

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

SOBRE A MELHORIA DA PRODUTIVIDADE
DE UMA USINA DE PRESERVAÇÃO DE MADEIRAS

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

JANAE GONÇALVES MARTINS

FLORIANÓPLIS
SANTA CATARINA - BRASIL
MAIO DE 1994



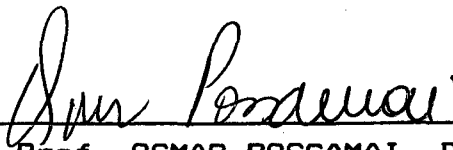
0.223.135-5

UFSC-BU

SOBRE A MELORIA DA PRODUTIVIDADE NUMA
USINA DE PRESERVAÇÃO DE MADEIRAS

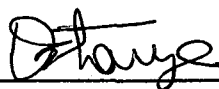
JANAE GONÇALVES MARTINS

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

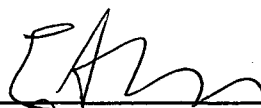


Prof. OSMAR POSSAMAI, Dr.
Coordenador

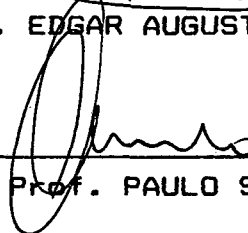
BANCA EXAMINADORA:



Prof. PLÍNIO STANGE, Dr.
Orientador / Presidente



Prof. EDGAR AUGUSTO LANZER, Dr.



Prof. PAULO SELIG, Dr.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter estado a meu lado em todos os momentos do mestrado.

Ao professor, Dr. Plínio Stange pela orientação e dedicação a este trabalho.

Ao meu marido Alejandro, pelo apoio incessante, companheirismo e estímulo. As minhas filhas, Isadora e Luiza por trazer muitas alegrias e felicidades.

Aos meus pais João e Francisca pelo incentivo, apoio e conforto. As minhas irmãs e irmãos, Janete, Jane, João e Jules pelo companheirismo.

As amigas Ana Beatriz e Verceles, pelo otimismo e por todos os momentos que juntas passamos.

Aos funcionários da Usina de Preservação de madeiras, COCAMAR, em especial ao Engenheiro Florestal Marmonn Canestraro Nadolny.

À CAPES pelo auxílio financeiro.

Aos colegas pelos momentos alegres e difíceis que compartilhamos juntos, enfim a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Com a responsabilidade de manter a qualidade do produto que satisfaça às exigências do consumidor, ao mesmo tempo em que os custos não devem ser incompatíveis com o mercado, a qualidade deve ser determinada dentro do contexto onde se deseja *minimizar o custo de produção dentro do universo das alternativas escolhidas em relação a qualidade.*

Apresenta-se aqui uma proposta para a *melhora da qualidade, produtividade e competitividade* na produção de mourões e palanques de uma usina de preservação de madeiras instalada no Norte do Paraná.

Em primeira instância, apresenta-se um estudo das fases de implantação do reflorestamento de Eucalyptus. Em seguida, fez-se uma revisão bibliográfica do controle de qualidade de madeira preservada. A seguir, descrevem-se todas as fases do processo produtivo da usina de preservação de madeira.

A partir daí analisam-se três parâmetros que fazem parte do processo de preservação: CrO₃, CuO e As₂O₅. Os dados fornecidos pela usina possibilitaram a construção de histogramas, cartas de controle, diagrama de causa e efeito (Ishikawa) e diagrama de Pareto, para cada item.

De posse do diagrama de causa e efeito e Pareto analisou-se a estratégia da empresa, para determinar o investimento em fatores de qualidade que possibilitem esta estratégia e sejam eficientes na alocação de recursos, obtendo uma escala de prioridades para a resolução dos problemas da empresa dentro de suas possibilidades financeiras.

ABSTRACT

With the responsibility of keeping product quality simultaneously with consumer's satisfaction exigencies and a compatible cost - market relationship, quality must be chosen according to the desire of *minimize production's cost considering the set of possibles alternatives that are in correspondence with quality goals.*

This work presents a proposal for *improvement of quality, productivity and competitiveness*, in the production of posts and stands in a wood preservation plant installed at the North of Paraná state.

At first there is presented an study of the implementation phases of *Eucalyptus'* reforest. Following, there is a bibliography review of quality controls on wood preservation. A description of all phases of wood preservation process continues.

From that moment, it's made an analysis of three important parameters that affect the preservation process: CrO_3 , CuO e As_2O_5 . The data obtained at the plant made possible, for each parameter, the construction of histograms, quality charts and diagrams of causes and effects (Ishikawa) and Pareto too.

