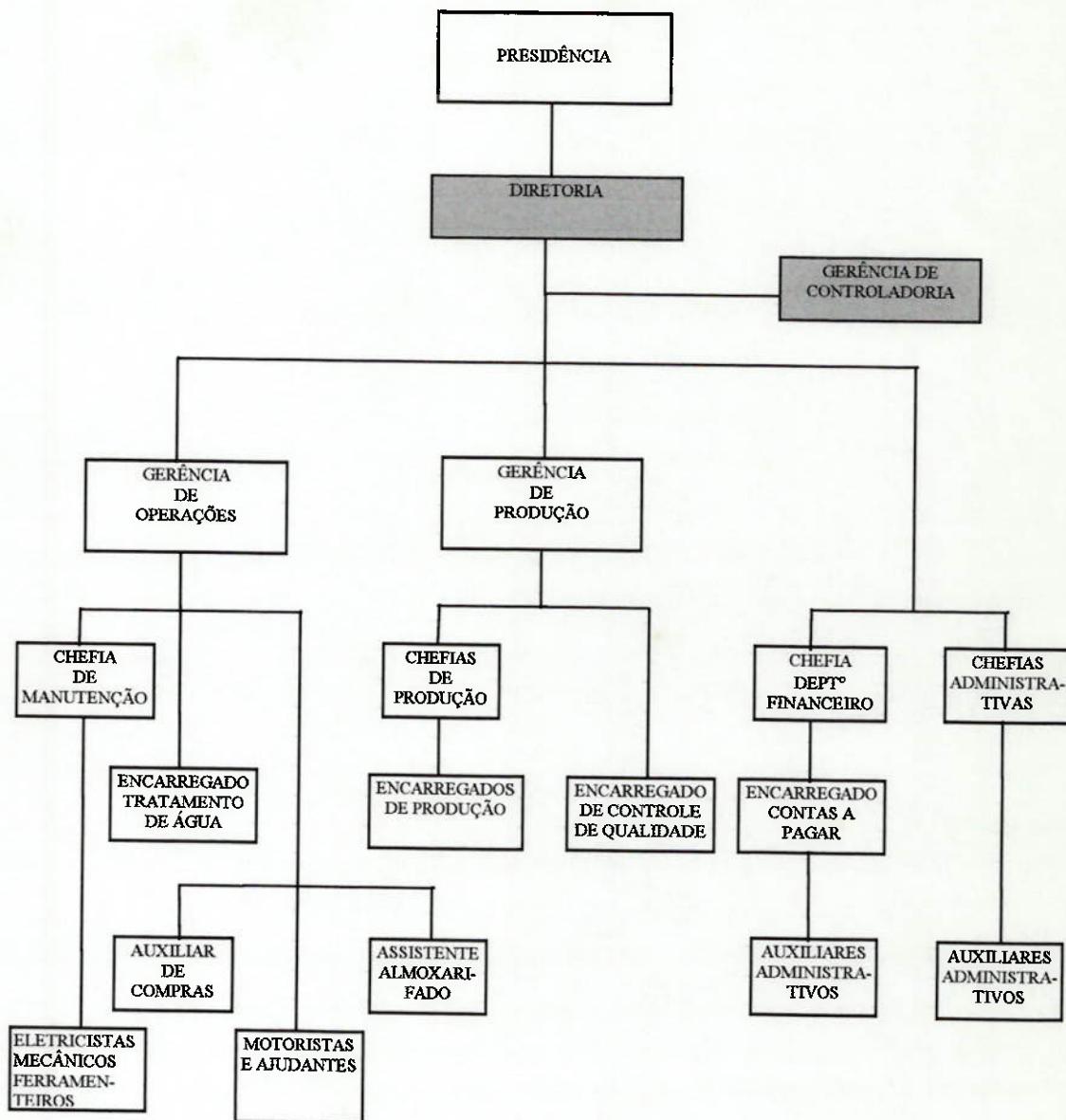


Fig. 1.1 Organograma simplificado da empresa.  
Fonte: Elaborado pela autora

Abaixo da diretoria superintendente está a gerência de controladoria, a qual explicaremos no item 1.2.1.

### **1.3. OS SERVIÇOS PRESTADOS**

O tipo de serviço prestado é sob encomenda. Executa o beneficiamento de lotes de roupas enviadas pelos confeccionistas, que especificam as particularidades que desejam em relação aos processos já existentes, ou através de um pedido de desenvolvimento de um processo novo.

#### *1.3.1. Divisão “Jeans”*

A estrutura de operação da Lavanderia é baseada numa divisão entre áreas de trabalho, uma delas a divisão “jeans”, responsável pelo beneficiamento de roupas em processos sintonizados com a moda. Somente esta divisão será deslocada para uma nova localização.

O beneficiamento do “jeans” inclui uma gama de processos que diferem no resultado final da roupa quanto à tonalidade, textura, aparência etc. Abaixo, citaremos alguns processos básicos que podem sofrer variações técnicas específicas e/ou combinações entre si, resultando em processos que possuem efeitos diferenciados dos originais.

- **Amaciamento:** Processo de acabamento através de amaciante e silicone que deixa a peça mais confortável e mais agradável ao toque.
- **Natural Wash:** Lavagem através de enzimas que permite efeitos de “stonagem<sup>2</sup>” e/ou de maciez à peça.
- **Stone Químico:** Lavagem através de produtos químicos que dá ao produto um efeito semelhante ao de stonagem.

---

<sup>2</sup> Palavra normalmente usada em lavanderias, é comum usar a expressão: as roupas foram stonadas ou sofreram stonagem, que quer dizer que as roupas foram processadas (batidas) com pedras nas máquinas lavadoras

- **Stone Pedra:** Lavagem através de batimento com pedras especiais tendo como resultado desgaste da peça que simula o desgaste natural.
- **Super Stone:** Lavagem através de batimento com pedras e/ou enzimas, que dá à peça efeito de desgaste acentuado.
- **Destroyed:** Lavagem através de batimento com pedras e/ou enzimas por longo tempo na máquina, originando efeito de desgaste muito acentuado.
- **Over Destroyed:** Lavagem através de batimento com pedras e enzimas que gera efeito de desgaste extremamente acentuado, mas sem prejudicar a resistência da peça.
- **Wear Rushed:** Lavagem através de batimento com pedras e enzimas que dá aspecto de real desgaste à peça, inclusive gerando pontos nas barras e laterais.
- **Second Hand:** Processo pelo qual se consegue diferentes efeitos e tonalidades nas peças, através de batimento sem água, usando-se pedras e produtos químicos.
- **Clareamento:** Processo de lavagem através de produtos químicos que tem como efeito diversos tipos de *delavées*<sup>3</sup>. Pode ser usado em conjunto com os diversos tipos de processamento.
- **Used:** Processo que torna mais claras regiões localizadas da peça, através de produtos químicos ou abrasão. É usado em conjunto com os diversos tipos de processamento.

---

<sup>3</sup> Nome de origem francesa comumente usado para designar a tonalidade clara e uniforme do tecido

### *1.3.2. Divisão “Tinturados”*

A divisão “tinturados” é a outra área de trabalho presente na empresa. Nesta área é executado o tingimento em roupas prontas. Através de uma cartela de cores por ela desenvolvida, de acordo com a moda da estação, o cliente escolhe o tipo de tingimento e a cor desejada.

O tingimento é realizado através de dois processos distintos: o Convencional e o Superficial ou Catalítico, conforme descrevemos a seguir:

#### **Tingimento Convencional**

Objetiva dar cor, alcançar uma correta equalização, desenvolver as propriedades de *solidez*<sup>4</sup> dos corantes utilizados e ainda dar à peça uma aparência nítida, com excelente penetração dos corantes nas costuras, bolsos e detalhes da roupa.

#### **Tingimento Superficial**

Obtidos mediante cationização, os tingimentos superficiais produzem efeitos de desgaste e realce das costuras. São muito indicados para camisaria em tecidos leves e camisetas de tecido de malha, em algodão 100%.

---

<sup>4</sup> Fixação da cor no tecido.

## 1.4. O TRABALHO

### *1.4.1. A Gerência de Controladoria*

A função da gerência de controladoria, em particular nesta empresa, é servir de “amortecedor” entre a diretoria e as gerências. Busca detecção de falhas, desvios, erros, enfim, problemas da área produtiva. Os problemas são solucionados a fim de evitar sobrecarga para a diretoria, que também atua nas áreas administrativa/financeira e comercial.

De acordo com análises de resultados, a diretoria, em relação à área produtiva, toma decisões que são antes amadurecidas e estudadas pela controladoria para que a ação seja posteriormente colocada em prática pelas gerências.

A controladoria busca informações e participação das gerências nos estudos e projetos definidos pela diretoria, com o propósito de permitir a comunicação das áreas relacionadas, interligando os conhecimentos e obtendo uma visão ampla dos acontecimentos.

### *1.4.2. O Objetivo da Empresa*

No ramo de atuação da empresa, a concorrência é constituída por empresas “fundos-de-quintal”<sup>5</sup>, que proporcionam preços menores para conquistar uma dada fatia do mercado pertencente às pequenas confecções e facções<sup>6</sup>, e por lavanderias mais estruturadas detentoras de fatias de mercado mais significativas, empenhadas na conquista dos clientes potenciais, as grandes confecções de “jeans” do Brasil.

A missão da empresa é ser fornecedora de serviços diferenciados em processamento de “jeans”, com atuação nacional, orientada para a otimização da capacidade instalada, baixos custos, altos volumes e tecnologia de ponta, oferecendo aos clientes serviços a preços competitivos e qualidade superior.

A partir dessa missão, os objetivos definidos são: manter-se no mercado visando aumento do “market-share”; aprimorar a qualidade percebida pelo mercado em relação aos serviços fornecidos; suprir as necessidades do mercado nacional, atingindo volumes que viabilizem o ganho de escala, atingir níveis de otimização de serviços, com a redução de custos, visando preços competitivos no mercado.

O primeiro passo neste sentido foi a aquisição de um terreno no interior de São Paulo com 36 mil m<sup>2</sup> de área. Os incentivos municipais; as facilidades de alimentação de água (proximidade do rio); e de transportes (proximidade das principais rodovias de acesso); os menores custos de mão-de-obra; a possibilidade de planejamento das instalações e expansões futuras, são condições favoráveis a seus objetivos.

A nova unidade será construída numa área de 7.000 m<sup>2</sup>, com capacidade de produção projetada para 1 milhão de peças/mês. Iniciará atividades nas novas instalações visando uma produção de 400.000 peças/mês, com perspectivas de ampliação de acordo com as necessidades do mercado.

---

<sup>5</sup> Empresas muito pequenas não legalizadas que conseguem oferecer preços menores através da sonegação de impostos, mas não possuem capacidade nem equipamentos adequados para continuarem por muito tempo no mercado.

<sup>6</sup> Empresas terceirizadas das confecções.

### *1.4.3. A Escolha do Tema*

O tema escolhido decorre do estágio realizado junto à gerência de controladoria que possibilitou a aprendizagem integrada dos setores relacionados com a área produtiva, bem como informações sobre o projeto a ser implantado na nova localização industrial.

O conhecimento e a vivência experimentados na empresa levaram-nos à conclusão de que toda a política industrial adotada surge da convicção prevalecente na sua administração, de que os desejáveis objetivos de ganho de posição relativa, isto é, de crescimento no mercado, deveriam ser perseguidos basicamente em função da modernização da base física da empresa. Em outras palavras, crescer seria simplesmente renovar maquinário.

Chegamos a essa visão pelo fato de não termos constatado preocupações maiores ou esforços dos dirigentes no sentido de corrigir falhas existentes em outras áreas da empresa - administração financeira, recursos humanos, pesquisa de mercado, melhor nível dos executivos etc. - a cujo aperfeiçoamento global, como é sabido, esta ligado o crescimento sustentável de qualquer projeto empresarial.

### *1.4.4. O Objetivo do trabalho*

Identificar, medir e criticar, através do exame detalhado do funcionamento das máquinas automáticas pretendidas, as vantagens da modernização por elas ensejadas, tendo em vista, basicamente, o objetivo maior da empresa de continuar atendendo seu grande cliente preferencial, a Levi's, e conquistar outras grandes confecções de "jeans" do Brasil.

Paralelamente, tendo em vista a experiência prática e o relacionamento mantido com as pessoas encarregadas da administração, acrescentamos observações sobre o funcionamento de uma forma geral, os pontos críticos, a qualificação dos dirigentes e as dificuldades para que venham a ser alcançados os resultados desejados.

---

**CAPÍTULO 2**

**2. CONTROLE AUTOMÁTICO DE PROCESSOS**

Tendo em vista a solução técnica pela qual já optou a empresa e a escolha das máquinas destinadas a viabilizá-la, que envolvem essencialmente o controle automático de processos, abordaremos, em seguida, conceitos sobre a automação industrial, para, posteriormente, definir o controle automático de processos e os componentes de um sistema de controle, tomando por base as referências constantes nas citações bibliográficas de números [7, 10, 13 e 15].

Inicialmente, para melhor entendermos o que significa a automação e a diferença entre automação e mecanização, vamos, através de Coriat [1], definir automação e mecanização a partir dos princípios a que estaria submetido um conjunto de meios de trabalho:

- princípio de operação - segundo a natureza da operação (torneamento, fresagem etc.);
- princípio da informação - pode ser subdividido em:
  - a) capacidade de um meio de ser alimentado em normas técnicas que especifiquem a operação a ser efetuada; comando numérico, por exemplo, possui esta capacidade;
  - b) capacidade do meio de trabalho de fornecer informações sobre o processo em curso. Esta característica é fundamental para o controle de processos relativos à indústria de propriedade (petróleo, petroquímica etc.).
- princípio da regulação - capacidade que tem o meio de trabalho ou sistema de máquinas capaz não somente de fornecer informações, mas também de interpretá-las e decidir sobre correções pertinentes, que devem ser efetuadas, e até de efetuá-las;
- princípio do deslocamento (transporte) - relativo ao deslocamento de materiais de uma operação a outra.

Coriat então define mecanização e automação a partir dos valores de uso dos meios de trabalho. Os princípios de operação e deslocamento estariam ligados à mecanização e os princípios de informação e regulação à automação.

A definição acima tem o mérito de especificar as características informacionais associadas ao processo de automação, bem como de abranger áreas outras que não a operação de transformação propriamente dita. Ela possibilita, por exemplo, associar a instrumentação de processos petroquímicos ao princípio da informação. Se, por um lado, essa definição auxilia a análise do processo de automação mais intimamente vinculado aos computadores (e sua capacidade de lidar com informações), por outro, não facilita a compreensão das diferenças entre automação atual e a automação eletromecânica anterior.

Para suprir esta lacuna, levantaremos uma outra classificação:

- mecanização: substituição da força animal pela máquina. Assim, se o transporte de materiais e o acionamento motor de um equipamento são feitos a partir da energia não-animal (vapor, eletricidade, óleo etc.), diremos que houve mecanização.
- automação: aqui, o equipamento executa uma seqüência de operações sem a intervenção direta do homem. Temos dois tipos de automação:

a) automação fixa: em que é muito difícil mudar a seqüência das operações. Com base técnica predominantemente mecânica e eletromecânica, a mudança da seqüência implica alteração física no equipamento, demorada e de alto custo. Nestas condições, tal tipo de automação é usada para a produção em alta escala de produtos padronizados (ou com variações muito pequenas), e as máquinas já são pensadas unicamente para aquela produção;

b) automação flexível: em que é relativamente mais fácil mudar a seqüência de operações. Lastreada principalmente na técnica eletrônica e, mais recentemente, na microeletrônica, a seqüência de operações pode ser mudada via programa de computador que controla o movimento ou as funções do meio de trabalho.

Podemos dizer que a automação flexível é conseguida pelo acoplamento das máquinas com computadores e a informática. Assim, todas as questões relativas à informática são também relativas à automação flexível microeletrônica.

De acordo com Sighieri [15], na automação, o dispositivo automático observa sempre o resultado do seu trabalho e dá essa informação ao dispositivo principal (essa ação refletiva chama-se realimentação ou *feedback*). Este último compara a informação com o objetivo desejado, e, se existir diferença entre os dois, atua no sentido de diminuí-la para o mínimo valor possível. Pode-se dizer, portanto, que a noção fundamental da automação é radicada no *feedback*.

O controle automático representa um papel vital da engenharia e da ciência, é essencial em operações industriais para controle de pressão, temperatura, umidade, viscosidade e fluxo em processos industriais: manuseando, operando e montando partes mecânicas das indústrias de fabricação e muitas outras.

Para melhor entendermos, vamos definir algumas terminologias necessárias para descrever sistemas de controle:

*Plantas*: uma planta é uma parte do equipamento, eventualmente um conjunto de itens de uma máquina, que funcionam conjuntamente, cuja finalidade é desempenhar uma dada operação.

*Processos*: operação a ser controlada.

*Sistemas de controle de processos*: um sistema regulador automático no qual a saída é uma variável tal como temperatura, pressão, fluxo, nível de líquido ou pH.

## 2.1. CONTROLE EM MALHA-FECHADA

Segundo Ogata [12], um sistema de controle em malha-fechada é aquele no qual o sinal de saída possui um efeito direto na ação de controle. Isto é, são sistemas de controle realimentados (comparação entre as variáveis de saídas e entradas e utilizando a diferença como um meio de controle).

O sinal erro atuante que é a diferença entre o sinal de entrada e o sinal realimentado (que pode ser o sinal de saída ou uma função do sinal de saída e suas derivadas) é alimentado no controlador de modo a reduzir o erro e manter a saída do sistema em um valor desejado.

A figura 2.1 mostra a relação entrada-saída do sistema de controle em malha-fechada (através do diagrama de blocos).

Para ilustrar o conceito desse sistema de controle, considere-se o sistema térmico mostrado na fig.2.2., onde o ser humano atua como um controlador. Ele deseja manter a temperatura da água quente em um dado valor. O termômetro instalado na tubulação de saída da água quente mede a temperatura real. Esta temperatura é a saída do sistema.

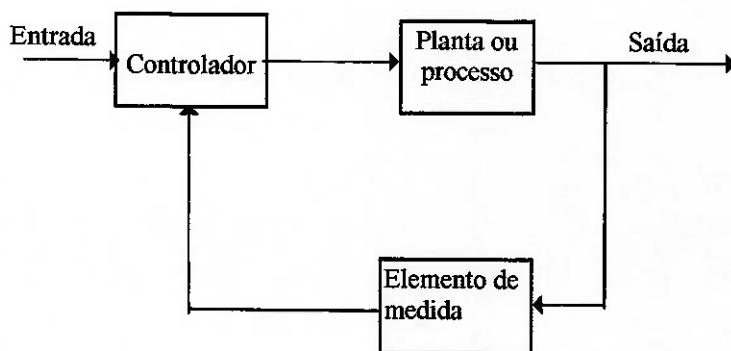


Fig. 2.1 Sistema de controle em malha-fechada  
Transcrito de Ogata [10]

Se o operador observa o termômetro e verifica que a temperatura é maior que a desejada, reduz a quantidade de suprimento de vapor de modo a diminuir essa temperatura. É bem possível que a temperatura se torne demasiado baixa, necessitando repetir a seqüência de operação no sentido oposto.

