

ASCÂNIO PRUNER

**UM MODELO DE DECISÃO EM PROCESSO DE
AUTOMAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para obtenção
do grau de Mestre em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.

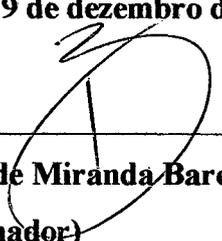
**FLORIANÓPOLIS
2001**

ASCÂNIO PRUNER

UM MODELO DE DECISÃO EM PROCESSO DE AUTOMAÇÃO

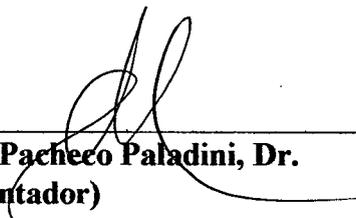
Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção (Área de concentração: Gestão de Qualidade e Produtividade), e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Florianópolis, 19 de dezembro de 2001



Prof. Ricardo de Miranda Barcia, PhD.
(Coordenador)

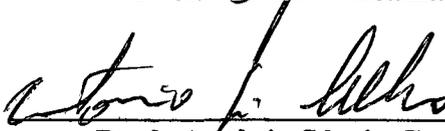
Banca Examinadora



Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
(Orientador)



Prof. Osmar Possamai, Dr.



Prof. Antônio Sérgio Coelho, Dr.

À

Marivone

Fernando, Ricardo, Cláudia e Alexandre

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Edson Pacheco Paladini pela Orientação do trabalho e principalmente pelo apoio desde a decisão em fazer o mestrado e em todo o tempo de elaboração desta dissertação.

Aos membros da banca examinadora pela disposição de ler este trabalho.

Aos colegas de curso por todo o estímulo e apoio moral para que este trabalho se tornasse uma realidade e chegasse a este final feliz, muito especialmente ao Wilson Mafra, sem cujo encorajamento não teria nem dado início a esta etapa.

Aos professores do curso pela dedicação e ensinamentos transmitidos.

À empresa que possibilitou o estudo de caso, nas pessoas de seu Diretor Presidente, eng. Ingo Doubrawa, seu Diretor de Produção e Tecnologia, eng. Antonio Carlos Minatti e ao gerente de produção, eng. Luciano Bertazzi Bertolazzi.

Ao Centro de Ciências Tecnológicas (Faculdade de Engenharia de Joinville), da Universidade de Santa Catarina (UDESC), pela oportunidade de propiciar este curso a seus professores.

Aos amigos e familiares que sempre me encorajaram a assumir e enfrentar esta empreitada, em especial, a minha esposa, pela paciência demonstrada pelos fins de semana perdidos.

Muito Obrigado!

“Uma máquina pode fazer o trabalho de cinquenta pessoas comuns”.

Máquina alguma pode fazer o trabalho de um homem incomum.”.

ELBERT HUBBARD

Editor Americano (1865 - 1915)

RESUMO

PRUNER, Ascânio. **Um modelo de decisão em processo de automação.** 2001.102 fl. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

A automação é uma tecnologia que as organizações modernas não podem excluir de seu desenvolvimento. A globalização com a necessidade de reduzir custos para aumentar sua competitividade são fatores que obrigam à busca de novas tecnologias. A decisão do que e como automatizar é sempre um dilema que deve ser resolvido da melhor maneira possível. Como tomar a decisão? Foi correta? A implementação de uma metodologia para decidir se e como automatizar é apresentada neste trabalho. Buscou-se uma ferramenta que auxilie o executivo a decidir se a automação dará certo em sua empresa. Esta ferramenta foi testada e aprovada em uma aplicação prática destinada a avaliar sua aplicabilidade.

Palavras chaves - automação, qualidade, competitividade.

ABSTRACT

PRUNER, Ascânio. **Um modelo de decisão em processo de automação.** 2001. 102 fl. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

Automation is a technology that can't be excluded in the development of modern organizations. Globalization, cost reduction, need for productivity increasing are the factors that oblige companies to search new technologies. The decision - what and how automate - is always a dilemma to be solved the better way possible. How to make the decision? How to know if it is correct? The implementation of a methodology to decide if and how automate is presented in this paper. A tool was defined to help the executive to decide if automation will work in his/her company. This tool was tested in a practical application to evaluate its applicability: and it was approved.

Key words - automation, quality, competitiveness

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

CAPÍTULO 1

1.0 INTRODUÇÃO	13
1.1 Exposição do Problema Geral do Trabalho	14
1.2 Justificativas para a Escolha do Tema	15
1.3 Objetivos	15
1.3.1 Objetivo Geral	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 Pressupostos Básicos	16
1.5 Ações	17
1.6 Limitações ao Trabalho	18
1.7 Resultados Esperados	18
1.8 Estrutura do Trabalho	18

CAPÍTULO 2

2.0 SUPORTE CONCEITUAL	21
2.1 Uma Visão Geral do Problema	21
2.2 Limitações da Automação	25
2.3 A Automação no Brasil	27
2.4 A Automação e o Homem	30
2.5 A Decisão de Automatizar	33
2.6 Um Caso Específico a Considerar	35
2.7 Conclusões	37

CAPÍTULO 3

3.0 SUPORTE PRÁTICO	38
3.0 Introdução	38
3.1 Caracterização das Empresas	39
3.2.1 Ramo Industrial	39
3.2.2 Faturamento Anual	40
3.2.3 Número de Funcionários	41
3.3 Automação	42
3.3.1 Temporalidade	42
3.3.2 Objetivos	43
3.3.3 Investimentos	44
3.3.4 Dificuldades	45
3.3.5 Vantagens	46
3.3.6 Desvantagens	46

3.4 Mão de Obra	47
3.4.1 Treinamento	47
3.4.2 Conseqüências	49
3.4.3 Considerações Diversas	50
3.5 Produtividade e Qualidade	50
3.5.1 Produtividade	50
3.5.2 Competitividade	50
3.5.3 Qualidade	51
3.5.4 Controle Estatístico do Processo	51
3.6 Outras Considerações	51
3.7 Conclusões	51

CAPÍTULO 4

4.0 METODOLOGIA	53
4.0 Decisões Preliminares	53
4.1.1 Por que Automatizar	53
4.1.2 Por que não Automatizar	54
4.1.3 Perfil Projetado da Mão de Obra	55
4.1 Análise do Processo	56
4.2.1 Parâmetros Conceituais	56
4.2.2 Parâmetros Práticos	59
4.2.3 Parâmetros Consolidados	60
4.3 Mensuração dos Parâmetros	62
4.4 Gerenciamento	64
4.5 Avaliação da Metodologia	66

CAPÍTULO 5

5.0 AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA	68
5.0 Introdução	68
5.1 A Empresa	69
5.2 Instalações de Galvanoplastia	70
5.3.1 A Galvanoplastia	70
5.3.2 A Instalação Manual	74
5.3.3 A Instalação Automática	75
5.3.4 Novo Sistema de Controle de Qualidade	77
5.4 Dados para Avaliação da Metodologia	78
5.5 Avaliação da Metodologia	82
5.5.1 Etapa Preliminar	82
5.5.2 Etapa Final	84
5.5.3 Mensuração dos Critérios de Avaliação	85
5.6 Conclusão	88

CAPÍTULO 6

6.0 Conclusão e Sugestões	90
6.0 Conclusão	90
6.1 Sugestões para trabalhos futuros	92

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
BIBLIOGRAFIA	98
APÊNDICE	99
Apêndice A - Questionário Empresas	100

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Divisão das empresas por ramo industrial	40
Quadro 2 - Empresas por faturamento	41
Quadro 3 - Número de funcionários por empresa	41
Quadro 4 - Época dos investimentos	42
Quadro 5 - Objetivos	43
Quadro 6 - Investimentos realizados em automação	44
Quadro 7 - Dificuldades relacionadas	45
Quadro 8 - Vantagens alcançadas pelas empresas	46
Quadro 9 - Dificuldades encontradas	47
Quadro 10 - Opções de treinamento	48
Quadro 11 - Proposta de mensuração dos parâmetros escolhidos	65
Quadro 12 - Avaliação da metodologia	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma Decisório (Etapa Preliminar)	57
Figura 2 - Fluxograma Decisório (Etapa Final)	67

1. INTRODUÇÃO

A automação é um processo de inovação tecnológica que veio para ficar e ampliar-se, em termos de indústria brasileira, dentro da transformação pela qual as empresas estão passando. Essa mudança é uma adequação à economia global, na qual itens como redução de custos, produtividade, qualidade total, ISO 9.000, segurança no trabalho, melhoria de qualidade de vida e ambiente de trabalho, ISO 14.000, são as necessidades para manter-se dentro da concorrência acirrada que envolve o comércio mundial.

A conveniência de automatizar ou não é uma discussão que hoje quase não faz mais sentido, a não ser quando a escassez de recursos obriga os empreendedores a estudos mais apurados, para ver se as vantagens daí advindas serão tais que trarão os resultados esperados.

Normalmente são estudos com bases econômicas e financeiras que determinam a decisão de automatizar ou não. Tais estudos, porém, nem sempre mostram nitidamente um resultado favorável à mecanização ou, em seu estágio mais adiantado, a automação. Outros pontos devem também ser estudados antes da decisão. Cabe, então, ao administrador buscar na intuição ou em fatores de mensuração econômica mais complexa, de difícil avaliação financeira, como melhoria de qualidade do produto, melhoria de qualidade de vida dos seus funcionários, melhores condições de trabalho, etc., as ferramentas para sua decisão final.

Nos processos mais conhecidos e divulgados de automação, pensa-se normalmente num robô ou outra máquina sofisticada que execute sozinha todo o trabalho, substituindo totalmente o homem. Em instalações de maior porte, há as indústrias químicas e petroquímicas, nas quais todas as operações são pré-definidas e executadas sem a interferência humana. Em termos de usinagem, as máquinas com comando numérico, conhecidas usualmente por CNC, também executam todas as suas operações de usinagem sem qualquer influência do homem, mas cuja participação é fundamental na preparação dos programas e de todas as ferramentas da máquina.

Normalmente, o que se busca pela automação são vantagens competitivas, tais como, maior produtividade, redução de custos, eliminação do trabalho humano em operações mais complicadas ou penosas, ou ainda em ambientes de trabalho que possam causar danos à saúde do homem e, é claro, uma maximização de resultados em termos de produção, com um mínimo de custos. Como consequência indireta, na maior parte das vezes, tem-se uma melhoria de qualidade do produto pela eliminação de fatores factíveis de erro e pela melhor rastreabilidade do processo,

permitindo a tomada de providências para que uma tendência de falha possa ser rapidamente detectada e corrigida.

O impacto da automação na vida moderna está em todas as atividades, não só industriais, mas também no nosso dia-a-dia, como em supermercados e bancos. E isto se traduz em melhorias na qualidade do serviço ou operação, tornando o processo mais rápido e preciso. A automação permite, dentro dos limites de cada caso, que sejam obtidos substanciais ganhos em qualidade, pois o processo passa a ser mais bem controlado, com mais rápida realimentação dos problemas que possam ocorrer. E, com essa facilidade, obviamente ter-se-á também um melhor controle sobre o produto resultante, seja ele uma peça ou um serviço.

O trabalho apresenta um exemplo de caso no qual a produtividade e a qualidade do processo e das peças foram afetadas pela instalação de um equipamento automático. A mudança implicou na alteração de alguns acessórios e no próprio processo, com investimentos que propiciaram também melhores condições ambientais. A automação afetou positivamente a qualidade das peças, contribuiu para a implantação da ISO 9.000 e trouxe várias melhorias ambientais. Todas as modificações e melhorias dessa automação serão estudadas, inicialmente sob a ótica da instalação objeto de estudo, buscando subsídios para que as conclusões daí advindas sejam aplicáveis a outros trabalhos nesse campo.

1.1 - EXPOSIÇÃO DO PROBLEMA GERAL DO TRABALHO

A busca de uma melhor qualidade para um produto de alta tecnologia e de acabamento primoroso, sempre motivou as empresas a buscar soluções que atendessem em sua totalidade este objetivo. Além de equipamentos mais modernos, de maior produtividade e trazendo melhor qualidade, também a definição de um processo e seu controle contínuo são desejos de toda linha de produção. Essa busca, além da necessidade de utilização de técnicas mais modernas e competitivas, motiva as empresas a investir nesse campo, adquirindo sistemas que proporcionem um acompanhamento mais contínuo e efetivo do que acontece na produção, por meio da automação de processos e de controle. Como esta mudança influencia os sistemas de trabalho e o controle da produção nem sempre é avaliado pelo empreendedor na sua totalidade, e isto pode tornar-se uma dificuldade posterior, se não houver uma atenção nas etapas finais de escolha do equipamento e da tecnologia que será empregada para o controle de qualidade.

A questão a ser resolvida é: deve ser adotada a automação ou não? A resposta, anteriormente registrada, não é simples; demanda a análise de inúmeros fatores antes de sua

conclusão. É preciso averiguar se o investimento é passível de implementação, isto é, se a empresa tem recursos e dimensões para uma instalação automática. Um financiamento pode ajudar a resolver a parte econômica/financeira. A relação custo/benefício deve ser analisada, verificando os ganhos em termos de produtividade, aumento da capacidade produtiva e se há mercado para a nova capacidade. Fatores como melhoria do meio ambiente com o emprego de novas tecnologias e a substituição de tarefas pesadas e tediosas para os operadores, devem ser devidamente ponderadas para uma decisão a mais completa possível. Não deve ser esquecido que a empresa precisa acompanhar o estado da arte em termos de equipamentos mais modernos, evitando a obsolescência dos mesmos, para manter uma posição competitiva frente aos principais concorrentes e empresas similares, em termos de qualidade e custos. E, algumas vezes, para atender exigências de clientes.

1.2- JUSTIFICATIVAS PARA ESCOLHA DO TEMA

A situação apresentada anteriormente não é, em geral, fácil de ser resolvida. Demanda um estudo cuidadoso de todos os fatores citados e outros peculiares a cada caso, mas sua solução é perfeitamente viável. Exige uma análise criteriosa e cuidadosa, um levantamento o mais preciso possível de todos os dados para que o resultado espelhe, tanto quanto possível, a situação real futura do empreendimento. O assunto é complexo, por exemplo, em termos dos novos custos de produção, pois de um lado o elevado investimento no equipamento e em sua instalação devem ter seu retorno garantido, implicando uma depreciação razoável; por outro lado, haverá, com certeza, ganhos em termos de produtividade, melhor controle do processo de fabricação, redução de resíduos e efluentes a serem descartados e tratados, menor gasto de produtos para a execução dos processos, etc. Para uma empresa que deseja permanecer no mercado e inclusive exportar seus produtos, o custo é de vital importância, tanto quanto a qualidade, bem como os cuidados com o meio ambiente.

Buscar-se-á uma empresa ou atividade onde foi implantado, uma instalação ou equipamento automatizado, e aí será aplicada a metodologia que deverá ser obtida neste trabalho.

1.3 – OBJETIVOS

Este trabalho possui objetivos bem definidos e que podem ser divididos em gerais e específicos, como será visto a seguir.

1.3.1 - OBJETIVO GERAL

Pretende o presente trabalho desenvolver, aplicar, avaliar e consolidar uma metodologia para auxiliar à decisão entre automatizar ou não uma linha de produção.

1.3.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este trabalho exige uma série de objetivos parciais para obter-se o objetivo geral. Para tanto, listam-se os pontos que serão trabalhados.

1 - Coletar e organizar informações em literatura especializada para servir de apoio ao presente trabalho.

2 - Pesquisar as razões que levam as empresas a optar por automatizar parcial ou totalmente suas linhas de produção ou equipamentos em particular.

3- Buscar no mercado uma empresa que possa servir de modelo para avaliar a metodologia.

4 - Com base no caso, avaliar a metodologia proposta, consolidar os resultados, e tanto quanto as limitações permitirem, generalizá-los.

Com estes objetivos realizados espera-se obter a metodologia visada.

1.4 - PRESSUPOSTOS BÁSICOS

As hipóteses básicas deste trabalho e sobre as quais foi formulado o projeto da dissertação, são:

1- um aumento de produtividade e a padronização da qualidade podem ser esperados com a automação da produção;

2- a automação no sistema de controle da produção e dos parâmetros de controle de qualidade do processo pode melhorar o sistema como um todo;

3- uma instalação automatizada mais moderna e com mais equipamentos antipoluição, pode melhorar o ambiente de trabalho na área;

4- a previsão de crescimento da demanda e a necessidade de ampliar sua capacidade de maneira moderna e mais limpa, do ponto de vista ambiental, pode alavancar a decisão para a automação da unidade;

5- a informatização da coleta de informações da produção e do controle de processo, deve tornar o sistema mais confiável e permitir a rastreabilidade exigida pelas normas ISO;

6- a existência de fatores subjetivos e objetivos deve ser considerada para avaliar se a solução de automatizar é a melhor opção para o aumento de produção e melhoria de condições de trabalho e meio ambiente.

Dentro das limitações do presente trabalho, todos esses pressupostos poderão ser examinados e verificados se realmente ocorrerem num empreendimento, ao implementar-se uma instalação ou equipamento automático.

1.5 - AÇÕES

Para atingir todos os objetivos específicos listados no item anterior, são propostas ações conforme a relação a seguir, relevantes para obter-se as informações necessárias ao presente trabalho.

- 1- Pesquisar bibliografia e organizar as informações obtidas.
- 2- Elaborar questionário para fim de pesquisa sobre automação nas empresas da região.
- 3- Buscar informações em contatos pessoais para alicerçar alguns resultados dos questionários.
- 4- Melhorar as informações com base em observações diretas, visando as instalações ou equipamentos conhecidos.
- 5- Registrar e avaliar as respostas de questionário específico.
- 6- Cotejar as informações dos questionários com as das pesquisas em bibliografia (livros e revistas, além de trabalhos de mestrado e doutorado).
- 7- Generalizar os resultados obtidos para criar um processo geral de decisão.
- 8- Pesquisar forma de levantar/comparar dados com objetivos.
- 9- Definir os dados a comparar.
- 10- Pesquisar uma empresa para servir de teste para a metodologia escolhida.
- 11- Descrever as instalações manual e automatizada existentes na empresa.
- 12- Comparar os dados da empresa escolhida com os da metodologia.
- 13- Pesquisar dados suplementares na empresa escolhida, em função de suas características próprias.

Com estas ações, serão buscados os resultados que permitam consolidar a metodologia a ser avaliada e proposta.

1.6 - LIMITAÇÕES AO TRABALHO

O presente trabalho é fortemente influenciado pelas situações práticas consideradas. A escolha das empresas e suas estratégias podem ter caráter dominante em algumas das premissas. O cruzamento das informações da literatura apresentada com as respostas das empresas busca corroborar a escolha dos parâmetros de avaliação adotados. O caso prático estudado no modelo proposto completo pode ter variações que influenciam o resultado final, mas não o invalida.

1.7 – RESULTADOS ESPERADOS

A partir das ações descritas, o trabalho avaliará os resultados obtidos, que podem ser resumidos na listagem a seguir.

- 1- Desenvolver critérios objetivos de decisão quanto a automatizar ou não.
- 2- Estimar como a automação implica em melhorar o gerenciamento do sistema de qualidade.
- 3- Avaliar os resultados obtidos na empresa estudada em particular.
- 4- Propor estudos futuros na área pesquisada em função da avaliação prática desenvolvida.

Obtidos estes resultados ter-se-á alcançada a proposta objeto deste trabalho.

1.8 - ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi organizado de modo a relatar o andamento dado para chegar à conclusão quanto ao tema apresentado, justificando a decisão tomada pela empresa quanto à instalação de um equipamento automático. O objetivo visa uma melhoria de produtividade e, mais ainda, uma melhoria na qualidade do produto fabricado, com uma maior consistência do processo e possibilidade de rastreamento de todas as etapas.

a) Introdução: no primeiro capítulo, é apresentado um apanhado quanto à situação atual das empresas face à globalização dos mercados, colocando os objetivos desta dissertação bem como as diversas hipóteses de trabalho para serem justificadas no decorrer do mesmo.

b) Suporte conceitual: no segundo capítulo, é apresentada uma pesquisa bibliográfica que orienta inicialmente o trabalho. Investiga opiniões variadas sobre a automação, suas influências no processo e na produção, vantagens e desvantagens de sua implementação, as conseqüências maiores na produtividade de uma empresa e no gerenciamento da qualidade numa instalação industrial.

c) Suporte prático: no terceiro capítulo, são apresentados os dados obtidos por meio de pesquisa (ver anexo I), com a qual procurou-se estudar os objetivos visados e os resultados obtidos em empresas que, em maior ou menor escala, automatizaram sua produção. Estes resultados são comparados com as considerações apresentadas na literatura, buscando uma similaridade que permita obter um sistema de avaliação. Servem também de base para a avaliação da metodologia, procurando comparações entre as diversas empresas e àquela estudada mais a fundo, de modo a tentar obter uma metodologia, que permita avaliar se as vantagens obtidas com a mudança de tecnologia foram as esperadas.

Além dos questionários, também foram mantidos contatos pessoais com diversos profissionais, bem como com aqueles da empresa avaliada. Observações pessoais sobre o assunto, baseados em experiências na vida profissional e em visitas a empresas, também forneceram subsídios para o trabalho.

d) Metodologia: no capítulo quatro, é elaborada e descrita uma metodologia geral para a definição de automatizar ou não. É apresentada toda a seqüência proposta para ter-se uma maneira de estudar os passos necessários para a decisão sobre o assunto. Ressalta-se que a avaliação da metodologia apresentada pode influenciar fortemente na proposta, mas não a invalida.

e) Avaliação da metodologia: o quinto capítulo apresenta uma empresa que tenha implantado com êxito uma instalação automática, e o encaminhamento para a decisão da compra dos equipamentos para viabilizar esta instalação. Coloca os passos tomados para que essa aquisição viesse a se concretizar no tocante às expectativas em termos de produtividade, e sua influência na

qualidade do produto fabricado, e como essa qualidade pode ser assegurada e melhorada por intermédio de um sistema automatizado. Essa automação deve visar não só a produção, mas também a obtenção de todas as informações necessárias para um perfeito gerenciamento da produção e de seus detalhes, no tocante à qualidade desejada e obtida durante o processo.

A instalação ou equipamento deverá estar operando normalmente, para avaliar se a metodologia criada na etapa anterior é factível de aplicação sem maiores alterações. Para tanto, far-se-ão entrevistas adequadas com profissionais da empresa, para obter todos os dados necessários para a avaliação.

f) Conclusão e recomendações: finalmente, o sexto capítulo coloca as conclusões do trabalho de modo didático, visando elucidar as variáveis examinadas e quais os caminhos trilhados para configurar adequadamente os pontos de vista examinados, levando a empresa a decidir-se por tal equipamento e as vantagens e desvantagens encontradas.

Far-se-á uma série de recomendações em termos de novos trabalhos que possam surgir a partir das questões que mereceriam uma retomada de avaliação, buscando outras soluções ou novos pontos de vista. Também serão tecidos comentários analisando os resultados obtidos pela empresa, comparando as metas esperadas e as atingidas, inclusive, se for o caso, com sugestões que possam melhorar sua atuação.

Com este capítulo de introdução, buscou-se apresentar qual a proposta que esta dissertação visa elaborar. Nos próximos capítulos, serão trabalhados os dados necessários e a elaboração da metodologia com sua avaliação prática.