In possession of the mentioned diagrams, there is analysed the firm's strategies to determine the investment in quality factors that may conduct to the firm's objectives in an economic efficient way; consequently, an order is established for the resolution of firm's problems insered in a particular financial context.

SUMÁRIO

Lista de figuras

Lista de tabelas

Quadros

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 Origem do Trabalho	1
1.2 Descrição e Objetivo do Trabalho	1
1.3 Importância do Trabalho	2
1.4 Estrutura do Trabalho	2
1.5 Atividades da Empresa COCAMAR	3

CAPÍTULO II

REFLORESTAMENTO E ANATOMIA DA MADEIRA

2.1 Introdução	5
2.2 Espécie Florestal Estudada: Eucalyptus	6
2.3 Reflorestamento com Eucalipto	7

2.4 Anatomia da Madeira	18
2.4.1 Propriedades das Madeiras	19
2.4.2 Fatores que Agem na Decomposição da Madeira	21
2.4.3 Agentes Destruidores da Madeira	21

CAPÍTULO III

CONTROLE DE QUALIDADE DE MADEIRA PRESERVADA

3.1 Histórico	24
3.2 Inspeção por Amostragem	25
3.3 Níveis de Qualidade e Riscos do Produtor e do Consumidor	27
3.4 Instruções para Fabricantes e Importadores de Preservativo	31
3.4.1 Amostragem	31
3.4.2 Remessa de Amostras	32
3.5 Instruções para Usinas de Impregnação de Madeiras	33
3.5.1 Soluções Preservativas	33
3.5.2 Postes, Mourões ou Cruzetas	34
3.5.3 Remessa das Amostras	35
3.6 Normas e Especificações (da ABNT)	37
3.6.1 Normas e Especificações da ABNT- Mourões de Madeira para Cercas	39
3.7 Custo de Qualidade	49
3.8 Aspectos Econômicos da Preservação de Madeiras	52

CAPÍTULO IV

USINA DE PRESERVAÇÃO DE MADEIRA

4.1	Introdução	55
4.2	Objetivo da Usina e Processo Básico Escolhido	57
4.2.1	Objetivo da Usina	57
4.2.2	Processo Básico Escolhido	57
4.3	Processo de Tratamento Burnett	58
4.4	Descrição do Processo de Tratamento	60
4.5	Componentes da Usina	68
4.5.1	Autoclave	68
4.5.2	Tanque Reservatório de Preservativo	70
4.5.3	Tanque Reservatório de Água	70
4.5.4	Tanques de Circulação	70
4.5.5	Vagonetas	70
4.5.6	Unidade de Medidas e de Transferência	70
4.5.7	Outros Componentes	71

CAPÍTULO V

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE NA USINA

5.1	Introdução	72
5.2	Variação do Processo	73
5.3	Análise dos Dados e Apresentação do Resultados	75
5.3.1	Histograma	75
5.3.2	Carta de Controle	83

5.3.3 Análise Conjunta dos Parâmetros	90
5.4 Diagrama de Causa e Efeito	90
5.5 Diagrama de Pareto	92
5.5.1 Gráfico de Pareto para Usina de Preservação de Madeira	93

CAPÍTULO VI

ALOCAÇÃO DE RECURSOS MONETÁRIOS

6.1 Introdução	95
6.2 Alocação de Recursos em Qualidade; de que Forma podem começar a serem determinados	96
6.2.1 Finalidade e Macro-Objetivo de uma Empresa	96
6.3 O Caso da Usina de Preservação de Madeira	98
6.3.1 Composição do Custo de Produção e Formação do Preço de Venda. Situação Atual	99
6.3.2 Preço do Mourão Sem Tratamento	101
6.3.3 Objetivos	102
6.4 Análise Custo-Benefício das Causas	102
6.4.1 Como Operacionalizar a Determinação do Orçamento .	103
6.4.2 O Departamento Encarregado da Qualidade Determina o Orçamento	104
6.4.2.1 Conclusão	107
6.4.3 O Departamento Encarregado da Qualida de Remaneja o Orçamento Repassado para seu setor	107
6.4.3.1 Conclusão	109
6.5 Conclusão	110

CAPÍTULO VII

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conclusões e Recomendações 111