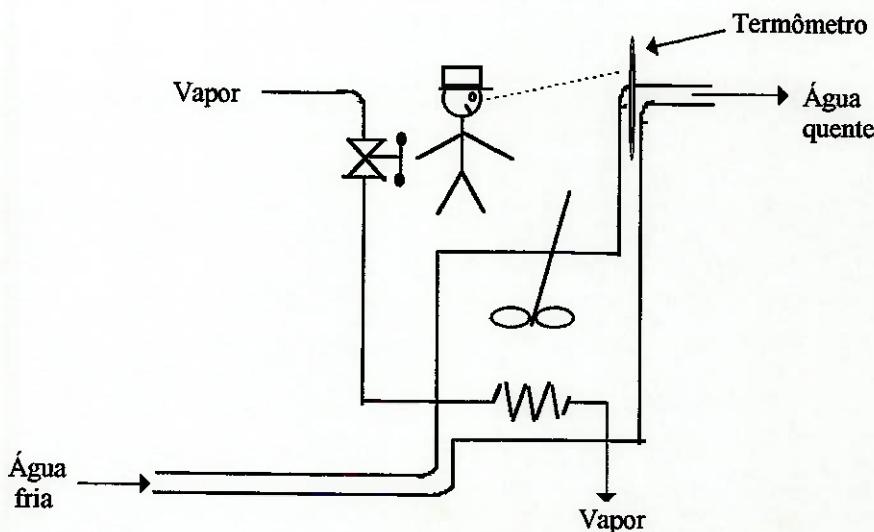


Fig. 2.2 Controle realimentado manual de um sistema térmico

Transcrito de Ogata [10]

Este sistema é dito de sistema de controle de realimentação manual. Se for utilizado um controlador automático para substituir o operador humano, conforme é mostrado na figura 2.3, o sistema de controle se torna automático, ou de realimentação automática. A posição do dispositivo de seleção de temperatura (um *dial*, por exemplo) no controlador automático seleciona a temperatura desejada. À saída, a temperatura real da água quente, que é medida pelo dispositivo de medida de temperatura, é comparada com a temperatura desejada de modo a gerar um sinal de erro atuante.

Desta forma, a temperatura de saída é convertida nas mesmas unidades de entrada (ponto de ajuste) por meio de um transdutor. (Um transdutor é um dispositivo que converte um sinal de uma forma para outra). O sinal erro produzido no controlador automático é amplificado e a saída do controlador é enviada a uma válvula de controle para variar a abertura da válvula e, consequentemente, o suprimento de vapor, de modo a corrigir a temperatura real da água. Se houver erro, nenhuma variação é necessária na abertura da válvula.

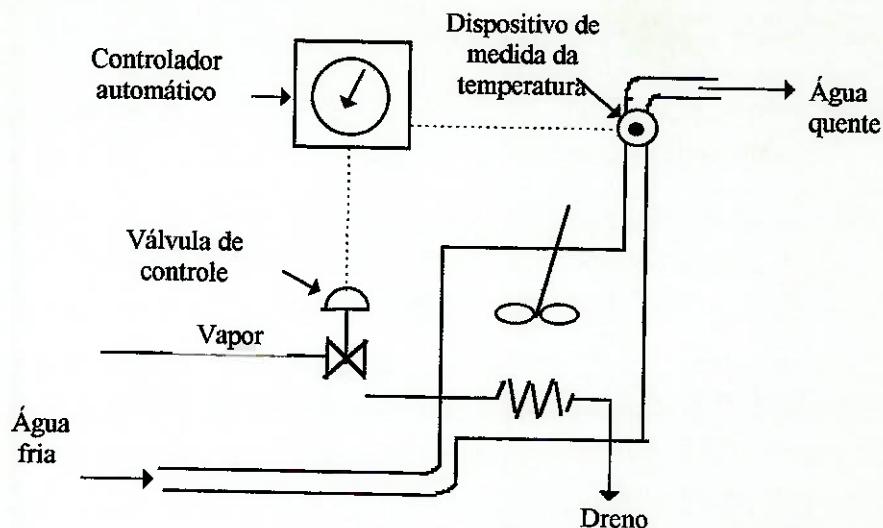


Fig. 2.3 Controle realimentado automático de um sistema térmico

Transcrito de Ogata [10]

Nos sistemas aqui considerados, as variações na temperatura ambiente, a temperatura da água fria na tubulação de entrada etc. podem ser considerados distúrbios externos.

Os sistemas de controle com realimentação manual e realimentação automática anteriormente citados operam de maneira similar. Os olhos do operador constituem o dispositivo análogo ao medidor de erro; o cérebro, o análogo do controlador automático; e os músculos, o análogo do atuador.

O controle de um sistema complexo por um operador humano não é eficiente devido às inúmeras interrelações entre as diversas variáveis. Note-se que, mesmo em um sistema simples, um controlador automático eliminará quaisquer erros humanos de operação.

*2.1.1. Equipamentos de Controle de Processos*

Utilizaremos, a partir deste item, a referência [5] para todas as definições que abordaremos a seguir.

Como a fronteira tecnológica se desloca rapidamente na área da microeletrônica, os equipamentos para controle de processos também seguem o mesmo ritmo, tendo em vista tanto a disponibilidade de recursos propiciada pela microeletrônica, como a necessidade dos usuários.

O surgimento dos variados circuitos digitais, dos microprocessadores, das memórias, dos conversores A/D e D/A e de muitos componentes de potência permitiu que se fizessem circuitos e equipamentos de alta sofisticação, para acionar e controlar máquinas e equipamentos.

*2.1.2. Controladores Lógicos Programáveis (CLP)*

Os controladores são dispositivos que recebem um sinal de desvio correspondente à diferença entre o valor desejado e o valor medido e que manipulam este desvio para obter a ação corretiva necessária. Reagem ao desvio, acionando um elemento final de controle, ou atuador, que age sobre a variável manipulada.

Resume-se a um microprocessador, que permite ao usuário a execução de funções de intertravamento, seqüenciação, temporização e contagens em automação de máquinas e processos.

Possibilita ao operador, com um toque no teclado, a alteração de qualquer variável que esteja sendo controlada. Realiza as funções clássicas de lógica (álgebra booleana) e monitoramento, processamento dos valores medidos e o controle da malha.

É capaz de interfacear os sinais dos sensores com o computador de supervisão ou interligação em redes.

Possui memória RAM/EPROM, permitindo fácil reprogramação do software, e módulos de entrada e saída analógicos e/ou digitais.

O CLP pode ser programado por pessoas sem nenhum conhecimento de linguagem de programação para PCs. É o equipamento mais utilizado mundialmente em automação industrial.

Sucessivos avanços tecnológicos dos CLP's permitiram ser instalados em diversos locais do sistemas de produção e tomar decisões complexas, dentro do nível de hierarquia dos controles.

#### *2.1.3. Sensores*

A base de funcionamento dos sistemas de controle é ter um fenômeno físico sendo medido através de sensores, gerando um sinal e posteriormente sendo amplificado. Este sinal é enviado para um controlador, ou sistema de decisão baseado em microprocessador, onde os dados são digitalizados e processados em programas residentes em ROMs. O resultado é convertido e mandado para um atuador.

A tomada de impulso do elemento a ser controlado é o primeiro passo para a regulação. Esta função é feita por um elemento de medição, que corresponderia ao tato do corpo humano. Estes dispositivos estão em contato direto com a tubulação, reservatório, ou equipamento onde exista o material do qual se pretenda regular a grandeza física. Dependendo da variável que se deseja regular, adota-se o tipo adequado de tomada de impulso.

Como é necessário que o impulso seja transmitido para o sistema de decisão ou sala de controle, é conveniente analisarmos o modo de transformar o impulso em sinal mais fácil de transmitir ou manejá-lo. Assim, não basta apenas medir, mas é preciso obter desta medida uma força ou um movimento, que sejam proporcionais à medida e capazes de

acionar um mecanismo conveniente. Os elementos utilizados para esta finalidade são chamados de “transdutores”.

Basicamente, um instrumento de medição é um dispositivo que determina o valor de uma variável qualquer e exerce as seguintes funções:

- Indicação - Na qual um instrumento inclui uma escala graduada e um ponteiro móvel, ou outro modo qualquer de indicação analógica ou digital.
- Registro - Armazena os valores lidos em algum dispositivo. O modo de registro mais comum são as cartas gráficas, ou em memória ou arquivos magnéticos.
- Transmissão - Transforma o sinal medido em outro, que possa ser transmitido à distância.
- Sinalização - O instrumento indica se a grandeza medida se encontra acima ou abaixo dos valores pré-fixados.

#### *2.1.4. Atuadores*

Os atuadores são dispositivos que implementam a ação de correção orientada pelos sinais de saída dos sistemas de controle de monitoração.

#### *2.1.5. Microcomputadores de uso geral*

A tendência do mercado mundial em adotar o PC como equipamento padrão para uso geral está fazendo com que seja esse, também, o padrão para aplicações industriais.

Os PCs, então, podem desempenhar dois tipos de tarefas nos controles de processos:

- Substituir os Controladores Lógico-Programáveis;
- Supervisionar CLPs.

Alguns fabricantes já projetam PCs para ambientes industriais, como é o caso da IBM americana, cujo equipamento pode suportar todos os riscos que um CLP suporta numa linha de montagem.

A rigor, microprocessadores e CLPs podem ser usados indiferentemente no controle de máquinas e processos industriais. Mas os CLPs são preferidos em tarefas de campo (acionar e parar motores, ligar e desligar chaves etc.), enquanto os micros apresentam maior eficiência em supervisão, chegando a comandar conjuntos de CLP's.

## **2.2. SISTEMAS DIGITAIS DE CONTROLE DISTRIBUÍDO (SDCD)**

Podemos entender o SDCD como uma nova arquitetura de controle de processos. A diferença básica do modo como o computador vinha sendo utilizado na Automação Industrial é que deixou de desempenhar uma função centralizadora de aquisição de dados, controle, otimização, além de gestão empresarial. Com os microprocessadores, pode-se distribuir uma inteligência pelas diferentes atividades da planta, com benefício de flexibilidade, confiabilidade e facilidade de manutenção.

Um SDCD é normalmente subdividido em três partes:

- Estação de operação:
  - Uma estação de operação é constituída de computadores de processo e periféricos, recebendo as informações da planta.
  - Reproduz no monitor de vídeo, um sinóptico de toda a operação controlada ou de alguma de suas partes isoladamente.
  - Dispara alarmes sempre que surge um problema, rompendo a rotina de trabalho.
  - Permite o controle do processo, através de modelos e algoritmos, sem a intervenção do operador.
  - Permite simultaneidade de operações através da dualidade mestre/escravo. Ou seja, enquanto que a estação mestre cuida do controle do processo, a escrava pode plotar gráficos de tendências, ou qualquer outro tipo de análise suportado pelo software.
  - A estação escrava também serve de back-up para a mestre.
  - Permite alteração de set-points, em função de alguma mudança transitória no processo.
  - Dispõe de linguagem de alto nível para a programação de telas.
  - Dotadas de programas de autodiagnose para detecção de falhas e CPUs e periféricos duplicados em malha crítica.

Estações de Controle e Aquisição de Dados :

- São unidades que interfaceiam o processo e situam-se fisicamente próximas ao ponto de leitura.
- São responsáveis por receber as informações do campo e emitir às funções de controle, através de atuadores ou alarmes ou dados às estações de operação.
- Possuem redundância (multimicros) para aumentar a confiabilidade.

- A configuração depende do número de variáveis digitais e analógicas (entrada-saída) que pretende-se controlar, número de malhas etc.
- Permite interligação com CPs, CLPs.
- Comunicação:
  - Trata-se de uma rede local dotada de um protocolo de comunicação padronizado.
  - Permite a ligação da estação de operação com as remotas.
  - Permite a ligação com CPs, CLPs, PCs etc.

Quanto ao porte, os SDCDs podem ser divididos em:

- Grande porte: possuem redundância em relação ao hardware, consoles de operação, estações remotas de aquisição de dados, e no subsistema de comunicação.
- Pequeno e médio porte: geralmente utilizam PC's como estação de operação.

A preocupação acima exercitada de alinhar dados técnicos sobre as características teóricas de um sistema automático de controle de processos, na forma como ensinam os bons autores, decorre da intenção de melhor analisar a solução adotada pela empresa à luz de uma visão mais técnica.

---

**CAPÍTULO 3**

**3. O PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DO “JEANS”**

Os conceitos fundamentais relativos ao beneficiamento do “jeans” serão aqui abordados tendo em vista que, por trás da automação dos processos está a necessidade do conhecimento de todas as variáveis que devem ser controladas e monitoradas.

Uma vez que a lavanderia industrial é uma prestadora de serviços para a confecção de vestuário, vamos iniciar este capítulo mostrando onde a empresa está localizada em relação à cadeia produtiva, conhecendo todas as etapas.

**3.1. A CADEIA PRODUTIVA**

Esquematizando o fluxo de produção, temos:



Para melhor entendermos algumas fases presentes no beneficiamento do “jeans”, iremos abordar detalhes do processo de produção das indústrias envolvidas no fluxo acima, obtidos junto à ANEL (Associação Nacional de Empresas de Lavanderia) [13].

O fluxo do processo têxtil consiste, basicamente, na fiação, tecelagem e acabamento do tecido.

No processo de fiação, o algodão é recebido em fardos, passa por uma série de etapas até a formação dos fios. É nesta fase que se define a gramatura do tecido, pois depende da espessura com que os fios serão produzidos para a utilização na tecelagem. Geralmente no tecido para a confecção do “jeans” as gramaturas mais utilizadas variam entre 10 e 16 oz.

O tecido é uma superfície flexível que se obtém do entrelaçamento de dois sistemas de fios, recebendo a denominação, para o sentido longitudinal, de urdume (comprimento) e, para o sentido de largura, perpendicularmente ao urdume, de trama.

Em tecelagem, para que os fios possam ser processados no tear, devem os mesmos passar por uma série de operações que são denominadas de preparação à tecelagem.

O urdimento é a operação de preparação à tecelagem que tem por finalidade unir um determinado número de fios paralelamente entre si.

A engomagem, tem por objetivo revestir o fio com uma camada de substância que aglutina as fibras ou filamentos e protege o fio no contato com órgão do tear. Isto se faz necessário em virtude das solicitações por que passam os fios de urdume.

Na engomagem, aplica-se a solução engomante, geralmente à base de amido, nos fios de urdume. No tear, o rolo de urdume unir-se-á com o fio de trama para a confecção do tecido. O entrelaçamento entre fios de trama e urdume de uma maneira pré-determinada e repetida receberá o nome de padronagem.

O tecido utilizado para a confecção do “jeans” é o índigo, um tecido de trama branca (cru) e urdume azul (tinto). O fio é tinto em conjunto com a engomagem, sendo esta prejudicial aos processos de lavanderia.

Na confecção do “jeans”, os materiais utilizados são: linhas utilizadas nas costuras, botões, entretelas, zíperes, etiquetas, aviamentos/bolsos; na lavanderia, a utilização dos produtos químicos no beneficiamento deve ser compatível com os materiais usados nas confecções de “jeans”.

Para efetuar um bom trabalho e oferecer ao consumidor um produto final com qualidade, faz-se necessário um entrosamento adequado dos setores que estão envolvidos com o produto. Resumidamente, temos:

**FIAÇÃO:**            - Material fibroso (algodão) utilizado nos fios  
                          - Gomas

**TECELAGEM:**       - Construção e gramatura  
                          - Tingimento / Alvejamento  
                          - Acabamento

**CONFECÇÃO:**       - Botões  
                          - Zíperes, etiquetas  
                          - Entretelas  
                          - Linhas de costura  
                          - Aviamentos/bolsos

**LAVANDERIA**       - Oferecer um acabamento

**INDUSTRIAL**        - Reconhecer e respeitar as características dos diversos artigos têxteis que serão beneficiados  
                          - Adequar e desenvolver novos processos de acabamento

### 3.2. FATORES ENVOLVIDOS NO BENEFICIAMENTO

A lavagem ou beneficiamento de artigos têxteis é um conjunto que engloba obrigatoriamente quatro fatores:

- |                 |
|-----------------|
| Q = Química     |
| M = Mecânica    |
| t = tempo       |
| T = Temperatura |

CÍRCULO DE SINNER

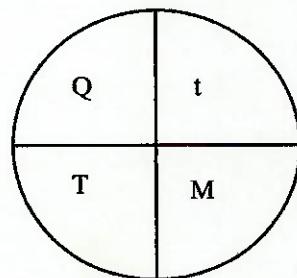


Fig. 3.1. Círculo de Sinner  
Transcrito de ANEL [13]

Para se obter rendimento ideal, deve-se buscar a harmonia dos quatro fatores, levando-se em conta a dificuldade particular de cada empresa.

Considerando:

- Características dos artigos têxteis
- Disponibilidade de recursos técnicos
- Particularidades de cada processo etc.

Podemos adequar o círculo de Sinner às necessidades particulares de cada empresa, o que resulta em consideráveis vantagens quanto à redução de custos, agilizando os tempos de processamento, segurança e qualidade da lavagem ou beneficiamento.

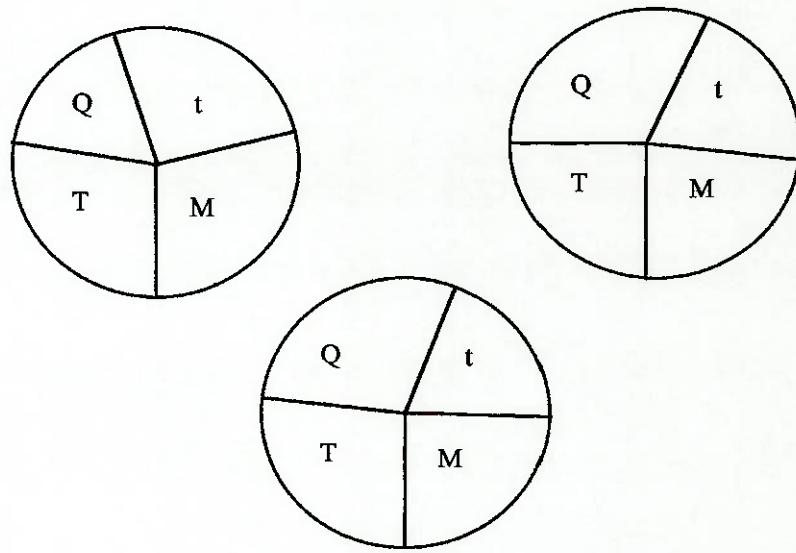


Fig. 3.2. Adequação do Círculo de Sinner para cada empresa  
Transcrito de ANEL [13]

### 3.3. PRODUTOS E MATÉRIAS-PRIMAS

A relação dos principais produtos e matérias-primas utilizados em lavanderia são:

PROD. QUÍMICOS INDUSTRIALIZADOS	MATÉRIAS-PRIMAS
- Sabões	- Hipoclorito de sódio
- Detergentes neutros	- Perborato de sódio
- Detergentes alcalinos	- Permaganato de potássio
- Detergentes enzimáticos	- Peróxido de hidrogênio
- Detergentes com alvejantes	- Hidrossulfito de sódio
- Acidulantes especiais	- Hipossulfito de sódio
- Amaciante	- Bissulfito de sódio
- Gomas	- Metabissulfito de sódio
- Solventes fluorados	- Soda cáustica
- Solventes de petróleo	- Carbonato de sódio
- Solventes Clorados	- Metassilicato de sódio
- Aditivos detergentes	- Silicato de sódio
- Agentes impermeabilizantes	- Tripolifosfato de sódio
- Produtos reativos para remoção de manchas	- E.D.T.A.
- Outros	- Outros

### 3.4. EQUIPAMENTOS

Os equipamentos utilizados para o beneficiamento ou lavagem e para a secagem são:

- **Lavadoras** (frontais ou horizontais)

Este equipamento realiza a lavagem e enxágüe das roupas em solução aquosa, através de um processo por ação mecânica obtida pela rotação do cesto e elevação das roupas através das batedeiras. O cesto gira, ora em sentido horário e ora no sentido inverso. O processo é completado pela ação química dos produtos (sabões, detergentes, acidulantes, amaciante etc.). As lavadoras, quanto ao método de operação, podem ser manuais, semi-automáticas ou automáticas.