2 - SUPORTE CONCEITUAL

Neste segundo capítulo, será pesquisado o que se escreve sobre a automação, começando com alguns autores clássicos em termos de engenharia de produção. Buscam-se, também, opiniões mais atuais e sobre os temas de produtividade e qualidade. Este assunto será a base para a aplicação prática do estudo iniciado, em termos de automação.

Mas, o que significa automatizar? E os termos “automatização” e “automação” têm diferença? Segundo os dicionários Aurélio e Delta Larousse, significam a mesma coisa. Mas Silveira e Santos (1998, pp 21-23) preferem outra interpretação: o termo automatização está ligado à sugestão de movimento automático, repetitivo, mecânico. Seria um sinônimo de mecanização (reproduz a ação). Não há relação entre a entrada e a saída no sistema, pois não há acertos ou correções. Só há o que se chama “hardware”. Na automação, o sistema é capaz de influenciar a saída, em função dos dados de entrada. É possível corrigir as ações. Sua flexibilidade é obtida com auxílio de um “software”. Isto significa que sem os computadores não teríamos a automação que conhecemos hoje.

2.1 – UMA VISÃO GERAL DO PROBLEMA

Embora hoje quase não se discuta mais, a partir de determinada dimensão da empresa ou escala de produção, sobre automatizar ou não, o assunto já foi tema de muitos textos sobre sua validade.

Indo ao passado, aos clássicos da Engenharia Industrial, Waddell (1956, pp 8.325/331) discorre sobre a necessidade das empresas pensarem seriamente na automação da produção e alinhava razões para tanto. Como conceitos básicos da automação, indicava: fluxo contínuo da produção, substituição da energia mecânica pelos sentidos perceptivos do homem, assim como pelos seus músculos, e o sistema de controle pela retroalimentação. Defende também duas razões principais pelas quais, na época, já havia o pensamento de automatizar em tantas pessoas: o de criar desenvolvimentos em tecnologia (eletrônica, por exemplo) e outro mais complexo, envolvendo situações tanto sociais quanto econômicas, que exigiam acréscimos em produtividade que só as empresas mais automatizadas alcançariam. E estes fatores levavam a uma demanda de maior nível de vida, o qual, no entender do autor, só seria alcançado com maior

produção, somado ao crescimento do nível de escolaridade da população, que exigia tarefas de maior desafio.

Destaca alguns conceitos errados sobre a automatização, como:

- o custo seria muito alto;
- a fábrica automática criaria um excesso de capacidade, com resultado antieconômico e levando à depressão;
- o custo de manutenção seria proibitivo;
- a única vantagem real seria a redução de mão-de-obra;
- a automatização só serviria para as grandes indústrias e não para as pequenas;
- seria um local monótono para trabalhar;
- traria como resultado grande desemprego.

Por outro lado, cita alguns obstáculos que dificultariam a automatização:-

- a falta de pessoal técnico com os talentos desejados;
- a carência de administradores para lidar com esse tipo de fábrica;
- nossa inércia ou tradição.

Como lidar com todos estes fatores não é tarefa simples e, se bem que o conceito possa ser generalizado, cada caso de automação merece um enfoque diferente.

Cross (1982, pp. 7.5.1/4) coloca que a necessidade de maior produtividade levou ao desenvolvimento de máquinas especiais, que iniciaram fazendo um tipo unitário de operação e cujos tempos improdutivos (carga, descarga e movimentação) levaram às máquinas do tipo multifuso. O maior avanço veio com as máquinas deste tipo, com uma só estação, e com o advento dos indexadores, o que permitia que o operador carregasse a máquina enquanto esta estivesse usinando, praticamente eliminando os tempos mortos de carga e descarga. Tais máquinas, porém, tinham e têm um inconveniente: se uma estação não funcionar, toda a linha fica paralisada. O passo seguinte foi criar dispositivos de carga e descarga das máquinas, dispensando os operadores dos esforços com a movimentação das peças.

O estado da arte na época, em termos de controle, era o equipamento com controle numérico (CNC), que dava mais inteligência às máquinas e maior flexibilidade, de modo que famílias de peças podiam ser usinadas na mesma máquina e forneciam informações quanto às condições de operação, tais como o desgaste de ferramentas.

Finaliza enfatizando que as máquinas automáticas estão aptas a executar tarefas além da capacidade humana, seja física ou qualificada, livrando o homem de fardos onerosos e repetitivos, dando tempo e energia para esforços criativos. A preocupação com o homem já existia, e com as tarefas mais penosas ou inconvenientes que deveria realizar.

Tarvin, Corwin e Mechlin (1982, pp 7.1.5/6), ao descrever os robôs industriais, que não deixam de ser equipamentos automatizados compactos, alinham diversas razões para as indústrias colocarem esses equipamentos em suas fábricas :

1. Produtividade - essas máquinas trabalham até 24 horas por dia, sem mudança em sua velocidade ou qualidade, com maior velocidade e consistência do que as pessoas.

2. Adaptabilidade - robôs oferecem esta condição de dois modos: são adaptáveis a outro equipamento de produção, com o qual podem fazer interface ou são adaptáveis à tarefa e ao ambiente, também. Usados para operações que o homem não pode ou não deseja fazer, movimentando cargas de centenas de libras em alguns casos, e podendo ser imunes aos efeitos de fibra de vidro, asbesto, tinta e outros.

3. Segurança - regras de segurança podem requerer grandes mudanças ou até a substituição de equipamentos. Pode ser menos custoso investir em um robô do que trocar o equipamento existente.

4. Treinamento - os robôs podem ser programados tantas vezes quantas necessárias, podendo os programas ser estocados para uso futuro.

5. Retorno do investimento - embora vários fatores possam tornar os robôs vantajosos, o critério final de escolha é econômico. Para os critérios americanos da época, justificavam-se quando substituíam uma pessoa numa jornada de dois turnos de trabalho, com um retorno superior a 30 %, e um período de “payback” entre 1 e 2 anos.

6. Confiabilidade - normalmente este equipamento tem um tempo de operação da ordem de 98 %, face a simplicidade de projeto na parte mecânica, e pelo fato de que o pessoal interno de manutenção, com bom treinamento, pode efetuar reparos com rapidez.

O “Materials Handling Handbook” também apresenta algumas considerações com relação à automatização, na movimentação de materiais. Ackerman (1985, pp. 706/7), no capítulo referente à automatização de depósitos, registra que um sistema automático é um investimento que balanceia o retorno do capital contra os riscos envolvidos. As circunstâncias que diminuem os riscos e aumentam os benefícios, são:

1. Um mercado em expansão.
2. A necessidade de desenvolver e manter competitivos serviços para manter ou aumentar uma fatia de mercado.
3. Quando a experiência puder ser transferida, como ocorre com instalações múltiplas após uma primeira implementação com sucesso.
4. Onde os custos de logística são identificáveis como altos.

5. A estrutura da administração superior e financeira entende e aceita os riscos de inovação técnica.

A conclusão é que a decisão de investimento em automação envolve considerações de planejamento estratégico, e que nenhuma decisão nesse sentido seja feita sem um amplo planejamento e discussão em torno do assunto, procurando verificar todas as implicações possíveis, favoráveis ou desfavoráveis. Sistemas automáticos são mais adotados por organizações de certo porte, que têm um mercado em expansão.

Os atuais desafios das nações são inúmeros, como escreve Goldstein (1993, pp 39/40). Além de garantir emprego e qualidade de vida a todos, todos os esforços são feitos para manter a participação no mercado mundial. Quando são produzidos bens dentro da capacidade de renda da população e que atendam às suas aspirações, a automação torna-se um meio essencial para elevar a qualidade da vida. Os conceitos de Ford permitiram produzir carros bem mais baratos com aumento do número de usuários. Mas a linha de Ford tinha seus limites. Só uma cor. As modernas linhas de montagem, graças à automação, permitem montar automóveis de diferentes modelos, cores e acessórios. Porém, a automação vai além do aumento de eficiência e qualidade. Permite também um uso eficaz da energia e dos demais recursos naturais. Mais ainda, também está presente na preservação do meio ambiente, como, por exemplo, nas estações automatizadas de tratamento de efluentes, e nas de tratamento de água e de esgotos sanitários. Junto com novos métodos de produção, novas tecnologias e legislação mais rigorosa, a automação industrial e o controle de processos têm permitido grandes avanços com relação às condições de trabalho e saúde ocupacional, como na indústria química, de celulose, metais, etc. Equipamentos automatizados têm sido utilizados em tarefas consideradas insalubres e repetitivas; sem entrar nessa questão considerada polêmica, o autor ressalta que a substituição da força humana deve ser acompanhada por investimentos em treinamento e educação. O conhecimento tecnológico, que perde de vista o ser humano, é muito perigoso. Em termos de automação, o enfoque não pode ser diferente. É preciso que os usuários dessa tecnologia sejam educados e treinados mais ainda.

Sterling (1985, p. 718) afirma que produtividade pode ser incrementada, custos reduzidos e serviços ao cliente tornados mais efetivos, tudo com uma automação apropriada em tipo e volume.

Valentina (1994) apresenta para seus alunos alguns conceitos a respeito da automação e controle de processos, iniciando com as características de um sistema rígido, que implica em alto investimento inicial, exige volume de produção elevado, operações básicas em seqüência e com pouca flexibilidade. Esses problemas levaram a busca de sistemas mais flexíveis, com maior capacidade de adaptação às mudanças. Uma das tecnologias que possibilitou a flexibilidade com

alta produtividade foi a da informática. Quais os objetivos da automação? Qualidade, flexibilidade, produtividade e viabilidade técnica, no qual este último tópico visa a execução de operações impossíveis pelos métodos convencionais, como processar grande número de informações, superar as limitações humanas e melhorar as condições de trabalho.

Considerando o que os autores citados escrevem, este trabalho vai apresentar como seu conteúdo auxiliará na elaboração da metodologia.

2.2 – LIMITAÇÕES DA AUTOMAÇÃO

Conforme Moura (1986, p. 29), não se devem avaliar somente os benefícios e esquecer as limitações, em termos de movimentação de materiais, numa linha de pensamento também válida para a automação.

O primeiro ponto, é claro, é verificar se a empresa comporta financeiramente a inversão de capital em um equipamento desse porte, lembrando que este geralmente é algo mais sofisticado, e de preço bem mais alto que um outro mais simples, menos mecanizado do ponto de vista mecânico, elétrico e/ou informatizado.

Mas a instalação ou equipamento deve operar sem paradas ou perdas provocadas por falhas de seus elementos, e isto exige uma manutenção de primeira qualidade. Isto nem sempre está disponível na especialização necessária, seja quanto a uma pronta resposta nos eventuais problemas, seja na própria complexidade do novo equipamento, em especial, na parte de comando e controle. Este usa acessórios os mais modernos e completos, geralmente informatizados, com o uso de controladores lógicos programáveis para os controles dos movimentos e computadores do tipo PC, para toda a lógica do sistema e informatização dos dados de controle e acompanhamento da produção.

Outro ponto a ser muito bem avaliado, durante os estudos iniciais e na tomada de decisão, são as linhas de produção que serão produzidas no novo equipamento. Estes são projetados e produzidos visando uma otimização de todo o processo e seu ideal é ter o mínimo de produtos em processamento. Isto normalmente implica num projeto que atenda um ou poucos produtos resultando, na maior parte das vezes, em perda de flexibilidade para atender eventuais futuras modificações das peças a serem fabricadas. Qual a vida que se espera do produto que vai ali ser produzido ou cujas peças irão fazer parte de outro? Esta indagação pode liquidar muitos projetos de automação ou fazer os projetistas repensarem sua solução, seja buscando alguma flexibilidade a mais ou tornando o equipamento menos especialista e mais generalista, mesmo que haja alguma perda em termos de produtividade.

Muitas vezes há surpresas embutidas num pacote de automação, na forma dos investimentos adicionais para completar o equipamento adquirido, em especial, se a aquisição não for feita dentro do esquema de “chave na mão” (“turn key”). Os itens complementares necessários ao perfeito funcionamento da instalação podem sobrecarregar o caixa da empresa por não terem sido previstos e, em alguns casos, assumem números significativos. Sempre questionar o fornecedor quanto a este aspecto ou buscar mais subsídios junto a outros usuários de equipamentos semelhantes, para cercar-se de todas as garantias possíveis. Como exemplos, podemos citar a necessidade de uma instalação de condicionamento de ar para climatizar a sala do novo equipamento dentro das prescrições do fabricante ou a aquisição e instalação de um transformador para atender à nova demanda.

Por último, mas não menos importante, vem a questão do pessoal que operará a nova instalação ou que cuidará de sua manutenção. As empresas começam a exigir uma maior escolaridade de seus futuros funcionários e novos conhecimentos, em especial, em termos de informática e idiomas, para poder operar tais equipamentos com a capacitação necessária, a fim de atender às novas exigências.

A integração de todas as atividades em uma fábrica é uma solução almejada por todos. Teixeira (1993, pp 35-39) afirma que automatizar uma fábrica não é uma atividade isolada em si mesma. O cliente deseja integrar sua planta com a gestão de todas as atividades. Neste contexto, o processo de automação é muito mais complexo que se possa imaginar. Um sistema pode resolver um problema, mas ensejar o aparecimento de outros na organização. E, lembrando Drucker, nenhum paradigma da sociedade moderna está tão firme quanto a certeza de constante mudança nas organizações.

Em seu livro, Schonberger (1988, pp. 81- 82), analisa os efeitos dos investimentos em equipamentos e sua influência no caso de seu impacto sobre a fabricação não ter sido corretamente avaliado, enfatizando alguns comentários sobre os méritos da automação. Não defende a introdução de equipamentos simplesmente para substituir mão-de-obra, pois esta é capaz de pensar e resolver problemas, mas refere-se à principal vantagem dos equipamentos, isto é, sua capacidade de produzir sem variações. Como corolário, destaca a necessidade de uma manutenção preventiva para manter esse equipamento em operação, empregar a pré-automatização para reduzir o tempo de ciclo mais curto, somente encadear máquinas se a primeira for confiável e não investir imediatamente em equipamento grande e sofisticado, sugerindo começar com máquinas mais simples e baratas, mais fáceis em termos de manutenção, e o fato de serem várias, oferece maior segurança de operação. Termina dizendo da necessidade de máquinas mais capazes e automação para reduzir a variabilidade.

Martini (1993, pp. 24-25) diz que a produção deve ser valorizada e não a simples utilização de números, que pouco traz. Quantos de nós utilizamos todas as funções que nossas calculadoras apresentam? Temos que utilizar de forma plena todos os recursos que temos disponíveis. “A automação não deve ser uma ferramenta para a qual deva-se criar problemas para que seja utilizada, mas sim, se tornando uma ferramenta apropriada, dentro de cada sociedade, para se resolver o problema que essa sociedade tem”.

Salerno e Sznelwar (1993, pp 41-43) citam o aumento crescente da automação, tomando como exemplo os sistemas integrados de controle de processos na indústria. Apresentam um paradoxo em que uma “superautomação” pode não dar certo, pois, se um processo automatizado requer um número menor de trabalhadores, por outro lado, sua eficiência está diretamente ligada ao trabalho e à organização que é estabelecida. Sistemas produtivos baseados em produtos padronizados com alto volume vêm sendo substituídos por outros que melhor atendam à flexibilidade. Um dos objetivos da moderna indústria é ter uma estrutura enxuta, com poucos níveis, com grupos de trabalho com poder de decisão à frente da produção. É muito importante sempre se contar, para a resolução de situações críticas não conhecidas, com a competência de operadores. Para finalizar, em qualquer estudo de automação, é fundamental discutir com profundidade a atividade de trabalho e sua organização, para manter a eficiência e lucratividade.

2.3 – A AUTOMAÇÃO NO BRASIL

A capacitação tecnológica brasileira é discutida num trabalho de Coutinho (1996, pp. 49-69), que examina nossa debilidade no campo de tecnologia e os caminhos que podem ser tomados para superar esta fase e desenvolver a indústria brasileira. O investimento no Brasil nos anos 80 e início de 90 foi aquém das potencialidades, com efetivo desgaste de equipamentos e bens. Com a abertura comercial dos anos 90 nossa indústria foi submetida a um ambiente internacional competitivo, o que deve continuar; adotaram-se processos mais modernizantes, inclusive com a adoção de sistemas de gestão de qualidade (ISO 9000) e, atualmente, com os cuidados com o meio ambiente (ISO 14000). Após analisar a evolução no triênio 93-95, baseada mais em “commodities” ou em bens intensivos de mão-de-obra ou energia, em especial para exportação, indica que há exceções em um grupo de empresas, mas que são minoria e que cabe alterar este quadro. O conceito de desenvolvimento sustentado e proteção ao meio ambiente, além de apoiar os desejos da sociedade, também implica em ganhos de produtividade, redução de custos e aproveitamento de subprodutos. Equipamentos de automação cada vez mais poderosos, baratos e rápidos transformam os sistemas fabris. Além do número maior de

tecnologias, nossa indústria enfrenta um outro desafio, que são as mudanças muito mais rápidas dos padrões mundiais de produção, difusão e comercialização de tecnologias. E essas exigem a participação direta do usuário no seu “design” e desenvolvimento, bem como envolve sistemas e redes de informação. Isto significa que o paradigma de tecnologias intensivas em capital, produção em massa dos anos 50 e 60 foi substituído por tecnologias intensivas em informação, flexíveis e computadorizadas. E as características mais importantes são a intensificação da complexidade das novas tecnologias, a aceleração dos novos desenvolvimentos, o papel da fusão de tecnologias, a maior velocidade, confiabilidade e baixo custo de transmissão e processamento de grandes quantidades de informação, as mudanças nos processos de produção (como CAM (Computer Aided Manufacturing), FMS (Flexible Manufacturing Systems) e CIM (Computer Integrated Manufacturing)) e as necessidades de novas regulamentações, inclusive no campo ambiental. Um contraste entre os países mais avançados e o Brasil está no engajamento do setor empresarial nas atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), que aqui gira em torno de 20%, enquanto que no Japão chega a 70%.

“O acesso a uma ampla base científica e tecnológica, que constituía uma vantagem, entre outras, em fases anteriores, tornou-se uma necessidade vital”. O que fazer? O autor sugere 6 diretrizes, como uma política nacional de desenvolvimento em ciência e tecnologia (C & T), estimular o setor privado a investir em educação, ciência e tecnologia, maior cooperação entre os agentes de C & T, estabelecer políticas de fomento a C & T, rearticular a infra-estrutura tecnológica e implantar um sistema de identificação de oportunidades científicas e tecnológicas.

Bennaton (1993, pp 33/4) alerta para o cuidado que devemos ter com certas palavras. E automação é um tanto nebulosa. Na linguagem corrente, pode ser usada para o resultado de uma operação de automatizar. Mas o termo apareceu na década de 30 nos Estados Unidos, para denominar a interação homem-máquina-materiais em processos industriais. Sua definição já tem 40 anos e parece fora de moda, mas é fácil compreender que hoje ela é aplicável desde a informatização da rede bancária até os ambientes industriais. É uma realidade tecnológica da qual o Brasil não poderá escapar.

A automação é uma necessidade para o país, escreve Golstein (1993, pp 21 e 26), para nos tornarmos competitivos e participarmos da globalização da economia. Mas temos que reduzir as diferenças que existem no país, com tecnologias de primeiro mundo de um lado e a miséria do outro. Falta uma preparação da sociedade para que aceite e reconheça a utilidade da automação. A automação é utilizada pelo empresário não por moda, mas por melhor conseguir equilibrar a relação de valores. A automação não é a solução de todos os nossos problemas, mas

sim um meio para ajudar a resolver as nossas necessidades, dentro de um balanço até econômico, para ter um resultado final melhor que o resultado anterior.

A questão da automação é sempre um assunto visado pela mídia. A Revista Amanhã, de outubro de 1996, enfatiza algumas reportagens enfocando os progressos da automação no Brasil e seus efeitos sobre a indústria e a área de serviços. Inicialmente, Esber e Prestes (1996, pp 44-50) apresentam um panorama do avanço da automação da indústria brasileira, como afetam diversas empresas e os fatores que as levaram a optar por tal tecnologia. Analisam sua influência com relação à mão-de-obra e a necessidade desta preparar-se para uma nova etapa em sua preparação para o trabalho, com maiores exigências em termos de conhecimento, bem como sua redução para dar lugar a sistemas automatizados. Afirmam que a mão-de-obra terá de ser extremamente qualificada para atender aos novos padrões. Não há como prever como será o emprego no futuro, mas admite-se que a área de serviços será uma nova fonte de trabalho, não se sabe como. A verdade é que os Estados Unidos, um dos países mais automatizados do mundo, têm uma das menores taxas de desemprego. Não há como evitar um certo desemprego nas indústrias que se automatizarem, mas muitas já o fizeram e nem por isso diminuíram seu número de funcionários.

Citando outras fontes, expõem que a indústria brasileira tem dois caminhos: ou já optou pela automação ou ainda vai optar. Há empresas que estão no nível de primeiro mundo em termos de automação e outras ainda são incipientes, dependendo de seu porte. Mas avaliam também a relação entre a automação e a produtividade: nem sempre estão tão intimamente interligados; outros fatores também aumentam a produtividade. A visão de que a automação tem por utilidade reduzir custos e cortar cabeças é grosseira, pois nem sempre os principais custos estão na mão-de-obra, mas sim ligados a processos, e não são tão visíveis assim. Outra faceta diz respeito à qualidade, pois essa tecnologia não a aumenta, como sempre é afirmado, mas tão somente assegura que permaneça. Uma empresa com bons e treinados funcionários pode produzir com a mesma qualidade. Outro fator a ser levado em conta na busca da automação diz respeito ao seu planejamento dentro da estratégia da empresa, procurando avaliar se é a melhor solução; além disto, os custos de investimento no Brasil ainda são, muitas vezes, proibitivos para boa parte das empresas.

Em pesquisa realizada em empresas de 10 estados brasileiros, Proença, Caulliraux e Neves (1996, pp 83-101) apresentam um quadro bastante semelhante ao de nossa sondagem, apesar de ter sido realizado há mais tempo, e com a discussão voltada à difusão do CIM - Manufatura Integrada por Computador. Em primeiro lugar, cabe destacar uma faceta mostrada em seu trabalho - a automação não é exclusividade das regiões Sul e Sudeste, mais

industrializadas. Há uma utilização muito forte do Nordeste, talvez motivada pela quantidade de empresas utilizando processos contínuos na Bahia. Seu estudo também ficou limitado a empresas com 100 a 1000 funcionários, o que é possível numa pesquisa nacional, mas que ficaria muito limitada se feita numa pequena região, como no presente trabalho. Também só foram considerados três gêneros industriais, o mecânico, alimentos e têxtil, sendo que o primeiro e último também foram abrangidos por este trabalho.

Seu estudo mostra que a maior parte das informatizações nas empresas ocorre nas áreas de programação e controle da produção (PCP) e qualidade. Em termos de evolução da indústria nacional, destacam a importância em termos de redução de custos e melhoria de qualidade. A redução de custos aparece nitidamente em gráfico bi-dimensional no qual demonstra que a inovação tecnológica permite passar-se a um nível de custo mais baixo. O ponto mais destacado de seu trabalho trata do futuro das decisões agora tomadas. Não há um caminho único, mesmo para empresas do mesmo gênero. Sua conclusão é que está havendo uma experimentação de alternativas, sem um paradigma definido. Por outro lado, não podem adiar a tomada de decisão. Face à concorrência e com recursos limitados, as empresas estão tomando decisões que afetarão seu futuro, para não perder as oportunidades imediatas à sua volta.