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 114

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: Estrutura Macroscópica do Tronco	19
FIGURA 02: Qualidade de Projeto	50
FIGURA 03: Qualidade de Conformação	51
FIGURA 04: Fases de Operação do Processo	59
FIGURA 05: Layout da Usina	62
FIGURA 06: Registrador Circular de Duas Penas, para Registro da Pressão e do Vácuo do Processo na Autoclave	64
FIGURA 07: Ficha de Controle de Tratamento de Madeira Preservada	65
FIGURA 08: Ficha de Controle de Estoque	66
FIGURA 09: Resumo das Etapas do Processo	67
FIGURA 10: Carregamentos Típicos em Autoclaves de Vários Diâmetros	68
FIGURA 11: Esquema de Linha para a Alimentação Eficiente da Autoclave	69
FIGURA 12: Histograma Relativo ao Teor de Ingrediente Ativo, Cobre (CuO)	79
FIGURA 13: Intervalo de Classe da Substância Cobre (CuO) ...	79
FIGURA 14: Histograma Relativo ao Teor de Ingrediente Ativo, Cromo (CrO ₃)	80
FIGURA 15: Intervalo de Classe da Substância Cromo (CrO ₃) ..	81

FIGURA 16: Histograma Relativo ao Teor de Ingrediente Ativo, Arsênio (As_2O_5)	82
FIGURA 17: Intervalo de Classe da Substância Arsênio (As_2O_5)	82
FIGURA 18: Gráfico de Controle para Processo da Substância CuO . Acima gráfico X, abaixo gráfico R. (LCS Significa Limite de Controle Superior, LCI, Limite de Controle Inferior)	85
FIGURA 19: Terço Médio da Substância Cobre (CuO)	86
FIGURA 20: Gráfico de Controle para Processo da Substância As_2O_5 . Acima gráfico X, abaixo gráfico R. (LCS Significa Limite de Controle Superior, LCI, Limite de Controle Inferior)	87
FIGURA 21: Terço Médio da Substância Arsênio (As_2O_5)	88
FIGURA 22: Terço Médio da Substância Cromo (CrO_3)	89
FIGURA 23: Gráfico de Controle para Processo da Substância CrO_3 . Acima gráfico X, abaixo gráfico R. (LCS Significa Limite de Controle Superior, LCI, Limite de Controle Inferior)	89
FIGURA 24: Diagrama de Causa e Efeito	91
FIGURA 25: Diagrama de Pareto	93
FIGURA 26: Planejamento Estratégico	97
FIGURA 27: Custo e Formação do Preço de Venda. Mourão Tratado	101
FIGURA 28: Esquema geral de Avaliação de cada Alternativa (Orçamento determinado pelo Dpto.)	106
FIGURA 29: Relação Benefício/Investimento: O Orçamento "Determinado"	107
FIGURA 30: Relação Benefício/Investimento: caso em que o	

Orçamento for "Remanejado" 109

FIGURA 31: Principais Fatores a Serem Aprimorados 112

LISTA DE TABELAS

TABELA 01: Código para Dimensionamento das Amostras	31
TABELA 02: Seleção do Tipo de Peça	35
TABELA 03: Plano de Inspeção Simples em Nível II Atenuado para Usinas Produtoras de Mourões e Cruzetas Preservados	36
TABELA 04: 26 Amostras dos Parâmetros Cromo (CrO_3), Cobre (CuO) e Arsênio (As_2O_5)	74
TABELA 05: Valores: Mínimo, Nominal e Máximo dos Parâmetros Cromo, Cobre e Arsênio	75

QUADROS

QUADRO 01: Defeitos Admissíveis nos mourões [06]	48
QUADRO 02: Fatores de Causas e Valores de Custo Associados .	103
QUADRO 03: Medida da Eficiência de Uso do Recurso Escasso ..	104
QUADRO 04: Alternativas em Ordem de Eficiência (N), e Soma Parcial dos Investimentos (Som. P Cm)	105

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 Origem do Trabalho

Com a crescente necessidade de conquista de novos mercados internacionais ou internos, tem-se levado as empresas a considerar com extremo cuidado aspectos com satisfação plena do cliente. As empresas que têm levado a sério essas relações "preço e qualidade" têm se beneficiado muito mais que outras. Pode-se enfatizar que o mercado consumidor está cada vez mais exigente a níveis de qualidade nos produtos e serviços comercializados.

As limitações de mercado obrigam as empresas a voltarem-se para sua organização interna, buscando melhorias nos seus sistemas operacionais, através de otimização na utilização de seus recursos, buscando com isso a Qualidade, Competitividade através da Produtividade. Porém Qualidade ou realização de um Controle de Qualidade satisfatório custa dinheiro e, portanto, um estudo cuidadoso nessa área é de vital importância para o sucesso da empresa a longo prazo [29].

O presente trabalho nasceu da necessidade de se dar uma contribuição ao Controle de Qualidade de uma usina de preservação de madeiras levando-se em conta o aspecto custo dessa Qualidade.