- **Hidro extratoras ou Centrífugas**

Equipamentos destinados a reduzir a umidade retida no tecido. Na prática, reduz 40% em aproximadamente 15 minutos. O processo é de centrifugação, através de alta rotação do cesto interno. Quanto à forma de construção, as extratoras podem ser fixas ou pendulares. As fixas têm normalmente menor capacidade que as pendulares, regra geral acima de 30kg.

- **Lavadoras/Extratoras**

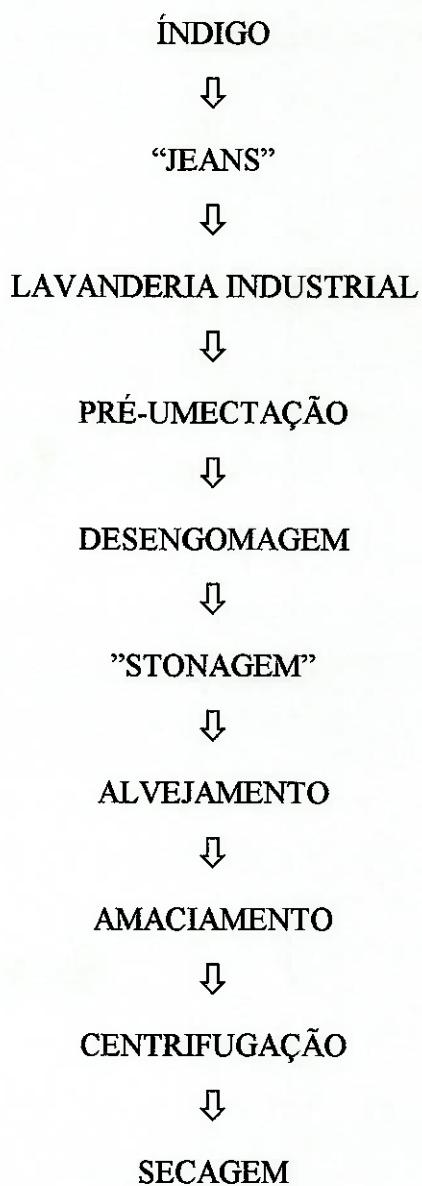
São equipamentos que agregam as duas máquinas descritas acima em uma só peça, facilitando a operação com economia de tempo e manuseio simplificado.

- **Secadoras**

São destinadas à secagem das roupas através da circulação de ar quente. São dotadas de um exaustor centrífugo que força a passagem do ar por uma câmara de equipamento onde, em seguida, entrará em contato com as roupas no cesto girando, revolve-as acelerando o processo de secagem , além de desembaraçá-las.

### 3.5. FASES DO BENEFICIAMENTO

As etapas existentes, que serão esplanadas a seguir, basicamente são usadas para qualquer tipo de lavagem ou beneficiamento. Para maior compreensão, utilizaremos o fluxograma abaixo:



As etapas pré-umectação, desengomagem, stonagem, alvejamento e amaciamento são realizadas nas lavadoras, podendo a fase de centrifugação (extração de água) ser ou não realizada separadamente, dependendo do tipo de lavadora.

A **pré-umectação** consiste numa etapa onde se imerge a peça com os produtos: umectante, anti-quebradura e água. Esta etapa é o segredo da boa stonagem, pois propicia uma boa absorção de água, evitando riscos com a peça.

A **desengomagem**, tem por finalidade eliminar a goma sobre a peça, podendo-se usar o método enzimático ou oxidativo. A desengomagem, com utilização de enzimas, deve ter o tempo muito bem controlado para que não haja migração do corante que está sobre o urdume em direção à trama branca. Além disso, para que as enzimas não percam suas propriedades, deverão ser colocadas na máquina quando a temperatura já for a correta, pois o aumento de temperatura por meio de vapor direto é desaconselhável para as enzimas.

A neutralização com enxágüe deve ser feita após a desengomagem enzimática, com a máquina em movimento, para evitar que as peças que fiquem embaixo sirvam de filtro para o banho<sup>7</sup>.

Já a desengomagem oxidativa, que utiliza peróxido de hidrogênio e metassilicato de sódio, é aconselhável para peças que devem ser claras, pois retira o corante do urdume.

A “**Stonagem**” é um processo que propicia uma abrasão (desgaste) na peça. Este desgaste pode ser maior ou menor. Alguns nomes comerciais usados para a venda das peças no mercado são: Stone, Super Stone, Washed, Destroyer etc. A abrasão pode ser provocada da seguinte forma: pedras, enzimas, pedras e enzimas.

Na stonagem com pedras é utilizada a “argila expandida”, para que flutuem na água, provocando uma stonagem física. Já a stonagem com enzimas é uma grande evolução,

---

<sup>7</sup> Nome dado a mistura de água e produtos onde as roupas ficam imergidas dentro das lavadoras

pois o desgaste é feito com o ataque na celulose. Existem 3 tipos de enzimas usadas, a saber: enzima ácida, neutra e híbrida.

As enzimas ácidas trabalham em pH ácido que colabora com um maior desgaste da celulose. As enzimas neutras são enzimas ácidas com tampão, que, por trabalharem em pH maior, diminuem o ataque da celulose. As enzimas híbridas são uma combinação entre enzimas, propiciando à fibra um ataque muito pequeno.

Stonagem com pedras e enzimas é usado quando se requer um alto grau de stonagem, em tempo curto.

**O alvejamento** é realizado com o cloro (hipoclorito de sódio) quando se necessita de um padrão mais claro. E, o alvejamento que também pode ser oxidativo, é um processo imprescindível ao “jeans”, pois realça o aspecto final do artigo.

**O amaciamento** tem por finalidade proporcionar um toque melhor do tecido, e em alguns casos um cheiro mais agradável.

**A centrifugação** tem por finalidade a retirada de excesso de água das peças, facilitando assim a secagem.

**Na secagem** deve-se utilizar secadores a vapor e não a gás, pois estes retiram muita água, deixando as peças com toque muito áspero.

---

**CAPÍTULO 4**

**4. DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL**

Nosso interesse neste capítulo é analisar a produção, a produtividade e os problemas atuais da empresa.

A análise da produção e produtividade envolve o número de máquinas, de mão-de-obra, a relação existente entre o homem e a máquina, o cálculo da capacidade produtiva e da taxa de utilização dos equipamentos.

Além disso, para a obtenção de alguns dados, acompanhamentos realizados na área produtiva junto aos funcionários foram imprescindíveis, para que pudéssemos estar o mais perto possível da realidade das informações que retratam o ambiente produtivo.

Estas análises são necessárias para que possamos identificar e quantificar problemas que possuem relação com o tipo de controle de processo utilizado pela empresa.

**4.1. OS EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO E A CAPACIDADE PRODUTIVA**

A instalação física da empresa é composta por lavadoras frontais e horizontais, hidro extratoras tipo centrífugas e secadores rotativos. Todos os equipamentos são totalmente manuais, sendo o controle do processo, a abertura e fechamento das portas e a carga e descarga, realizados pelos operadores.

A quantidade de máquinas destinadas ao processo de lavagem e as respectivas capacidades, de acordo as especificações do fabricante (referente ao peso em quilogramas de roupas secas), estão relacionadas na tabela da figura 4.1.

<b>DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS</b>	<b>Nº DE MÁQUINAS</b>
Lavadora Horizontal SITEC - 200 kg	17
Lavadora Frontais SITEC - 350 kg	4
Hidro Extrator - 100 kg	4
Secador SITEC - 100 kg	6
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>

Figura 4.1 - Descrição dos Equipamentos  
Elaborado pela autora

Para estimarmos a capacidade de cada uma das máquinas em relação ao número de peças por carga temos que saber o peso de cada peça. Portanto, consideramos todas as peças a processar com as seguintes características: "jeans" corte clássico confeccionado com tecido de gramatura 14 oz e peso médio de 800 gramas por peça.

Temos, então, listados na tabela da figura 4.2, a seguir, os valores estimados do número de peças por carga e a média dos tempos de ciclo dos principais processos realizados pela empresa para cada tipo de máquina.

<b>ITEM</b>	<b>Lavadora Horizontal</b>	<b>Lavadoras Frontal</b>	<b>Hidro Extratora</b>	<b>Secador Rotativo</b>
<b>Capacidade em peças/carga</b>	70	140	60	60
<b>Tempo de ciclo por carga (min.)</b>	210	180	25	70

Figura 4.2 - Tabela das Características Técnicas dos Equipamentos  
Elaborado pela autora

Vamos, a partir da capacidade em número de peças e dos tempos de ciclo de processo, estimar a capacidade nominal da empresa em número de peças por mês.

Considerando-se que a empresa trabalha em média 22,7 dias no mês, temos:

• **Lavadoras Horizontais**

$$(24 \text{ horas/dia} * 60 \text{ min./hora}) = 1440 \text{ min./dia}$$

$$\begin{array}{r} 1440 \text{ (min./dia)} = 6,86 \text{ ciclo/dia} \\ \hline 210 \text{ (min./ciclo)} \end{array}$$

$$6,86 \text{ ciclo/dia} * 17 \text{ máquinas} = 116,57 \text{ ciclo x máquinas/dia}$$

$$116,57(\text{ciclo x máquinas/dia}) * 70 \text{ (peças/ciclo)} = 8.160 \text{ peças/dia}$$

$$8.160 \text{ peças/dia} * 22,7 \text{ dias/mês} = 185.232 \text{ peças/mês}$$

• **Lavadoras Frontais:**

$$\begin{array}{r} 1440 \text{ (min./dia)} = 8 \text{ ciclo/dia} \\ \hline 180 \text{ (min./ciclo)} \end{array}$$

$$8 \text{ ciclo/dia} * 4 \text{ máquinas} = 32 \text{ ciclo x máquinas/dia}$$

$$32 \text{ (ciclo x máquinas/dia)} * 140 \text{ (peças/ciclo)} = 4.480 \text{ peças/dia}$$

$$4.480 \text{ peças/dia} * 22,7 \text{ dias/mês} = 101.969 \text{ peças/mês}$$

Capacidade Total :

---

**287.000 peças/mês**

---

**Extratoras:**

$$\frac{1440 \text{ (min./dia)} = 57,6 \text{ ciclo/dia} * 4 \text{ máquinas} * 60 \text{ peças/ciclo} * 22,7 \text{ dias/mês}}{25 \text{ (min./ciclo)}}$$

**Capacidade:****313.800 peças/mês****• Secadoras:**

$$\frac{1440 \text{ (min./dia)} = 20,57 \text{ ciclo/dia} * 6 \text{ máquinas} * 60 \text{ peças/ciclo} * 22,7 \text{ dias/mês}}{70 \text{ (min./ciclo)}}$$

**Capacidade:****168.000 peças/mês**

De acordo com os valores das capacidades estimadas para cada etapa do processo (lavagem, centrifugação e secagem), podemos verificar que a etapa de secagem representa o gargalo da empresa, tendo em vista a capacidade nominal de 168.000 peças/mês, insuficiente, em face do potencial total de lavagem.

#### 4.2. O CONTROLE DO PROCESSO E A MÃO-DE-OBRA ENVOLVIDA

A partir das particularidades de cada cliente é que se determina o padrão de lavagem que deverá ser produzido. Este padrão, enviado pelo cliente, ou desenvolvido na empresa, é utilizado para conferência, durante a produção, para garantir a qualidade. Explicaremos mais detalhadamente no item 4.2.2, a seguir.

Sendo assim, a receita ou detalhamento das etapas do beneficiamento nas lavadoras, utilizada pelo operador, é desenvolvida a partir de receitas padrões, adequadas às especificações descritas por cada cliente.

Então, os operadores das lavadoras devem realizar operações baseadas nas receitas de lavagem, emitidas pelo técnico da lavanderia, que descrevem os tipos e quantidades dos produtos químicos e os valores das variáveis (tempo e temperatura) que devem ser monitoradas e controladas.

No caso das hidro extratoras e secadoras, os operadores devem controlar o tempo de centrifugação e secagem pré-definidos, que geralmente são padrões para todos os tipos de lavagens.

A quantidade de mão-de-obra envolvida com a lavagem, centrifugação, secagem e conferência final da roupa e o embalamento no setor chamado de CCQ - Centro de Controle da Qualidade está relacionada na tabela da figura 4.3, a seguir, onde estamos considerando os três turnos trabalhados na empresa.

Cargo	Setor	Nº de mão-de-obra
operador	Lavanderia	52
ajudantes		25
auxiliar técnico		1
assistentes		2
Encarregado		3
chefe		1
operador	Secadaria	3
ajudante		2
encarregado		1
conferentes	CCQ	15
ajudantes		3
auxiliar		1
<b>TOTAL</b>		<b>108</b>

Figura 4.3 - Tabela de número de mão de obra  
Elaborado pela autora

#### *4.2.1. As Intervenções Humanas Durante o Processo*

As intervenções nas lavadoras incluem: adição de produtos; medições e controle das variáveis (tempo e temperatura); abertura e fechamento de válvulas de vapor e de água e inspeção visual com o padrão de lavagem solicitado. A seguir, na tabela da figura 4.4, mostraremos, através de um exemplo de receita para um dado processo, as intervenções dos operadores nas lavadoras durante todas as fases do processo de lavagem.

<b>Fase do processo</b>	<b>Intervenções dos operadores nas máquinas</b>
Desengomagem	Abertura da válvula de entrada de água (v.e.a) Fechamento Abertura da válvula de entrada de vapor (v.v.) Medição da temperatura Fechamento (v.v.) Adição de produtos químicos Contagem do Tempo Abertura da válvula de saída de água (v.s.a)
Enxágüe 1 <small>(Todos os enxágües apresentados na tabela se diferenciam pelo tipo de produto utilizado)</small>	Abertura da válvula de entrada de água (v.e.a) Fechamento Adição de produtos químicos Contagem do Tempo Abertura da válvula de saída de água (v.s.a)
Stonagem (batimento)	Abertura da válvula de entrada de água (v.e.a) Fechamento Abertura da válvula de entrada de vapor (v.v.) Medição da temperatura Fechamento (v.v.) Adição de produtos químicos e abrasivos Contagem do Tempo Parada da máquina para verificação da qualidade Verificação da qualidade Abertura da válvula de saída de água (v.s.a)
Enxágüe 2	Abertura da válvula de entrada de água (v.e.a) Fechamento Adição de produtos químicos Contagem do Tempo Abertura da válvula de saída de água (v.s.a)
Clareamento	Abertura da válvula de entrada de água (v.e.a) Fechamento Adição de produtos químicos Contagem do Tempo Parada da máquina para verificação da qualidade Verificação da qualidade Abertura da válvula de saída de água (v.s.a)
Enxágüe 3	Abertura da válvula de entrada de água (v.e.a) Fechamento Adição de produtos químicos Contagem do Tempo Abertura da válvula de saída de água (v.s.a)

Enxágüe 4	Abertura da válvula de entrada de água (v.e.a) Fechamento Adição de produtos químicos Contagem do Tempo Abertura da válvula de saída de água (v.s.a)
Enxágüe 5	Abertura da válvula de entrada de água (v.e.a) Fechamento Adição de produtos químicos Contagem do Tempo Abertura da válvula de saída de água (v.s.a)
Enxágüe 6	Abertura da válvula de entrada de água (v.e.a) Fechamento Parada da máquina e abertura da porta Adição de produtos químicos Fechamento da porta e acionamento da máquina Contagem do Tempo Abertura da válvula de saída de água (v.s.a)
Amaciamento	Abertura da válvula de entrada de água (v.e.a) Fechamento Abertura da válvula de entrada de vapor (v.v.) Medição da temperatura Fechamento (v.v.) Parada da máquina e abertura da porta Adição de produtos químicos Fechamento da porta e acionamento da máquina Contagem do Tempo Abertura da válvula de saída de água (v.s.a)

Figura 4.4 - Tabela de número de intervenções nas lavadoras  
Elaborado pela autora

Em relação às hidro extratoras, apenas o controle do tempo de centrifugação é controlado pelo operador. Já no caso dos secadores, é realizada a abertura e fechamento de válvulas de vapor para atingir a temperatura de secagem definida para o processo. A temperatura é controlada através de termostatos presentes nos secadores, que indicam a temperatura de trabalho.

#### *4.2.2. Os Fatores que Influenciam na Qualidade*

A qualidade do beneficiamento está na reprodução exata do padrão de lavagem solicitado pelos clientes. Para que esta reprodução ocorra, é elaborada a receita, confeccionada levando-se em consideração as especificações do tecido e linha utilizados na confecção do “jeans” e, como já vimos, deve ser seguida em todos os passos pelos operadores.

O seguimento de todos os passos da receita não garante a qualidade final, pois, durante o processo nas lavadoras, há necessidade de conferência visual do que está sendo processado com uma peça de roupa, no padrão de lavagem solicitado. Isto ocorre nas etapas de “stonagem” e “clareamento” (descritas no segundo capítulo) e depende da percepção visual dos operadores e dos supervisores de turno, que sempre devem estar presentes no momento da inspeção.

No processo de secagem, o controle do tempo determina a qualidade. Se o tempo for maior do que o necessário, as peças apresentam marcas (chamadas quebraduras) ou toque áspero, devido à umidade excessivamente retirada. Este tempo de secagem é determinado pelo técnico da lavanderia, fazendo parte também da receita.

De acordo com o que vimos no segundo capítulo, os fatores que influenciam na qualidade do beneficiamento são:

- Q:** produtos químicos. Este fator inclui também a qualidade da água usada no banho, que deve ter dureza e pH adequados, além de estar isenta de impurezas que possam danificar o produto;
- M:** a ação mecânica, que depende das condições dos equipamentos utilizados;
- T:** variável temperatura e,
- t:** variável tempo, que devem ser monitoradas e controladas.

Podemos, então, acrescentar a estes fatores, a partir do que vimos na empresa, a execução da receita e de sua utilização adequada pelo operador, que deve seguir todos os passos nela especificados. Resumidamente, os fatores envolvidos na qualidade do beneficiamento são:

- receita;
- condições das máquinas;
- qualidade e integridade dos produtos químicos e da água,
- controle das variáveis tempo e temperatura; para isso deve-se levar em consideração a confiabilidade dos medidores,
- e o método (seguimento da seqüência de operações estipulada na receita).

**4.3. LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS*****4.3.1. Coleta de Dados***

Estivemos interessados em levantar os problemas atuais da empresa. Para isso, utilizaremos relatórios baseados na ocupação das máquinas, emitidos a partir dos apontamentos sobre lavadoras e secadoras.

Deixamos de avaliar as hidro extratoras, por não existir sistema de apontamento para estas máquinas. Acreditamos, todavia, que isso não influenciará o objetivo de nossa análise, pois, conhecendo a taxa de ocupação das lavadoras e secadoras, já é possível avaliar a situação atual.

Para melhor visualização e análise dos dados, utilizamos os recursos da planilha eletrônica - mostrada no anexo deste capítulo - e construímos alguns gráficos demonstrativos a partir dos relatórios encontrados na empresa, emitidos a partir dos apontamentos. Tomamos por referência os dados do ano de 1996, onde pudemos obter um histórico mensal.