2.4 – A AUTOMAÇÃO E O HOMEM

O que se deseja é que a automação seja produtiva para o bem-estar do homem, é o que afirma Liboni (1993, pp. 21), relacionando a qualidade de vida com a possibilidade de consumo das pessoas. A automação deve atender a sociedade para a produção atender ao consumo. “Ela é tão necessária quanto pode servir para aumentar a qualidade, o preço, o prazo de entrega, ou o serviço ao cliente”.

Do ponto de vista da construção civil, Prado (1993, pp. 23) reitera três abordagens de automação: no desenho, na construção e no uso do prédio. Mas adverte que há uma face cruel, diminuindo o mercado de trabalho. Por outro lado, também lembra que nem se pode pensar hoje em dia no setor bancário sem automação. Mas cabe preparar a mão-de-obra para essa nova fase, em especial, na construção civil, onde a demanda é aquela com menor qualificação. Devemos reciclar o pessoal, qualificando-o para utilizar a automação. Mas não automatizar tudo que vier pela frente, que o resultado pode não ser o desejado.

Primeiro precisamos racionalizar um processo, para depois pensar em automação, relata Camanho (1993, pp. 23 e 27). Mas o mais importante é investir no homem, pois sua experiência mostra que só 30 % do potencial tecnológico investido em automação é utilizado, por falta de

qualificação do pessoal. Cita que os investimentos estão sendo realizados nas empresas de maior porte, com mais de 1.000 empregados e mais nas regiões sul e sudeste do país. Cabe investir na infra-estrutura das organizações e no preparo da mão-de-obra, pois a automação é realmente necessária. O importante não é somente integrar o equipamento, mas, muito mais, obter a integração do pessoal que lida com isto. No final das contas, o homem é que conta e sua valorização é a base de tudo.

Forrester (1997, pp. 16-18) afirma que estamos vivendo uma era de mutação, não só na sociedade, mas também na civilização. O sistema baseado na globalização e na automação coloca o lucro como prioridade e o homem é descartado. Fala-se que os novos investimentos vão criar mais empregos, mas a realidade é que há cada vez menos empregos no mundo. Não aponta um novo caminho, mas grita que não podemos continuar vivendo num mundo onde os balanços e as cifras sejam mais importantes que as pessoas.

Por outro lado, é comum lermos notícias em jornais ou revistas como a modernização está afetando o emprego no Brasil. A título de exemplo, A Folha de S. Paulo (1999, p. 3) comenta, sem muito destaque, que a Belgo Mineira está investindo 60 milhões de reais para atualizar seu parque industrial, mas prevê a demissão de 140 trabalhadores. Por outro lado, o mesmo jornal (2000, p. 2.1) informa que os Estados Unidos têm a menor taxa de desemprego desde 1970. E é tido como um dos países mais industrializados e modernos do mundo. Como é este paradoxo?

Na palestra proferida em Joinville, Brito (1989, pp. 1-14) afirma que o uso de microprocessadores modificou o processo de instrumentação. Analisa as rápidas transformações ocorridas nos anos anteriores, com novas técnicas sendo introduzidas no setor produtivo, citando exemplos desde a TV, o computador e o fax, vindos do transistor, que foi uma invenção acadêmica e que revolucionou toda uma indústria. A utilização dos microcomputadores é difundida tanto nos escritórios quanto na fábrica, sendo que nesta os novos produtos viabilizaram a introdução de monitoramento e controle versáteis e inteligentes, em substituição aos antigos quadros, relês e alarmes. Todo este processo traz a necessidade de um novo modelo acadêmico, com a preparação de quadros de pessoal orientado para esta particularidade. Os novos técnicos deverão estar preparados para este desafio, voltado para a especificação, seleção e simulação de sistemas automatizados.

Bento e Fleury (1998, pp 1-15) também analisam a manufatura automatizada sob a ótica da flexibilidade, com equipamentos do tipo CNC (Controle Numérico Computadorizado) e FMS (Sistema Flexível de Manufatura). Desde a década de 1960 a indústria metal-mecânica sofre transformações, saindo do modelo taylorista-fordista (máquinas automatizadas especializadas),

buscando compatibilizar a automação com a flexibilidade. Procurando não analisar a parte operacional em termos de equipamentos e sistemas, colocou-se somente sua posição em termos do perfil dos operadores dessa nova indústria. Nas máquinas da nova geração, as atividades dos operadores passam a ser de diagnóstico, antecipação e resolução de problemas, exigindo maiores qualificações, especialmente em raciocínio e conhecimento do seu trabalho, para possibilitar a tomada de decisões para manter as máquinas em produção a maior parte do tempo. Mas isto exige que as equipes de trabalho estejam bem dimensionadas, para os operadores poderem trocar idéias entre si e terem tempo para planejar seu trabalho, além de terem maior qualificação para poderem obter o máximo de rendimento dos equipamentos. Isto pede uma equipe qualificada, bem treinada e com tempo para se dedicar às atividades de antecipação de problemas e operação. O ideal seria automatizar as tarefas rotineiras e repetitivas, cabendo aos operadores as tomadas de decisão. Suas conclusões favorecem o trabalho em equipe, a melhoria das condições de trabalho com o avanço tecnológico e automação, o respeito às características criadoras, participativas, inovadoras, atuantes e inteligentes dos operadores e a permissão e facilidades para o trabalho em equipe.

Uma das dificuldades para a automação sempre foi a necessidade de pessoal familiarizado com esta tecnologia, aspecto analisado por Vendrameto (1994) em sua tese de doutorado. Foi baseada numa ampla pesquisa com diversas empresas brasileiras, no qual o enfoque foi totalmente dirigido para o conhecimento que os recursos humanos de uma empresa deveriam ter para atender a este novo patamar do desenvolvimento industrial. Seus pressupostos para o trabalho foram a verificação da automação do parque industrial brasileiro, a falta de recursos humanos qualificados e quais os conhecimentos necessários. As tendências observadas foram: a automação como algo irreversível, a importância das comunicações e do seu gerenciamento, os conhecimentos exigidos dos trabalhadores com os novos sistemas de produção, como a exploração dos novos campos deve abrir novas oportunidades de emprego e as promessas de uso da inteligência artificial e sistemas mais sofisticados na automação. Os pressupostos levados em conta foram:

-“O sistema de produção industrial brasileiro está se automatizando.”

-“Há falta de recursos humanos para a automação da manufatura.”

-“Quais os conhecimentos necessários para a qualificação de recursos humanos para a automação da manufatura? “

Sua conclusão não apresenta uma só proposta, pela abrangência dos aspectos envolvidos. Mas destaca três agentes atuando independentemente e interagindo entre si. O tecido social e político é o primeiro destacado. A abertura de mercado leva as empresas a buscar

competitividade para lutar contra os produtos importados e a legislação que a sociedade coloca para proteger-se (lei do consumidor e antitruste) fazem o consumidor tornar-se mais exigente. O segundo destaque é para a ciência e tecnologia, abrindo uma diversidade de novos conhecimentos, com constantes mudanças e adaptações, obrigando os profissionais a buscarem novos rumos, mais generalizados, sempre se atualizando; e a automação também está sendo adotada pelas pequenas e médias empresas como inovação tecnológica. Finalmente, em termos da diversidade de objetivos e motivações para a automação, o próprio nome mostra que a listagem não cabe neste trabalho resumido.

2.5 – A DECISÃO DE AUTOMATIZAR

Num processo de análise para uma modernização com sucesso de uma fundição, Luther (1995, pp 44-46) alinha uma série de fatores que cabem em qualquer estudo de automação: mantenha um custo competitivo, aumente produtividade, aumente qualidade, aumente volume, desenvolva ao atual estado da arte da tecnologia, melhore o fluxo produtivo, reduza o manuseio manual, substitua equipamento desgastado e expanda seu nicho de fundido. Todos estas são razões para modernizar uma fundição, além da redução de custos pelo uso mais eficiente da mão-de-obra e melhores padrões de qualidade e/ou eficiência.

Comentando sua experiência em empresa automotiva, Menta (1993, pp. 24 e 28) considera que a automação é uma questão de sobrevivência, decorrente da necessidade econômica. Não se automatiza por modismo ou por desejo; é o caminho que se tem de seguir dentro da modernidade, para enfrentar o desafio da globalização. Mas alerta que todo o processo deve ser igual, para evitar que uma parte seja moderna, automatizada e as demais seguirem o tradicional. O empresário não se pergunta se quer a automação, ele indaga se tem necessidade disso.

Num caso mais prático, Souza (1997, pp 1-5) analisa a importância da automação em uma empresa voltada para a exportação. Face à globalização, as áreas industriais das empresas estão mudando sua concepção, visando aumentar a produção com redução de custos e melhoria dos padrões de qualidade. Seu estágio foi voltado à área de movimentação de materiais, com um trabalho de automação nesse campo industrial. A utilização de AGVs (“automated guided vehicles”), simultaneamente com a tecnologia do “Just in Time”, procurou reduzir o volume de estoques, eliminar as empilhadeiras e manter um sistema de informações para gerenciamento. Mas a automação não visa somente o desenvolvimento da empresa, mas busca também a limpeza e o respeito ao meio ambiente e ao trabalhador. Cita os debates em torno do tema, com os

otimistas argumentando que as novas tecnologias trarão produtos a preços mais acessíveis e poderão aumentar o emprego, enquanto os pessimistas advertem para o desemprego que virá e a degradação do trabalho. O que fazer então? Usar a automação para substituir o trabalho manual, e sempre que seja possível, aumentar a rentabilidade a curto e longo prazo. Mas a análise dos benefícios deve ser cuidadosa, para evitar perda de rentabilidade. E cuidado para evitar que o fluxo de informações não se torne demasiado, complicando sua leitura e interpretação.

No prefácio de seu livro, Harmon e Peterson (1991, não paginado) advertem que as modernas e gigantescas fábricas têm de buscar a redução de custos para manter-se no mercado e não têm outra alternativa do que desenvolver continuamente os métodos de administração e automatizar suas fábricas, ou encontrar fontes mais baratas de matéria-prima. A automação é vista como um ponto fraco nas fábricas mais antigas; mas nem sempre investimentos elevados são a solução. As oportunidades de aumentar a produtividade com baixos custos nem sempre são visualizadas. E os gastos em automação devem ser a opção se levarem, a curto e longo prazo, a maior rentabilidade. E isto nem sempre acontece. Outro ponto que chamam a atenção é quanto à qualidade: não culpar o operador. O ideal é ter equipamentos e ferramentais projetados para garantir a qualidade desejada. Sua palavra chave é SIMPLIFIQUE! Para obter resultados devem ser simplificados projetos e processos e buscadas melhorias - "querer é poder". A automação é vista como algo moderno e imprescindível, se bem que muitas vezes deva ser eliminada, como no caso de movimentação de materiais ou quando é mais cara que tecnologias mais simples. Para uma automação de baixo custo, sugerem a substituição do trabalho manual (desde que justificável), a melhoria de equipamentos (e não sua substituição obrigatória), enfim, não buscar obcecadamente como solução uma fábrica totalmente automática, que é ainda uma utopia.

Trabalhos recentes chamam a atenção, como Makarovsky e Pereira (1999, pag. 13/15), para a necessidade de implementar projetos que levem em conta a inteligência dos instrumentos, visando não só a redução do que chamam de custos visíveis, mas também os invisíveis. A idéia é fugir do chamado projeto convencional, que origina ganho convencional, mas partir para um projeto não convencional, que traria ganhos não convencionais. Os custos visíveis dizem respeito à instalação do equipamento enquanto os invisíveis vão além, isto é, reflete-se na operação do equipamento, como manutenção, desempenho, gastos de energia, treinamento, facilidades de identificação de problemas e assim por diante.

Fleury (1993, pp 25-26) debate que a automação deve ser feita com uma política de seletividade, definindo os setores nos quais queremos ser realmente competitivos e quais aqueles onde vamos buscar soluções socialmente mais corretas, em termos de emprego. Não buscar

soluções dentro de automação completa, mas iniciar com projetos mais simples, de baixo custo, como meio de absorver a tecnologia e os conceitos.

Sintetizando o que se falou no debate sobre o assunto promovido pela Revista Politécnica, Plonski (1993, pp. 29-30) cita que a automação é uma tecnologia e, como tal, não se compra, mas se aprende. Mas é preciso haver mesmo um esforço cooperativo para obter-se resultados em parcerias, num verdadeiro estilo “ganha-ganha”, tão difícil de colocar dentro de nossa cultura. A automação é um conceito, que implica em se decidir corretamente o que adquirir, o que fazer, onde aplicar, como fazer, quais os investimentos em recursos humanos e assim por diante.

2.6 – UM CASO ESPECÍFICO A CONSIDERAR

Antes da inspeção, será analisado com Paladini (1994, pp 126-131), como fica a automação do processo visando a qualidade. Conceitualmente, no Japão, a automação não é aplicada visando a redução de mão-de-obra e seus defeitos, mas para melhorar as condições de trabalho dentro das fábricas. Os japoneses entenderam que pessoas motivadas, competentes e engajadas com os objetivos da empresas trabalham de modo a melhorar a produtividade da empresa. Ao operador cabe tomar a decisão para manter a fábrica andando e trabalhando da maneira mais eficiente possível. A automação traz muitas vantagens na parte operacional, em termos de desenvolvimento e precisão, menos documentos e maior confiabilidade; sumarizando, maior agilidade e segurança do processo com uso pleno dos recursos disponíveis. A questão é se vale a pena automatizar. Todo o processo ou parte dele? O que se quer não é simplesmente um fábrica automatizada, que não é, muitas vezes, tão eficiente assim, mas uma fábrica inteligente, que busca sempre a melhor opção. Para avaliar-se a qualidade, pode-se adotar até um dispositivo para medir se determinada qualidade do produto foi obtida na produção. Entre a avaliação manual e a automatizada, há diferenças a examinar: a manual é de mais fácil e rápida adaptação, pois utiliza a versatilidade humana. Mas a automatizada não sofre as restrições próprias do homem, como fadiga, monotonia e outros efeitos físicos e psicológicos. A existência desses fatores pode levar à sugestão de adotar-se um sistema automático de avaliação da qualidade. Mas deve ser lembrado que não há uma regra geral; cada caso deve ser devidamente analisado.

Amaral e seus colegas (1993) analisam as cartas de controle para variáveis como ferramenta fundamental para a implementação do Controle Estatístico do Processo (CEP). Mas a quantidade de cálculos que toma limita um pouco sua utilização ou ocasiona uma demanda

muito grande de tempo, o que leva as empresas em busca de uma automação para este procedimento. A moderna tecnologia já permite implementar essa facilidade por meio de cálculo computacional e a aquisição e processamento automáticos dos dados pelo computador, sem intervenção do operador. Historiam resumidamente a evolução do CEP, em especial, sua evolução no Japão pós-guerra e apresentam um sistema que permite realizar a tarefa automaticamente.

Cielo (1988, pp. 1-9) enfatiza algumas considerações em termos de inspeção e seu controle automático, inclusive no que se refere à inspeção visual. A tendência para a produção automatizada intensificou a necessidade de buscar meios para controlar a produção durante o processo, para evitar que produtos defeituosos fossem trabalhados adiante, incorrendo em custos de transformação nos estágios seguintes de manufatura. Para isto, são desejáveis ferramentas que possam fazer o controle de processos automatizados, em substituição ao homem que fazia este controle em processos não automatizados. A inspeção humana é mais simples e rápida para instalar, inclusive pela análise da especificação e tolerâncias, sendo mais adequada para processos não contínuos. A inspeção por máquinas não é afetada pela fadiga e monotonia, mas exige critérios bem definidos e não mutáveis, sendo ideal para linhas contínuas e procedimentos automatizados.

Como o controle tem um custo mensurável dentro da produção, podendo ser compulsório ou voluntário, aquele regido por regulamentos oficiais e este baseado em considerações econômicas. Entre as considerações econômicas, inicialmente, analisa a relação entre qualidade e lucro, no qual aquela tem efeito nas vendas e preços, bem como na reputação da companhia no mercado, cabendo à área de marketing uma análise criteriosa dos fatores que levam o consumidor a comprar seu produto, em termos de mercado. No caso de bens de capital, o preço é importante em função da vida útil do produto. Por outro lado, a qualidade assegurada pode ser uma estratégia em termos de um retorno imediato, mas principalmente um investimento no futuro, tanto para mercados consumidores como de bens de capital.

Olhando sob o enfoque qualidade e custos, um controle mais efetivo pode representar em redução de custos na produção. Tanto no aspecto de controle do processo, evitando o processamento de itens já fora dos padrões da empresa como estabelecendo novos critérios dimensionais, um bom sistema de controle de qualidade pode salvar muitos custos dentro da empresa. Cabe também uma análise dos custos da qualidade, no qual a soma dos custos de produtos defeituosos é comparada com o custo do controle de qualidade para evitar esta situação, mostrando um ponto ótimo de mínimo custo.

2.7 – CONCLUSÕES

Todos os autores pesquisados são, de uma forma ou outra, favoráveis à automação. As posições de defesa são variadas e não se pode discordar das mesmas. A necessidade de estar atualizado em termos de tecnologia é a mais importante do ponto de vista do engenheiro. Mas também é importante em termos de assegurar qualidade ao produto e ganhar em produtividade e competitividade no mercado nacional e mundial.

As limitações também são citadas e devem ser levadas em conta na tomada de decisão. Em especial, a questão de pessoal, pois é um fator que, do ponto de vista custo, interessa à empresa pelas melhorias que traz. Por outro lado, do ponto de vista social, pelo desemprego que ocasiona a curto prazo e no pessoal de menor qualificação, é um ponto negativo. No reverso da moeda, exige pessoal mais preparado e acaba tornando-se um fator de melhoria salarial para o pessoal que permanece. Como conciliar estes pontos é preocupação de políticos, sociólogos e economistas. Mas a questão de recursos também é importante. Além de não ser fácil conseguir capital para a empreitada, como o custo de nossa mão-de-obra não qualificada é baixo, muitas vezes torna-se difícil justificar o investimento.

Para o Brasil é um ponto positivo, pois coloca nosso país em pé de igualdade com o resto do mundo, em condições de competir pelo mercado. Também adiciona conhecimentos na empresa e a coloca em outro patamar em termos de tecnologia, seja em termos de produção, seja de melhoria/permanência da qualidade dentro das organizações.

A questão da automação, como descrita neste capítulo, é bastante extensa e pode até ser controversa. Foi analisado o porquê da automação e quais as dificuldades e objetivos que são visados pela organização. E não só para estas, mas para a própria nação colocar-se em pé de igualdade com as demais, em termos de tecnologia e produtividade.

Em termos de qualidade, todos concordam que é um dos setores influenciados pela automação, pois garante maior confiabilidade do processo e sua repetibilidade, além de contribuir para melhorar a qualidade de vida dentro das empresas.

De posse do suporte conceitual, via leitura de textos especializados, será verificado o que as empresas realizam neste campo, objeto de desenvolvimento no capítulo 3. O levantamento dos dados é explicitado com todos os detalhes e as diversas tabulações indicam os resultados.

3 - SUPORTE PRÁTICO

3.1 – INTRODUÇÃO

Para subsidiar este trabalho, procurou-se obter dados que permitissem sustentar as conclusões e sugestões para a elaboração deste documento.

Uma das opções foi utilizar os dados do suporte conceitual. Estes estão discriminados no capítulo anterior e não caberia aqui retomar sua repetição, que tornar-se-ia enfadonha. Suas informações serão novamente trabalhadas no capítulo 4, com outra ênfase, para elaboração de uma metodologia de decisão quanto a automatizar ou não.

Uma segunda opção foi a de realizar uma pesquisa de campo que fornecesse matéria-prima para um trabalho tão apurado quanto possível. Deveria indicar dados extraídos da realidade, para materializar um resultado palpável e fornecedor de informações. Como o tema desejado gira em torno de automação e esta tecnologia está expandindo-se de maneira rápida por todo o mundo e, em particular, também em nosso país, a coleta de informações foi baseada em indústrias de nosso estado.

Para a pesquisa foram escolhidas 19 empresas de diversos ramos industriais do norte e nordeste do Estado de Santa Catarina, área que se destaca como um pólo industrial dinâmico e em franca evolução, tendo inclusive organizações com destaque nacional. Para esta escolha, buscaram-se empresas que reconhecidamente tinham optado por automatizar áreas de sua produção. Além disso, outro fator levado em conta foi a possibilidade de obter um bom contato para a resposta, inclusive mais no topo da organização, para que as respostas espelhassem não uma situação particular mas a estratégia da empresa. Foram obtidas 17 respostas. Se tomar-se somente as empresas de Joinville (14), estas representam 5,6% das empresas com mais de 20 empregados na cidade.

Os dados levantados buscam ver como encaram a automação, quantas tinham enveredado por este caminho e quais os resultados esperados e obtidos. A pesquisa buscou atingir um universo de empresas com as mais variadas dimensões e características, em termos de atividade, pessoal empregado, faturamento e investimento realizado, de modo a obter uma resposta bem abrangente, sem caracterizar um determinado ramo industrial nem dimensão da empresa.

Um dos veículos utilizados para obter dados sobre o uso dessa tecnologia nas empresas pesquisadas foi um questionário, que é mostrado no anexo I. Além disso, foram realizadas visitas a algumas empresas, para verificar “in loco” o que estavam utilizando. Esses contatos

esclareceram dúvidas e, nos casos de não visitas, contatos pessoais ou telefônicos foram empregados como subsídios à informações prestadas. Todos foram úteis para complementar as informações pesquisadas. Todas as respostas foram analisadas e computadas, e o resultado é apresentado nos itens seguintes.

A confiabilidade das informações também foi uma preocupação e buscou-se esclarecer pontos obscuros nos contatos. Algumas respostas foram mais pontuais, abrangendo somente alguns equipamentos da empresas, mas atestam bem a preocupação das mesmas. Tendo em vista o nível dos que responderam, 6 em nível de diretoria, 6 em nível de gerência e 5 em nível de supervisão ou assemelhados, pode-se inferir que são números confiáveis.

Em termos numéricos, estima-se em 80% o grau de confiabilidade das respostas, pela qualidade das mesmas e pelo nível das pessoas com quem mantivemos contato. Pode-se afirmar que 4, em cada 5 respostas, têm todas as informações necessárias.

Pela sua importância e caracterização das informações trabalhadas, os subtítulos a seguir mostraram o resultado da pesquisa propriamente dita. Os itens mais destacados são a caracterização das empresas, automação, mão de obra e produtividade e qualidade.

3.2 - CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS

A diversidade das empresas é importante, sob os mais diferentes aspectos; o mais crítico é evitar uma distorção. Não há uma maneira rígida de dividi-las, pois os critérios divergem e os interesses de avaliação e estudo são os mais diversos para poder obter um resultado digno de análise e que validasse o presente trabalho. Um passo inicial é apresentá-las sob alguns aspectos diferentes, para ter-se uma idéia do seu ramo e dimensão.

Para tanto, divide-se este item em títulos que indicassem os ramos industriais das empresas, seu faturamento anual e o número de funcionários.

3.2.1 – RAMO INDUSTRIAL

Um primeiro critério para classificar as empresas mostra em que ramo industrial as mesmas se inserem, dividindo-as segundo sua própria indicação, em 7 ramos diversos, conforme indicado no quadro 1.