1.2 Descrição e Objetivo do Trabalho

Em primeira instância, apresenta-se um estudo a respeito das fases de implantação do reflorestamento de *Eucalyptus* englobando as operações que vão desde o preparo do substrato,

adubação, preparo das sementeiras enfim, passando por todas as fases do processo de plantio até chegar ao eucalipto em fase de corte propriamente dito, logo após um estudo sobre a anatomia da madeira. Em seguida, fez-se uma revisão bibliográfica do Controle de Qualidade de Madeira Preservada e, em particular, sobre mourões preservados sendo relevante o custo do mourão e também o custo da qualidade do mesmo. A seguir, descrevem-se todas as fases do processo produtivo na usina de preservação de madeira e levando-se em conta os problemas aí inseridos para, mais tarde, propor medidas de solução simples visando aumentar a qualidade, e a produtividade e com isso a competitividade da usina de preservação de madeira, incluindo-se um estudo do custo de qualidade.

1.3 Importância do Trabalho

Com o aumento da complexidade da indústria, tornou-se necessário organizar-se para a qualidade [29].

Existem alguns fatores que podem melhorar a posição de uma indústria perante o mercado, como redução de custos e um marketing adequado. Mas, esses não bastam, existindo dois fatores que são fundamentais para essa melhora: Produtividade e Qualidade. Este último, por sua vez, irá garantir a reputação e a sobrevivência de uma empresa, a qual dependerá de sua capacidade de fabricar produtos com uma qualidade aceitável e uniforme a um dado preço e manter continuamente os padrões de qualidade. Isto é o que realmente cria vendas melhores para o produto. Um bom programa de controle de qualidade deve assegurar qualidade a um custo razoável [23].

1.4 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho é apresentado de acordo com a seguinte estrutura:

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

Nesse capítulo, visa-se definir a origem do trabalho, os

objetivos, sua estrutura, as atividades da empresa COCAMAR, bem como as limitações do mesmo.

CAPÍTULO II; REFLORESTAMENTO e ANATOMIA da MADEIRA

Apresentam-se aí as etapas para implantação do reflorestamento de *Eucalyptus* levando-se em consideração o seu controle de qualidade e, a seguir um breve estudo da anatomia da madeira.

CAPÍTULO III; CONTROLE de QUALIDADE de MADEIRA PRESERVADA

No terceiro capítulo, aborda-se o controle de qualidade da madeira preservada, bem como os custos de qualidade e aspectos econômicos da preservação de madeira.

CAPÍTULO IV; USINA de PRESERVAÇÃO de MADEIRA

O quarto capítulo traz uma descrição do processo de produção da usina de preservação de madeira.

CAPÍTULO V; AVALIAÇÃO da QUALIDADE

Nesse capítulo, apresenta-se um exemplo de avaliação da qualidade com análise e interpretação dos resultados obtidos.

CAPÍTULO VI; ALOCAÇÃO de RECURSOS MONETÁRIOS

Nesse capítulo, é feita uma análise dos custos da qualidade da madeira preservada.

CAPÍTULO VII; CONCLUSÕES e RECOMENDAÇÕES

Aí, apresentam-se os comentários finais sobre o desenvolvimento do trabalho, enumerando recomendações sobre sua utilização e novas pesquisas a serem desenvolvidas.

1.5 Atividades da Empresa COCAMAR

A empresa que serviu de base para este trabalho é a COCAMAR - Cooperativa de Cafeicultores e Agropecuaristas de Maringá S.A. Segundo a revista Exame Melhores e Maiores de agosto de 1992, a COCAMAR ocupava o 63º lugar em vendas, em 1991, dentre

as 500 maiores empresas privadas do Brasil, sendo que no ano anterior ocupava o 92^o lugar. Já no setor agropecuário está em 3^o lugar por receita operacional bruta. Na classificação das empresas no Estado do Paraná, destaca-se na terceira colocação, por receita operacional bruta. A COCAMAR tem suas atividades produtivas composta, por:

- Indústria de Extração de Óleo de Soja,
- Produção de Bens de Consumo,
- Usina de Preservação de Madeiras, e
- Outros.

Este estudo concentrou-se numa parte da COCAMAR que é a Usina de Preservação de Madeira, instalada em Presidente Castelo Branco, PR. Dentre seus objetivos, destacam-se a preservação de mourões, palanques e esteio, com o produto OSMOSE k-33-C. Com sua aplicação, após a cura, tem-se assegurada a proteção das peças por um período de aproximadamente 20 anos, contra o ataque de fungos apodrecedores, de insetos (brocas e cupins) e de furadores marinhos (moluscos e crustáceos). A COCAMAR atende tanto cooperados quanto terceiros.