*4.3.2. Dados referentes às Máquinas Lavadoras e Secadoras*

Os gráficos das figuras 4.5 e 4.6 a seguir, representam as taxas de ocupação das máquinas (apresentado no gráfico como capacidade), ou seja, as horas de ocupação das máquinas em relação às horas totais disponíveis no mês. A capacidade de produção das máquinas é representada por: processo, reprocesso e carga/descarga. A capacidade de utilização, representada por: ocorrências, ociosidade e manutenção, indica paralisação.

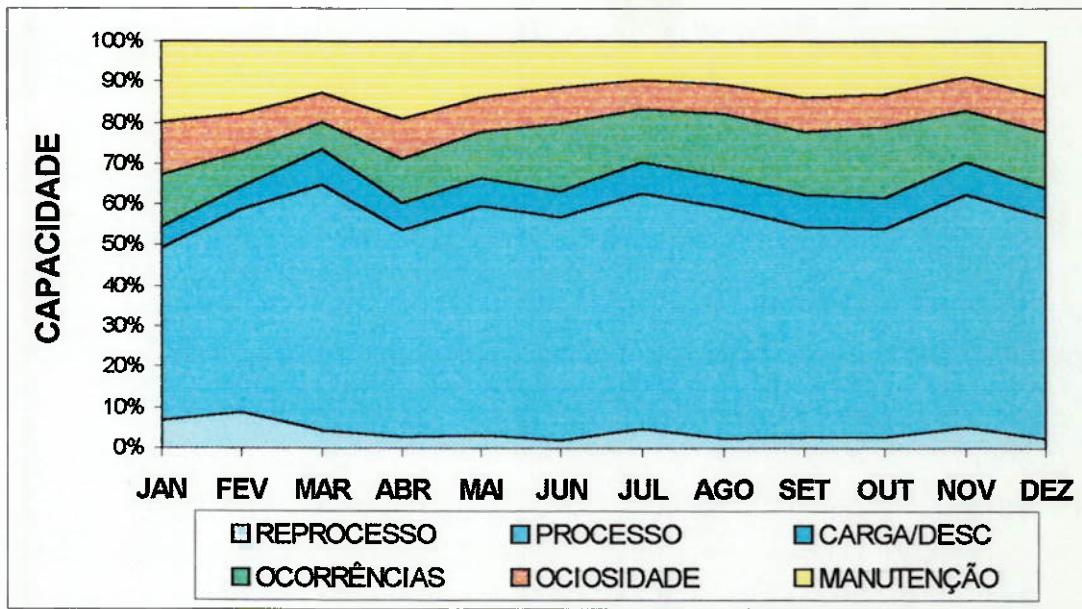


Figura 4.5 - Taxas de ocupação das máquinas lavadoras  
Elaborado pela autora

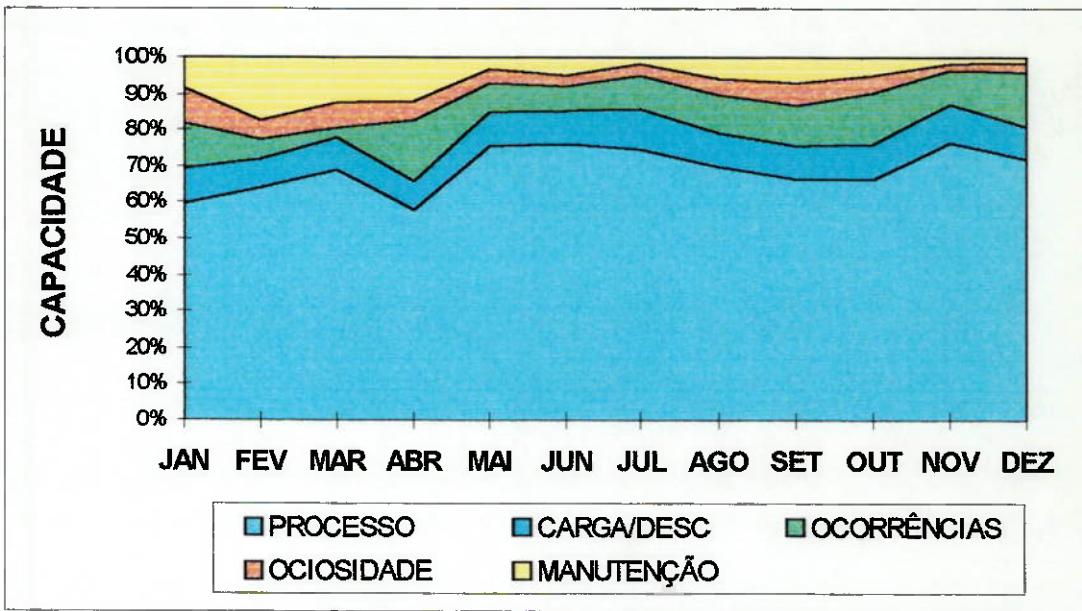


Figura 4.6 - Taxas de ocupação das máquinas secadoras  
Elaborado pela autora

Nos gráficos das figuras 4.7 e 4.8, temos a média em percentual das horas de ocupação e paralisação em relação às horas totais de máquinas disponíveis no ano. Considerando-se as 22 lavadoras e 6 secadoras trabalhando 24 horas diárias todos os dias úteis dos meses do ano, teremos:

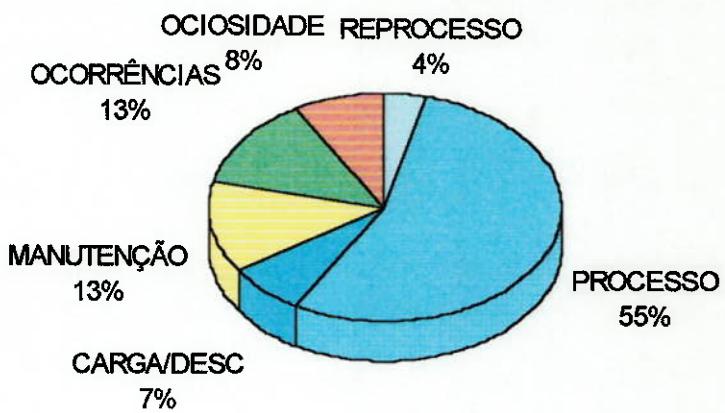


Figura 4.7 - Taxa média de ocupação das lavadoras  
Elaborado pela autora

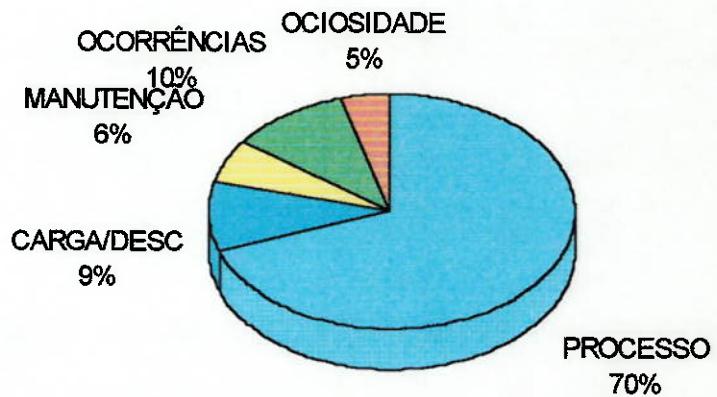


Figura 4.8 - Taxa média de ocupação das secadoras  
Elaborado pela autora

### *4.3.3. Análise dos Problemas Identificados*

De acordo com os gráficos, as taxas de ocupação, considerando-se processos, reprocessos e carga/descarga são de 62% e 79%, respectivamente para lavadoras e secadoras, reafirmando o que já abordamos anteriormente, nos cálculos das capacidades no item 4.1, a existência de um gargalo nas secadoras.

Mas, nosso interesse principal é avaliar os problemas que realmente estão relacionados com o tipo de controle do processo. Para isso, realizamos acompanhamento junto aos operadores durante o processo e pesquisas/entrevistas com chefes e gerente. E, encontramos os seguintes resultados:

#### Ociosidade:

No caso das lavadoras, um operador manipula duas máquinas simultaneamente, e não há interesse da empresa em aumentar a mão-de-obra. Na figura 4.4, podemos ver as várias intervenções realizadas pelo operador. Como este número é elevado e, em algumas fases do processo é impossível que o operador abandone uma das máquinas para dar seqüência às operações que já foram iniciadas em outra, as esperas durante os processos (ociosidade) são inevitáveis.

No caso das secadoras, a ociosidade é devido ao tempo de espera para a movimentação entre as centrífugas e os secadores, pois as centrífugas estão distantes dos secadores. O “lay-out” é desfavorável, devido ao mau planejamento realizado no momento em que ocorreu a expansão da empresa.

Também consideradas como ociosidade - o que nesta empresa é apontado como ocorrências - estão as esperas (paralisação das máquinas) decorrentes de: liberação de ordens de serviços, emissão de receitas (manual), separação dos lotes em números de

peças por máquinas , falta de água, falta de vapor, falta de equipamentos de movimentação e armazenagem, falta de produtos químicos etc.

Representados graficamente por 13% e 10% da capacidade total de ocupação das máquinas, lavadoras e secadoras respectivamente, são problemas relacionados aos seguintes fatores: deficiente fluxo de informações entre os setores responsáveis pela emissão de ordem de serviço e pela emissão de receitas de lavagem, falhas de comunicação entre os setores responsáveis pelo abastecimento da produção (de produtos químicos, água e vapor) e a produção, falta de organização nas movimentações de roupas entre as etapas do processo e dificuldades para os operadores localizarem os equipamentos de movimentação, distribuídos desordenadamente pela área produtiva etc.

Carga/Descarga:

Considerado como tempo de preparação das máquinas, o objetivo aqui, é expor as diferenças existentes nestes tempos, que dependem das características de operação dos equipamentos e do método operacional.

As lavadoras frontais de cesto único (capacidade de 350 kg) possuem movimento basculante para frente permitindo que o tempo de descarga seja menor do que o das máquinas horizontais de cesto duplo, que possuem portas de difícil abertura e fechamento e necessitam que as roupas sejam colocadas utilizando-se maior número de movimentos do operador.

Os tempos para carregar e descarregar cada uma das máquinas é estimado em:

Máquinas	Tempo em minutos
Lavadoras frontais	10
Lavadoras Horizontais	20
Hidro extratoras	10
Secadoras	10

Manutenção:

Os problemas de manutenção estão presentes em todas as máquinas, mas, principalmente, as lavadoras estão constantemente necessitando de reparos e reposições de peças, consequência do mau estado de conservação em que se encontram, apresentando desgaste elevado.

Não há mão-de-obra suficiente para realização de manutenção preventiva, ficando a produção prejudicada pela falta de programação para as paradas das máquinas. Somente ações corretivas são tomadas.

Reprocesso:

O reprocesso indica que o padrão de lavagem não foi alcançado e, geralmente, é identificado no CCQ (Centro de Controle da Qualidade), portanto, após a secagem.

Além do reprocesso, também ocorrem as perdas; neste caso, a roupa é danificada durante o processo ou o padrão de lavagem desejado não é recuperado. Estas perdas envolvem custo com indenizações, baseados nos valores de venda das roupas para os clientes das confecções. Além de onerar a empresa, comprometem o relacionamento e até a perda do cliente.

Segundo o setor financeiro, os custos com indenizações no ano de 1996 alcançaram valor referente à 5% do faturamento.

Como as causas destes problemas não foram levantados ou registrados, fizemos uma pesquisa envolvendo todos os fatores que influenciam na qualidade. De acordo com o que vimos no item 4.2.2, os fatores são:

- controle das variáveis durante o processo (tempo e temperatura);
- condições das máquinas;
- condições do material (insumos): produtos químicos, água, vapor;
- receita do processo;
- Método (sequência de operações).

A partir destes fatores elaboramos uma tabela de pesquisa, cujo modelo se encontra em anexo. Das respostas às perguntas da pesquisa, pudemos quantificar os itens relacionados a cada fator em grau de importância.

Para quantificarmos os itens em grau de importância, atribuímos pesos 4, 3, 2, 1 e 0; para as respostas “sempre”, “muitas vezes”, “algumas vezes”, “poucas vezes” e “nunca”, respectivamente. Multiplicamos os pesos de cada resposta pelo número de respostas dadas a cada item e dividimos este valor pelo número de pessoas entrevistadas, resultando na média ponderada. Os valores encontrados podem ser observados na tabela da figura 4.1.6, a seguir.

		Nº de pontos	Média Ponderada	Seqüência
O operador:	colocou a roupa de forma errada	6	1	08
	usou material inadequado	5	0,8	09
	colocou os materiais na seqüência errada	4	0,6	10
	não controlou a temperatura corretamente	16	2,67	02
	não controlou o tempo corretamente	18	3	01
	não percebeu problemas com a máquina	6	1	08
	usou a receita errada	4	0,6	10
	recebeu a roupa com problema anterior	2	0,3	11
	não entendeu o que tinha de fazer	2	0,3	11
	trabalhou sem controlar o processo/produto	13	2,2	03
	não tinha todas as informações	7	1,2	07
	estava substituindo o titular da máquina	12	2	04
	inspecionou de forma errada	7	1,2	07
A máquina:	estava com defeito	8	1,3	06
	não era a mais adequada	5	0,8	09
Os medidores (termômetro/cronômetro):	estavam com defeito	0	0	12
O material (químico/água/vapor):	foi entregue errado	7	1,2	07
	precisou ser substituído	9	1,5	05
	estava com problema	6	1	08
A receita:	não estava correta	6	1	08
	não dava para ler muito bem	0	0	12
	não estava de acordo com o tipo de tecido	6	1	08
	não estava de acordo com o tipo de linha	6	1	08
(Método)	Faltou alguma operação anterior, na roupa	5	0,8	09
	O padrão não estava com o operador	5	0,8	09

Figura 4.10 - Resultado da Pesquisa  
Elaborado pela autora

Através da média ponderada verificamos o número médio de pontuações. Para as respostas dadas daremos maior importância às respostas “algumas vezes”, “muitas vezes” e “sempre”, que estão representadas pelos números entre 2 e 4.

Os itens marcados na tabela são os que obtiveram maiores pontuações. Na coluna seqüências temos a colocação de cada item por ordem de importância.

Podemos perceber que os itens de maior importância estão relacionados ao operador, o que ressalta a dificuldade de controlar as variáveis durante o processo, devido às várias intervenções que devem executar.

Analizando o resultado da pesquisa juntamente com os motivos que ocasionam a ociosidade das máquinas, podemos dizer que a qualidade, também está diretamente relacionada à ociosidade e consequentemente à produtividade. Explicaremos melhor esta relação no item 7.1. Como vimos anteriormente, as dificuldades na manipulação de máquinas simultaneamente ocasionam paralisações durante o processo, influenciando na qualidade da seguinte maneira:

As roupas em processamento, que ficam dentro das máquinas enquanto estão paradas esperando a próxima ação do operador, podem não estar sofrendo ação mecânica da máquina em movimento, mas, estão sofrendo ação dos produtos químicos nos quais estão imergidas, resultando em reprocessos e perdas.

Já em relação ao item referente à inspeção realizada pelo operador, podemos ver que a pontuação é menor do que nos itens referentes ao controle das variáveis; isto se dá pelo fato de que todas as inspeções são acompanhadas pelo supervisor. Ficando a tarefa nas mãos de duas pessoas, o erro é menor.

Os itens que estão entre “poucas vezes” e “algumas vezes”, representados pela média ponderada entre os números 1 e 2, estão relacionados não só ao operador, como também às máquinas, aos produtos químicos utilizados e à receita. Representando menor

importância, os problemas com produtos químicos e a confecção da receita não têm relação com o tipo de controle do processo.

Em relação às máquinas, reafirmamos que as condições de desgaste que se encontram são prejudiciais, tornando a produtividade baixa devido à alta taxa de paralisação para a manutenção e influenciam na qualidade, pela possível presença de defeitos durante o processo.

Resumindo os dados acima expostos, chegamos às seguintes conclusões:

- os principais problemas operacionais com que se defronta a empresa, decorrem do péssimo estado de conservação das máquinas, já obsoletas, e do também ineficiente sistema de controle manual do processo.
- Além disso, há falhas administrativas evidentes, relacionadas com o fluxo dos insumos dentro da cadeia de produção, deficiências no “lay-out”, mau posicionamento de ferramentas, falhas de abastecimento etc.

---

**CAPÍTULO 5**

## **5. POSSIBILIDADES PARA O SISTEMA AUTOMATIZADO**

Já concluímos anteriormente, que grande parte dos problemas produtivos da empresa está relacionado com o controle manual do processo; sendo assim, vamos, a partir dos conceitos de sistemas de controle de processos vistos no segundo capítulo, desenvolver as possibilidades possíveis ensejadas pelo sistema automatizado, dirigido especificamente para a empresa em questão, levando-se em consideração os tipos de processo e equipamentos utilizados.

### **5.1 SISTEMA DE CONTROLE DE PROCESSOS**

Quando o sistema é operado manualmente, todas as decisões são executadas pelo operador das máquinas. O operador decide quando carregar, posicionar o cesto, acionar as máquinas ou qualquer outra ação, por exemplo medição das variáveis do processo (figura 5.1).

Quando se fala em automatizar um processo (figura 5.2), significa substituir as etapas em que o operador atuava, passando essas atividades a controladores eletrônicos (controladores lógicos programáveis, computadores etc.), atuadores (válvulas, relés etc.) e sensores (temperatura, nível etc.), que passarão a conduzir o processo, modificando suas condições, conforme as especificações para suas várias fases.

Desta forma, onde havia registros ou botões, vão existir válvulas ou relés acionados pelo controlador automático.

O número de intervenções do operador no processo será reduzido consideravelmente, diminuindo a possibilidade de erros e acidentes, aumentando a produtividade.

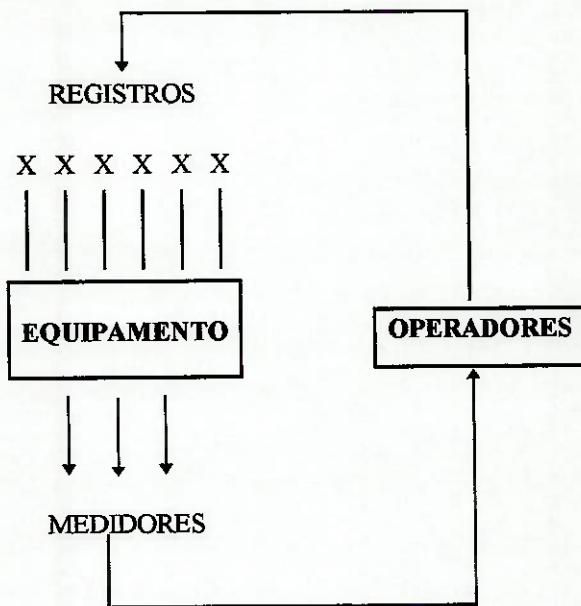


Figura 5.1 - Sistema Manual

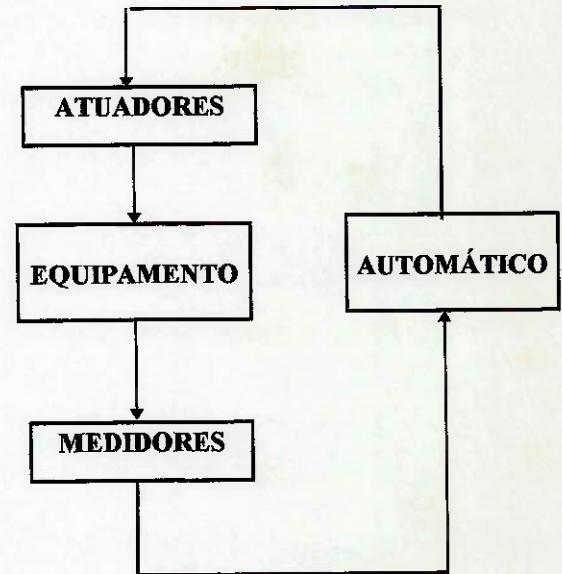


Figura 5.2 - Sistema Automático

Elaborado pela autora

#### *Dispositivos do nível de controle automático:*

##### a) PLC - Controlador Lógico Programável

O controlador lógico programável é um dispositivo eletrônico, que visa executar e monitorar tarefas específicas, executadas anteriormente por operadores.