Quadro 1 - Divisão da empresas por ramo industrial

RAMO INDUSTRIAL	Nº EMPRESAS	PORCENTUAL
Metal-mecânico	6	35,3
Metalúrgico	3	17,6
Têxtil	2	11,8
Plástico	2	11,8
Elétrico e eletro-eletrônico	2	11,8
Cerâmico	1	5,9
Produtos Higiene e Limpeza	1	5,9

Esta divisão evidencia que o levantamento abrangeu um leque de empresas com atividades bem diversas, para obter um melhor resultado final. A pesquisa mostra que todas as empresas têm interesse em automatizar e buscar novas tecnologias mais avançadas. Isto vale para qualquer ramo ou dimensão da empresa, como fica claro nos demais resultados da pesquisa. Não há escolha para as indústrias; ou se modernizam ou perdem sua posição no mercado ou, pior ainda, desaparecem. A predominância de empresas do ramo metalúrgico e metal-mecânico é típica desta região do estado, onde os setores plásticos e têxteis também têm forte influência, conforme o documento Joinville – Perfil Sócio Econômico. Da mesma forma são poucas as empresas em outros ramos, mas sua inclusão visa buscar outros eventuais enfoques ou mesmo estratégias diferentes. Essa diferença de filosofias enriquece o trabalho, enfocando outras situações de destaque.

3.2.2 – FATURAMENTO ANUAL

Uma segunda focalização mostra, do ponto de vista econômico e financeiro, a dimensão das empresas pesquisadas, em termos de seu faturamento anual. O resultado evidencia que a automação não é privilégio das empresas de grande porte; todas estão interessadas em evoluir, buscando uma maior competitividade para enfrentar a concorrência cada vez mais acirrada. Os números estão no quadro 2.

Quadro 2 - Empresas por faturamento

FATURAMENTO	Nº EMPRESAS	PORCENTUAL
ATÉ R\$ 1.000.000,00	1	5,9
R\$1.000.001,00 e R\$ 10.000.000,00	1	5,9
R\$ 10.000.001,00 e R\$ 100.000.000,00	8	47,1
R\$ 100.000.001,00 e R\$ 500.000.000,00	5	29,4
Acima de R\$ 500.000.000,00	2	11,8

De qualquer modo, predominam as empresas de médio e grande faturamento, as quais têm maior disponibilidade para investir nesse campo. Note-se que 47% são de médio porte.

3.2.3 – NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS

Um terceiro critério busca uma comparação com os anteriores em outros termos, isto é, verificar o número de funcionários das empresas investigadas. Um fato fica evidenciado na lista abaixo - a maior parte (65%) das empresas consultadas tem mais de 500 funcionários. Na pesquisa aparecem conforme quadro 3.

Quadro 3 - Número de funcionários por empresa

Nº DE FUNCIONÁRIOS	Nº EMPRESAS	PORCENTUAL
Até 50	2	11,8
51 a 100	1	5,9
101 a 500	3	17,6
501 a 1000	4	23,5
Acima de 1000	7	41,2

Estes três pontos de vista evidenciam que a pesquisa tende a apresentar dados de empresas de maior porte, pois a maior parte delas apresenta alto faturamento e um número elevado de funcionários. Não foi sondado quanto a automação influiu no número de pessoas trabalhando, pois não era o escopo da dissertação.

3.3 - AUTOMAÇÃO

Após buscar-se algumas referências para parametrizar as empresas sondadas, pesquisou-se como as mesmas encaram a questão de automação em diversas facetas, para melhor estudar esta tecnologia.

3.3.1 - TEMPORALIDADE

Um dado significativo mostrado no levantamento é o período de investimento em automação, que coincide com o período de abertura do mercado brasileiro para a globalização, isto é, os investimentos mais elevados estão colocados nesta década. O quadro 4 mostra os anos em que houve investimentos.

Destaca-se que duas empresas não responderam este quesito e cinco apresentaram resposta múltipla.

Quadro 4 - Época dos investimentos

PERÍODO	Nº EMPRESAS	PORCENTUAL
Antes de 1985	2	9,5
Entre 1985 e 1990	1	4,8
Entre 1990 e 1995	7	33,3
Após 1995	11	52,4

Como 85,7 % responderam após 90, quando começou a abertura de mercado no Brasil, pode-se inferir que foi uma solução para buscar mais competitividade no mercado face à concorrência estrangeira. Mas observa-se que há empresas que há mais tempo começaram a modernizar seu parque industrial ou estudavam esta possibilidade.

Além de automatizar as empresas, buscou-se também um diferencial em termos de qualidade e preço para fazer frente aos produtos importados que aqui começaram a chegar cada vez em maior quantidade, invadindo o mercado interno brasileiro com produtos de baixo preço e qualidade nem sempre a contento, muitas vezes duvidosa.

3.3.2 - OBJETIVOS

Em termos de objetivos visados com a automação, um grande número de empresas apresentou respostas semelhantes, isto é, aumento de produtividade e melhoria de qualidade. Todas as empresas responderam a esta indagação, que permitia múltiplas escolhas; o mínimo respondido foi de dois, mas boa parte delas indicou sete dos nove quesitos. O quadro 5 apresenta as respostas.

Em função dessas respostas, qual o maior interesse em automatizar? Aumento de produtividade, melhor qualidade e redução de custos, além de aumentar a produção. Estes itens respondem por cerca de 56 % das respostas, denotando a preocupação das empresas em fazer frente à concorrência com melhor preço e conquistar o cliente com a qualidade por ele almejada.

Quadro 5 - Objetivos

OBJETIVOS VISADOS	RESPOSTAS	PORCENTUAL
Maior produtividade	15	15,8
Assegurar qualidade	13	13,7
Aumento de produção	13	13,7
Redução de custos	12	12,6
Redução de pessoal	10	10,5
Segurança de operação	10	10,5
Menor esforço manual	8	8,4
Substituição equipamento obsoleto	7	7,4
ISO 9000	5	5,3
Outros	2	2,1

Não houve uma indicação forte de obter a ISO 9000, por razões não investigadas, mas talvez porque a principal meta era dar condições às empresas para competir em termos de preços e qualidade. Um aumento de produção era um objetivo importante para a maior parte delas. Quanto a custos, entende-se que seria um resultado óbvio do aumento de produtividade combinado com alguns dos quesitos menos citados.

Ressalta-se que outros fatores fora do inquirido também levam a automação, dependendo da empresa. Citam-se entre as respostas adicionais o resgate do domínio tecnológico, a

aproximação dos concorrentes internacionais e a integração de tecnologias para atender à clientela. Nesses casos, há uma preocupação em manter-se no estado da arte e de poder concorrer, em nível mundial, com seus produtos ou serviços.

3.3.3 - INVESTIMENTOS

Um fator importante é a necessidade de investimentos na automação. Nem sempre as empresas possuem o capital para isto. Os números mostram mais da metade das empresas com investimentos superiores a R\$ 5.000.000,00, demonstrando o quanto é necessário investir para manter-se atualizado. O quadro 6 evidencia os valores.

Quadro 6 - Investimentos realizados em automação

INVESTIMENTOS	Nº EMPRESAS	PORCENTUAL
Até US\$ 500.000	3	18,8
Entre US\$ 500.001 e 1.000.000	1	6,2
Entre US\$ 1.000.001 e 3.000.000	2	12,5
Entre US\$ 3.000.001 e 5.000.000	1	6,2
Acima de US\$5.000.000	9	56,3

Os montantes elevados também refletem a dimensão das empresas, a maior parte de médio e grande porte, como já foi comentado; estas normalmente têm maior capacidade financeira ou de buscar empréstimos em melhores condições. Se formos olhar inclusive em valores menores, também é expressivo o montante investido. Os valores de maior porte podem incluir diversos investimentos e não um só equipamento. E a queixa que aparece nesse aspecto é o preço dos equipamentos. A opção de utilizar empréstimos bancários nem sempre é uma boa solução, pois o custo do dinheiro no Brasil ainda é muito elevado, em comparação com os juros praticados nos países mais desenvolvidos, o que, inclusive, auxilia e justifica economicamente sua facilidade para investir nesse campo.

Em termos de considerações adicionais, convém citar:

- "Na indústria têxtil há uma lacuna na automação dos serviços inerentes à costura, pois o que se encontra disponível no mercado internacional, além dos altos custos são de resultados muitas vezes insatisfatórios".

- “O custo da automação hoje no Brasil ainda é muito alto; é complicado importar máquinas e equipamentos para automação”.
- “Investimentos realizados se fizeram necessários devido à entrada de produtos importados da China e países asiáticos, além da concorrência com o mercado do vidro”.

3.3.4 - DIFICULDADES

Quanto às dificuldades para implementar as automações, nas quais também houve múltiplas respostas, os fatores mais citados são a falta de conhecimento do equipamento e a falta de pessoal qualificado. Estes dois fatos são lógicos, pois as empresas estão investindo em algo novo, de tecnologia não dominada ou conhecida, o que reflete diretamente em termos de mão-de-obra qualificada para operá-la e na falta de conhecimento das novas máquinas, tanto em termos de produção propriamente dita quanto de manutenção.

Numericamente, o quadro 7 mostra as dificuldades:

Quadro 7 - Dificuldades relacionadas

DIFICULDADES	Nº RESPOSTAS	PORCENTUAL
Falta de conhecimento do equipamento	13	33,3
Falta de pessoal qualificado	12	30,8
Falta de assistência do fornecedor	6	15,4
Tecnologia automação	5	12,8
Outras	3	7,7

Em menor escala, aparecem como dificuldades a assistência do fornecedor, geralmente explicável pela distância da origem, pois normalmente são equipamentos importados, e também o desconhecimento de tecnologia de automação por nossos técnicos, que se reflete em diversos pontos, como já comentado atrás.

No item outras, o único comentário especificando a dificuldade foi no tocante à integração de tecnologias.

3.3.5 - VANTAGENS

Já foram apresentados os objetivos que as empresas buscam com a automação. E após a implementação da mesma, o que foi alcançado? Os resultados da pesquisa mostram uma distribuição mais equitativa dos pontos positivos e vantagens alcançados, em respostas múltiplas, conforme o quadro 8.

Em primeiro lugar, indicam a maior produtividade e maior qualidade. Eram os objetivos mais visados e foram alcançados. Em segundo lugar, também com igual número de respostas e bem próximos dos itens mais citados, tem-se melhor controle do processo e confiabilidade, que podem ser traduzidos por assegurar qualidade e segurança de operação. Pode-se dizer que estas duas respostas estão embutidas no enfoque de qualidade, mas pode ter outra conotação para a empresa ou um reforço para os dois primeiros itens de respostas. Destaca-se ainda como ponto positivo, a redução de descartes, um resultado que reflete diretamente nos custos da empresa. O melhor ambiente de trabalho e a redução da poluição podem ser considerados semelhantes ou complementares, mostrando uma preocupação com o meio ambiente e o homem. Talvez, consciente ou não, um passo na direção da ISO 14.000.

Quadro 8 - Vantagens alcançadas pelas empresas

VANTAGENS	RESPOSTAS	PORCENTUAL
Maior produtividade	15	17,9
Maior qualidade	15	17,9
Melhor controle do processo	14	16,7
Confiabilidade	14	16,7
Redução de descartes	9	10,7
Melhor ambiente de trabalho	8	9,5
Redução de poluição	6	7,1
Outros	3	3,6

- DESVANTAGENS

Como seria de se esperar, em função das dificuldades apresentadas, surgem os dois fatores mais citados, a falta de pessoal especialista e uma manutenção qualificada, conforme o quadro 9.

Quadro 9 - Dificuldades encontradas

DIFICULDADE	RESPOSTAS	PORCENTUAL
Falta de pessoal especialista	13	41,9
Manutenção qualificada	12	38,7
Maior manutenção	2	6,5
Perda de flexibilidade	2	6,5
Outros	2	6,5

Maior manutenção e a perda de flexibilidade são reconhecidamente fatores negativos de mecanizações ou automação, por implicarem em equipamento mais sofisticado e preparado, muitas vezes, para um ou poucos itens de produção. No item Outros, as duas respostas indicaram como ponto negativo o custo elevado da automação.

Observa-se aqui um encadeamento com as respostas anteriores, sempre em termos de desconhecimento das novas tecnologias nas quais os empresários estão investindo para garantir sua sobrevivência e que leva a uma grande necessidade de treinamento de seu pessoal.

3.3 - MÃO-DE-OBRA

Sempre que é estudada a automação, a mão-de-obra surge como um fator delicado, pelas conseqüências que sofre. O fator negativo em termos de eventual desemprego é, muitas vezes, contrabalançado pela necessidade de mão-de-obra qualificada, e pelo preparo e desenvolvimento desta para atuar com esta nova tecnologia. E, não raras vezes, com melhoria salarial.

3.4.1 - TREINAMENTO

Como é feito o treinamento da mão-de-obra? Quais as opções que existem para preparar pessoal para este novo desafio? Há muito tempo as empresas inovadoras investem em treinamento de seu pessoal, pois anteviram que este seria um caminho lógico para o crescimento tecnológico, operacional e administrativo. Mas, no caso específico de automação, de que qualidade deveria ser este treinamento e onde deveria ser feito? As possibilidades se resumem em três caminhos, evidenciados pelas 37 múltiplas respostas. Fazer o treinamento em casa, aproveitando os conhecimentos já existentes e a multiplicação pelo pessoal de maior conhecimento; aproveitar a

presença do montador do fornecedor e obter do mesmo todos os dados possíveis sobre a operação e manutenção do equipamento; onde possível, providenciar treinamento externo. O quadro 10 apresenta o resultado informado.

Quadro 10 - Opções de treinamento

OPÇÕES DE TREINAMENTO	RESPOSTAS	PORCENTUAL
Treinamento em casa	13	35,1
Treinamento com o montador	12	32,4
Treinamento externo	12	32,4

Não houve citações para o quesito Outros.

O montador do equipamento sempre é uma boa opção para preparar o pessoal, pois conhece como funciona, como deve ser operado e detalhes de sua manutenção (mas que nem sempre domina). Para melhorar este treinamento, é importante preparar o pessoal para escutar e fazer perguntas ao montador. Deve ser preparada uma lista de dúvidas, e a montagem deve ser acompanhada pelo pessoal da produção e manutenção. Devem ser buscadas todas as informações possíveis que o montador tenha condições de responder. Mas este treinamento tem limitações pela figura do montador, pois depende muito dos conhecimentos paralelos deste e de sua capacidade de transmitir seus conhecimentos. É sumamente importante pedir sempre o fornecimento de manuais de operação e manutenção.

Os treinamentos externo e interno sempre dependem de diversos fatores. Quando da aquisição de equipamento, sempre que viável, é feito um teste de produção (“tryout”) na fábrica do fornecedor, para verificar se são atendidas as exigências de operação do equipamento e como o mesmo funciona. Esta verificação é feita, de preferência, na presença de pessoal do comprador, que deseja ver como opera e comprovar sua eficácia. Nesta oportunidade, além de conhecer melhor o equipamento e observar detalhes de sua operação, quando possível, visitam-se outros usuários, para ver como operam no dia-a-dia, quais as dificuldades e problemas que apresentam e como são mantidos em condições normais de operação. O treinamento interno, na maior parte das vezes, é feito por meio de um multiplicador, alguém que conheceu o equipamento em visitas ou no “tryout” e que transmite os conhecimentos adquiridos aos demais companheiros da empresa.

Mas o treinamento não se resume apenas àquele visando o novo equipamento, enfoque das respostas ao questionário. Apesar de não ter havido qualquer citação ao item “Outros”, é

inegável que as organizações brasileiras estão dedicando cada vez mais recursos para qualificar seu pessoal. Ao menos aquelas que tem visão de empreendedor e que desejam permanecer no mercado.

Além das técnicas operacionais e tecnológicas referentes ao equipamento, as empresas também colocam para seu quadro de pessoal a possibilidade de ampliar seus conhecimentos administrativos e gerenciais. Não é raro ver empresas pagando (total ou parcialmente) cursos de nível médio e superior, inclusive pós-graduação, a seus funcionários. É evidente que este auxílio varia diretamente com a influência prevista do curso com a capacitação da pessoa para a sua função ou interesses maiores da empresa.

Mas, não só em nível de 2º ou 3º grau. Outro objetivo das empresas é erradicar o analfabetismo (ou o semi-analfabeto) de seus quadros, propiciando a todos, na própria empresa ou externamente, a oportunidade de continuar ou concluir o 1º grau. E esta meta visa propiciar à pessoa a oportunidade de continuar seus estudos, seja o oficial, seja em cursos específicos, pelo seu conhecimento do idioma escrito, condição "sine qua non", a maior parte das vezes, para esta continuação.

Observa-se, também, cabe destacar, um maior interesse em cursos que objetivam maior conhecimento de técnicas gerenciais, tão ou mais importantes, muitas vezes, que as tecnológicas.

3.4.2 - CONSEQÜÊNCIAS

Apesar do esforço acima relatado, em termos de treinamento de pessoal, nem sempre as condições de trabalho e o equipamento permitem que se chegue a boas soluções. Basta ver as respostas citadas no item 3.3.6, com relação às desvantagens, nas quais os itens de falta de pessoal especialista e manutenção qualificada despontam como pontos mais citados. Em resumo, não há mão-de-obra preparada para atender a essa nova demanda em termos de conhecimento. Cabe ressaltar que as empresas, além de buscar na admissão pessoal com maior escolaridade, também vêm dando atenção ao idioma inglês, que deixou de ser um quesito desejável na seleção para tornar-se quase que obrigatório.

Ainda como conseqüência agravante, a redução de pessoal, que sempre aconteceu nas empresas quando de mecanizações ou automações.

3.4.3 - CONSIDERAÇÕES DIVERSAS

No tocante à mão-de-obra, além das considerações em termos de respostas diretas ao questionário enviado, deve-se destacar alguns pontos relevantes citados:

- “a automação não substitui o homem; pode, sim, reduzir a quantidade, mas exige maior qualificação”;
- “a automação permite obter maior produtividade, com menor esforço do homem”.

3.4 - PRODUTIVIDADE E QUALIDADE

Os dois vocábulos de título sempre vêm à tona em termos de automação. Por quê? São alguns dos principais objetivos visados por ela, conforme dados da sondagem efetuada.

3.5.1 - PRODUTIVIDADE

Esse ponto não foi sondado especificamente, pois se entendia embutido nos objetivos e vantagens (quando positivos). Mas sempre foi citado como um dos pontos principais da automação e um objetivo a ser perseguido para obter maior competitividade. As citações específicas sobre o tema seguem:

- “Todo projeto de automação deve propiciar ganhos mensuráveis”;
- “Os processos de automação buscam melhorar a produtividade com maior repetibilidade, reduzindo o esforço humano no posto de trabalho ou onde existem condições adversas”.

3.5.2 - COMPETITIVIDADE

Este quesito também não foi sondado, mas algumas empresas fizeram suas considerações sobre o tema, como podemos ver abaixo:

- “A automação é a solução necessária para manter a competitividade, pela redução de custos, colocando produtos com melhor preço no mercado”.
- “A maior razão para os investimentos foram e são a capacitação à globalização, tornando-nos competitivos a custo internacional”.
- “A automação é condição indispensável para a manutenção da competitividade das empresas. Em determinados ramos a inexistência de investimentos com este foco asseguram a obsolescência ou até a extinção da organização”.

3.5.3 - QUALIDADE

E como fica a qualidade em função da automação? Também foi avaliado este ponto e a esmagadora maioria (94,1%) respondeu que houve melhorias. Somente uma empresa informou que a qualidade foi mantida com a nova tecnologia; nenhuma indicou que houve perda de qualidade. Isto concorda com a posição colocada entre as vantagens auferidas, em primeiro lugar, com a obtenção de melhor qualidade.

3.5.4 – CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO (CEP)

Outro elemento a ser considerado foi o uso do Controle Estatístico de Processo, se era empregado ou não na produção. Dez empresas responderam que não usavam o CEP e sete afirmaram que o empregavam e que o mesmo foi mantido após a introdução da automação. E, para uma parte destas empresas, não só foi mantido (43%) como também melhorado (29%). Não foi pesquisado como é feito o acompanhamento do processo nas empresas sem o CEP.

3.6 – OUTRAS CONSIDERAÇÕES

A sondagem também deu espaço às empresas colocarem outras considerações a respeito da automação, se bem que este ponto não foi detalhado.

Quando as empresas apresentaram outras respostas diferentes daquelas argüidas, foi preferido não mantê-las isoladas. As considerações foram alocadas nos textos onde coubesse melhor o seu posicionamento, para destacar os pontos de vista nas áreas de interesse.

3.7 - CONCLUSÕES

Este capítulo, dedicado especialmente à pesquisa efetuada nas empresas, pode ser resumido em alguns tópicos principais.

Inicialmente, a caracterização das empresas, em termos de ramo industrial e dimensões, tais como faturamento e quantidade de funcionários. A seguir, como as organizações viam a automação no tempo, seus objetivos, investimento realizado, as dificuldades na implementação e as vantagens auferidas com a mesma e as dificuldades que enfrentaram.

Não poderia deixar de ser citada e pesquisada a influência da automação sobre a mão-de-obra, traduzida no treinamento desta e as conseqüências adversas face à falta de pessoal qualificado.

Adicionalmente, foram tecidos comentários quanto a partes não pesquisadas especificamente, mas citados nas respostas, quanto à produtividade e competitividade.

A qualidade e o CEP (Controle Estatístico do Processo) foram os pontos adicionais citados, objetivos da pesquisa, indicando claramente as melhorias obtidas com o melhor gerenciamento advindo da automação.

Em suma, as informações obtidas pelas respostas ao questionário e os contatos estabelecidos mostram que as empresas da região estão em busca de um maior ou menor grau de automação. Isto é motivado por vários fatores, como ficou claro no texto.

Os principais objetivos que podem ser destacados são:

- a) maior produtividade;
- b) assegurar qualidade;
- c) aumento de produção;
- d) redução de custos.

Isto é perseguido mesmo exigindo altos investimentos. As vantagens auferidas compensam com folga as dificuldades encontradas. A principal prova é a posição privilegiada que as empresas da região mantêm no mercado nacional e mesmo em termos internacionais, com exportações totais de US\$ 449.767.000, no ano de 1997.

A partir das informações obtidas nesta sondagem, adicionadas dos conceitos do capítulo referente ao Suporte Conceitual, será buscada uma metodologia para avaliar as condições de uma empresa partir para uma automação de uma instalação ou equipamento.

É o que será visto no capítulo seguinte.

4 - METODOLOGIA

De posse dos conceitos emitidos pelos autores referenciados no capítulo dois (Suporte Conceitual), e as informações obtidas na sondagem industrial, cujos números são apresentados no capítulo três (Suporte Prático), será desenvolvida uma proposta de metodologia para análise da viabilidade de implantação para uma instalação ou equipamento automatizado. Esta metodologia deverá permitir avaliar se as condições existentes, os objetivos visados e os resultados propostos por uma empresa são condizentes para a implementação de automação na mesma.

4.1 – DECISÕES PRELIMINARES

Para desenvolver a metodologia, será feita uma série de questionamentos, em etapas, para instrumentalizar a empresa em sua avaliação, como também se a automação será apropriada ou não para sua estrutura e para os objetivos que deseja. Inicialmente, serão apresentadas algumas questões preliminares para a decisão, em três fases, num esquema semelhante às linhas de pensamento descritas por Silveira e Santos (1998, pp. 29/30).

4.1.1 – POR QUE AUTOMATIZAR

O primeiro passo é definir se há interesse em automatizar, buscando razões para este avanço tecnológico.