CAPÍTULO II

REFLORESTAMENTO E ANATOMIA DA MADEIRA

2.1 Introdução

A cada ano que passa, as reservas florestais caminham para a exaustão. Para atender à demanda de mercado, incrementam-se as áreas de florestas implantadas e as empresas madeireiras investem maciçamente, com o objetivo de atingir sua auto-suficiência. Surgem, então, problemas como:

- as áreas adquiridas são descontínuas, geograficamente distantes e de solos pobres; e
- mão-de-obra é de baixa qualificação e, mesmo assim, escassa. No entanto, mesmo dentro destas limitações, há extrema necessidade de se produzir madeira de boa qualidade e com produtividade cada vez maior. Devido a isso, surge a necessidade de um controle eficaz das operações envolvidas na produção madeireira, detectando-se os problemas para encaminhá-los para soluções definitivas, sendo o controle de qualidade a ferramenta mais viável e adequada para tal [11].

Propõe-se, com este trabalho, um modelo despretencioso para implantação do controle de qualidade em uma empresa florestal, buscando auxiliar seus administradores no aperfeiçoamento do desempenho da empresa. Evidentemente, este modelo deve considerar as peculiaridades da empresa e, para isso, devem-se evidenciar alguns pontos relevantes, tais como:

- a) padronização das atividades dentro da empresa;
- b) garantia de implantação de novas tecnologias;

- c) detecção de problemas no uso das técnicas de produção;
- d) conscientização plena do pessoal encarregado da execução das tarefas de produção;
- e) valorização do homem, capacitando-o para um trabalho mais produtivo;
- f) fornecimento de subsídios para novas pesquisas;
- g) economia de mão-de-obra pela sua melhor adequação;
- h) economia de produtos pelo seu melhor armazenamento e uso;
- i) garantia de existência de madeira na época da exploração; e
- j) garantia de maior produtividade por unidade de área plantada.

"Todos estes pontos fazem parte do controle de qualidade da empresa e cada um tem um papel de grande importância para se fazer um trabalho realmente sério. Além disto, existe uma preocupação muito grande com a indústria do reflorestamento, já que esta, muitas vezes, preocupou-se apenas em participar de uma agressiva corrida na captação de incentivos fiscais, sem o emprego correto e bem definido dos mesmos. Já em meados da década de setenta, esta filosofia começou a desaparecer e iniciaram-se empreendimentos florestais obedecendo a certos princípios que são fundamentais, tais como: preparo correto do solo, emprego de espécies ecologicamente indicadas e, o que é mais importante, emprego de sementes geneticamente melhoradas e fertilização adequada do solo [19]".

2.2 Espécie Florestal Estudada: Eucalyptus

As florestas de eucalipto são uma das características marcantes da paisagem australiana. Existem em torno de seiscentas espécies conhecidas e supõe-se que, no seu passado evolucionário, os ancestrais do *eucalyptus* tiveram a Austrália como centro de desenvolvimento [06].

A maioria das espécies conhecidas são árvores típicas de florestas altas, atingindo de 30 a 50 metros de altura, e de florestas abertas, com árvores menores atingindo altura entre 10 e 25 metros de altura.

Certas espécies de eucaliptos apresentam tolerância à seca ou a condições de déficit hídrico [06].

No Brasil, tem-se como certa a introdução do reflorestamento de eucalipto por volta de 1868, no Rio Grande do Sul. Em larga escala, todavia, a expansão da eucaliptocultura deveu-se ao trabalho pioneiro desenvolvido por Navarro de Andrade.

Ao gênero Eucalipto pertence um grande número de espécies cujos métodos de cultura são muito semelhantes. Algumas delas, como a Citriodora e outras, pouco comuns, comportam-se melhor em sementeira direta em embalagens individuais, eliminando a repicagem. Por ser de grande versatilidade, esse gênero representa uma das mais preciosas essências florestais. É planta que se adapta aos mais variados climas e tipos de solo e é de desenvolvimento mais rápido, muito embora a sua cultura exija certos cuidados, a fim de proporcionar resultados compensadores.

É utilizada como matéria-prima para fabricação de celulose, na manufatura de tecidos sintéticos, na indústria farmacêutica, para dormentes de estrada de ferro, para postes, para mourões, na construção civil, na marcenaria, na siderurgia e como combustível.

Em vista disto, este gênero de floresta foi o escolhido para plantio com finalidade de produzir o mourão preservado.

2.3 Reflorestamento com Eucalipto

Sendo o Eucalipto uma cultura perene, os cuidados tomados durante a fase de implantação estão diretamente ligados à produtividade da floresta e à viabilidade econômica do empreendimento. Por isto, a espécie a ser utilizada deve ser compatível com as condições locais e as mudas utilizadas devem ser obtidas a partir das técnicas preconizadas [14].

A fase de implantação do reflorestamento engloba as operações dadas a seguir:

■ Preparo do Substrato

A terra ou mistura utilizada na confecção ou enchimento dos recipientes para a semeadura pode ser proveniente da subsola, em razão de ser isenta de sementes de outras plantas, fungos patogênicos e insetos.