Como vimos anteriormente, basicamente os PLC's são constituídos por:

- Unidade de processamento e controle, (micro-processadores ou microcontroladores).
- Memória de dados e de programas.
- Dispositivos de entrada e saída, (interface com dispositivos do nível operacional).
- Interface Homem-máquina de pequeno porte (display e teclado).
- Interface de comunicação.

Diagrama de um PLC:

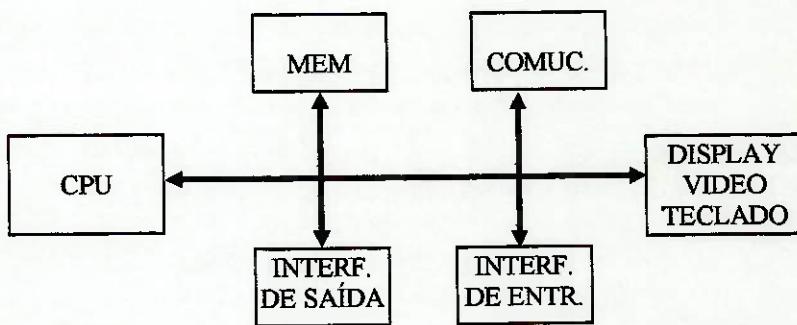


Figura 5.3  
Elaborado pela autora

b) Microcomputadores

c) Dispositivos do nível de supervisão e gerência

No nível de supervisão e gerência são utilizados microcomputadores. Em relação ao nível de controle, esses equipamentos deixam as interfaces de entrada e saída com o processo, sendo acrescido de um Winchester, monitor e teclado.

No nível de gerenciamento, encontram-se equipamentos do tipo microcomputadores, providos de software para gerenciar redes locais, interligadas aos níveis de supervisão e controle.

A rede de computadores é uma infra-estrutura de comunicação de dados que interconecta uma comunidade de estações de trabalho (usuários) e recursos, coordenados por uma série de regras e procedimentos, que possibilita partilhar recursos e troca de informações.

O sistema pode ter de duas a um número infinito de máquinas trabalhando em conjunto, reunidos numa rede, os micros ganham flexibilidade e capacidade operacional difíceis de serem igualadas.

#### *5.1.1. Sistemas Locais*

Os sistemas locais são compostos por controladores lógicos programáveis (PLC's), que recebem informações do processo, as analisam e devolvem comandos de forma a estabelecer as condições necessárias para a execução de suas várias fases (figura 5.4).

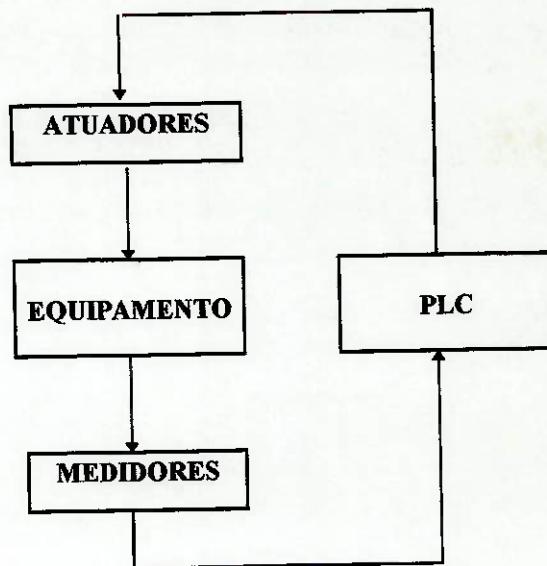


Figura 5.4 - Diagrama Simplificado de um Sistema local  
Elaborado pela autora

O sistema é dito como local, pois o seu nível de atuação está restrito ao processo ou máquina controlada.

O PLC monitora os sensores e atua sobre os atuadores, executando as etapas do processo, seguindo rigorosamente os tempos preestabelecidos em programas.

Para um determinado processo, todas as ações são previamente definidas por um programador, gerando um programa que é armazenado localmente no PLC. Para o caso do processo de lavanderia, o operador somente carregará e descarregará as máquinas ou, no caso de algum problema, poderá também acionar um alarme, que interromperá o processo imediatamente.

Se um PLC falhar, apenas o processo que dele depende parará.

#### *5.1.2. Sistema Centralizado*

De forma análoga aos sistemas locais, os sistemas centralizados substituem os operadores nas tomadas de decisões e executam todas as tarefas programadas nos processos.

A diferença, neste caso, é que o computador central controla mais de um processo simultaneamente, centralizando todas as ações (figura 5.5). Todos os softwares de processos ficam residentes na unidade de disco rígido do computador, o que representa um grande aumento na capacidade de processos a serem utilizados.

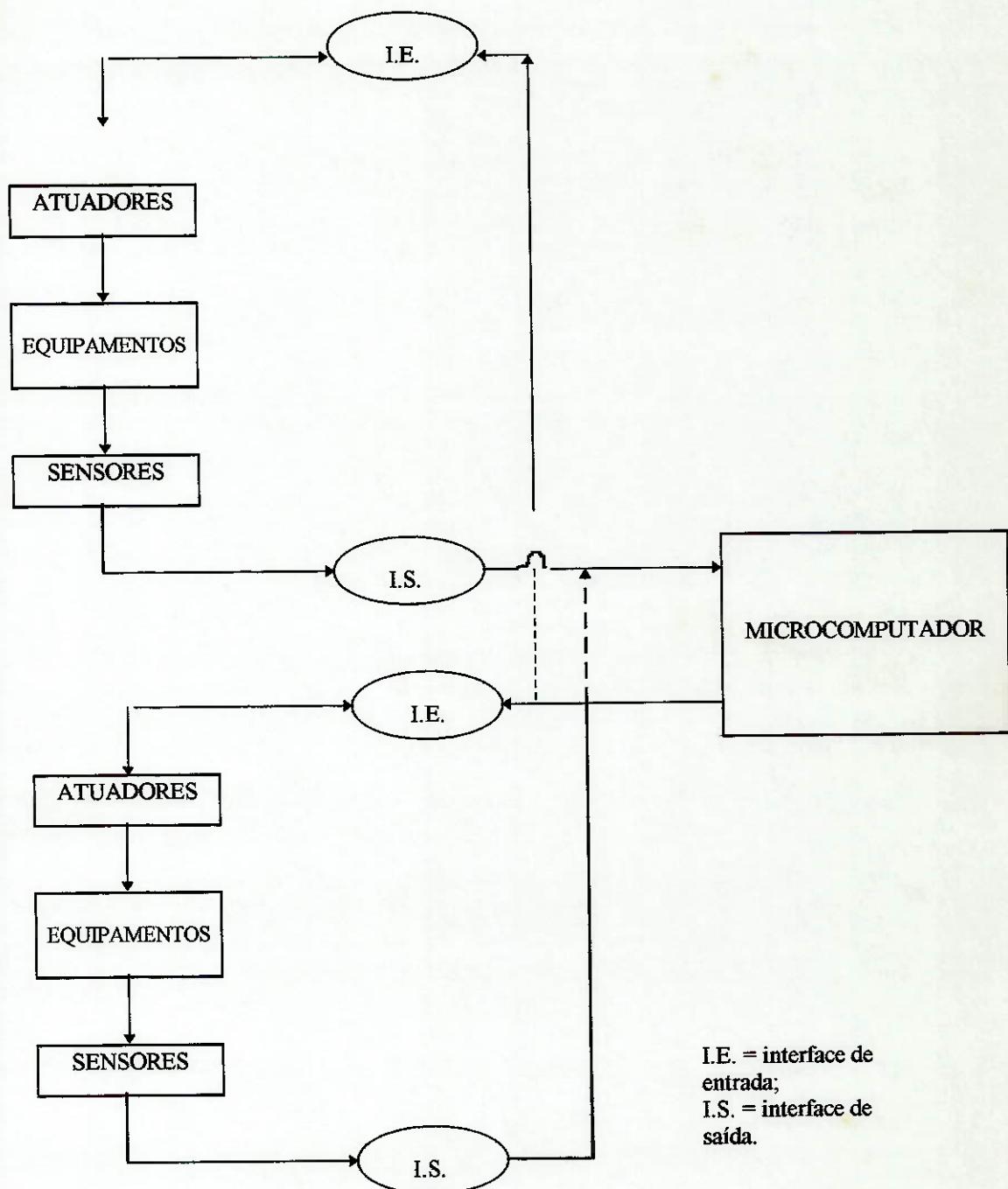


Figura 5.5 - Diagrama Simplificado de um Sistema Centralizado  
Elaborado pela autora

### *5.1.3. Sistema Distribuído*

Podemos ver, na figura 5.6, o esquema simplificado de um sistema distribuído. Este sistema é basicamente uma combinação dos anteriores; possui controladores locais (PLC's) ou microcomputadores, que executam tarefas relacionadas aos processos que controlam, sendo interligados a um computador, que os supervisiona e controla.

O computador é quem define todas as tarefas que os equipamentos do nível de controle vão executar, não tendo ligação direta com os processos em que estes atuam. Isto possibilita uma melhor distribuição de tarefas, não sobrecarregando o computador principal.

Neste sistema, mesmo se o computador principal falhar, os PLC's continuam a operar normalmente. Se um PLC do nível de controle falhar, apenas o processo que esse controla é que deverá ser operado manualmente.

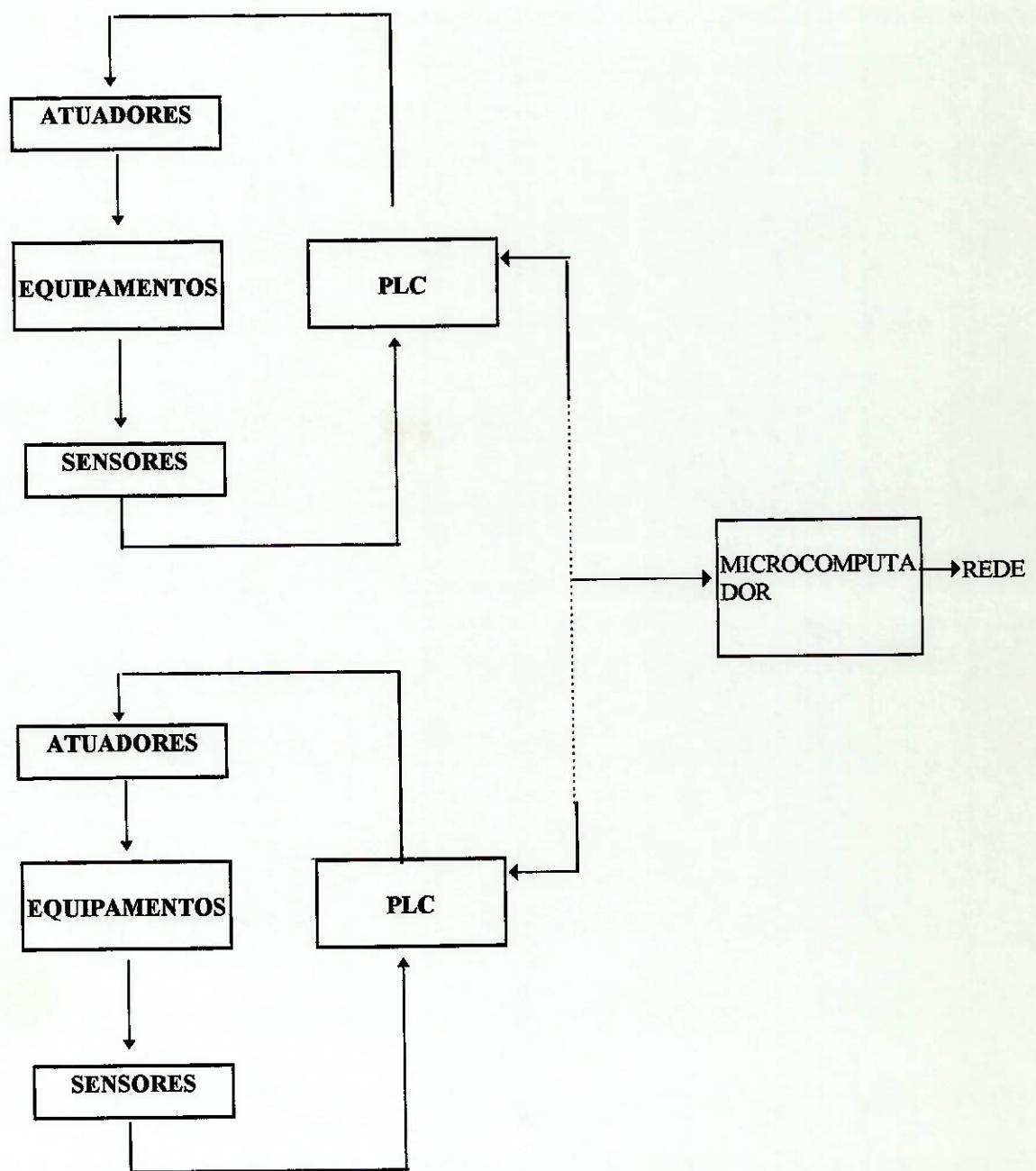


Figura 5.6 - Diagrama Simplificado de um sistema distribuído  
Elaborado pela autora

*5.1.4. Níveis de integração*

Em função da abrangência de cada sistema, foram definidos quatro níveis de integração (figura 5.7):

- Nível Operacional:

- Nível onde todas as ações ou tarefas do processo ocorrem, constituindo-se nas primeiras interfaces entre controladores e as máquinas. São os sensores e os atuadores.

Para qualquer tipo de sistema, esse nível será utilizado a partir das definições das variáveis a serem controladas/monitoradas.

- Nível de Controle:

- Manual - é constituído por painéis de comando e monitoração. Deve sempre existir, para o caso de falhas no sistema automático.

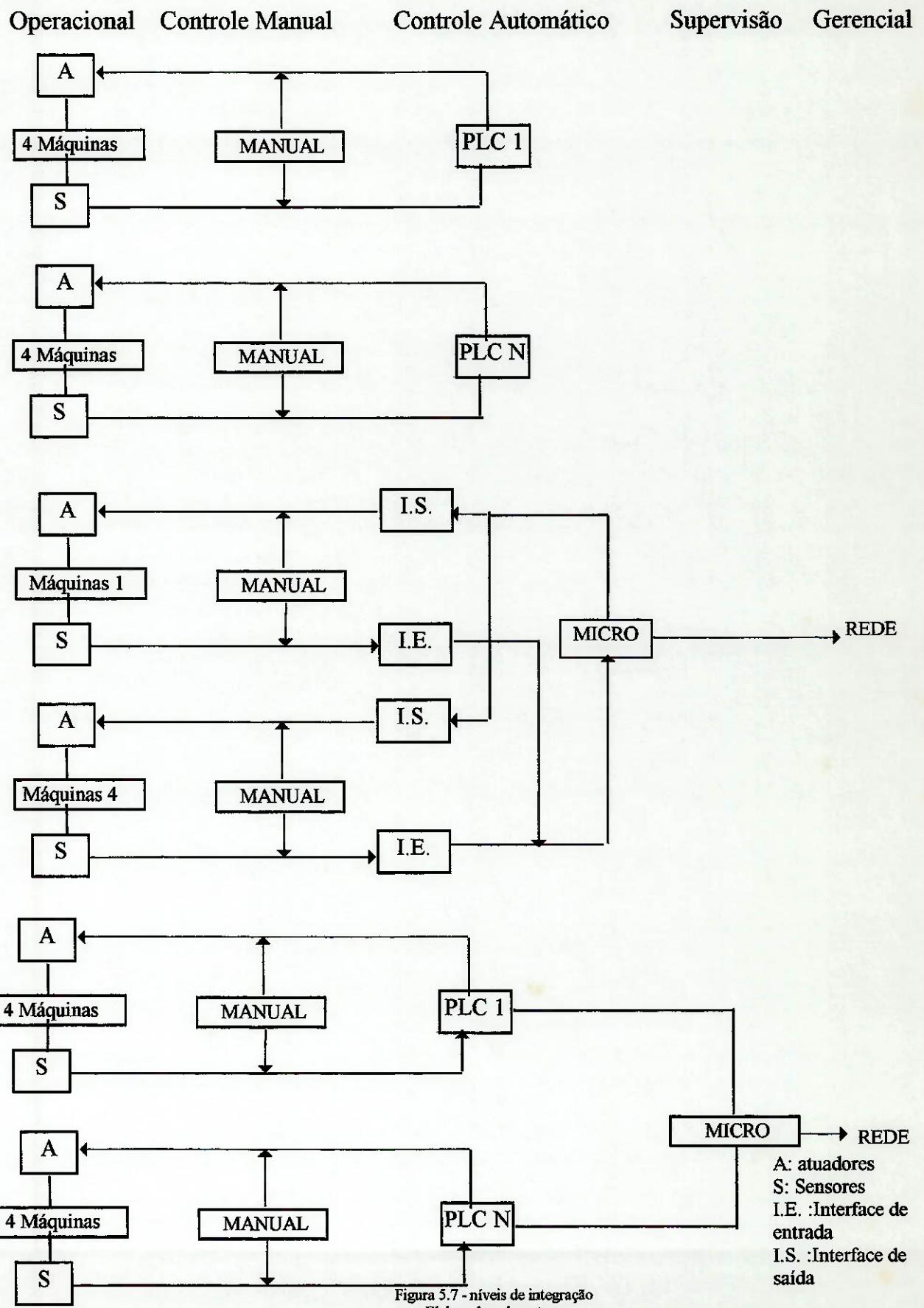
- Automático - é constituído por PLC's ou computadores, e atuam diretamente sobre o nível operacional, enviando comandos ou monitorando as condições do processo.

- Nível de Supervisão:

- Os equipamentos desse nível atuam indiretamente sobre os processos, determinando as ações dos níveis inferiores, permitindo uma visão gerencial sobre estes processos. Estabelece os parâmetros de operação para o nível anterior e apresenta uma visão global de funcionamento do equipamento, controlado através de relatórios de operação, com volumes produzidos, características de desempenho e alarmes de funcionamento.

- Nível gerencial:

- Neste nível todos os sensores da empresa, sejam administrativos ou operacionais, se interligam a um banco de dados comum, possibilitando ao usuário ter uma visão global de todo o sistema.



---

**CAPÍTULO 6**

## **6. PROPOSTA DE FORNECIMENTO PARA O SISTEMA AUTOMÁTICO**

Como se pode observar, existem diversas possibilidades de reformulação industrial da empresa, se levarmos em consideração a automação através de sistema automáticos de controle de processos, que podem ser locais, centralizados ou distribuídos.