- a) É um processo de evolução tecnológica irreversível. Deve ser avaliado se a estrutura tecnológica da empresa tem condições para absorvê-la e qual o interesse em evoluir neste campo.
- b) Valoriza o ser humano, retirando-o de tarefas repetitivas, insalubres, penosas ou de risco. Mas o homem não se torna inútil: passa a tarefas mais nobres, como a investigação, análise de outros aspectos ou mesmo a supervisão. Cabe este objetivo?
- c) Aumenta a qualidade de vida da sociedade, pois visa a produção de produtos mais baratos e melhores, ao alcance de maior parte da população. Em outras palavras, visa-se a distribuição dos benefícios da automação. O mercado e a empresa têm condições de absorver um aumento de produção?

- d) É uma questão de sobrevivência e forte apelo de marketing, num mercado altamente competitivo.
- e) Cria novos empregos, além dos relacionados com a manutenção, desenvolvimento e supervisão dos sistemas. Mas exige pessoal mais qualificado e, muitas vezes, um investimento elevado em recursos e tempo na preparação do pessoal.
- f) Busca a qualidade do produto e satisfação do cliente. Sempre são pontos positivos para a sobrevivência da empresa.
- g) O controle automático tem maior precisão, rapidez e segurança. Haverá ganhos significativos nessa área?
- h) Espera-se uma diminuição das horas de trabalho, com aumento do tempo de lazer; mas esta constatação não é individual para a empresa, mas para a indústria como um todo. Pode ser um fator de peso dentro das tendências do mercado de trabalho.
- i) Há aumento da produtividade e redução dos custos de produção. Estes valores podem ser estimados?

4.1.2 – POR QUE NÃO AUTOMATIZAR

Além de definir as razões para automatizar um processo industrial, procura-se também definir os motivos para evitar um processo de automação, para evitar futuras dificuldades operacionais e produtivas.

- a) Sendo um processo irreversível, não é previsível. O que acontecerá no futuro? É um risco que a empresa assume, em face do capital normalmente empregado para esta empreitada.
- b) Gera uma política de emprego de afunilamento, pois exige um profissional mais qualificado. Há disponibilidade no mercado ou pessoal interno com formação?
- c) Diminuição imediata do emprego disponível, em especial, da mão-de-obra menos qualificada, que é substituída pelo equipamento. É o desemprego tecnológico. Exige uma reconversão e treinamento do pessoal. A empresa pode arcar com as conseqüências?
- d) Pode trazer riscos à produção por ser nova tecnologia, ocasionando, eventualmente, perdas em curto prazo, até o processo ou equipamento ser dominado.

- e) O artesão deixa de ser valorizado e só interessam as grandes produções, tornando o homem dependente tecnologicamente. Mas muitos equipamentos permitem pequenos lotes de produção sem maiores dificuldades. E exige pessoal qualificado para operá-los.
- f) Somente os grandes grupos de empresas possuem acesso rápido a essa nova tecnologia, devido ao mercado globalizado. Isto nem sempre é verdadeiro, pois pequenas e médias empresas estão investindo neste campo, seja por razões de custo seja para manter-se tecnologicamente em dia.

4.1.3 – PERFIL PROJETADO DA MÃO-DE-OBRA

A mão-de-obra exerce um papel importante na automação, pelo impacto em eventuais demissões e também pela necessidade de ampliar os conhecimentos do pessoal que vai lidar com a nova tecnologia. Alguns pontos a considerar são listados abaixo:

- a) Conhecimento técnico especializado e profundo dos produtos da empresa, mas não ser um somente especialista; deve conhecer genericamente toda a empresa.
- b) Disciplina e automotivação.
- c) Disposição para aprender, desenvolver suas próprias habilidades; sempre deve estar estudando, pois há novas tecnologias surgindo e devem ser aprendidas, seja do ponto de vista técnico seja gerencial.
- d) Ser honesto, trabalhador e ético; este ponto é atualmente uma grande preocupação das empresas. Deve também ter espírito participativo.
- e) Visão ampla, com capacidade de adaptação em outras áreas da empresas.
- f) Fazer bom uso do tempo (organização, prioridade e equilíbrio).

As questões apresentadas são a primeira etapa do processo decisório. O executivo e sua equipe devem examinar os pontos citados e definir se sua organização tem condições de cumpri-las a contento. São mais genéricas, mas determinam um ponto de partida para a decisão. Se sua conclusão for positiva, deve-se passar à segunda etapa. Se for negativa, não implica necessariamente em abandonar o projeto, mas simplesmente postergá-lo no tempo. Atualmente a empresa pode não ter condições de atender aos quesitos colocados, mas se houver real interesse em buscar essa tecnologia deverá retomar o assunto em um prazo de, digamos, um ano. Não é possível fixar um prazo exato, pois varia em dependência da evolução da organização. Mas, os

pontos mais importantes desta evolução estão no desenvolvimento da mão-de-obra e na aquisição da tecnologia com suas implicações, sem os quais torna-se difícil levar esta empreitada a cabo.

Como avaliar esta etapa inicial, mais expedita, pode ser resumido como segue.

Inicialmente, montar o fluxograma de decisão, mostrado na figura (1), que engloba os diversos tópicos dos itens 4.1.1 e 4.1.2. Para pontuar o fluxograma, isto é, definir pelo SIM ou pelo NÃO, pode-se adotar uma ponderação numérica, qual seja, pontuar cada tópico entre 1 e 10. Se a nota (subjéctiva ou não) for igual ou inferior a 5, a resposta é NÃO. Se for maior que 5, a resposta é positiva e deve-se passar ao tópico seguinte.

4.2 – ANÁLISE DO PROCESSO

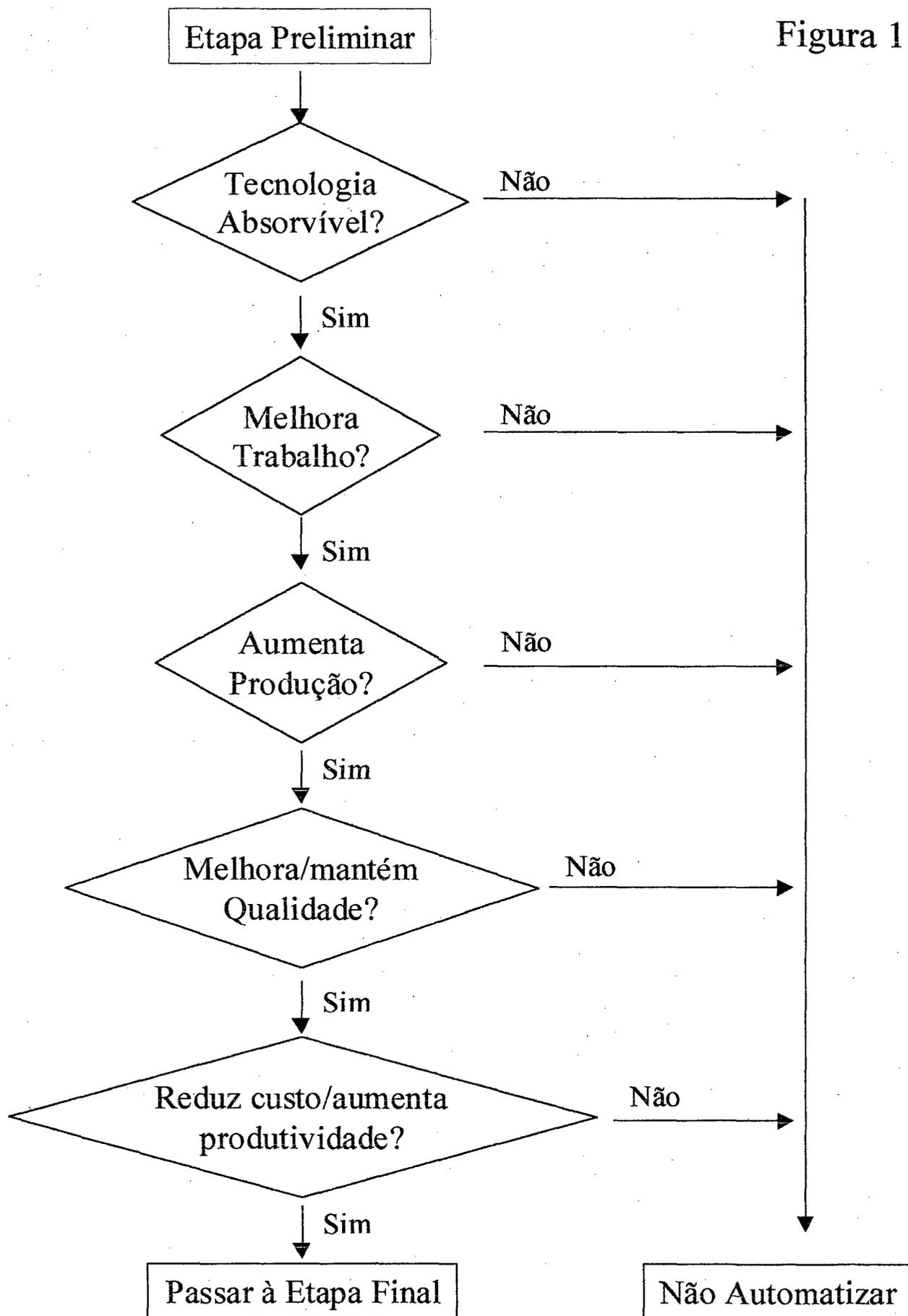
Para a segunda etapa do processo, serão pesquisados os autores citados e os resultados da pesquisa industrial, para buscar outros parâmetros que permitam ao executivo tomar novas decisões quanto à automação ou não.

4.2.1 - PARÂMETROS CONCEITUAIS

Da literatura citada no Suporte Conceitual, seleccionaram-se os parâmetros a seguir, no aspecto geral de automação.

1. É um desenvolvimento de nova tecnologia, irreversível para quem adquiriu o equipamento e que deve ser aprendida. A necessidade de competitividade no mercado nacional e a globalização levam para este caminho. O desafio da globalização é uma questão de sobrevivência para muitas empresas.
2. Leva a um acréscimo de produtividade, pois pode trabalhar 24 horas por dia, sem mudar a velocidade ou a qualidade produzida.
3. A máquina realiza tarefa além da capacidade humana, proporcionando maior qualidade de vida para o pessoal de fábrica ou sua substituição em trabalhos repetitivos ou penosos e visa disponibilizar tempo para criatividade. Além disso, processa maior número de informações em face da limitação humana. Seria inimaginável, por exemplo, hoje em dia um banco sem automação.

Figura 1



4. Traz maior confiabilidade no processo - nem sempre o custo está na mão-de-obra mas também no processo, difícil de ver.
5. Exige normalmente um mercado em expansão ou sua expectativa.
6. Leva a um aumento de qualidade - na realidade, não aumenta obrigatoriamente, mas assegura essa qualidade, pois está ligada ao processo. Muitas vezes, o objetivo não é puramente substituir a mão-de-obra, mas garantir a produção sem variação.
7. Busca melhorar as condições de trabalho e saúde ocupacional; muitas empresas utilizam a tecnologia em tarefas insalubres e repetitivas, assegurando uma qualidade de vida mais condizente para seus funcionários. Substitui o homem em locais insalubres.
8. Normalmente promove uma melhoria ambiental, estando presente na conservação do meio ambiente. As modernas ETA (Estações de Tratamento de Água) e ETE (Estações de Tratamento de Esgoto ou de Efluentes Industriais) tendem a ser automatizadas. O fato de serem projetos atuais já leva em conta as necessidades de maiores cuidados com o meio ambiente e a proteção dos que ali trabalham. Estes projetos, que buscam estar em dia com o estado da arte, também utilizam mais eficazmente a energia e os recursos naturais, desenvolvendo as empresas, o meio ambiente e o homem.
9. É sempre um investimento elevado, com acessórios e dispositivos auxiliares. Sempre cabe a pergunta: a empresa tem recursos ou onde buscá-los? Além disso, a decisão envolve considerações estratégicas para a organização, pois é um investimento de maturação demorada.
10. Qualificação de pessoal é outro fator importante - exige-se escolaridade mais elevada, pois é maior o desafio das tarefas, bem como a necessidade de leitura de documentos e instruções. O pessoal de manutenção também é mais exigido, pois os equipamentos são mais sofisticados e qualquer parada implica em grandes perdas de produção. A preparação e treinamento da mão-de-obra para assimilar a nova tecnologia tomam tempo. Normalmente tem-se uma estrutura enxuta com pessoal competente para resolver e decidir rapidamente todas as questões com o equipamento.
11. Uma preocupação na decisão por um equipamento automatizado é quanto à flexibilidade; deve ser tanto quanto possível generalista e menos especialista, pois normalmente destina-se a um ou poucos produtos. A escala de produção o permite?

12. Para muitas organizações é fundamental não perder o homem de vista, não só investir em tecnologia, mas também no homem, pois sem este não há equipamento automático que tenha um funcionamento eficaz. Buscar melhorar a qualidade de vida da população com produtos mais baratos e de maior qualidade é outro objetivo ou resultado da automação.
13. Em algumas ocasiões, é mais vantagem buscar maior segurança de operação com um robô em lugar do homem, e não investir na aquisição de novo equipamento automático.
14. Ao se pensar em termos de treinamento entre o homem e a máquina, para esta basta um programa bem feito, enquanto que para aquele há necessidade de um programa de treinamento que toma mais tempo.

4.2.2 - PARÂMETROS PRÁTICOS

Utilizando o Suporte Prático como base para a escolha dos parâmetros, face aos objetivos visados e resultados obtidos pelas indústrias consultadas, podem ser indicados os fatores e/ou objetivos a seguir comentados.

1. A constante necessidade de substituição de equipamento obsoleto, para manter-se em dia com o estado da arte. É vital manter-se em dia com as inovações, inclusive com a tecnologia de automação.
2. Redução do quadro de pessoal.
3. Redução de custos e ganhar maior produtividade.
4. Confiabilidade ou segurança de operação.
5. Obtenção da ISO 9.000.
6. Assegurar e/ou melhorar a qualidade do produto fabricado, por meio de modernas ferramentas, como um melhor controle do processo e o uso do controle estatístico do processo (CEP).
7. Possibilitar um aumento da produção.
8. O investimento necessário em automação é alto, sendo mais viável em grandes empresas. Mas isto não implica em dizer que as médias e pequenas não invistam neste campo, o que também acontece e não é tão raro assim. Outra dificuldade é que muitas vezes só existe equipamento estrangeiro e a importação é complicada e nem sempre atende aos anseios de aumento de produtividade.

9. Um objetivo sempre desejado pelas modernas empresas é a redução de descartes e da poluição. Equipamentos modernos de automação sempre levam em conta este detalhe e são mais eficientes sob este aspecto.
10. Um melhor ambiente de trabalho e a redução do esforço dos operadores.
11. O resgate do domínio tecnológico e a integração da tecnologia.
12. A perda de flexibilidade é um obstáculo a ser minimizado.
13. A falta de pessoal qualificado é uma preocupação, não só em termos de produção, mas também de manutenção. Isto implica em treinamento para ambos os campos.
14. A falta de conhecimento em termos de equipamento automatizado é outra dificuldade, bem como a falta de assistência do fornecedor, seja pela distância (equipamento importado) seja por deficiência deste.
15. Equipamentos mais sofisticados, como são os automatizados, exigem sempre maior manutenção.
16. Aumentar a competitividade é um objetivo primordial, para fazer frente aos produtos importados.

4.2.3 - PARÂMETROS CONSOLIDADOS

Até aqui foram apresentadas as sugestões de parâmetros a avaliar, com base nos suportes conceitual e prático. É preciso formar um só grupo, consolidando a lista, pois há fatores iguais ou muito semelhantes. Enfim, deseja-se uma listagem de fatores a serem considerados por uma empresa para sua decisão de investir em automação ou não.

1) Desenvolvimento de **tecnologia**, que envolve o item substituição de equipamento obsoleto. É preciso manter-se em dia com o estado da arte. É uma decisão irreversível cuja tecnologia demanda tempo para ser absorvida. Muitas vezes, é exigência de clientes. Pode significar o resgate do domínio tecnológico e a integração da tecnologia.

2) Acréscimo de **produtividade**, item presente nos dois grupos, o que demonstra sua importância, em especial, para as empresas que desejam permanecer no mercado. E com isto ganhar em competitividade.

3) O fator **ergonomia** é visado quando a máquina deve realizar tarefa além da capacidade humana, o que resulta em menor esforço manual por parte dos operadores. Além disso, o equipamento não sofre as restrições humanas como fadiga e monotonia. Também inclui sua utilização em tarefas insalubres e repetitivas, bem como naquelas que exigem o processamento de grande número de informações e rapidez no resultado.

4) **Confiabilidade**, que engloba o melhor controle do processo, nos tempos de processamento e a segurança de operação. Também está presente nos dois grupos.

5) Mercado em expansão, o que possibilita aumentar a **produção** e ganhos em escala.

6) Aumento de **qualidade**, englobando assegurar a qualidade do produto fabricado e que é incluído nos dois grupos. Isto leva a um melhor produto, reduz custos e aumenta a satisfação do cliente. É uma garantia de obter produção sem variações. E permite automatizar o CEP, eliminando o trabalho manual na elaboração dos gráficos.

7) **Melhoria ambiental**, fruto de um projeto mais apurado e moderno, já direcionado também para isso. Traduz-se por um ambiente menos poluído e redução de descartes. Implica em um melhor ambiente de trabalho e também está presente nos dois grupos. Demonstra a sensibilidade das empresas com a preservação do ambiente e um direcionamento para a ISO 14.000.

8) Redução de **custos** operacionais diretos ou indiretos, com melhor aplicação da mão-de-obra e insumos.

9) Obtenção da **ISO 9.000**, objetivo sempre visado pelas empresas, mas muito pouco valorizado nos dois grupos.

10) **Investimento** necessário para uma instalação ou equipamento automatizado, muitas vezes elevado para pequenas ou médias empresas e com necessidade de financiamento para dar condições de aquisição. Se viável, a compra no mercado nacional facilita o treinamento e manutenção. Pode exigir ainda a aquisição de acessórios e dispositivos auxiliares. Além disso, muitas vezes implica na importação, pois não há equipamentos similares no mercado nacional.

11) Qualificação de **peçoal**, refletida pela falta de mão-de-obra qualificada para a operação e manutenção. Exige escolaridade mais elevada, pois é maior o desafio das tarefas (instrumentos e instruções). Implica em novas contratações ou investir no treinamento do peçoal mais qualificado para tanto. O peçoal de manutenção também deve ser mais qualificado, pois se trata de equipamento mais sofisticado e uma parada implica em maior perda de produção. O equipamento

sempre exige pessoal qualificado para operá-lo e mantê-lo em condições ótimas de funcionamento.

12) Um ponto importante citado nos dois grupos é a **flexibilidade**, pois equipamentos muito sofisticados muitas vezes demandam poucos produtos para fabricar, pela sua característica de especialização. A escala de produção permite este passo? Há equipamento mais generalista e menos especialista?

Todos estes parâmetros devem ser avaliados e mensurados para a decisão ser a melhor possível. Como proceder é o que será visto no próximo item deste capítulo.

4.3 – MENSURAÇÃO DOS PARÂMETROS

Para avaliar o impacto desses fatores na montagem de uma metodologia de avaliação, optou-se pela elaboração de uma lista que valoriza cada um dos itens selecionados.

A proposta de valorização baseou-se na metodologia dos autores Kepner e Tregoe (metodologia KT), no item GUT (Gravidade - Urgência - Tendência). Adotaram-se cinco pontuações em lugar das três do KT, para abrir mais o leque de alternativas de pontos (0 - 1 - 3 - 5 - 10 em lugar de 1 - 5 - 10 ou 1 - 3 - 5). Esta abertura permitirá mais elasticidade ao avaliador ao realizar o estudo da decisão de automatizar ou não. A proposta de valorização é:

- 1) nenhuma influência na decisão (0 ponto);
- 2) pouca influência na decisão (1 Ponto);
- 3) média influência na decisão (3 pontos);
- 4) grande influência na decisão (5 pontos);
- 5) influência obrigatória na decisão (10 pontos).

Como mensurar os parâmetros escolhidos? Os critérios para escolha da pontuação mais adequada estão descritos a seguir.

1º - Como o parâmetro é indicado na sondagem industrial. Ganha mais pontos aquele que recebeu mais indicações no tocante aos objetivos visados e resultados obtidos.

2º - Como o parâmetro é citado na bibliografia indicada, em conjunção com a sondagem. Aumento de produtividade, por exemplo, é citado na bibliografia geral além de indicado fortemente na sondagem. Logo, é cotado para a pontuação máxima.

Para proporcionar uma maior possibilidade de escolha, optou-se em adotar dois valores adjacentes para cada parâmetro, desde que aplicável, para tentar estabelecer uma faixa média de pontuação, tendo valores máximos e mínimos. Estas faixas permitem valorizar os parâmetros da empresa de acordo com a intensidade que os mesmos são avalizados pela mesma.

Com a adoção dos critérios anteriores, monta-se o quadro 11 para apresentar o resultado final, colocando a soma das pontuações obtidas.

O quadro está montado em três grupos de colunas. A primeira coluna indica qual o fator (parâmetro) em avaliação. As cinco colunas seguintes, numeradas de 1 a 5, indicam qual a pontuação prevista para o fator, de acordo com a proposta atrás descrita. Neste caso, cada fator estará indicado em duas colunas, dentro da idéia de maior flexibilidade para escolher a pontuação do parâmetro em avaliação. A última coluna indica o número mínimo e máximo de pontos que o respectivo fator poderá ter, baseados nas colunas indicadas.

Adotou-se a pontuação de cada um dos parâmetros consolidados para elaboração da tabela de acordo com as premissas a seguir.

1. Tecnologia - importante, mas não tanto, com média influência. Tanto pode promover a automação como desestimulá-la. Tem pontuação nas colunas 3 e 4.
2. Produtividade - fator obrigatório. Deve-se esperar um ganho nesse aspecto para levar a cabo um projeto de automação. Isto leva para as colunas 4 e 5.
3. Ergonomia - não é tão preocupante ainda para muitas empresas, tendo ainda pouca influência. Tende a se tornar cada vez mais importante e deve ser buscada. Fator positivo, se visado. Apesar de ainda ser pouco valorizado, é importante para o futuro. Colocá-lo nas colunas 3 e 4.
4. Confiabilidade - tão importante quanto a produtividade, o que a leva para as colunas 4 e 5.
5. Aumento produção - toda empresa deseja isto, o que o torna obrigatório. É um fator altamente positivo para a automação. Também nas colunas 4 e 5.
6. Qualidade - importante para reduzir custos e atender ao cliente: obrigatório. Se trazer melhoria ou a assegurar, também é um fator positivo. É claro que cai nas colunas 4 e 5.

7. Meio ambiente - cada vez mais importante, o que o leva para uma pontuação maior. É um fator positivo de grande alcance a médio e longo prazo. Deve ser levado para as colunas 4 e 5.
8. Custos - pouco citado, mas é fundamental para a decisão. É influenciado por vários dos outros parâmetros. Sugerem-se as colunas 4 e 5.
9. ISO 9.000 - é o fator menos valorizado. Se trouxer aspectos favoráveis, é positivo. Só cabe, pois, nas colunas 1 e 2.
10. Investimento - importante na decisão, com média influência. Cabe a cada empresa analisar se o fator é positivo ou pode tornar-se negativo. Sugere-se as colunas 3 e 4.
11. Pessoal - apesar de tudo, há bastante preocupação nessa área, com média influência. Adotadas as colunas 3 e 4.
12. Flexibilidade - importante pelas conseqüências, tem influência grande. Se puder ser mantida ou minimizada algum aspecto negativo, é sumamente importante. Esta situação é reconhecida por alguns autores, como, por exemplo, Slack, que destaca a importância das instalações automáticas serem flexíveis quanto ao produto. Será colocada nas colunas 3 e 4, também.