■ Adubação

A baixa fertilidade do substrato pode ser corrigida mediante a aplicação de fertilizantes, sob forma de regas nos canteiros. Após a aplicação da solução de adubo, regar as mudas com água para lavar as folhas visando evitar queimaduras [01].

■ Preparo das Sementeiras

Os canteiros de sementeiras são básicos na formação de um eucalipto. Por isso, todo o trabalho ali executado, mesmo em caráter experimental, é de enorme importância econômica. Em boas condições, um metro quadrado de canteiro deve produzir mil mudas. Provavelmente isso raramente acontece, devido a uma série de fatores adversos. Entre eles, devem ser citados como mais importantes: a concorrência de ervas daninhas, os insetos como o cupim que atacam as mudinhas, os fungos, causadores de tombamentos e os nematóides existentes no solo.

■ Escolha do Local

Sementeiras e viveiros devem ser localizados próximos dos campos de plantio definitivo, de maneira a se evitar que as mudas sofram com o transporte a longas distâncias.

O local a ser escolhido deve ser plano ou pouco inclinado, de fácil acesso, com abundância de água, abrigado de ventos e não infestado de ervas daninhas [03].

■ Seleção dos Tipos de Canteiros

A semeadura pode ser feita em canteiros, tabulares ou alfobres, ou ainda, em pequenas caixas de madeiras (caso de pequenas plantações). Um tamanho cômodo é o de 3,0 metros de comprimento por 1,0 metro de largura e 0,3 metros de profundidade e devem ser protegidos lateralmente com tijolos, tábuas ou cômoros, para evitar a invasão das águas pluviais. Um processo prático é o de esquadrias de madeira que podem ser facilmente transportadas. São chamadas de "canteiros volantes".

Os canteiros permanentes devem ter os primeiros 10 a 15 centímetros de profundidade cheios de material que permita perfeita drenagem e, para isso, podem ser usados materiais como pedregulho, brita ou cascalho. Além dessa camada, coloca-se uma outra de 15 a 20 centímetros constituída de uma mistura de uma parte de areia e duas de terra vegetal (terriço), ou uma mistura porosa de terra fértil com esterco de curral curtido ou composto orgânico.

■ Semeadura

Após o tratamento prévio contra pragas, doenças e ervas daninhas, procede-se à sementeira, cuja época pode variar conforme a região. De modo geral, a melhor época para o semeio é durante os meses de junho a outubro [04].

No reflorestamento de grandes áreas, é conveniente orientar a produção de mudas, no sentido de maior quantidade para o plantio nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, quando ocorre a estação chuvosa. A superfície do canteiro deve estar tão plana quanto possível. Para isso, é recomendável colocar-se uma camada de terra fértil, peneirada, procedendo-se, em seguida, ao nivelamento [04].

Deve-se regar abundantemente todo o canteiro, e então fazer a distribuição das sementes. No caso dos Eucaliptos com sementes pequenas, pode-se utilizar um pequeno semeador manual, de modo a fazer cair cerca de 4 a 6 sementes férteis por unidade de recipiente. Naturalmente, para cada tamanho de semente, deve-se ajustar a semeadura, a fim de distribuir o número requerido de

sementes por recipiente, já que a concentração muito grande de mudas prejudica o vigor das mesmas. Após a distribuição das sementes, peneira-se sobre elas uma fina camada de terra ou areia.

■ Tratos Culturais

São importantes para a obtenção de mudas bem conformadas e resistentes e, portanto, devem ser feitos com todo o rigor.

As irrigações, por exemplo, deverão ser feitas pela manhã, ou à tarde. Recomendam-se 10 litros de água para a irrigação de um canteiro de 3,0 metros de comprimento por 1,0 metro de largura, pois as plantas novas não vegetam normalmente em solos encharcados e, além disso, canteiros com umidade em excesso ficam sujeitos a maior incidência de doenças criptogâmicas.

Após a germinação das sementes, recomenda-se a irrigação com aspersores de crivos finos, os quais poderão ser substituídos por outros de maior capacidade, quando as mudas alcançarem maior resistência. A cobertura do canteiro, após a sementeação, é necessária, para evitar a ação direta dos raios solares. Tais coberturas podem ser esteiras de sapê, de taquaras, de folhas de palmeiras, de sacos de aniagem, etc., que são apoiadas nas bordas do canteiro. Logo após a germinação das sementes, as coberturas serão levantadas aos poucos, por meio de forquilhas ou cavaletes colocados a distâncias convenientes. Completada a germinação, todas as esteiras devem ser removidas e colocadas, apenas, nas horas mais quentes do dia, ou por ocasião de chuvas fortes [06].