Caberia, então, a rigor, examinar cada uma dessas alternativas, à luz do respectivo custo financeiro e das possibilidades de financiamento fornecidas pelo fabricante, ou, então, por agências governamentais (por exemplo BNDES).

Todavia, para efeito deste trabalho, tendo em vista que já havia uma decisão empresarial no sentido de adotar um determinado sistema automático de controle de processo e escolhido o respectivo fornecedor, limitaremos nossa análise e nossa atuação no sentido de explorar essa alternativa, deixando de lado a especulação comparativa com outras possibilidades existentes.

A empresa deseja iniciar suas atividades nas novas instalações com a produção de 400.000 peças por mês em três turnos, tendo disponível uma área de 5.000 m<sup>2</sup>, pretendendo expandi-la conforme a demanda do mercado. A estimativa é de atingir, a longo prazo, a capacidade de 1.000.000 de peças por mês, como já dissemos anteriormente, conquistando clientes (confecções) de grande porte, além do atual cliente, a Levi's, que impulsionou a empresa a investir para atender sua previsão de demanda para os próximos anos.

Sendo assim, abordamos dados com o fornecedor escolhido para a capacidade inicial estimada. Para alcançar a capacidade de 1.000.000 peças/mês, poderão ser realizadas expansões em várias etapas subsequentes (citadas no anexo).

Em anexo a este capítulo temos: a descrição completa dos equipamentos, as características técnicas, características de operação, consumo para um ciclo de processo,

dimensionamento da necessidade de máquinas, necessidade de mão-de-obra, e os investimentos previstos.

Uma das questões avaliadas sobre o fornecimento, prende-se à qualidade da assistência técnica, que constatamos aceitável, tendo em vista a confirmação do domínio do funcionamento do equipamento, obtida em outras lavanderias equipadas com o mesmo sistema e a presença de profissionais representantes da empresa no Brasil, para assistência imediata no caso de problemas técnicos.

Segundo o fornecedor, existe uma equipe treinada no Brasil, com peças de reposição à disposição para proceder à assistência.

Outro fator importante, que consta do contrato, é o treinamento dado aos funcionários, até que estejam preparados para operar os equipamentos, através de acompanhamento durante os 2 primeiros meses iniciais de funcionamento.

## 6.1. DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

A proposta, apresentada pela empresa americana MILNOR através de sua representante no Brasil DANVIC, é composta dos seguintes equipamentos:

- Lavadora Extratora 64046-E6N;
- Secadores 58080 MSA

### *6.1.1. Capacidade dos Equipamentos e Capacidade Produtiva*

Na tabela a seguir, figura 6.1, temos a capacidade em número de peças e os tempos de ciclo por carga para cada máquina.

Para estimar a capacidade das máquinas em número de peças e o tempo de ciclo por carga, consideram-se todas as condições utilizadas para descrever a situação atual, que são: "Jeans" corte clássico, tecido de gramatura 14 oz, com peso médio entre 750 - 800 gramas por peça e os mesmos principais processos para a estimativa de tempo de ciclo por carga.

ITEM  MAQUINÁRIO	PROPOSTAS	
	LAVADORA EXTRATORAS 64046-E6N	SECADORES MILNOR 58080 MSA
Capacidade em kg de roupa secas	350	135
Capacidade em peças/carga	180	180
Tempo de ciclo por carga (min)	65	20

Fig. 6.1 - Tabela das Características técnicas dos equipamentos  
Elaborado pela autora

### *6.1.2. Características de Operação do Maquinário*

Para o processo de beneficiamento, as Lavadoras Extratoras 64046 E6N possuem as seguintes características de operação:

- Movimentos basculantes para facilitar a carga e descarga das máquinas, para frente (descarga) e para trás (carga). Porta hidráulica automática.
- Possibilidade de automação para a movimentação de materiais em processo.
- Processo de extração do excesso de água nas peças realizado na própria lavadora.
- Controle automático com capacidade para 99 programas de lavagem no próprio microprocessador do equipamento com até 500 passos de programa, que permite ao programador controlar o nome da fórmula, operação por operação, cada injeção de produto químico e a que tempo, cada extração intermediária e cada nível de temperatura envolvidos. Ou, número indefinido de programas, caso a máquina esteja ligada a um sistema tipo MILDATA.

O sistema MILDATA é composto de software e hardware para interligação dos equipamentos, a arquitetura deste software (de pequeno porte) é semelhante à descrita no item 5.1.3.

- Sistema AMPSAVER, com sequenciador, que não permite que duas ou mais máquinas entrem em extração simultaneamente, causando gargalos no processo de secagem.
- Conjunto para conexão de bombas peristálticas para injeção automática de produtos químicos líquidos nas máquinas lavadoras.

Em relação aos Secadores 58080 MAS, para o processo de secagem, temos as seguintes características:

- Controle automático de processo de secagem por microprocessador para até 32 padrões de secagem. Sistema MILDATA para interligação com sistema supervisório, como descrito para as lavadoras. Controle do tempo do processo de secagem por timer ou sensor de umidade. Para o controle da entrada de vapor nos trocadores de calor é utilizada uma válvula controlada por microprocessador.
- Possibilidade de automação para movimentação de materiais em processo. Descarga automática em carrinhos ou transportadores contínuos. Porta automática.

*6.1.3. Operações do Processamento e o Transporte entre máquinas*

Através do fluxograma a seguir, podemos ver o número de operações nas máquinas e o número de transportes necessários entre máquinas, não considerando as possibilidades de sistema automático para movimentação entre processos.

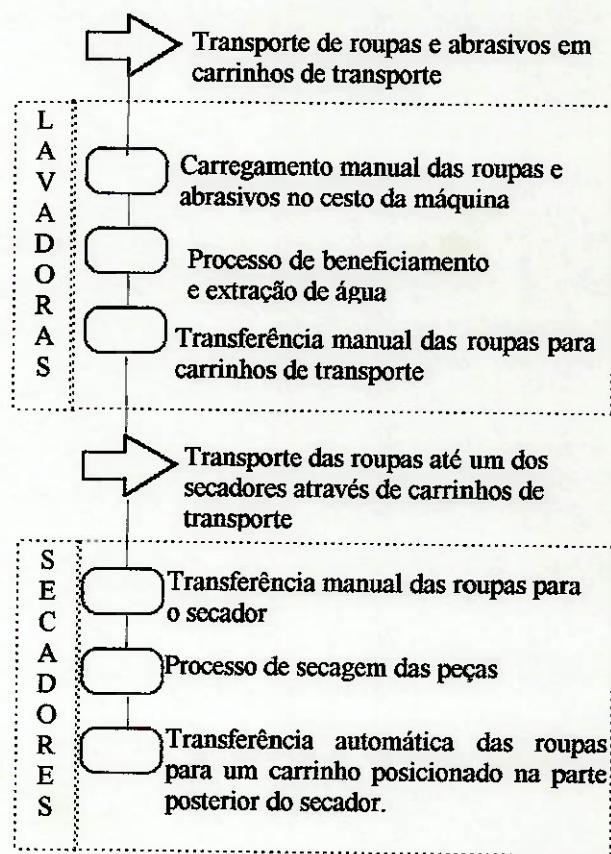


Fig. 6.2 - Fluxograma do processo  
Elaborado pela autora

*6.1.4. Consumos para um Ciclo de Processo*

Na tabela a seguir, a partir dos tempos de ciclo por carga, calculamos, através dos consumos e do levantamento dos custos de energia elétrica, vapor, água e tratamento de água - fornecidos pela empresa - o custo unitário por peça do consumo dos equipamentos e o tempo total de processo.

MÁQUINA	PROCESSO/ OPERAÇÃO	UNIDDS POR CICLO	TEMPO (min)	Energia Elétrica		Vapor (*)		ÁGUA (US\$/m <sup>3</sup> )	Trat.Efluentes (US\$/m <sup>3</sup> )
				0,32 (US\$/Kwh)	(kWh)	45,00 (US\$/t)	(kg)		
<b>LAVADORA EXTRATORA</b>	Carregamento	180	5	-	-	-	-	-	-
	Lavagem		58	10,66	0,48	97	0,92	7,2	1,44
	Extração de água		7	1,72	0,08	-	-	-	-
	Descarregamento		5	-	-	-	-	-	-
<b>SUBTOTAIS</b>			75	12,38	0,56	97,00	0,92	7,20	1,44
<b>SUBTOTAIS BENEFICIAM.</b>	US\$ por ciclo			7,24					
	US\$ por unidade			0,040					
<b>SECADOR</b>	Carregamento	180	5	-	-	-	-	-	-
	Secagem		20	5,21	0,23	170,8	1,61	-	-
	Descarregamento		5	-	-	5	-	-	-
<b>SUBTOTAIS</b>			30	5,21	0,23	170,8	1,61	0,00	0,00
<b>SUBTOTAIS SECAGEM</b>	US\$ por ciclo			1,85					
	US\$ por unidade			0,040					
<b>TOTAIS GERAIS</b>	CUSTO UNITÁRIO TEMPO EM PROC. (*)	(US\$)		0,051					
				105					

Fig. 6.3 - Custo unitário e tempo de processo  
Elaborado pela autora

(\*) Considerando apenas um aquecimento do banho de 20 a 80 ° (C)

(\*\*) Soma dos tempos de todos os processos; não foram considerados tempos de espera ou movimentações intermediárias

### *6.1.5. Necessidade de Máquinas*

Na tabela da figura 6.2, que se encontram em anexo, estão calculadas as necessidades de máquinas para todas as etapas consideradas. Para a capacidade produtiva de 400.000 peças/mês temos a necessidade de:

- 6 Lavadoras Extratoras 64046 E6N
- 2 Secador 58080 MSA

### *6.1.6. Necessidade de Mão-de-obra*

Na tabela da figura 6.3, também presente em anexo, temos os números de mão-de-obra para todas as etapas consideradas, através da estimativa do fornecedor baseada em outras lavanderias com os mesmos equipamentos. Para o início das instalações, a função e o número de mão-de-obra são os seguintes:

SETOR	Nº
Lavanderia	
Supervisão	3
Operador de máquinas	12
Auxiliar de produção	12
Auxiliar p/ movimentação	6
SUBTOTAL	33
Manutenção	4
SUBTOTAL	4
Controle de Qualidade	3
SUBTOTAL	3
Desenvolvimento de Lavagem	2
SUBTOTAL	2
<b>TOTAL LAVANDERIA</b>	<b>42</b>

Fig. 6.4 - Tabela do número de Mão-de-obra  
Elaborado pela autora

*6.1.7. Investimentos Previstos*

Na tabela da figura 6.5 abaixo, temos o cálculo dos investimentos previstos<sup>8</sup>, a partir da tabela de preços encontrados em anexo. Os valores da tabela estão em F.O.B. (Free on Board), portanto, as despesas de importação foram estimadas pela empresa examinada.

ITEM	APÓS IMPLANTAÇÃO
<b>Capacidade produtiva (peças/mês) (*)</b>	<b>400.000</b>
<b>Área necessária (m<sup>2</sup>) (**)</b>	<b>260</b>
<b>Pessoas no padrão de pessoal</b>	<b>47</b>
<b>Maquinário</b>	
Lavadora Extratora 64046 E6N	6
Secador 58080 TSI STEAM	2
<b>Custos de Implantação (US\$)</b>	
<b>Maquinário</b>	
Lavadora Extratora 64046 E6N	652.830
Secador 58080MSA Steam	115.620
<b>SUBTOTAL MAQUINÁRIO (US\$)</b>	<b>768.450</b>
<b>Equipamentos Adicionais</b>	
Sistema AMPSAVER	6.395
Sistema MILDATA	20.495
Sistema de controle de painéis	25.665
Montagem	-
Lotes de peça de reposição	24.522
<b>SUBTOTAL OPCIONAIS (US\$)</b>	<b>122.727</b>
<b>Despesas Importação</b>	
Impostos Importação, Fretes, outras despesas (12%) (US\$)	105.021
<b>TOTAL (US\$)</b>	<b>996.198,00</b>

Fig. 6.5 - Tabela de Investimentos previstos  
Elaborado pela autora

(\*) PRODUÇÃO EM 3 TURNOS ( DISPONIBILIDADE DE 520 HH/MÊS)

(\*\*) Apenas instalação do Maquinário

<sup>8</sup> Na cotação não estão incluídos os microcomputadores.

---

**CAPÍTULO 7**

**7. COMPARAÇÃO ENTRE SITUAÇÃO ATUAL E PROPOSTA****7.1. MELHORIAS COM O SISTEMA PROPOSTO**

A automação visa um melhor aproveitamento dos recursos produtivos e traz, como consequência, uma mudança na estratégia de negócios. Os fatores que levam à adoção da automação são:

- necessidade de qualidade (repetitividade, homogeneidade);
- necessidade de produtividade (redução de custos);
- necessidade de flexibilidade (maior dinâmica na alteração de processos);
- necessidade de integração (maior dinâmica na tomada de decisão).

Francischini [5], através do levantamento em mais de 50 publicações especializadas, textos e anais de congressos nacionais e internacionais, relacionou as principais necessidades das empresas frente aos desafios do mercado, e que levaram à implantação de sistemas automáticos de controle de processo. Vale ressaltar os dados da tabela a seguir:

Objetivos	Freqüência
melhorar a qualidade do produto (geral)	33
aumento da produtividade (geral)	20
gerenciamento da produção ON-LINE/controlabilidade	18
aumento da confiabilidade e segurança	12
otimização da produção	11
economia de matéria-prima	8
economia de energia	8
redução de variabilidade	8

Tabela 7.1 - Tabela dos Objetivos das Empresas em Relação à Automação do Controle de Processos  
Transcrito de Francischini [ 5]

Através das freqüências observadas podemos ver que as empresas estão prioritariamente preocupadas com a qualidade do produto e, em segundo e terceiro lugares, com a produtividade e controlabilidade.

Tendo em vista que, para a empresa que estamos analisando, o quadro não é diferente, vamos abordar nos itens seguintes as melhorias na qualidade e lucratividade em decorrência da introdução do sistema automático de controle de processos.

#### *7.1.1. Melhorias na Qualidade e Produtividade*

No item 4.2.2 vimos que a maior parte dos problemas com a qualidade são causados pelo controle manual do processo. De acordo com Francischini [5], a proporção de erros/eventos decresce à medida que o homem é retirado do sistema de decisão; da figura 7.2 podemos concluir que a proporção de erros é consideravelmente diminuída com a introdução de sistemas automáticos de controle de processos.

<b>Tipo de Controle</b>	<b>Proporção de Erros</b>
Manual	10 x 1
Mecânico	100 x 1
Eletrônico	1.000.000 x 1

Figura 7.2 Tabela de Proporção de erros por tipo de controle  
Transcrito de Francischini [5]

Visando à melhoria da qualidade do produto, apresentamos os seguintes motivos para a adoção de sistemas automáticos de controle de processo:

- aumento da controlabilidade - considerando a qualidade do produto quanto ao atendimento de especificações é necessário que, para um dado padrão de qualidade, o sistema tenha condições de manter o processo dentro da faixa de operação especificada.
- gerenciamento contínuo das variáveis do processo, permitindo tomadas de decisão mais ágeis.
- visão geral de todos os aspectos que influenciam na qualidade durante o processo, através do computador central.

Relacionado à produtividade, através do levantamento dos problemas da situação atual, vimos que a ociosidade (observada no gráfico da figura 4.5), devido às dificuldades no controle das variáveis na manipulação de máquinas simultaneamente, ocasionam problemas de reprocessos e perdas de peças processadas.

Sendo assim, a introdução de sistemas automáticos permite aumentos na qualidade que levam a ganhos em produtividade, pela diminuição dos reprocessos, da ociosidade entre as fases do beneficiamento nas lavadoras, diminuição de perdas etc.

#### *7.1.2. Avaliação do Potencial de Lucro e Lucratividade*

As empresas, quando se trata de investimento, seja ele em ativos fixos, aplicações financeiras ou recursos humanos, têm, invariavelmente, que levar em consideração o retorno propiciado ou esperado do gasto a ser realizado, sem o que não disporia de base para avaliar, antecipadamente ou *a posteriori*, a conveniência ou a oportunidade da iniciativa empreendida.

Neste item, pretendemos fazer uma análise qualitativa para avaliar o potencial de lucro e lucratividade com a adoção do sistema proposto, uma vez que a análise quantitativa não pôde ser realizada devido ao não fornecimento por parte da empresa, dos dados necessários, por ela considerados confidenciais.

A introdução de sistemas automáticos de controle de processos permite melhorias na lucratividade, atuando em todos os seus componentes.

Para melhor entendermos, apresentaremos, a seguir, uma definição abrangente de lucratividade, que pode ser entendida como produtividade do Investimento Total ou Produtividade Global, segundo Gold [6]:

$$\text{Lucratividade} = \text{Produtividade Global} = \frac{\text{Lucro}}{\text{Investimento Total}}$$

Antes de abordar a lucratividade introduziremos os conceitos de Sistema Físico de Produção e Sistema Econômico de Produção.

Esquematicamente segundo Muscat[11], temos:

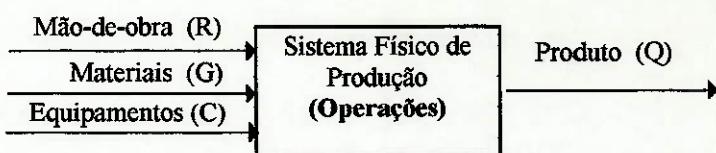


Figura 7.3 Sistema Físico de Produção  
Transcrito de Muscat [11]

Onde:

$Q$  = quantidade de produto final produzida num certo período de tempo

$R$  = homens x horas totais utilizados para a produção de quantidade  $Q$

$G$  = quantidade total gasta de material na produção  $Q$

$C$  = capacidade de produção expressa em quantidade de produto final disponível para a produção da quantidade  $Q$

E admitindo:

$Ph$  = valor horário da mão-de-obra, incluindo encargos sociais

$Pm$  = valor horário da matéria-prima, excluindo impostos que sejam obrigação do consumidor final do produto

$Pe$  = valor unitário de recuperação do capital, incluindo o valor depreciado e os juros sobre o capital imobilizado.

$Ps$  = Preço unitário do produto, excluindo impostos que sejam obrigação do consumidor final.

Podemos então, esquematizar um sistema econômico mostrado na figura 7.4:

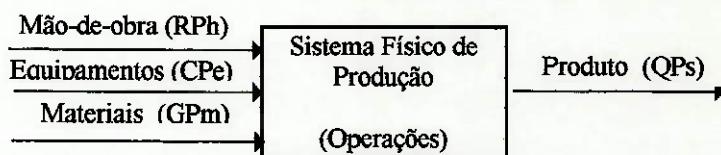


Figura 7.4 Sistema Econômico de Produção  
Transcrito de Francischini [5]

Voltando à lucratividade e a equação original:

$$\text{Lucratividade} = \frac{\text{Lucro}}{\text{Investimento Total}}$$

A decomposição em parcelas da equação de Lucratividade, auxiliará a entender melhor a influência que exerce o sistema de controle de processo neste conceito:

$$\text{Lucro} = \frac{\left[ \frac{\text{Valor dos produtos}}{\text{Produtividade Física}} - \frac{\text{Custo dos produtos}}{\text{Produtividade Física}} \right]}{\left[ \frac{\text{Capacidade Nominal}}{\text{Ativo Fixo}} \times \frac{\text{Investimento Total}}{\text{Ativo Fixo}} \right]} \times \frac{\text{Produtividade Física}}{\text{Capacidade Nominal}}$$

ou então:

$$\text{Lucratividade} = \left[ \frac{\text{Preço Médio}}{\text{Custo Médio}} - \frac{\text{Custo Médio}}{\text{Taxa de Utilização}} \right] \times \left[ \frac{\text{Taxa de Utilização}}{\text{Produtividade do Ativo}} \right] \times \left[ \frac{\text{Produtividade do Ativo}}{\text{Alocação do Capital}} \right]$$

Antes de iniciar a análise de cada componente da expressão de Lucratividade, através do quadro comparativo da figura 7.5, vamos apontar as diferenças entre o sistema atual e proposto. Os itens de interesse para a comparação serão transcritos ou calculados a partir dos capítulos 4 e 6 deste trabalho.