Se uma empresa, nos estudos visando adotar ou não um sistema automatizado, chegar a uma pontuação próxima à máxima da tabela, deverá ter bons resultados na automação. Caso contrário, o resultado poderá ser insatisfatório, dependendo das premissas visadas.

A partir das premissas acima, monta-se o quadro 11 (página 65) para a mensuração.

O item SOMA é o resultado da somatória dos menores e dos maiores valores da última coluna, respectivamente, e indica a faixa onde é viável a automação.

Cabe destacar que estes critérios, que foram pesquisados na literatura e no questionário enviado às empresas, podem ter sua influência minimizada ou maximizada até a conseqüência final de automatizar ou não, dentro das estratégias de cada empresa, como citado nas limitações.

4.4 –GERENCIAMENTO

Qual a postura que a gerência ou a alta direção da empresa deve adotar quando deseja estudar se uma automação é viável para uma determinada área ou departamento?

O fluxograma para o estudo dos parâmetros e as decisões parciais é apresentado na figura 1 (página 57).

Quadro 11 - Proposta de mensuração dos parâmetros escolhidos

Parâmetro	1	2	3	4	5	Faixa valores
Tecnologia			xxx	xxx		3 - 5
Produtividade				xxx	xxx	5 - 10
Ergonomia			xxx	xxx		3 - 5
Confiabilidade				xxx	xxx	5 - 10
Aumento produção				xxx	xxx	5 - 10
Qualidade				xxx	xxx	5 - 10
Meio Ambiente				xxx	xxx	5 - 10
Custos				xxx	xxx	5 - 10
ISO 9000	xxx	xxx				0 - 1
Investimento			xxx	xxx		3 - 5
Pessoal			xxx	xxx		3 - 5
Flexibilidade			xxx	xxx		3 - 5
S O M A						45 - 86

Na primeira etapa examinam-se as questões apresentadas no item 4.1, que são fundamentais para a continuidade do estudo. Se as mesmas forem satisfeitas, continua-se o estudo; caso contrário, é interrompido por um período para avaliar se as condições tornaram-se propícias para retomar o assunto. Mas, como já foi dito, não basta esperar para acontecer; é preciso investir na mão-de-obra, buscar evoluir tecnologicamente. E também se sugere avaliar todas as 5 (cinco) questões, para que cada uma delas seja levada em conta em termos de análise de condições da empresa.

Na segunda etapa, depois de verificado que a automação preliminarmente é viável, cabe ao proponente mensurar os parâmetros consolidados para medir até onde a automação poderá ser totalmente viável ou somente parcialmente. Para esta fase é apresentado o fluxograma indicado na figura 2 (página 67), onde cada um dos parâmetros é avaliado e devidamente pontuado.

Para definir qual o valor que se deve adotar para cada parâmetro, o critério proposto é indicar uma pontuação para cada um deles. Numa escala de 1 a 10, atribuiu-se uma nota ao parâmetro. Se for superior a 8, deve ser escolhida a coluna de maior pontuação do parâmetro. Se estiver entre 5 e 7, adotar um valor intermediário entre os limites. Se entre 3 e 4, o valor será o menor. Se inferior a 3, será nulo.

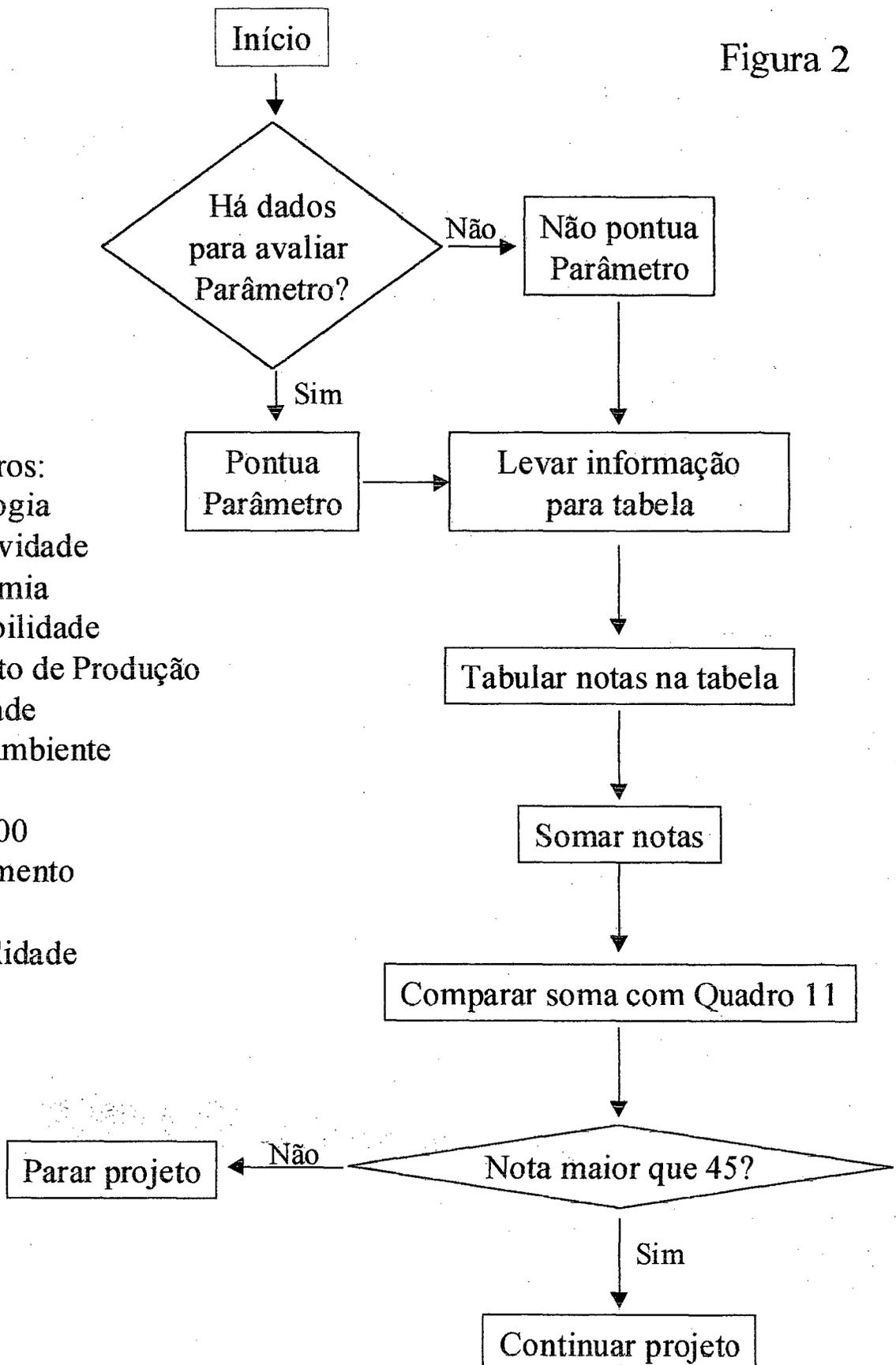
Cada um dos 12 parâmetros relacionados deve ser pesquisado interna e externamente, para ter-se a máxima certeza possível que nenhum detalhe foi omitido, visando obter-se a máxima confiabilidade no estudo.

De posse de todos os dados, cada um dos parâmetros deve ser minuciosamente analisado, para avaliar até onde cada um é passível de ser utilizado como positivo ou negativo para o objetivo visado. A empresa pode ter em mente um ou dois objetivos com a automação, mas somente estes não são suficientes para uma avaliação plena; podem ser atingidos. No cômputo total, porém, o resultado pode não ser positivo ou mesmo ser um fracasso total.

4.4 – AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA

Para verificar se a metodologia é viável, buscaram-se duas indústrias, dentre as que participaram da sondagem industrial, para testar a proposta apresentada. Uma empresa foi testada na fase preliminar. A segunda empresa foi testada nas duas fases do modelo e sua descrição e da área automatizada escolhida é apresentada no próximo capítulo. O estudo específico mostra a aplicabilidade da técnica e os resultados obtidos.

Figura 2



5. AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA

5.1 - INTRODUÇÃO

Quais os fatores determinantes que levam uma empresa a empenhar-se na aquisição de uma instalação automática, apesar do montante do investimento e riscos de produção? Esta é a questão que será estudada e avaliada neste capítulo, aplicando a metodologia desenvolvida no capítulo 4.

Para a avaliação, há duas possibilidades de escolha. Encontrar uma empresa que deseje automatizar e avaliar se ela deve ou não. As dificuldades para esta situação residem em definir uma organização e o tempo disponível para ter uma resposta. A opção foi escolher uma das empresas que participou da sondagem, aplicar a metodologia para uma instalação automatizada já instalada e verificar se a opção estaria certa se a tivessem avaliado conforme a metodologia. A etapa preliminar, face à possibilidade existente, foi avaliada em duas empresas, uma só neste estágio e a outra completa. Somente da empresa avaliada nos dois estágios foi feita uma descrição completa.

Para o objetivo do presente trabalho, o exemplo de automação descrito adiante é também uma oportunidade interessante para demonstrar a íntima relação entre as características do processo produtivo e as necessidades e conveniências de seu controle de qualidade.

Efetivamente, as operações manuais exigem freqüentes inspeções ao longo de sua ocorrência para verificar os resultados e garantir o controle necessário para manter o processo dentro da faixa de tolerância adotada, bem como permitir a localização e causa de desvios dos padrões estabelecidos. O produto passa por inspeção detalhada peça a peça. A produção automatizada necessita apenas acompanhamento e registros do perfeito funcionamento dos equipamentos dentro dos padrões estabelecidos e controle de algumas variáveis e elementos intermediários, além de uma inspeção final por amostragem. Isto devido a sua característica de constância de comportamento, perturbada apenas por fatos acidentais ou desgaste de equipamentos.

5.2 - A EMPRESA

Fabricante de metais sanitários, a empresa foi fundada em 1956, começando com a produção de artigos para a indústria de aparelhos odontológicos, passando depois para a fabricação de válvulas e registros para tubulações de água. Na década de 70, em conjunto com uma empresa produtora de tubos de plástico, começou a pesquisar novo produto, uma válvula de descarga isenta de golpe de aríete, chegando a bons resultados, mas o trabalho foi abandonado. Sentindo a possibilidade de obter um nicho de mercado com um produto desse tipo, surgiu a oportunidade de conseguir um novo parceiro na Europa, mais precisamente na Alemanha. O resultado foi o lançamento de uma válvula de descarga de concepção atualizada, com acionamento hidromecânico e que ainda é um dos seus principais produtos. Como desenvolvimento adicional, introduziu internamente o conceito de que novos produtos com tecnologia teriam sempre um mercado garantido e forte. Na década de 80, em parceria com uma empresa argentina, lançou sua linha de metais sanitários de alto luxo, ramo no qual é líder no mercado brasileiro. No início da década de 90, lançou uma linha de aparelhos economizadores de água, buscando um novo nicho no mercado e dando sua contribuição para a economia e conservação do precioso líquido, cuja falta já é prevista para o século 21, se a humanidade não tomar medidas para economizá-lo e conservá-lo.

A organização sempre buscou inovações tecnológicas em seus produtos e em seu processo produtivo. No produto, podemos citar as torneiras de fechamento com $\frac{1}{4}$ de volta, as torneiras eletrônicas, acabamentos diferenciados, etc.

No processo produtivo, desde as máquinas multifuso e os tornos denominados TBF, passando na década de 90 para o robô de lixamento, equipamento de polimento de metais, injetoras automáticas de plástico, as máquinas do tipo CNC e uma instalação automática de galvanoplastia. Este equipamento é o objeto de estudo deste trabalho.

A galvanoplastia assume importância fundamental porque este processo é responsável pela aparência do produto, o que por si já seria suficiente para ressaltar seu valor crítico. O cliente escolhe os metais sanitários de sua nova residência favorecendo este critério, antes de examinar aspectos funcionais e de durabilidade, mesmo porque estes fogem à capacidade de discernimento da maioria das pessoas leigas. Além do seu aspecto, porém, o revestimento externo é também elemento decisivo na proteção e resistência aos ataques químicos ou ambientais e ao desgaste resultante do uso, e responde pela facilidade de limpeza e impressão ao tato, características muito importantes durante a vida útil do produto.

Mas a preocupação primeira sempre foi a qualidade das peças, que acabou criando um padrão conhecido em todo o país. Esse padrão, inclusive, possibilita a exportação para países conhecidos por seu rigor, como os Estados Unidos e a Alemanha.

5.3 - INSTALAÇÕES DE GALVANOPLASTIA

O que é uma instalação de galvanoplastia? Neste texto será feita uma descrição das instalações de galvanoplastia sob o ponto de vista manual e automático, bem como das existentes na empresa estudada. Isto permitirá distinguir as instalações manual e automática em termos de operação e seu gerenciamento, suas vantagens e desvantagens. Especial atenção será dada às vantagens auferidas com a instalação automática e a influência sobre o controle de qualidade.

5.3.1 - A GALVANOPLASTIA

A galvanoplastia é um processo de revestimento eletrolítico de metais de largo emprego no mundo atual. Hartinger (1991, p. 619) destaca o processo como adequado para a obtenção de proteção contra corrosão, camadas decorativas, endurecimento superficial e vários outros fins, afirmando que os produtos galvanizados estão presentes em todos os segmentos da vida diária ou em artigos técnicos e máquinas.

Basicamente, o processo consiste numa seqüência de banhos alternados que preparam a superfície da peça e depositam eletroliticamente as diversas camadas que darão o acabamento desejado.

O que se pode dizer a favor das instalações manuais? São tão ruins assim? Para os padrões de países que trabalham visando um mínimo de mão-de-obra em suas operações industriais e que trabalham com grandes escalas de produção, podem não ser a melhor e mais produtiva opção. Mas o que dizer dos países em desenvolvimento? E das pequenas empresas que não têm recursos e escala de produção para mecanizar?

Entre as principais características das instalações manuais, temos, de acordo com Durney (1984, p. 567) :

- a instalação totalmente manual é a que proporciona a máxima flexibilidade possível, pois permite variações de peças com variações de tratamento, variações da espessura depositada ou variações de pós-tratamentos necessários, para baixas a moderadas produções sob condições variáveis;

- o arranjo mais eficiente para estas instalações é a de leiaute em “U”, pois minimiza as distâncias que os operadores têm que percorrer;

- a implementação de alguma mecanização, como uma talha em monovia, aumenta a produção, mas reduz a flexibilidade e só cabe nos casos de equipamento em linha;

- deve haver o máximo cuidado com os detalhes de movimentação para reduzir a fadiga dos operadores e evitar ineficiência.

As máquinas automáticas oferecem consideráveis vantagens, como uma regularidade de tratamento, elevada produtividade e baixo custo de deposição eletrolítica, escreve Bertorelle (1974, p. 187). Se fizermos uma comparação com as instalações manuais, o autor ainda adiciona as vantagens:

- ocupação de menor área fabril e menor espaço, para uma mesma produção;

- possibilidade de instalar tanques de maior largura e profundidade;

- possibilidade de utilizar gancheiras maiores, pois a movimentação não é manual e o equipamento carrega itens de maior peso sem dificuldade;

- maior duração das gancheiras, pois são menos manuseadas, garantindo, assim, um contato elétrico mais eficiente;

- controle mais apurado do processo produtivo, mantendo melhor regularidade e uniformidade da camada depositada, pois o sistema mantém um tempo de tratamento regular e constante;

- número limitado de descartes;

- utilização mais eficiente da mão-de-obra, com muito menor esforço no trabalho do homem;

- uma eficiência geral do trabalho melhorada em relação à manual.

Como conseqüência de todo o investimento num projeto mais apurado e moderno, visando melhorar todo o processo de trabalho, há também um ambiente de trabalho muito menos poluído. Estas instalações já incluem normalmente um sistema de exaustão e drenagem mais eficiente, objetivando proteção ao homem, no conceito de melhor qualidade de ambiente de trabalho, bem como garantindo maior durabilidade ao equipamento, livrando-o de gases ou vapores. Isto também contribui para zelar pela manutenção do ambiente externo à fábrica.

Repetindo algumas vantagens já citadas, Moll (1984, p. 606 e seguintes) apresenta suas considerações sobre as instalações automáticas:

- menor uso de espaço, mas só sendo verdadeiro quando os níveis de produção são considerados em conjunto com a mão-de-obra envolvida;

- são utilizáveis tanques mais largos e fundos;
- são passíveis de uso gancheiras maiores e mais pesadas, mas há limitações se estas devem ser manualmente transferidas nas áreas de carga e descarga, porém, os limites são mais elevados do que quando o ciclo é manual;
- melhor controle do arraste de líquidos entre os banhos, pois o tempo de transferência entre os banhos pode ser mais bem definido;
- menor perigo de contaminação das soluções, como consequência do item anterior;
- maior vida das gancheiras e melhor controle do isolamento dos contatos com as peças, mas dependente dos procedimentos de carga e descarga e influenciado pelo arranjo do local de guarda das gancheiras;
- torna possível uma ventilação mais eficiente;
- melhor controle do processo, como função dos tempos de processamento;
- manutenção dos banhos mais barata e de soluções mais desenvolvidas, se houver equipamentos auxiliares adequados, com bombas de alimentação, filtração contínua, etc. Como a produção é uniforme, podem ser adotadas adições normalizadas com frequência reduzida de análises;
- melhor controle de qualidade e especificações;
- menos refugos, como consequência de menor arraste, menor contaminação, melhor controle do processo e melhor manutenção dos banhos, mas que pode ser “estragada” pela descoberta tardia de defeitos;
- uso mais eficiente da mão-de-obra e materiais;
- condições de trabalho melhoradas.

Segundo o autor, para a seleção de uma máquina totalmente automática devem ser considerados, entre outros, os seguintes fatores:

- 1- necessidades de produção;
- 2- especificação das peças;
- 3- a carga e o tamanho da gancheira;
- 4- ciclo de tratamento;
- 5- tempo de transferência;
- 6- espaçamento entre ânodos;
- 7- necessidade de corrente elétrica por carga.

Na escolha de uma máquina automática, o principal fator de escolha não deveria ser somente o projeto mecânico em si, pois, mais importante que o desempenho da máquina, é que

sejam atendidas as necessidades de produção. É valiosa a participação de todo o pessoal envolvido antes da escolha final, em especial, revisando as necessidades de produção e todas as especificações. A máquina automática pode funcionar bem como uma unidade mecânica, mas, como um robô, está limitada pelas características de projeto nela embutidas.

O livro da W. Canning Ltd. (1978, pp. 107-109) historia a automação, ou melhor, a mecanização como passo inicial nas galvanicas, a partir da década de 1920, e somente em empresas com alta escala de produção e componentes similares, mantendo-se até a década de 1960. Na década de 70 a figura começou a mudar, com a disseminação de instalações mecanizadas e automatizadas, atendendo desde a produção em massa da indústria automobilística até as pequenas séries e variações de componentes. Em termos simples, uma linha automática de galvanização nada mais é que uma linha de tanques de processo com um sistema de movimentação das gancheiras sobre os mesmos.

Cabe aqui distinguir os dois tipos básicos de linhas automáticas. A primeira tem uma seqüência fixa de transporte, por meio de um transportador aéreo de corrente ou similar, que ainda é a preferida para grandes séries de produção. A segunda é a de programação variável, na qual temos sobre os tanques um sistema de transporte por pontes rolantes (uma ou mais, dependendo do tamanho da instalação e das variáveis de acabamento); um controlador programável permite variar a seqüência do processo conforme as necessidades de produção. O coração da instalação é o controlador.

Em seu curso de galvanoplastia, a ABTS (Associação Brasileira de Tratamento de Superfícies), (1995, p. 3.2), quando comenta os tipos de equipamentos utilizados em galvanoplastia, diz que o manual é o convencional e barato, mas problemático em termos de controle de processo e treinamento de pessoal, pois depende 100 % da mão-de-obra. Para as instalações automáticas, tece as mesmas considerações que Canning, em termos de tipos de equipamentos e suas aplicações. O sistema programado exige maior área para instalação, pode ter carga e descarga do mesmo lado e é operado com um microprocessador eletrônico.

Em rápida análise, Noppengy (1995, pp 64-65) ressalta a importância de um adequado controle das peças a serem galvanizadas antes das mesmas entrarem em uma instalação automática de galvanoplastia, para evitar o aparecimento de refugos na operação e a necessidade de um reprocessamento com um custo adicional muito superior ao normal. Cita a existência de “softwares” adequados que permitem acompanhar os parâmetros do processo e transformá-los em dados para atender à norma ISO 9000, bem como alertar os usuários se algum item do processo está chegando ao limite tolerável.

Maia (1996, pág. 26/38) relata sobre a indústria de galvanoplastia no Brasil, onde operários e especialistas concordam que nosso país está bem evoluído nessa área. A indústria automobilística foi o diferencial, obrigando as empresas a se atualizarem tecnologicamente. Mas há pouco investimento no setor e as exigências são por boa produtividade. Os equipamentos mais procurados são os que protegem o meio ambiente, antes da eletrodeposição, face à pressão dos órgãos ambientais. E a demanda por equipamentos automatizados aumentou, sem distinção da dimensão da empresa, mas do tipo de aplicação. E o objetivo é aumentar a produtividade e melhorar/assegurar a qualidade.

Da literatura citada, podemos resumir abaixo os principais parâmetros que devem ser levados em conta como positivos para sua implantação:

1. utilização de gancheiras maiores, limitadas pela carga/descarga e pelo dimensional da máquina;
2. melhoria ambiental, com projeto mais apurado e moderno;
3. melhor controle do processo, nos tempos de processamento;
4. permite automatizar o CEP;
5. não sofre as restrições humanas como fadiga e monotonia;
6. elevada produtividade;
7. exigência de clientes;
8. melhor qualidade - "processo estável e capaz".

5.3.2 – A INSTALAÇÃO MANUAL

A instalação manual de galvanoplastia foi implantada no local atual, em 1987, e começou modesta, executando somente peças cromadas tradicionalmente. A evolução dos processos e a demanda do mercado por novos acabamentos, fruto do lançamento de metais sanitários de alto luxo, aliada ao desejo da empresa de sempre inovar em termos de tecnologia e acabamento superficial do produto, implicaram no desenvolvimento de acabamentos mais sofisticados. Isto ocasionou a introdução de novas linhas e mais tanques de processo, ocupando todo o espaço disponível para a instalação manual.

Na instalação manual, toda a movimentação das gancheiras, dispositivo onde são presas as peças a serem galvanizadas, é feita manualmente, com o operador carregando as mesmas de um banho para o outro, imergindo, agitando e retirando dos tanques. As operações de transporte interno, movimentação e outros procedimentos, bem como o controle de tempo de permanência

em cada banho, são realizadas manualmente por operadores treinados para executar de memória as operações processuais, especialmente no referente à seqüência de cada processo específico e aos tempos, que são controlados com auxílio de temporizadores. O controle do processo é feito periodicamente através de medições da temperatura dos banhos, seu pH e análise da concentração dos mesmos. Os números são plotados em cartas de controle (CEP), em função das quais são feitas as correções necessárias para garantir a qualidade desejada.