■ Desbastes de Mudinhas/Repicagem

Para o caso de Eucaliptos, as mudinhas, quando atingirem a altura de 4 cm a 5 cm, deverão ser desbastadas, por meio de arrancamento ou corte, deixando a melhor delas, em vigor e em forma. As mudas desbastadas que forem de boa forma poderão ser replantadas em canteiros de recipientes convenientemente preparados. O melhor critério para determinar a época de repicagem é o tamanho das mudas, sendo ideal o de 2 a 3 cm, quando já apresentam quatro folhas. Isso se verifica, aproximadamente, 40 a 60 dias após a sementeação [07].

O arrancamento das mudas deve ser cuidadoso. Assim,

antes do arrancamento, recomenda-se regar abundantemente o canteiro, para evitar que as mudas se ressintam da inevitável mutilação do seu sistema para-radicular.

O encaixotamento das mudas pode ser feito segurando-se a muda pelo coleto e puxando-a verticalmente. As mudas assim retiradas são depositadas em recipientes contendo terra molhada, evitando-se sua exposição ao sol. Nesse recipiente, são transportadas até o local de transplante, para as embalagens individuais [24].

■ Remoção e Encaixotamento

Antes de as mudas serem enviadas ao campo, elas devem ser preparadas no viveiro. Devem ser removidas do local para desprendimento das raízes que, eventualmente, tenham se aprofundado no piso do canteiro. Ao mesmo tempo, procede-se a rigorosa seleção e classificação das mudas, por altura, em dois a três lotes, e a eliminação dos recipientes falhados, os quais serão reaproveitados posteriormente. As mudas poderão ser reencanteiradas, cada lote separadamente, ou já encaixotadas. Nesse caso, é preferível usar caixas plásticas, por serem elas mais duráveis, uma vez que as mudas deverão permanecer ainda no viveiro durante 4 a 5 dias para serem recuperadas.

No ato do encaixamento de mudas produzidas em sacos plásticos, corta-se o fundo do recipiente para eliminar as raízes enoveladas.

Após a remoção, deve-se irrigar imediatamente as mudas e manter regularmente a umidade. Convém reduzir gradativamente as regas para permitir a rustificação das mudas, o que resultará em maior sobrevivência após o plantio [05]. Enviar os lotes ao campo, separadamente, para que se uniformize o crescimento das plantas, dentro de cada talhão, visando a maior uniformidade e produtividade da floresta [05].

■ Determinação do Tempo de Permanência das Mudas no Viveiro

O excessivo tempo de permanência da muda no viveiro acarreta, como é óbvio, sérios problemas de qualidade e de custo

da muda, pois:

- um dos mais sérios problemas é constituído pelos defeitos que podem surgir na formação do seu sistema radicular, cujos efeitos serão observados muito tardiamente para serem reparados; e

- quanto mais tempo a muda permanecer no viveiro mais aumentam as necessidades de tratos e, portanto, o seu custo.

■ Transplântio

Uma seleção de mudas deve ser feita para transplântio, escolhendo-se individualmente cada uma e dando-se preferência às que se apresentem mais desenvolvidas, melhor conformadas e com sistema radicular normal. Em geral, com três retiradas em cada canteiro, faz-se boa seleção.

O tamanho dos blocos varia de acordo com a área a ser plantada, sendo que todos os cálculos devem basear-se nesse tamanho.

Geralmente, adotam-se blocos de 3,0 metros de comprimento e 0,7 até 1,0 metro de largura, que comportam de 700 a 1000 vasos. Devem-se também considerar ainda os caminhos laterais, cuja largura mínima deverá ser de 0,5 metro. Estas dimensões facilitam a repicagem, o desbaste e também a remoção das mudas, sempre que permaneçam por mais tempo nos viveiros.

O preparo da muda para o transplântio consiste em se aparar as raízes, a fim de que elas não se encurvem dentro do recipiente. Essa poda de raízes evita o mau desenvolvimento das mudas, facilitando a sua sobrevivência.

O plantio da muda é feito em mistura de terra e esterco, seca e peneirada. Com essa mistura, enche-se a cavidade da embalagem usada, mantendo-se a muda com o coleto ao nível das bordas do orifício da embalagem usada.

Normalmente este é o processo de transplântio que oferece o maior rendimento.

A cobertura das mudas é de grande importância. Antes de se proceder ao transplante deve-se ter o cuidado de providenciar a cobertura adequada, para proteção das mudas contra a ação direta dos raios solares. Essa cobertura pode ser feita com esteiras aparadas em cavaletes ou forquilhas, sendo que ela favorece a

rápida recuperação das mudas, após o murchamento normal provocado pelo transplante [08].