Itens de Comparação	Sistema Atual	Sistema Proposto	Diferença (aproximada)
Capacidade Nominal (peças/mês)	168.000	400.000	aumento de 138 %
Tempo em processo (min.)	330	105	diminuição de 68%
Tempo total médio de carga/descarga (min.)	35	20	diminuição de 43%
Número de máquinas	31	8	diminuição de 74%
Número de mão-de-obra	108	42	diminuição de 61%
Custo unitário do consumo dos equipamentos (US\$)	0,10 <sup>(9)</sup>	0,051	diminuição de 50 %

Figura 7.5 Quadro Comparativo entre sistema atual e proposto  
Elaborado pela autora

Voltando à expressão de lucratividade, analisando qualitativamente, como já dissemos, cada um dos termos em relação a introdução do sistema automático proposto e utilizando os dados do quadro comparativo, temos:

**Preço Médio:** O preço médio cobrado deve prover uma rentabilidade adequada à empresa. Não analisaremos este aspecto, pois depende da política adotada.

**Custo Médio:** Os custos envolvidos, segundo um Sistema Econômico de Produção são: mão-de-obra, materiais e equipamentos. Os sistemas automáticos de controle de processo permitem redução nas três componentes do custo.

Analizando cada uma das entradas no Sistema Econômico de Produção da figura 7.4, temos:

Rph = O custo com mão-de-obra é considerado relevante em comparação aos outros custos, há excessiva necessidade de mão-de-obra devido às inúmeras intervenções durante o processo.

<sup>9</sup> Número fornecido pela empresa, que considera os mesmos custos de energia, água, tratamento de água e vapor, utilizados para o cálculo do custo unitário do consumo dos equipamentos da proposta.

- Redução do “lead-time” - O inter-relacionamento que os sistemas automáticos permite entre CLPs, a modelagem sofisticada e alta velocidade de comunicação entre sensores e atuadores fazem com que:
  - Não haja falhas de coordenação entre as etapas intermediárias do processo (exemplo: desengomagem, batimento, clareamento, centrifugação e secagem);
  - Aumento na velocidade de sequenciação de etapas (não há intervenção humana);
  - Como consequência, há redução de tempo ocioso entre as etapas intermediárias.
  - Permite também, a eliminação de ociosidade entre as fases do beneficiamento nas lavadoras (retirada do homem do controle do processo), que representa 8% do tempo disponível destas máquinas (gráfico da fig. 4.7).
  - Redução de 68% e 33% respectivamente, para os tempos de processamento e carga/descarga das máquinas.
- Aproveitamento da Capacidade Instalada pode ser obtido de várias maneiras:
  - programando-se o tempo de parada da máquina para a conferência com o padrão de lavagem solicitado;
  - o sistema pode ser programado para a sequenciação das máquinas, permitindo que os tempos de espera entre os processos sejam reduzidos.
  - eliminação de gargalos, através do gerenciamento do sistema para a sequenciação entre máquinas.

**Produtividade do Ativo:** A introdução de Controle de Processos com tecnologia de base digital permite a eliminação dos gargalos devido ao gerenciamento contínuo.

**Alocação de Capital:** A possibilidade de redução de investimentos em ativos fixos já foi analisada quando tratamos da redução dos custos com equipamentos.

Como já foi dito, por se tratarem de dados confidenciais, não tivemos acesso aos dados financeiros da empresa que permitissem uma análise de custo benefício mais consistente.

Com a introdução do sistemas de controle de processos ocorre a redução de 61% do número de operadores, tendo em vista a substituição das intervenções dos operadores nas máquinas manuais pelo controle automático das máquinas modernas.

Mas, devemos levar em consideração o aumento de remuneração média devido à contratação de pessoal de nível mais alto, ou seja, deve haver uma adequação do pessoal à nova tecnologia através de treinamento e, principalmente, através de quebra de barreiras culturais geradas pelo método antigo de trabalho.

Cpe = A influência que os sistemas de controle de processo terá para a diminuição do custo de capital investido no caso de instalações de novas plantas recai no fato de que os estudos de viabilidade econômica serão baseados na capacidade de produção, ou capacidade real. Com a utilização de sistema automático de controle de processo, a capacidade real cresce, permitindo redução na capacidade nominal e, consequentemente, nos investimentos fixos. Analisaremos mais profundamente este fator no item referente à taxa de utilização.

Gpm = A economia de insumos, matérias-primas e produtos industrializados dá-se pela diminuição de reprocessos e pela maior eficiência tecnológica desenvolvida nas máquinas modernas, que são projetadas para aumentarem a ação mecânica nas roupas, diminuindo a quantidade de produtos químicos e insumos (água, vapor e energia) necessários para o processo.

Como já dissemos, não temos dados para quantificar a economia com produtos químicos, mas, podemos ver que, em relação ao consumo dos equipamentos, temos uma economia de 50% com sistema proposto (figura 7.5).

**Taxa de Utilização:** sofisticação no controle de processos permite o aumento da capacidade real de produção. Tem como limitante a capacidade nominal.

A influência da adoção dos sistemas de controle de processos no aumento da taxa de utilização é dada por:

No entanto, trabalhando com elementos estimados, propiciados pelas observações feitas para efeito deste trabalho, podemos chegar a algumas conclusões relacionadas com os resultados esperáveis do projeto:

- ◆ Evidentemente, o fato de se substituir controles manuais e humanos por controles eletrônicos tende a gerar uma redução de erros e ganhos de produtividade.
- ◆ Do mesmo passo, a substituição de máquinas obsoletas por equipamentos de última geração deverá propiciar crescimento de produção, a custo menor, tendo em vista uma regra geral vigorante no sistema industrial;
- ◆ Igualmente, para efeito de captura de clientela, o “efeito demonstração” propiciado pela existência de maquinaria nova exerce, indubitavelmente, pelo menos no primeiro momento, influência favorável para que novos clientes optem pelos serviços da empresa;
- ◆ Espera-se um menor “lead-time” de produção. Como se sabe, as indústrias devem atender aos prazos de entrega, dentro dos padrões de qualidade desejados pelos clientes. Assim, é absolutamente necessário que não haja atrasos ou desvios do que foi planejado, por culpa da empresa terceirizada, responsável pela etapa final do processo de fabricação, o beneficiamento. Com os novos equipamentos, presume-se que a empresa estará em melhores condições de atender este requisito.
- ◆ A operação de máquinas modernas exige um nível de qualificação maior desde o “chão de fábrica” até a capacitação dos seus dirigentes. Nestas condições, a existência de um equipamento mais sofisticado poderá alavancar o aperfeiçoamento de desempenho dentro da empresa, tanto a nível operacional, como de planejamento, de administração e de controle, de responsabilidade de seus dirigentes.
- ◆ Do quadro observado no “chão de fábrica”, percebemos que as pessoas responsáveis pela pesquisa e concepção de novos produtos têm, também, que dividir

seu tempo de trabalho com grande esforço para monitorar, controlar, tomar decisões etc. Assim, nem sempre as atitudes tomadas no dia-a-dia são adequadas, devido à correria, que obriga simplesmente a resolver problemas imediatos, sem disponibilidade de tempo para examinar e atacar as causas que os estejam gerando. Há, evidentemente, falhas na delegação de funções e falta de treinamento para que os operadores tenham alçada e competência para tomar decisões no âmbito do seu trabalho rotineiro.

A implantação do sistema automático de controle de processos deverá liberar os funcionários para funções mais nobres, já que a máquina se incumbiria da rotina, permitindo maior disponibilidade de tempo para o uso da criatividade de cada um.

◆ O domínio da tecnologia de processo, de forma como as coisas ocorrem atualmente, está nas mãos de poucas pessoas, que se formaram, na prática, nas empresas em que trabalham ou trabalharam, passando os conhecimentos de chefe para subordinados, sempre com alguns detalhes faltando, para não perder a liderança do conhecimento.

A automação permitirá que as receitas dos processos sejam padronizadas, a fim de que outras pessoas possam estudar melhorias em termos de novos produtos para lavagem, otimização de processos etc., permitindo, assim, que avanços tecnológicos sejam gradativamente introduzidos, o que se mostra impensável na maneira como se encontra atualmente estruturado o setor.

Tais fatores, evidentemente, deverão repercutir de forma sensível nas perspectivas de faturamento e lucratividade da empresa.

---

**CAPÍTULO 8**

### ***8. CONSIDERAÇÕES FINAIS***

Uma outra abordagem sobre os diversos fatores que compõem o universo operacional da empresa e as perspectivas de alteração de quadro em função do projeto de automatização programado, ensejar-nos-ia as seguintes observações:

Retomando a descrição da situação atual, onde foram realizados o cálculo da capacidade produtiva, o levantamento de dados através dos gráficos das taxas de ocupação das máquinas, as pesquisas e o acompanhamento do processo; verificamos que o setor produtivo é retratado pela falta de balanceamento da produção, baixa taxa de ocupação das máquinas, alta incidência de reprocessos e elevados custos com perdas de roupas processadas.

Como mostra o gráfico 4.7, a ociosidade entre o processamento, o reprocesso e a manutenção, representam 25% da capacidade média de ocupação das lavadoras, estes problemas são decorrentes do ineficiente sistema de controle manual do processo e do péssimo estado de conservação das máquinas, já obsoletas.

Sendo assim, podemos concluir, segundo os aspectos enfocados na análise qualitativa realizada em função da escolha empresarial de um sistema distribuído e do respectivo fornecedor, que a modernização altera positivamente o quadro operacional através das seguintes melhorias: balanceamento da produção e eliminação de gargalos, qualidade da roupa processada, redução dos custos produtivos, aumento da taxa de ocupação das máquinas, redução do tempo destinado à manutenção e perspectivas de aumento no lucro e lucratividade da empresa.

Além disso, outros resultados indiretos são esperáveis através da influência favorável para a possível clientela sobre o “efeito demonstração” propiciado pela maquinaria nova; da maior qualidade no atendimento aos prazos de entrega; do aperfeiçoamento de desempenho operacional e administrativo; da possibilidade dos funcionários exercerem funções mais nobres e dos avanços tecnológicos consequentes da possibilidade de

domínio da tecnologia do processo por todos que tenham condições de estudar otimizações para os processos, utilização de novos produtos etc.

Mas, embora os resultados sejam satisfatórios, existem outros aspectos que a empresa não priorizou no momento de decidir modernizar seu parque industrial, ou seja, inadequações de real importância, tais como os problemas que geram as “ocorrências”, apontadas graficamente (figuras 4.7 e 4.8) e representadas pelas médias 13% e 10% da capacidade de ocupação das lavadoras e secadoras respectivamente, permanecerão irresolvidos, gerando consequências que irão se refletir negativamente nos resultados esperados.

A nosso ver, a melhor opção técnica para a empresa seria, talvez, não apostar todas as suas fichas na sofisticação de seu equipamento operacional, reservando parte importante das suas energias para o desenvolvimento de soluções administrativas e operacionais relacionadas com os serviços intermediários do sistema. Por exemplo: demora excessiva entre a chegada da roupa na empresa e o início do processamento desejado devido a falta de informações para a execução de receitas, ficando o setor responsável dependente de telefonemas para os clientes a fim de esclarecer dúvidas sobre os materiais utilizados na confecção das roupas; falta de comunicação adequada entre os diversos setores responsáveis pelo abastecimento do processo e o setor operacional, sendo comuns a interrupções de etapas subsequentes por falhas de providências tempestivas dos setores abastecedores de produtos químicos, vapor e água etc.

A nosso ver, a melhor alternativa para a empresa, ao invés de tentar dar um salto tecnológico de tamanha importância, substituindo, de uma vez sistemas de controle manual de processo por tecnologia informatizada, distribuisse melhor suas energias, passando por uma fase intermediária de semi-automatização, talvez com utilização de sistemas locais ou centralizados (como descritos nos itens 5.1.1 e 5.1.2), na qual buscara, também, paralelamente, o aperfeiçoamento de sua estrutura de apoio administrativo. Esta opção poderia representar provavelmente redução significativa do custo do investimento a ser realizado, sem alterações significativas no resultado final a ser alcançado pela empresa.

Essa presunção decorre do fato de que tem sido repetidamente observado no universo das mais diversas industrias um imenso desperdício de recursos financeiros escassos na vã tentativa de simplesmente incorporar à vida da empresa tecnologia de última geração, para a qual não estavam seus dirigentes, seus técnicos e seus funcionários devidamente capacitados e em condições de dela extrair o retorno esperado.

As falhas e inadequações encontradas na empresa e relacionadas neste trabalho apontam nitidamente no sentido de que o mesmo ali estaria se passando.

Complementando a análise e o estudo técnico realizados dentro do que seria, de um ponto de vista restrito, a função da engenharia de produção, julgamos oportunas outras abordagens que, por ser a empresa um complexo composto de interrelações, tem certamente importância decisiva para o êxito de um projeto de crescimento e de conquista de mercado como o que se encontra empenhada a firma em questão.

Começaríamos pelo lado financeiro, modulado a nosso ver para administrar uma realidade já superada na vida da empresa, em que eram menores as exigências de capital e menos decisivas as análises de custo-benefício, os estudos de alavancagem e a capacidade para levantar recursos financeiros a custos suportáveis.

As decisões tomadas pela diretoria, principalmente as de maior relevância, ressentem-se, a nosso ver, de maior rigor técnico. A própria opção feita pela implantação de um sistema de controle automático, nos moldes em que foi decidido, bem como a escolha de um determinado fornecedor, dentro do leque de possíveis fornecedores, não nos pareceu baseada em análise ampla e criteriosa. As coisas, a nosso ver, na empresa, prendem-se muito mais ao “sexto sentido” dos seus dirigentes. A “intuição” prevalece freqüentemente sobre as análises técnicas.

De outra parte, a possibilidade de abertura do capital a terceiros que pudessem agregar experiência técnica ou recursos financeiros é possibilidade que não vimos cogitada a qualquer momento. Padece, a empresa, do conhecido vício de firmas familiares, em que é

extrema a dificuldade para admitir a oxigenação externa, substituindo-se progressivamente a influência familiar - que foi boa à sua época - pela administração profissional, capaz de administrar uma nova realidade, extremamente mais exigente.

Não se vê, também, entre os dirigentes, preocupação quanto a uma política de desenvolvimento de recursos humanos, capaz de envolver os funcionários com objetivos e resultados e dar-lhes participação nos êxitos obtidos.

De tudo que foi observado, parece-nos urgente e indispensável conscientizar os dirigentes de que a compra pura e simples de novas máquinas, a substituição de um processo de controle manual por um sistema de controle automático distribuído não serão a solução mágica capaz de conduzi-los ao alcance das metas objetivadas, sem que, paralela e simultaneamente, sejam atacadas, também, áreas interdependentes em que a empresa se mostra retrógrada e orientada por padrões insatisfatórios.

Como se sabe, em administração, informatizar situações insatisfatórias muitas vezes representa agravar os problemas que já se tem, gerando turbulências, frustração e prejuízos financeiros e humanos para os que a tanto se arriscaram.

De tudo que foi dito, a título de conclusão final, e como resultado prático do esforço de análise e interpretação que fizemos, caberia, a nosso ver, investir junto aos mentores da empresa em um estudo abrangente, capaz de incluir todo o panorama geral, amarrando as pontas que se encontram soltas e descontroladas dentro do processo produtivo, reformulando a estrutura gerencial, o universo financeiro, e aproveitando aquilo que a empresa realmente tem de valioso, isto é, o que lhe permitiu chegar ao ponto em que chegou, a fim de que tenha ela condições de realmente alcançar os ganhos de escala que objetiva, de crescer na importância, conceito e reconhecimento por parte da possível clientela e responder satisfatoriamente aos anseios de realização e satisfação pessoal que anima seus dirigentes.

Ainda a propósito, e detendo-nos especificamente naquilo que a nossa passagem pela empresa representou, quer-nos parecer que a principal contribuição com a qual colaboramos para a interessada foi a postura de jamais nos acomodar com situações que

nos pareciam insatisfatórias; soluções que julgávamos visivelmente inadequadas; rotinas que entendíamos nitidamente superadas e formas de pensar e de agir que considerávamos contraproducentes. Essa nossa posição deverá, de alguma forma, esperamos, ter contribuído para que as pessoas responsáveis pelo destino da empresa se conscientizem de que havia e há novas medidas a serem tomadas.

---

***BIBLIOGRAFIA***

- [1] CORIAT, B. *Automação e a noção de processo de trabalho do tipo "process"*. Belo Horizonte, UFMG/CEDEPLAR, 1979.
- [2] EXAME - ABRIL/95 - P. 23-26.
- [3] FLEURY, AFONSO e outros. *Gestão da empresa: automação e competitividade; novos padrões e de relações do trabalho; organização* de Rosa Maria Borges Sales de Melo Soares. Brasília, IPEA/IPLAN, 1990.
- [4] FONSECA, LUIS MIGUEL C. M. *Filosofias da qualidade desenvolvimento de uma cultura da qualidade na empresa* - artigo da revista Qualidade da APQI - Ass. Pasrt. para a Qualidade.
- [5] FRANCISCHINI, PAULINO GRACIANO. *Automação industrial como melhoria da qualidade do processo* - dissertação de mestrado junto ao DEPARTAMENTO DE ENG. DE PRODUÇÃO - ESCOLA POLITÉCNICA/USP, 1989.
- [6] GOLD, Bela. *Sistema de Custo-produtividade-lucratividade*: apostila de aula do curso de custos do professor Márcio Novaes, 1995.
- [7] JUGEND, DAVID. *O Controle de processos do futuro*: controle e instrumentação. São Paulo, 1988.
- [8] JURAM, J. M. *Quality Control Handbook*. São Paulo, Mc Graw Hill, 1991.
- [9] LAVANDERIA; revista da ANEL (Associação Nacional das Empresas de Lavanderia) - 4<sup>a</sup> edição - 1996 - p. 5-8.
- [10] MOLLENKAMP, ROBERT A. *Controle automático de processos*. São Paulo, EBRAS, 1988.
- [11] MUSCAT, ANTÔNIO R. N.; ALMEIDA, HENRIQUE S. - *Produtividade e custo-benefício*: utilização de mudanças tecnológicas no estudo do impacto. Engenharia de Produção , São Paulo, (1): 23-38, jan.1988.

## Bibliografia

- [12] OGATA, KATSUHIKO; *Engenharia de Controle Moderno*. São Paulo, PHB, 1982 -p.3-17; 169-180.
- [13] PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DE "JEANS". *apostila da anel ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EMPRESAS DE LAVANDERIA*.
- [14] SHONBERGER, RICHARD J. *Técnicas Industriais Japonesas*, São Paulo, Pioneira Novos Umbrais 2<sup>a</sup> Edição.
- [15] SIGHIERI, L.; NISHINARI, A. *Controle Automático de Processos: instrumentação*, 2<sup>a</sup> Edição, Editora Blücher, 1973 - p. 1 - 30.