O controle de qualidade do produto consiste de ensaios e medições da espessura e uniformidade da camada de metal, seu brilho e estado microscópico da superfície. Todas as peças, antes da montagem final, são visualmente examinadas por operadores treinados, cujo rigor surpreende os visitantes desavisados, mas que garantem perfeição no acabamento superficial e garantia de ausência de defeitos que poderiam comprometer a vida futura do produto.

Esta instalação está capacitada a produzir todos os tipos de acabamento vendidos pela empresa.

Quando da instalação da linha automática, a manual existente ocupava uma área de 440 metros quadrados, contendo 77 tanques com diversos banhos preparatórios de galvanização e de lavagem das peças em produção. Operava em dois turnos de 8,8 horas, de segunda à sexta-feira, de duração equivalente e com capacidade para processar 40.000 dm²/mês, em peças para metais sanitários. Para adequá-la às atuais necessidades de produção e proceder a sua atualização tecnológica, foi totalmente remanejada, com piso antiácido, e só trabalha em um turno, com oito operadores, podendo produzir 80.000 dm²/mês. Atende aos acabamentos especiais, cujo volume de produção não favorece uma instalação automática.

5.3.3 - A INSTALAÇÃO AUTOMÁTICA

Desde 1987, o prédio já previa espaço para uma futura instalação automática. Esta já havia sido avaliada, mas não realizada pelo montante do investimento necessário e redução do nível de produção, após o fracasso do Plano Cruzado. Este plano chegou a incentivar a negociação e consulta para a aquisição do equipamento, mas a redução dos níveis de produção inviabilizou o projeto. Com o advento do Plano Real e a estabilização do mercado, retomou-se o projeto de uma instalação mais adequada à demanda e capacitação tecnológica da empresa.

O equipamento da instalação automática de galvanoplastia foi adquirido no mercado brasileiro, face à melhor relação custo/benefício e possibilidade de obter financiamento pelo FINAME. Com essa aquisição, a empresa realizou seu propósito de dotar-se de melhores

condições técnicas e operacionais para aumentos de produção e futuro atendimento às normas internacionais ISO 9.000 e 14.000. A opção pela automação visou aumentar sua capacidade de produção, incrementar a consistência da qualidade, melhoria no ambiente de trabalho e redução de efluentes ambientais.

A instalação compreende um sistema totalmente automático, com comprimento de 60 metros e largura de 11 metros, com 50 tanques para os diversos banhos de preparação, galvanização e acabamento, incluindo uma secção de decapagem das gancheiras.

A instalação é em linha, com tanques de maiores dimensões, somente possível em máquinas automáticas, com a movimentação das gancheiras efetuada por 6 pontes rolantes que substituem a movimentação manual. As gancheiras carregadas com as peças polidas chegam ao local em carros manuais de transporte. Na área de entrada do sistema são retiradas dos carros e colocadas nos barramentos de cobre, que servem de suporte, e também como contato elétrico durante o processamento eletrolítico. São apanhadas pelas pontes rolantes em uma das extremidades da linha e retornam ao mesmo local com as peças acabadas. A preparação das gancheiras, por razões de tempo e espaço, é feita em local apropriado, ao lado do local de apanha ou na produção, antes do processo de galvanoplastia.

A movimentação dos barramentos carregados com as gancheiras cheias de peças durante o processamento é realizada por intermédio das pontes rolantes, de pequeno porte, as quais possuem dispositivo para engatar e desengatar os barramentos. Estas pontes possuem acionamento comandado por CLP - controlador lógico programável, - interligado com o computador para registro e armazenamento das informações essenciais de todas as operações realizadas, referenciadas aos lotes identificados, para qualquer eventualidade de investigação futura e total rastreabilidade de toda a produção.

Na nova instalação, apenas permanecem como operação manual a transferência das gancheiras carregadas entre os carros de transporte e os barramentos para entrar e sair no sistema.

O controle de processo foi aperfeiçoado pela medição e registros contínuos, ou em intervalos adequados, das variáveis temperatura e pH dos banhos, com comandos para ações corretivas nas fontes de aquecimento e adições dosadas segundo programas contidos no CLP.

Além destes aperfeiçoamentos, foi introduzido o controle da variável Ampère-hora (Ah) acumulado segundo critérios definidos, permitindo ao CLP avaliar o consumo dos eletrodos e da solução do banho, para comandar adições corretivas de solução e eventuais substituição dos eletrodos.

A operação exige dois operadores por turno e sua capacidade atinge 450.000 dm²/mês, em peças.

Um sistema completo de exaustão dos vapores e gases resultantes do processo e seu imediato tratamento e neutralização reduzem a emissão de poluentes atmosféricos em níveis que atendem a legislação pertinente. Os efluentes líquidos são reduzidos a um nível muito inferior ao da instalação manual, porque as adições líquidas serão dosadas com maior otimização, resultando também em ganhos econômicos não desprezíveis. Um sistema de reciclagem e/ou recolha dos efluentes completa o equipamento, sendo os mesmos tratados na estação de tratamento externa ao prédio.

Todas as atividades do sistema são registradas no computador central, visando garantir a rastreabilidade exigida pela norma ISO 9000 (já obtida pela empresa). As melhorias introduzidas no controle ambiental, seja na exaustão como na redução de efluentes líquidos, além de atender à legislação estadual e federal, também facilitam o futuro cumprimento da ISO 14.000. Esta condição é considerada uma necessidade futura, não apenas para exportação destinada à Europa, mas por exigência de todo o mercado consumidor.

Face às dimensões da instalação e sua capacidade de produção, foi projetada para produzir os acabamentos mais vendidos pela empresa, o cromado e o dourado.

5.3.4 - NOVO SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE

Os requisitos básicos do sistema controlam as variáveis essenciais com maior qualidade e confiabilidade, em comparação com o sistema manual, incluindo outras variáveis e controles, aos quais são agregados os registros dos resultados e das medições principais do processo.

As variáveis críticas do processo, com medições e registros automáticos e contínuos, ou em intervalos inferiores a 30 minutos, são:

- temperaturas de todos os banhos com aquecimento controlado;
- pH de todos os banhos galvânicos;
- Ah médios de todos os banhos galvânicos;
- Ah acumulados para cada lote de peças.

Para garantir, ao longo da vida da instalação, a constância dos comportamentos de movimentação, das medições e registros de Ah, temperatura e pH, dos fluxos de dosagem das adições e das correções dos banhos e sua temporização, os respectivos aparelhos e instrumentos são aferidos e devidamente registrados em auditorias periódicas, com os necessários ajustes.

A organização do esquema de aferição preventiva e corretiva foi planejada com todos os detalhes, prescrevendo o quê, quando e como deve ser realizado nestas verificações. Este programa foi elaborado com apoio do fornecedor do sistema.

A redundância do sistema eletrônico é submetida a testes periódicos, salvo se o sistema deflagre o alarme e faça o registro de todas as alterações autoimplantadas.

Em etapa posterior, se considerado necessário ou útil, poderão ser incluídas variáveis básicas do processo a montante, com registros por lote de todos os valores críticos dos seguintes processos:

- fundição: data, temperatura média de vazamento, tratamento térmico e resultado do Controle de Qualidade;
- usinagem: data, operações realizadas, equipamentos utilizados, resultado do Controle de Qualidade.

5.4 – DADOS PARA AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA

Neste item serão arrolados, dentro dos parâmetros indicados no capítulo referente à metodologia, uma série de informações levantadas na empresa e que servirão de base para a avaliação do processo de decisão.

1 - **Tecnologia** mais apurada, com o uso de equipamento mais moderno, dentro das técnicas e “estado da arte” mais condizentes com a globalização a ser enfrentada. Também já previa a possibilidade de exigência de clientes, especificando a produção de suas peças em instalações automáticas (é o caso das exportações aos EEUU). Cabe citar que a concorrência e empresas que utilizam o processo já dispunham desse tipo de equipamento.

2 - Em termos mais simples, a **produtividade** deveria ser alcançada, pois haveria uma redução significativa de pessoal com aumento de produção, fruto dos banhos de maiores dimensões. Também se previam ganhos em insumos químicos.

3 - Uma preocupação latente era buscar um trabalho menos cansativo para os operadores, pois a própria contratação de pessoal para trabalhar na unidade manual obrigava o recrutamento a selecionar pessoas de compleição mais robusta, para suportar o ritmo diário de produção. A **ergonomia** era um fator de preocupação. Alguns itens de importância são citados:

a) a redução do trabalho manual e eliminação do esforço físico continuado contribuem para melhor qualidade do trabalho;

b) o trabalho é bem melhor hoje, em termos de insalubridade e perigo, além de ser menos monótono e exigir menor esforço.

4 - Todas as informações disponíveis indicavam que o processo seria mais controlado, dando maior **confiabilidade** ao produto final do departamento.

O Controle Estatístico do Processo (CEP) era feito manualmente na instalação antiga, e assim permanece até hoje. Em compensação, é feito via PC, na instalação automática. Com isto é obtido:

a) a automação de todos os ciclos processuais e as medições contínuas ou periódicas permitirão grande efetividade no controle do processo, e os registros computadorizados garantem a rastreabilidade das características dos lotes produzidos;

b) há uma garantia de repetibilidade, permitindo a rastreabilidade de eventuais falhas e uma prevenção ou correção mais rápida das mesmas, pois são detectadas com mais rapidez.

5 - Possibilitar um **aumento de produção** para atingir aos novos níveis desejados, em especial, nas peças de maior produção e acabamentos mais solicitados.

Devem ser levados em conta:

a) antes da nova instalação, a galvanoplastia era o gargalo da produção, o que sempre ocasionava maior pressão sobre a mesma dos clientes internos, com todas as suas conseqüências negativas. Hoje outras áreas sofrem esta pressão, permitindo à secção operar adequadamente;

b) em termos de produção de toda a unidade fabril, em 97, eram 60.000 kg por mês, e hoje chegam a 90.000 kg. /mês. A instalação automática começou a operar em maio de 96;

c) a manutenção em operação da linha manual, para produção de itens de acabamento diferenciado não previstos na instalação automática, trouxe uma certa segurança de operação, pois eventuais paradas de maior duração da linha automática podem ser compensadas parcialmente por aquela;

d) para garantia da produção em face do investimento, efetuou-se uma programação dos investimentos adicionais para a implementação, como a execução das fundações e o piso antiácido, além do projeto e fabricação cadenciada das novas gancheiras, de dimensões bem maiores que as da linha manual;

6 - A busca de uma melhoria de **qualidade** assegurada, ainda mais apurada, obtida com o controle via CLP, o que resulta em tempos de processo iguais para os banhos, garantindo a qualidade de acabamento. A repetibilidade do processo automático permite esta melhora. Entre os resultados obtidos pode-se citar:

a) a redução do nível de refugo, além do ganho nas peças, ocasiona um menor consumo de produtos químicos, e toda a mão-de-obra necessária para nova produção bem como ao retrabalho antes de voltar à galvanoplastia para novo acabamento;

b) a instalação manual tinha um índice de refugo variando de 10 a 12 %. Atualmente, a média da seção é de 2,7 %, sendo 7,19% na manual, e 2,06 % na automática.

7 - Como se trata de um equipamento de projeto atual, já inclui todas as necessidades em termos de exaustão dos banhos que a exigem, criando assim um melhor **ambiente** de trabalho. Este fato melhora a qualidade de vida do pessoal que trabalha na área e é um passo favorável para uma futura implantação da ISO 14.000. Ainda podem ser citados:

a) o menor uso de água de lavagem reduz a quantidade dos efluentes líquidos. Em 1997, o consumo de água era de cerca 20 litros por dm², totalmente descartado e tratado. Hoje é de cerca de 5 litros, com 40% da água recirculada;

b) a instalação traz mudanças de processo, como nos banhos de cianeto, que pode ser eliminado no acabamento de peças cromadas, mas permanece no de peças douradas. Isto reduz em 70 % a geração de poluentes com esse elemento nocivo, com a conseqüente redução de efluentes a tratar;

b) redução de emissões atmosféricas, devido à exaustão extensiva e tratamento com eliminação ou neutralização de elementos poluentes.

8 - Era esperado que, com o alcance dos objetivos como aumento de produtividade, aumento de produção, melhoria de qualidade e melhor ambiente, também os **custos** de operação fossem reduzidos. Entre os principais itens de melhoria neste aspecto podem ser citados:

a) economia de água no processo, pelo melhor controle dos banhos de lavagem e redução de respingos, com conseqüente redução do volume a tratar na Estação de Tratamento de Efluentes, o que traz nova economia, seja financeira, seja ambiental. Também se melhorou o controle efetivo de vazão e há recuperação e recirculação de determinadas águas de lavagem. Com as melhorias introduzidas pela instalação automática e mais os trabalhos de melhoria em geral, o consumo de água baixou de 180 para 95 m³/dia (e a produção aumentou!!!);

b) os contaminantes concentrados nas águas de lavagem por arraste retornam à máquina, o que diminui o teor de produto na água tratada;

c) redução de consumo de eletrodos, solução de banhos e adições, energia elétrica e todos os insumos devido ao melhor e contínuo controle das variáveis críticas, resultando maior eficácia e otimização do processo;

d) menor dispêndio de produtos químicos, por trabalhar em circuito fechado, com uma racionalização de seu consumo por dm² de peça produzida.

10 - O uso da informática para acompanhamento dos dados dos CLP's permite que haja rastreabilidade de todas as informações de produção e processo, condição importante para obter a certificação da **ISO 9.000**. Esta foi obtida dois anos após o início de operação da instalação automática.

11 - O **investimento** previsto na instalação era elevado, da ordem de US\$ 3.000.000,00, aí inclusos o equipamento propriamente dito, mais a execução das fundações e o piso de proteção antiácido, bem como todas as mudanças exigidas no local para possibilitar a montagem. A negociação final foi dirigida para um fornecedor brasileiro, pelas facilidades em obter um financiamento da FINAME, fator importante para obter os recursos necessários e estender os pagamentos no tempo, adequados à disponibilidade financeira da empresa.

12 - A implementação trouxe diversas conseqüências. Obteve-se um aumento de produção; a proporção de empregos foi menor, mas houve necessidade de **peçoal** mais qualificado para trabalhar na linha automática. As condições ambientais tornaram-se melhores, seja pelo ambiente de trabalho seja pelo esforço físico exigido dos operadores, agora bem inferior ao da linha manual. Como detalhes mais específicos podem ainda ser destacados:

a) a eliminação de todo manuseio durante o processo propriamente dito permite grande redução de mão-de-obra direta e diminuição significativa de esforço físico;

b) em 95, trabalhavam no local, 45 pessoas diretas mais os indiretos. Atualmente, são 17 diretos e 2 indiretos;

c) hoje o salário é superior, pois a qualificação do pessoal é maior;

d) em termos de treinamento podemos destacar o que foi realizado em três etapas:

- com o fornecedor da instalação de galvanoplastia e com o fornecedor do “software” de informática, face às novas funções que o sistema trazia para o pessoal. Efetivou-se na própria empresa, com o equipamento montado. A questão básica era testar e pôr em operação todo o conjunto;

- com a Associação Brasileira de Tratamento de Superfície (ABTS), para dotar o pessoal de novos conhecimentos, em especial, o que acontecia no processo de galvanoplastia propriamente dito;

- com cursos internos visando conhecimentos diversos, dentro dos programas de treinamento da empresa;

- treinamento do pessoal de manutenção para atender à nova instalação deste porte e complexidade;

- e) a redução do trabalho manual e a eliminação do esforço físico continuado contribuem para melhor qualidade do trabalho.

13 - Em termos de **flexibilidade** não havia preocupações, pois a própria constituição da linha a permitia. A única mudança neste sentido foi o uso de maiores gancheiras, mas desde que dentro do acabamento visado e cujo nível de produção era suficiente, a linha automática permitia qualquer tipo de peça.

5.5 - AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA

De posse das informações contidas no item 5.4, são conhecidos os dados da empresa para avaliação de valia ou não um investimento em automação.

Seguindo o fluxograma indicado na figura 1, vai-se testar a etapa preliminar para decidir pela automação ou não.

5.5.1 – ETAPA PRELIMINAR

Para fazer-se uma simulação de como funcionaria esta etapa, adotamos primeiramente uma empresa têxtil das que responderam ao questionário.

No começo da década de 90, em visita a uma feira industrial na Europa, observou-se uma máquina de dobrar toalhas e uma de embalar, em operações separadas. O interesse inicial voltou-se para a de dobrar, área de intensa utilização de mão de obra na fábrica.

As características da máquina eram:

- capacidade para 450 peças por hora, em um turno de 8 horas e dependia de uma pessoa para a alimentação.
- Seu preço era da ordem de US\$ 20.000,00.
- Não acrescentava nada em tecnologia e exigiria mudança da embalagem, com qualidade duvidosa.

A produção manual que era utilizada na fábrica produzia 500 peças por hora em um turno, empregando duas pessoas, uma dobrando e um embalando as toalhas.

Com estes dados, avaliando pela etapa preliminar através do fluxograma, teremos:

- Tecnologia absorvível – sim, a fábrica atendia este quesito, pois já tinha outros equipamento automáticos.
- Melhora o trabalho – sim.
- Aumenta a produção – não, o que eliminaria a idéia.

Continuando a avaliação, para verificar os demais itens que poderiam alterar a decisão.

- Melhora/mantém a qualidade – duvidoso, por causa da embalagem.
- Reduz custo/ aumenta a produtividade – não.

A decisão da empresa foi de não adquirir as máquinas e não se arrependeram. O fluxograma comprovou a exatidão da solução de não automatizar a produção neste item.

Para a empresa objeto do estudo mais acurado, as razões para automatizar seriam, sempre observando o roteiro conforme fluxograma da figura 1:

- a) interessa à empresa trazer nova tecnologia para dentro de seu parque fabril, tendo condições para absorvê-la. O risco com a nova tecnologia deve ser compensado pelo aumento de produção e pelo atendimento em termos de qualidade e produção. Ademais, há outras instalações semelhantes em operação no Brasil, e a empresa conhece e domina o processo;
- b) retira o homem de tarefas repetitivas, insalubres e penosas. A empresa tem condições de obter ou treinar mão-de-obra qualificada para a operação do equipamento;
- c) o mercado tem condições de aumento de produção e a instalação elimina um gargalo de produção;
- d) a expectativa quanto à qualidade é de melhoria, pelo melhor controle do processo;
- e) haverá ganhos de produtividade, com redução de mão-de-obra e diminuição no consumo de água e insumos químicos.

As considerações acima permitem dizer que a empresa tem condições de estudar em maior profundidade a possibilidade de realizar um investimento em automação. Deve continuar o processo de decisão, uma vez que os quesitos preliminares são atendidos.

5.5.2 – ETAPA FINAL

Em termos de parâmetros conceituais, os diferentes pontos a ponderar para decidir em torno desta etapa, são:

- 1) tecnologia - já definido na etapa preliminar, pois continua válido;
- 2) produtividade – haverá ganhos em termos de pessoal e insumos;
- 3) ergonomia – o equipamento vai aliviar o trabalho do pessoal do setor;
- 4) confiabilidade – deve melhorar com o controle automático do CEP, pelo sistema computadorizado;
- 5) mercado – deve expandir-se;
- 6) qualidade – deve melhorar pela confiabilidade e melhor controle do processo;
- 7) melhores condições de trabalho – sim, pois alivia o homem de tarefas pesadas;
- 8) melhoria ambiental – sim, pois o equipamento virá com sistema completo de exaustão, melhor que o da instalação manual;
- 9) investimento – a empresa está disposta a bancá-lo;
- 10) qualificação de pessoal – não deve haver dificuldades com relação a este ponto;
- 11) flexibilidade – o uso das gancheiras permite qualquer tipo de peça dentro da linha fabricada pela empresa;
- 12) futuro – a empresa tem pessoal que pode lidar com o equipamento;
- 13) robô – não cabe a análise;
- 14) treinamento – será providenciado onde necessário.

Examinando-se os parâmetros práticos, resultado da sondagem industrial, tem-se as seguintes conclusões ou definições:

- 1) é importante ter novos equipamentos mais modernos;
- 2) haverá redução do quadro de pessoal;
- 3) ter-se-á maior produtividade e é esperada uma redução de custos;

- 4) no início de operação, provavelmente terá dificuldades com o funcionamento do equipamento, até ter o domínio da tecnologia;
- 5) o equipamento é compatível com a ISO 9.000;
- 6) o equipamento permitirá um melhor controle do processo e a automação do CEP;
- 7) haverá um aumento de produção, que é desejado pela empresa;
- 8) o investimento será atenuado por um financiamento do FINAME;
- 9) um equipamento mais moderno e preparado permitirá reduzir os efluentes gerados pelo processo;
- 10) o ambiente de trabalho será melhorado bem como as condições de trabalho dos operadores;
- 11) não cabe a análise;
- 12) não haverá perda de flexibilidade;
- 13) a qualificação do pessoal está entre os objetivos da empresa;
- 14) o fornecedor é nacional e a fábrica já tem pessoal acostumado a lidar com equipamento automatizado, reduzindo os risco nessa área;
- 15) a manutenção será adequada ao novo equipamento;
- 16) um aumento de competitividade é necessário para lutar no mercado brasileiro e possibilitará melhores condições de aumentar exportações.

O processo de decisão permite avaliar que a empresa tem condições de ingressar nessa nova tecnologia, em termos de galvanoplastia. As questões conceituais e práticas foram respondidas, em maior ou menor escala, como sendo favoráveis a levar para frente a decisão de automatizar.

5.5.3 – MENSURAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Esta etapa prevê a mensuração dos critérios selecionados, conforme estabelecido no capítulo 4.3. Será feita a avaliação de cada um dos parâmetros consolidados, para obter-se uma pontuação que permita dizer se a automação poderá ou não ser bem decidida, de acordo com o processo de decisão em estudo.

Cada um dos doze parâmetros será estudado a seguir, e sua pontuação será estabelecida em função das informações constantes nos capítulos 5.5.1 e 5.5.2, calculada de acordo com o que preceitua o capítulo 4.4.