---

***ANEXOS***

*Tabela de Pesquisas*

## Lavantamento de Dados

Quando aconteceu algum problema de qualidade, com o lote de roupa:

		sempre	quase sempre	algumas vezes	poucas vezes	nunca
O operador:	colocou a roupa de forma errada					
	usou material inadequado					
	colocou os materiais na seqüência errada					
	não controlou a temperatura corretamente					
	não controlou o tempo corretamente					
	não percebeu problemas com a máquina					
	usou a receita errada					
	recebeu a roupa com problema anterior					
	não entendeu o que tinha de fazer					
	trabalhou sem controlar o processo/produto					
	não tinha todas as informações					
	estava substituindo o titular da máquina					
	inspecionou de forma errada					
A máquina:	estava com defeito					
	não era a mais adequada					
Os medidores manuais(termômetro/relógio):	estavam com defeito					
O material (químico/água/vapor):	foi entregue errado					
	precisou ser substituído					
	estava com problema					
A receita:	não estava correta					
	não dava para ler muito bem					
	não estava de acordo com o tipo de tecido					
	não estava de acordo com o tipo de linha					
(Método)	Faltou alguma operação anterior, na roupa					
	O padrão não estava com o operador					

Tabela de Pesquisa  
Elaborado pela autora

Dados para os gráficos das Lavadoras

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
<b>REPROCESSO</b>	416:20	865:10	512:15	256:55	368:45	215:05	576:10	250:25	280:40	310:25	615:10	215:15	4882:35
<b>PROCESSO</b>	2643:45	5018:00	7360:10	4424:10	6284:35	5795:35	7296:00	6158:35	4963:05	5807:25	6836:05	5021:45	67609:10
<b>CARGA/DESC</b>	331:55	540:30	1066:30	594:30	771:55	702:10	908:20	796:20	762:00	839:05	935:20	627:20	8875:55
<b>MANUTENÇÃO</b>	1231:25	1788:15	1514:00	1643:40	1548:55	1231:25	1202:10	1169:15	1334:35	1461:15	1015:10	1225:15	16365:20
<b>OCORRÊNCIAS</b>	774:20	810:10	817:30	940:40	1262:15	1762:40	1639:15	1666:50	1473:05	1982:15	1520:25	1280:05	15929:30
<b>OCIOSIDADE</b>	815:25	945:10	887:25	865:20	926:00	889:15	887:20	758:10	800:45	880:25	987:35	815:10	10458:00
Roupa	34:50	34:50	9:10	29:40	44:45	123:10	103:40	140:45	168:55	258:40	154:00	1102:25	
Preparação	600:35	602:35	603:35	853:35	1280:25	1042:00	1320:00	882:40	1188:35	537:55	81:20	9594:50	
Aqua	49:40	49:40	251:00	264:40	174:30	125:30	25:40	28:10	39:20	61:40	99:00	1218:30	
Carrinhos	34:50	34:50	9:10	29:40	44:45	123:10	103:40	140:45	168:55	258:40	154:00	1137:15	
Lavar Máquina	21:30	21:30	5:55	13:55	4:15	74:15	53:50	141:40	121:00	120:35	94:25	731:20	
Produtos	4:05	4:05	28:45	30:20	75:50	134:35	13:35	67:55	146:00	91:45	24:30	625:30	
Ausência Func.											572:50	572:50	
Gaiolas	12:10	12:10	12:10	3:40	3:20	5:55	8:00	15:30	23:25	51:40	136:30	35:20	319:50
Vapor	14:55	14:55	20:15	31:40	34:30	2:40	10:35	8:50	62:50	13:30	47:30	277:05	
Refeição	36:35	36:35	8:50	2:55	3:00		14:15	36:35	20:25	17:00	11:10	223:55	
Energia Elétrica						52:05			5:25	8:45	5:40	71:55	
Jacarés			6:20	0:20	2:30	5:40	5:55	6:05	2:20	9:10	15:25	0:20	54:05
<b>PROD / CAPAC</b>	55%	64%	74%	60%	67%	63%	70%	67%	62%	62%	70%	64%	66%
<b>PROD / DISPON</b>	68%	79%	84%	74%	77%	72%	78%	75%	73%	71%	77%	74%	76%

**Dados para os gráficos das Secadoras**

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
<b>PROCESSO</b>	1629:25	3204:25	5503:55	4175:35	5838:05	5446:25	6064:05	5760:45	5005:35	5159:50	5752:35	4521:25	58062:05
<b>CARGA/DESC</b>	258:55	416:40	709:40	564:55	714:40	674:30	888:35	747:50	695:00	768:25	800:50	564:15	7804:15
<b>MANUTENÇÃO</b>	227:40	868:15	994:00	848:35	240:40	346:10	125:30	473:15	534:40	385:00	118:50	88:00	5250:35
<b>OCORRÊNCIAS</b>	337:20	261:30	216:50	1217:45	642:15	464:00	751:40	874:10	814:55	1090:50	672:50	928:10	8272:15
<b>OCIOSIDADE</b>	265:10	258:30	538:50	406:40	293:15	220:25	258:20	367:45	468:25	368:35	158:10	170:10	3774:15
<b>Roupa</b>	255:10	158:35	88:15	1089:20	528:05	257:40	517:55	689:25	694:30	674:55	295:00	757:50	6006:40
<b>Gaiolas</b>	73:20	77:40	29:20	20:55	15:40	75:30	207:20	156:35	102:35	220:45	294:05	165:50	1439:35
<b>Funcionários</b>													0:00
Vapor	3:25	14:20	1:10	12:50	96:25	91:25	21:10	15:10	4:50	100:25	41:15	402:25	
Jantar			95:45	78:25									174:10
Lavar Máquina				2:45		1:00		9:00	12:15	83:25			108:25
Jacarés	5:25	10:55	2:20	13:30	2:05	8:00	5:15	4:00	0:45	11:20	42:30	4:30	110:35
Energia Elétrica						30:25							30:25
<b>PROD / CAPAC</b>	69%	72%	78%	66%	85%	86%	86%	79%	76%	76%	87%	81%	79%
<b>PROD / DISPON</b>	76%	87%	89%	74%	88%	90%	87%	84%	82%	80%	89%	82%	85%

## DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

### ***Lavadora-Extratora 64046 E6N***

-Lavadora-extratora totalmente automática com capacidade para 250Kg de roupas secas, controlada por microprocessador, auto-balanceamento por acelerômetro via microprocessador computadorizado, tipo “open poket”(ampla abertura de porta para colocação e retirada das roupas processadas);

- Aço inoxidável tipo AISI 304 ou 304L em peças soldadas e AISI 302 em peças não sujeitas a solda, nenhum outro tipo de aço inoxidável é utilizado;

- Cilindro interno com 1.630 mm de diâmetro, 1.167 mm de profundidade e 4,76 mm de espessura; perfurações do cesto com 4,76 mm de diâmetro e sem rebarbas (área aberta correspondente à 31% da área total do cilindro, com capacidade de 2.425 litros;

- Cesto externo em aço inox com 4,76 mm de espessura;

- Parte frontal e traseira do equipamento em aço estrutural grau ASTM A36, forjado com aço inox;

- Eixo de aço forjado com diâmetro mínimo de 140 mm;

- Engrenagens helicoidais na transmissão durante os processos de lavagem e drenagem; rolamentos são do tipo cônicos e operam em banho de óleo; as correias tipo "V"são para uso em alta rotação e casadas por medida e elasticidade;
- Embreagem pneumática, auto-ajustável e auto-alinhada, sem ajuste no campo, facilmente removível em caso de necessidade;
- Rolamentos principais: de esferas, lubrificados com graxa, com proteção tripla por retentores especiais entre a solução líquida e os rolamentos e mais um selo exclusivo, adicional, tipo "excluder". Os rolamentos estão calculados para suportar variações térmicas do eixo e do conjunto. Estes rolamentos são classificados através de um teste especificação L10 acima de 100.000 horas. Isto significa que os testes projetam que mesmo após os 48 anos (baseado em semana de 40 horas), 90% dos rolamentos permaneceriam em boas condições, assumindo uma manutenção preventiva apropriada. Os rolamentos do eixo são suportados uniformemente por 360 graus através do anel de aço unicamente em máquinas MILNOR.
- Freio auto-ajustável, pneumático com sistema de segurança que em caso de falta de ar ou queda de energia, provoca o seu imediato funcionamento;
- Movimento basculante para frente (21 graus em relação a vertical) e para trás (17 graus em relação a vertical) para facilitar a carga e descarga das máquinas;
- Diâmetro da porta hidráulica de 40"(1.015 mm);
- Travas de segurança na porta impedem sua abertura durante a operação;
- Sistema de suspensão por molas banhadas em óleo, sendo a máquina apoiada em um único pivô que permite melhor e mais rápido basculamento para a frente e para trás;

- Balanceamento pré-extração, distribui a carga e minimiza problemas durante a extração, rotação de distribuição = 48 rpm ( 2,1 forças G), rotação de baixa extração = 200 rpm (36,6 forças G);

- Balanceamento dinâmico automático do cilindro, antes da operação de extração; através de injeção de água nas batedeiras do cesto interno, por sofisticado sistema eletrônico com acelerômetro;
- A máquina é capaz de entrar em operação de extração com 16% de sua capacidade nominal ( 41 Kg), de carga concentrada e desbalanceada em um ponto do cesto;
- Relê de proteção contra vibração excessiva que pára o motor de extração; redistribui a carga e retorna ao processo de extração. A alta extração não entra em operação enquanto a carga não está corretamente distribuída. Uma vez iniciado o processo de alta extração, qualquer desbalanceamento acima de um determinado valor, causa parada imediata da máquina, aplicação do freio e sinalização para o operador;
- a máquina é equipada com válvulas termo-moduladas para água quente e fria possibilitando o controle da temperatura entre 10° C e 90°C; o controlador de temperatura não requer recalibração no campo;
- Controles automáticos de estado sólido. Capacidade para 99 programas de lavagem no próprio microprocessador do equipamento (ou N°. indefinido de programas caso a máquina esteja ligada a um sistema tipo MILDATA) com até 500 passos total e permite ao programador, controlar o nome da fórmula, operação por operação, cada injeção de produto químico e a que tempo, cada extração intermediária, cada nível e cada temperatura envolvidos. A programação é protegida por chave que fica em poder do pessoal responsável;
- Mecanismo de basculamento hidráulico, com cilindros traseiros, buchas esféricas para reduzir tensão dos componentes. As linhas de fluido excedem aos STANDARD JIC;
- Círculo de proteção adicional: a máquina não entra em qualquer processo de extração se estiver basculada para a frente e para trás.

### **Dispositivos Opcionais**

- Modificações para conectar até 15 bombas peristálticas;
- Placa adicional com 16 entradas e saídas de sinais do microprocessador (imprescindível para a modificação acima);
- Reforços de aço inox para proteção do cilindro e escotilha no processo de stonewashing;
- Válvulas para o aproveitamento de água de reuso;
- Sistema AMPSAVER com sequenciador que não permite que duas ou mais máquinas entrem em extração simultaneamente;
- Fusível tipo VDE (diazed);
- Modificação para injetar vapor com baixa pressão a fim de atingir a temperatura desejada em menos tempo.

### ***Secador MILNOR 38080 MSA STEAM***

- Secadores automáticos com capacidade para 135Kg de roupa seca por operação, alimentado por vapor ou gás, dotado de microprocessador para controle de até 32 padrões de secagem;
- A alimentação da máquina é realizada pela parte frontal através de um transportador contínuo que eleva a carga a cerca de 1,80m do piso até porta de acesso ao cesto da máquina;
- A descarga realizada pela abertura automática de uma porta na parte posterior da máquina após o término do processo (as peças são descarregadas sobre carrinhos);
- Controle de processo por sensor de umidade que leva a uma maior uniformidade de secagem;
- Controle do fluxo de gás ou vapor por válvula modulada em 256 posições, controlada por microprocessador comandado pelas temperatura de entrada e saída do ar;

- Resfriamento controlado após o término do processo, sendo o controle realizado pela temperatura interna do cesto e não por tempo;
- Limpeza automática dos filtros após o término de cada ciclo, com recolhido centralizado de fiapos.

### Equipamentos Opcionais

- Transportador vai-vem Tipo COSL 3810 para transporte de peças entre máquinas (no caso de não ser adquirido este opcional, ele deve ser substituído por transportadores contínuos de base fixa aptos a elevação da carga a cerca de 1,80 m do piso);
- Transportadores contínuos de base fixa para remoção manual de pedras remanescentes nas peças;
- Sistema MILDATA (software e hardware) para interligação dos equipamentos com sistema supervisório (não incluem microcomputadores);
- Sistema de controle de painéis de montagem para a interligação das lavadoras-extratoras, secadores e transportador tipo vai-vem;

*Características Técnicas dos Equipamentos*

<b>MAQUINÁRIO</b>	LAVADORA EXTRATORAS 64046-E6N	SECADORES MILNOR 58080 MSA
<b>Capacidade em kg roupa secas</b>	350	135
<b>Capacidade em peças/carga</b>	180	180
<b>Tempo de ciclo por carga (min)</b>	65	20
<b>Cesto Interno</b>		
<b>Dimensões (diâm.x prof.(mm))</b>	1.626 x 1.168	1.478 x 2.032
<b>Material</b>	AISI 304/304L	
<b>Espessura em chapas (mm)</b>	4.76	
<b>Volume do Cesto (dm3)</b>	2.425	3.486
<b>Fator de carga (kg/dm)</b>	1:9,70	1:25,82
<b>Força Centrífuga Extração (G)</b>	300	-
<b>Energia:</b>		
<b>Consumo (kwh)</b>	11.06	18.39
<b>Alimentação (V)</b>	380	380
<b>Gás G.L.P.</b>		
<b>Consumo (kg/h)</b>	-	25
<b>Conexão (BPS)</b>	-	1 1/2"
<b>Vapor</b>		
<b>Consumo (kg/h)</b>	90-100	603
<b>Conexão (BPS)</b>		
<b>Entrada vapor</b>	2"	2"
<b>Saída condensado</b>	3/4"	3/4"
<b>Pressão (PSI)</b>	100-150	120
<b>Água</b>		
<b>Consumo (lit/h)</b>	7.2	-
<b>Conexão (BPS)</b>		
<b>Entrada</b>	2"	-
<b>Saída (dreno)</b>	8"	-

Tabela das Características Técnicas dos Equipamentos  
Elaborado pela autora

*Dimensionamento da Necessidade de Máquinas*

ETAPA	CAPACIDADE PRODUTIVA (UNID./MÊS)	MÁQUINA	NECESSIDADE DE MÁQUINA	
			TEÓRICA	AJUSTADA
1	400.000	Lavad. Extrat. 64046 E6N	5,34	6
		Secador 58080 MSA	1,92	2
2	600.000	Lavad. Extrat. 64046 E6N	8,00	8
		Secador 58080 MSA	2,88	3
3	800.000	Lavad. Extrat. 64046 E6N	10,48	11
		Secador 58080 MSA	3,85	4
4	1.000.000	Lavad. Extrat. 64046 E6N	13,35	14
		Secador 58080 MSA	4,80	5

Tabela da Necessidade de Máquinas  
Elaborado pela autora

Cálculo utilizado para o dimensionamento:

$$H = \text{Horas trabalhadas por mês} = 520 \text{ HH/mês} = 31.200 \text{ min.H/mês}$$

$$T = \text{Tempo de processo por para lavadora} = 75 \text{ minutos}$$

$$t = \text{Tempo de processo para secador} = 27 \text{ minutos}$$

$$P = \text{Número de peças por carga máquina} = 180 \text{ peças}$$

$$C = \text{Capacidade produtiva (unidd/ mês)}$$

$$N = \text{Número de Lavadoras}$$

$$N' = \text{Número de Secadores}$$

Cálculo para as Lavadoras:

$$N = \frac{(H \times 60 \text{ minutos}) \times P}{T}$$

$$(31.200 \times 180) / 75 = 74.880$$

$$N = \text{capacidade produtiva (unidd/ mês)} / 74.880$$

Cálculo para os Secadores:

$$N = \frac{(H \times 60 \text{ minutos}) \times P}{t}$$

$$(31.200 \times 180) / 27 = 208.000$$

$$N' = \text{capacidade produtiva (unidd/mês)} / 208.000$$

*Necessidade de Mão-de-Obra*

SETOR / FUNÇÃO	PROPOSTA I - MILNOR			
	PRODUÇÃO (UNIDADES/MÊS) (3 TURNOS)			
	400.000	600.000	800.000	1.000.000
Administração	5	5	5	5
SUB-TOTAL	5	5	5	5
Lavanderia				
Supervisão	3	3	3	3
Operador de máquinas	12	15	21	24
Auxiliar de produção	12	12	18	24
Auxiliar p/ movimentação	6	9	12	15
SUB-TOTAL	33	39	54	66
Manutenção	4	4	4	4
SUB-TOTAL	4	4	4	4
Controle de Qualidade	3	3	3	3
SUB-TOTAL	3	3	3	3
Desenvolvimento de Lavagem	2	2	2	2
SUB-TOTAL	2	2	2	2
<b>TOTAL LAVANDERIA</b>	<b>47</b>	<b>53</b>	<b>68</b>	<b>80</b>

Tabela de Necessidade de Mão-de-obra  
Elaborado pela autora

Tabela de Preços para os Investimentos Previstos

ITEM	UNITÁRIO (US\$/UNID.) (*)
<b>LAVADORAS EXTRATORAS 64046 E6N</b>	98.745
-Componentes adicionais:	
15 Peristaltic pump connect.	755
Welded-on stone wash modif.	6150
One air reuse water valve	825
Dual Drain valve-water reuse	855
Conjunto p/ interligação ao AMPSAVER (p/ máquina)	465
16 output micro board	290
Low pressure steaming Capab.	115
Voltage Option 440/3P/60	230
VDE fusing	375
-SUB-TOTAL	108.805
<b>SECADORES Dreyer 58080MSA Steam</b>	51.795
-Componentes Adicionais:	
VDE fusing	375
Modify dryer for Autolint	1695
Dryer Pedestal Extender	350
Discharge rotating beacon	150
Auto moisture sensing control	2495
-SUB-TOTAL	56.860
<b>SISTEMA AUTOLINT</b>	
Dryvac02 size 02 for Autolint	7.895
VDE fusing for Dryvac	375
-SUB-TOTAL	8.270
<b>MONTAGEM</b>	
Tunnplan 1 technician 10 days	12.000
Desconto concedido pela Danvic	-12.000
-SUB-TOTAL	0
<b>EQUIPAMENTOS ADICIONAIS</b>	
AMPSAVER SEQUENCER	6.395
<b>TRANSPORTADOR DE PEÇAS ENTRE MÁQUINAS</b>	
COLS 3810 shuttle-loose goods	31.890
Shuttle call system controls	5.095
-SUB-TOTAL	36.985
<b>SISTEMA MILDATA</b>	
Mildata software & report gen.	17.870
Mildata 0s2 online wash.ext.pr	1.195
Mildata serial convertor RS485	495
Mildata Hardware for shuttle (por máquina)	245
Mildata Hardware for dryer (por máquina)	395
Mildata Hardware for wash.ext. (por máquina)	295
-SUB-TOTAL	20.495
<b>SISTEMA DE CONTROLES E PAINÉIS</b>	
<b>LOTES DE REPOSIÇÃO</b>	24.522

Tabela de Preços para os Investimentos Previstos  
Elaborado pela autora

(\*) Valores em F.O.B.