Tecnologia - houve real interesse em melhorar esse parâmetro; a instalação manual era incompatível com o nível tecnológico dos seus produtos. Ganhar em produtividade, qualidade e nível de competitividade no mercado nacional e internacional foi fundamental para se optar pela decisão de automatizar. Para este item a nota é 10, logo, ganha a pontuação máxima (5);

Produtividade - era esperada em todos os aspectos, seja em termos de redução de mão-de-obra, por permitir o uso de gancheiras de maiores dimensões, seja em insumos, tanto pelo melhor controle do processo quanto pela menor geração de efluentes a serem tratados. Pela importância do objetivo, ganha nota 10, com pontuação máxima (10);

Ergonomia - o fato de não ter mais pessoas carregando e manuseando gancheiras em toda a linha, evidencia o que foi melhorado. Permaneceram os esforços no carregamento das gancheiras, mas de intensidade e frequência bem menores. Foi colocado como um parâmetro de média importância, mas crítico no futuro, ganhando nota 7, com pontuação intermediária (4);

Confiabilidade - o sistema de informática melhoraria a obtenção dos dados e o processo também se tornaria mais constante. O CEP manual foi substituído pelo automático, garantindo melhores resultados. Pela importância atribuída pelas empresas e pelas consequências sobre a qualidade, ganha nota 9, com pontuação quase máxima (9);

Aumento de produção - como objetivo muito importante, para atender o mercado e visar o crescimento da empresa, recebe nota 10, com pontuação 10;

Qualidade - toda a literatura e as respostas aos questionários colocam este ponto como fundamental na decisão de implementar um sistema automático. Pelo melhor equipamento, independência relativa do uso de mão-de-obra e melhor controle do processo, era esperada uma melhoria substancial. Para efeito de mensuração, recebe nota 9, com pontuação quase máxima (9);

Meio ambiente - também um aspecto visado pelas organizações, todo o projeto visou melhorar este parâmetro, embora não estivesse como objetivo direto a obtenção da ISO 14.000. Merece nota 8, com pontuação intermediária (4);

Custos - na atual situação das empresas face à globalização e concorrência interna, é sempre um objetivo fortemente visado e cujos resultados devem aparecer face ao aumento de produtividade, redução de insumos e à melhoria dos índices de qualidade. Deve ter nota 10, com máxima pontuação (10) nesse item face à concorrência no mercado;

ISO 9000 - não havia o interesse imediato pela norma quando foi adquirida a instalação; ganha nota 5, com pontuação mínima (0);

Investimento - foi elevado para a dimensão da empresa e o FINAME foi a solução para permiti-lo; ganha nota 7, com pontuação média (3);

Pessoal - a empresa sabia que haveria uma redução na quantidade de pessoal, mas este objetivo era importante em termos de produtividade e custos, bem como na melhoria das condições de trabalho. Houve, porém, uma grande preocupação em termos de treinamento e uma melhor qualificação do pessoal, com conseqüentes melhorias salariais. A nota é 8, com pontuação intermediária (4);

Flexibilidade - normalmente é uma condição negativa na aquisição de equipamentos automatizados. Estes equipamentos só produzem uma opção de peça ou uma pequena série. O ideal é obter-se uma flexibilização com a automação, de modo a atender qualquer demanda de produção, seja em termos de diferentes produtos ou de quantidades. Quase sempre se ganha na maioria dos parâmetros e perde-se neste. No exemplo, isto não acontece, pois as gancheiras permitem uma troca de tipo de peças sem influenciar no equipamento, mas tão somente mudando o formato no sistema de agarramento das peças e, pela maior dimensão, aumentando a quantidade por gancheira. Merece, pois, nota 10, com a pontuação máxima do item (5).

Uma entrevista completa com o gerente da unidade fabril, onde foi instalado o equipamento automático, forneceu as informações necessárias para esta fase do trabalho.

A partir dessas informações, foi montado o quadro 12, que tem a mesma estrutura do quadro 11, em termos de número de colunas de pontuação e linhas com os parâmetros consolidados.

Para definir a pontuação da empresa em foco, foram assinaladas as colunas de acordo com as considerações feitas, onde cada parâmetro foi avaliado e pontuado.

A soma das pontuações atingidas pela empresa representa 90,7 % do total viável, isto é, 78 pontos em 86 pontos. Este resultado demonstra que a decisão de aquisição e instalação de um equipamento automático, para a galvanoplastia, deve ter atingido quase plenamente os objetivos visados pela empresa.

Quadro 12 - Avaliação da Metodologia

Parâmetro	1	2	3	4	5	Faixa valores
Tecnologia				xxx		5
Produtividade					xxx	10
Ergonomia				xxx		5
Confiabilidade					xxx	10
Aumento produção					xxx	10
Qualidade					xxx	10
Meio Ambiente				xxx		5
Custos					xxx	10
ISO 9000	xxx					0
Investimento			xxx			3
Pessoal				xxx		5
Flexibilidade				xxx		5
S O M A						78

5.6 – CONCLUSÃO

O resultado da avaliação pela metodologia proposta foi bastante favorável a uma decisão de automação pela empresa. Os dados descritos no capítulo 5.4 atestam que, na prática, as premissas esperadas tornaram-se realidade. Nesse caso particular, em que uma grande série de fatores foi levada em conta e obteve-se uma decisão a favor da automação, a metodologia mostrou-se bastante eficaz. O fato de ter-se adotado um caso real, onde o equipamento já foi

implantado, pode ter tido alguma influência no resultado final, mas este foi tão favorável à decisão de automatizar, que não deixa maiores dúvidas.

6 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A decisão de automatizar ou não uma área de produção ou um equipamento é um passo importante numa empresa, pelo investimento que normalmente exige e pelas conseqüências operacionais e sociais. Neste trabalho, foi pesquisada uma metodologia para auxiliar o executivo em sua decisão, que é tomada, muitas vezes, por efeito emocional ou baseada em informações parciais, que podem não levar a um resultado positivo.

6.1 – CONCLUSÕES

Como foi ilustrado nos Capítulos 4 e 5, a metodologia é viável e torna-se uma ferramenta útil para a tomada de decisão. Nem sempre a direção da empresa encontra motivos para proceder a uma automação e justificar o investimento para os acionistas ou conselho. Esta metodologia serve para orientá-lo e encaminhar uma solução que atenda a seus anseios.

Nota-se, portanto, em termos do presente trabalho, que o objetivo geral foi atingido, com a conclusão do trabalho, apresentado no Capítulo 5.

Os objetivos específicos também foram atingidos, pois:

- a) foi consultada literatura sobre o tema, em especial, sobre automação, explicitada no Capítulo 2;
- b) como consulta às empresas, foi elaborado um questionário, cujos números foram utilizados na elaboração da metodologia. O questionário faz parte do anexo 1 e seus números estão resumidos no Capítulo 3;
- c) uma das empresas pesquisadas no questionário foi escolhida para modelo de avaliação da metodologia proposta, tanto no roteiro preliminar quanto no roteiro final, com uma 2ª opção para teste do roteiro preliminar. Foi estudada no Capítulo 5.
- d) a metodologia proposta no Capítulo 4 foi avaliada e seus resultados corroborados, conforme Capítulo 5.

Os pressupostos básicos foram verificados e comprovados:

O aumento de produtividade e a padronização da qualidade são previstos na literatura pesquisada. Do mesmo modo, são vistos nas respostas ao questionário tanto como objetivos visados, como nas vantagens alcançadas, com destaque, isto é, com maior percentual de respostas.

A melhoria do sistema, como um todo, não é explícita. A literatura coloca como itens correlatos a maior confiabilidade no processo, aumento de qualidade e a busca de melhorias ambientais, tema muito caro no mundo atual. E as empresas, o que dizem? É necessário manter-se em dia com o estado da arte, visando maior confiabilidade ou segurança de operação, assegurando ou melhorando a qualidade do produto, assegurando melhor ambiente de trabalho e redução de descartes.

O crescimento da produção como elemento básico para decisão é sempre citado, tanto na literatura como pelas empresas.

A informatização é normalmente ligada à automação, pois, do contrário, quase que só seria obtida uma mecanização, sem realimentação de informações. O tema é bem colocado na literatura, mas também citado nas respostas aos questionários.

Fatores subjetivos e objetivos sempre surgem em metodologias para decidir, se bem que os objetivos possibilitam avaliações mais precisas. Na literatura, ambos os fatores são citados, quando se fala em aumento de produção e desenvolvimento de pessoal. No suporte prático, é colocado em termos do desenvolvimento do pessoal.

Cabe destacar que, o trabalho foi lastreado em ampla pesquisa bibliográfica e numa pesquisa em empresas, o que o torna, em princípio, válido, dentro dos limites onde foi aplicado. O número de variáveis para estudo e avaliação é grande, mas pode haver casos em que alguns dos parâmetros consolidados sejam de difícil avaliação. Neste caso, caberia um estudo mais acurado nessa área para obter a melhor solução ou informação.

Para a elaboração deste trabalho, foram encontradas algumas dificuldades. A elaboração de um questionário compatível, para obter as informações com os resultados almejados, foi uma delas. A elaboração de um questionário com questões pertinentes para obter as respostas adequadas foi uma tarefa gratificante pelos resultados obtidos. A escolha das empresas consultadas e a obtenção das respostas exigiram algumas indagações, contatos pessoais e esclarecimentos aos responsáveis pelo preenchimento. Mas é importante destacar que, fora poucas exceções, a colaboração foi a melhor possível, e as respostas coerentes e ricas em informações, conforme relata o Capítulo 3.

Uma dificuldade adicional foi enriquecer o Capítulo 5, com literatura e descrições de instalações de galvanoplastia.

A metodologia final teve uma elaboração trabalhosa, especialmente na maneira de pontuar para obter-se um diagnóstico o mais real possível para a decisão.

Procurou-se, dentro das limitações do trabalho, obter um resultado com o maior alcance possível. Talvez não tenha sido obtido. Cabe a cada aplicador da metodologia avaliar até onde os parâmetros consolidados são realmente válidos para a organização em que trabalha. No caso estudado no Capítulo 5, a validade foi plenamente corroborada pelos resultados alcançados, seja na etapa preliminar quanto na final. Mas, as empresas pesquisadas podem apresentar variações que viabilizem a metodologia, sem torná-la totalmente referendada.

Em suma, o trabalho é viável e prático, porém, exige algum conhecimento do aplicador e grande relacionamento com outras áreas, para obter informações precisas em termos numéricos, bem como trabalhar adequadamente os tópicos mais subjetivos.

6.2 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como continuidade, poder-se-ia pensar em estudo de mais casos ou o aprofundamento de algumas das hipóteses ou parâmetros. As respostas das empresas pesquisadas, que responderam ao questionário, podem ter influenciado o resultado final. É pouco provável, mas é uma hipótese. As sugestões para novos trabalhos na área são:

1) conforme item 3.1.3, a influência da automação no número total de empregados da empresa que aplicou a tecnologia, e mesmo no seu nível salarial. Mais adiante, poder-se-ia pensar o quanto a automação promove o desenvolvimento da mão-de-obra, em termos de treinamento e conhecimento;

2) não foi dada muita importância à ISO 9.000 nas respostas ao questionário, e isto também poderia ser pesquisado. As respostas talvez sejam conflitantes, pois é grande o número de empresas com esta certificação na região;

3) a influência da automação para a melhoria ambiental e ISO 14.000 é outra proposta, tarefa mais delicada pelo pequeno número de empresas que possuem esta certificação;

4) quanto a automação influi na competitividade e produtividade das empresas, e permitiu sua sobrevivência e crescimento, não foi objeto de investigação, mas também é uma área fértil de pesquisa;

5) outra área a pesquisar em profundidade, diz respeito ao uso do Controle Estatístico de Processo (CEP), cujas respostas ao questionário ensejam um estudo mais detalhado do seu uso pela empresas e as melhorias introduzidas (provavelmente a informatização);

6) com a estratégia das empresas influencia os parâmetros consolidados pode ser pesquisado, melhorando o resultado final.

Em suma, o campo está aberto. Novas pesquisas podem indicar outros rumos neste âmbito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMANN, K. B. **Warehouse Automation**. In: **Materials Handling Handbook**. 2nd.ed. Raymond E Kulwiec (Ed.). New York: John Wiley , 1985.
- AMARAL, S. do; PRADO JR., A. do; VAZ JR., M. **Controle Estatístico do Processo Automatizado**. Polígrafo. CCT-FEJ, UDESC. Joinville, 1994.
- Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície, **Curso de Galvanoplastia**. S. Paulo, 1995.Cap. 3.
- ASSOCIAÇÃO COMERCIAL E INDUSTRIAL DE JOINVILLE. **Joinville - Perfil Sócio Econômico**. Joinville, 1999.
- BENNATON, J. F. **As Engenharias de Controle na Politécnica**. Revista Politécnica, S. Paulo, ano 10, nº 210, p. 32-35, jul./set. 1993
- BENTO, P.E.G.; FLEURY, A. C.C. **O Projeto do Trabalho na Manufatura Metal-Mecânica Automatizada Flexível**. Boletim Técnico, S. Paulo, BT/PRO/53, p. 1-21. Escola Politécnica da USP, 1998
- BERTORELLE, E. **Trattato di Galvanotecnica**. 4.ed. Milano: Ulrico Hoepli, 1974.
- BRITO, A. A. S. **Automação - Como, quando, custos & benefícios**. In: XVII Encontro Regional de Técnicos Industriais. Joinville: agosto 1989. Coletânea de Trabalhos, p. 1-16.
- Calafiori, F. **Belgo Mineira demite 140 e investe R\$ 60 mi**. Folha de São Paulo, S. Paulo, 15/abr./1999, caderno "Dinheiro", p. 2-3
- CAMANHO, R. **Automação: Perspectivas e Dilemas**. Mesa Redonda. Revista Politécnica, S. Paulo, ano 10, nº 210, p. 18-30, jul./set. 1993.
- Canning Handbook on Electroplating, The**. Birmingham: W. Canning Limited, 1978.
- COUTINHO, L. **Globalização e Capacitação Tecnológica nos Países de Industrialização Tardia: Lições para o Brasil**. Gestão e Produção, S. Carlos, vol. 3, nº 1, p. 49-69, abr. 1996.
- CIELO, P. G. **Optical Techniques for Industrial Inspection**. San Diego: Academic Press, 1988. Chapter 1.
- CROSS, Sr, R. E. **Automation**. In: **Handbook of Industrial Engineering**. Gavriel Salvendy (Ed.), New York: John Wiley, 1982. Chapter 7.5
- DURNEY, L. J. **Manually Operated Installations**. In: **Eletroplating Engineering Handbook**. 4th.ed. Lawrence J. Durney (Ed.). New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.

- ESBER, E.; PRESTES, C. **O que as máquinas vão fazer por nós.** Amanhã, Porto Alegre, ano X, nº 112, p. 44-57, out. 1996.
- EUA tem menor desemprego desde 1970.** Folha de São Paulo, S. Paulo, 05/fev./2000, caderno "Dinheiro", p. 1.
- FLEURY, A. **Automação: Perspectivas e Dilemas.** Mesa Redonda. Revista Politécnica, S. Paulo, ano 10, nº 210, p. 18-30, jul./set. 1993.
- FORRESTER, V. **A Globalização da Miséria.** Amanhã, Porto Alegre, ano XI, nº 122, p. 16-18, jul. 1997.
- GOLDSTEIN, A. **Automação e Qualidade de Vida.** Revista Politécnica, S. Paulo, ano 10, nº 210, p. 39-40, jul./set. 1993.
- GOLDSTEIN, A. **Automação: Perspectivas e Dilemas.** Mesa Redonda. Revista Politécnica, S. Paulo, ano 10, nº 210, p. 18-30, jul./set. 1993.
- HARMON, R.L. e PETERSON, L.D. **Reinventando a Fábrica - Conceitos Modernos de Produtividade Aplicados na Prática.** Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- HARTINGER, L. **Handbuch der Abwasser- und Recycling Technik.** 2.auf. München: Carl Hanser, 1991.
- Kepner, C.H.; Tregoe, B.B. **O Administrador Racional.** 1ª ed. S. Paulo: Atlas, 1971.
- LIBONI, C. A. **Automação: Perspectivas e Dilemas.** Mesa Redonda. Revista Politécnica, S. Paulo, ano 10, nº 210, p. 18-30, jul./set. 1993
- LUTHER, N. B. **Considerations for a Successful Foundry Modernization.** Modern Casting, Des Plaines, USA, p. 44-46, sept. 1995.
- MACAROVSKY, C.; PEREIRA, A. P. **Utilização da inteligência da instrumentação para a implementação de projetos de automação a partir do conceito do "long term cost of ownership".** Encarte Fischer-Rosemont do Brasil, p. 13-15, set./out. 1999.
- MAIA, D. A. **Evolução da Galvanoplastia no Brasil.** Tratamento de Superfície. S. Paulo, nº 79, p.37-38, set./out. 1996.
- MARTINI, J. S.C. **Automação: Perspectivas e Dilemas.** Mesa Redonda. Revista Politécnica, S. Paulo, ano 10, nº 210, p. 18-30, jul./set. 1993
- MENTA, C. **Automação: Perspectivas e Dilemas.** Mesa Redonda. Revista Politécnica, S. Paulo, ano 10, nº 210, p. 18-30, jul./set. 1993
- MOLL, M. J. **Semi- and Fully Automatic Plating Machines In: Eletroplating Engineering Handbook.** 4th.ed. Lawrence J. Durney (Ed.). New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.

- MOURA, R. A. **Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais**. 3.ed. S. Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 1983.
- NOPPENGY, H. **Aspectos da Norma ISO 9000 e Subseqüentes em Processos de Acabamento de Superfície**. Tratamento de Superfície, S. Paulo, ano XVI, nº 73, p. 64-65, set./out. 1995.
- PALADINI, E. P. **Qualidade Total na Prática**. S. Paulo: Atlas, 1994.
- PLONSKI, G. A. **Automação: Perspectivas e Dilemas**. Mesa Redonda. Revista Politécnica, S. Paulo, ano 10, nº 210, p. 18-30, jul./set. 1993.
- PRADO, R. T. A. **Automação: Perspectivas e Dilemas**. Mesa Redonda. Revista Politécnica, S. Paulo, ano 10, nº 210, p. 18-30, jul./set. 1993.
- PROENÇA, A.; CAULLIRAUX, H.M.; NEVES, M. **Sistemas Integrados de Produção no Brasil: Situação Atual, Causas e Perspectivas**. Produção, Belo Horizonte, vol. 6, ano 1, p.83-101, jul. 1996.
- SALERNO, M. S., SZNELWAR, L. I. **Eficiência em Sistemas Automatizados**. Revista Politécnica, S. Paulo, ano 10, nº 210, p. 41- 43, jul./set. 1993
- SCHONBERGER, R. J. **Fabricação Classe Universal - As Lições de Simplicidade Aplicadas**. São Paulo: Livraria Pioneira, 1988.
- SILVEIRA, P. R.; SANTOS, W. E. **Automação e Controle Discreto**. São Paulo: Érica, 1998.
- Slack, N. **Vantagem Competitiva na Manufatura**. S. Paulo: Atlas, 1993.
- SOUZA, S.S. **Implantação do Sistema de Movimentação de Materiais**. Relatório de Estágio para Graduação. CCT/FEJ, UDESC. Joinville, nov. 1997.
- STERLING JR., A. **Materials Handling Handbook**. 2nd.ed. Raymond A. Kulwiec (Ed.). New York: John Wiley , 1985. Chapter 14.
- TARWIN, R. L.; CORWIN, M. D.; MECHLIN, W. E. **Industrial Robotics**. In: **Handbook of Industrial Engineering**. Gavriel Galvandy (Ed.). New York: John Wiley , 1982. Chapter 7.6.
- TEIXEIRA, D.S. **A Engenharia de Integração e os Novos Produtos**, Revista Politécnica, S. Paulo, ano 10, nº 210, p. 35 - 39, jul./set. 1993
- VALENTINA, L. V. O. D. **Automação Industrial**. Polígrafo. Curso de Pós-Graduação em Informática Industrial. CCT-FEJ, UDESC. Joinville, 1994.

VENDRAMETO, O. **Bases do Conhecimento para a Automação da Manufatura**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, S. Paulo, 1994.

WADDELL, H. L. **The Fundamentals of Automation**. In: **Industrial Engineering Handbook**. 1st. ed. H.B. Maynard (Ed.). New York: McGraw-Hill Book, 1956. Chapter 19.

BIBLIOGRAFIA

- BARNES, R.M. **Motion and Time Study - Design and Measurement of Work.** 7th.ed. New York: John Wiley, 1980.
- HANDY, C. **A Era do Paradoxo.** São Paulo: Makron Books do Brasil, 1995.
- JURAN, J. M. **Juran na Liderança pela Qualidade.** 2.ed. São Paulo: Livraria Pioneira, 1993.
- MONTEIRO, L. T. S. **Automação na Manufatura: um Enfoque no Sistema Produtivo.** Movimentação e Armazenagem, S. Paulo, p. 35, nov./dez. 1985.
- PALADINI, E. P. **Controle de Qualidade, uma Abordagem Abrangente.** S. Paulo: Atlas, 1989.
- PALADINI, E. P. **Gestão de Qualidade no Processo.** S. Paulo: Atlas, 1995.
- Production Handbook.** 2nd.ed. Gordon B. Carson (Ed.). New York: The Ronald Press, 1959. Chapter 14 and 17.
- SANTOS, J. H. H. **Automação Industrial.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979.
- TAYLOR, J. R. **Quality Control Systems.** New York: McGraw-Hill Book, 1989.
- VAZ JR, M.; AMARAL, S. do; PRADO JR, A. **Aspectos Importantes na Escolha da Melhor Estratégia para a Automação Progressiva do Controle de Qualidade.** In: XIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais, João Pessoa, UFPB, 1994, p. 1106-1111.
- WEVELSIEP, Dr. K. e BECK, G. **Mikroelektronik - Nicht Technologie der Zukunft, sondern Technik der Gegenwart,** Galvanotechnik 73 (1982) n° 9, p. 999-1002.

APÊNDICE A

Questionário Empresas

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Questionário sobre Automação Industrial - Dissertação de Mestrado
Ascânio Pruner - janeiro de 1999

1 - Caracterização da Empresa

Nome

Ramo

Faturamento anual

Até R\$1.000.000	
Entre 1.000.000 e 10.000.000	
Entre 10.000.000 e 100.000.000	
Entre 100.000.000 e 500.000.000	
Acima de 500.000.000	

Nº funcionários

Até 50	
Entre 50 e 100	
Entre 100 e 500	
Entre 500 e 1.000	
Acima de 1.000	

2 - Quando investiram em automatização na produção? Em qual equipamento?

Antes de 85	
Entre 85/90	
Entre 90/95	
Após 95	

Equipamento

3 - O que buscavam com o investimento em automatização?

Substituição equipamento obsoleto	
Menor esforço manual	
Redução de pessoal	
Redução de custos	
Segurança operação	
ISO 9000	
Assegurar Qualidade	
Aumento Produção	
Maior Produtividade	
Outros	

4 - Quanto foi investido (US\$)?

Até 500.000	
Entre 500.000 - 1.000.000	
Entre 1.000.000 - 3.000.000	
Entre 3.000.000 - 5.000.000	
Acima de 5.000.000	

5 - Quais as principais dificuldades no início de operação do equipamentos?

Falta de pessoal qualificado	
Falta assistência fornecedor	
Conhecimento do equipamento	
Tecnologia automação	
Outras	

6 - O que tiveram de pontos positivos e vantagens com a automatização efetuada.

Maior produtividade	
Maior qualidade	
Melhor ambiente trabalho	
Melhor controle processo	
Redução poluição	
Confiabilidade	
Redução descartes	
Outros	

7 - O que podem citar como pontos negativos e desvantagens da automatização?

Maior manutenção	
Falta de pessoal especialista	
Manutenção qualificada	
Perda de flexibilidade	
Outros	

8 - O que foi feito em termos de treinamento do pessoal a trabalhar no equipamento?

Treinamento com montador	
Treinamento externo	
Treinamento em casa	
Outros	

9 - Como influenciou na qualidade do produto?

Melhor	
Igual	
Pior	

10 - Havia um sistema de controle no processo, tipo CEP, antes da automação?

Sim	
Não	
Outro	

11 - Se a resposta foi positiva no item anterior, foi mantido na automação?

Sim	
Não	
Modificado	
Melhorado	

12 - Outras considerações.

.....

.....

.....

.....

.....

Data :-/...../ 1999.

Obs. - Dúvidas? (047) 433-6140, com Ascânio.

- As questões 3 - 5 - 6 - 7 - 8 permitem respostas múltiplas.