A irrigação das mudas deve ser feita nos períodos da manhã e da tarde, cuidando-se, antes, de retirar as esteiras protetoras, as quais deverão ser eliminadas após o transplante.

■ Remoção e Seleção das Mudas

A remoção das mudas é operação necessária quando elas permanecem enviveiradas por mais tempo que o normal, quando a raiz pivotante penetra no solo. A remoção é feita com uma trolha ou colher de pedreiro bem afiada que, introduzida por baixo do torrão, amputa as raízes que tenham atravessado. Essa operação deve ser feita, de preferência, em dias encobertos e frescos, para que as mudas não se ressintam tanto da traumatização do seu sistema radicular.

Tão logo se efetue a remoção, deve-se proceder a abundante irrigação e, caso haja sol, proteger os canteiros com uma cobertura apropriada. Aproveita-se essa oportunidade para efetuar uma seleção de mudas, escolhendo-se as mais vigorosas, bem conformadas e sem bifurcação.

■ Técnicas para Implantação de Florestas

As técnicas mais importantes para a implantação de florestas são transporte de mudas para o campo e preparo do solo, descritas a seguir.

• Transporte de Mudas para o Campo: a altura média das mudas para o plantio deve ser de 25 cm a 30 cm, pois nessa ocasião se acham em condições de ser transportadas para o local definitivo, o que é feito com auxílio de caixas de madeiras. Essas caixas, de 0,4 m x 0,3 m x 0,1 m, comportando 24 mudas cada, facilitam muito o transporte. Por sua vez, armações de ferro acomodam grande número de caixas individuais construídas para o transporte em carretas, permitindo a locomoção de grande quantidade de mudas em ótimas condições.

• Preparo do Solo: a limpeza do terreno deve constituir a primeira operação. Há diversos processos, desde o uso de tratores até a roçada a foíce. O método a empregar varia de acordo

com diversos fatores, sendo o mais comum a roçada a foice. Este método requer a queima, que é uma operação desaconselhada em certas condições. No entanto, grande parte dos efeitos nocivos da queima são eliminados quando se observam certos preceitos. A queima na madrugada, ocasião em que o solo ainda está úmido, ou após chuvas ligeiras, elimina grande parte dos inconvenientes, ou seja, destruição da matéria orgânica e do húmus.

A aradura e a gradagem, quando possíveis, devem constituir métodos complementares de preparo do terreno.

Como o preparo visa o aproveitamento máximo dos recursos que o solo oferece, é óbvio que, quanto melhor preparado, maiores serão os benefícios obtidos. Quanto mais fofo e mais profundo for o solo, maior será a produção lenhosa das árvores, melhor e mais rápido o seu desenvolvimento, tornando mais fáceis e mais econômicos os cuidados subsequentes.

■ Plantio

No plantio, o mais importante é observar o alinhamento das plantas. As vantagens das disposições regulares das árvores são inúmeras, ressaltando-se, dentre elas, a possibilidade de mecanizar o cultivo e a exploração.

São cinco os processos usuais, a saber: em linhas, em curvas de nível, em quadrados, em triângulos equiláteros e em triângulos isósceles. Os sistemas mais usados são em linha e em quadrados, sendo que o sistema em linha apresenta maiores vantagens. Qualquer desses métodos pode ser usado, dependendo das condições peculiares a cada plantação [03].

■ Espaçamento

O espaçamento entre as mudas influencia as taxas de crescimento das plantas, a qualidade da madeira, a idade de corte, bem como as práticas de exploração e manejo florestal e, conseqüentemente, reduz os custos de produção.

O espaçamento ideal para mourões talvez não seja o mesmo indicado para produção de lenha, carvão ou celulose. A diferença entre espaçamentos ocorre também a nível de espécies. O espaçamento para mourões geralmente é de 3,0 x 1,5 x 2,0 m.

No plantio a terra da superfície deve ser separada da que é retirada do fundo da cova. Ao enchê-la, a terra da superfície é colocada embaixo e a do subsolo por cima. Em terrenos arados, as covas podem ser abertas pouco antes do plantio e ter dimensões menores.

Após o terreno estar livre de pragas e convenientemente preparado, procede-se ao plantio das mudas no campo.

Antes do transporte definitivo das mudas para o campo, é de boa prática proceder-se a uma seleção, de modo que só sejam levadas para lá as plantas boas.

■ Desbaste Florestal

O manejador florestal deve ter um conhecimento amplo sobre a teoria de desbastes, de modo a considerar em suas decisões a composição da floresta, a idade, a estrutura, o sítio e os objetivos do manejo florestal. Verificou-se que, através de desbaste, é possível aumentar a produção de uma floresta e, conseqüentemente, a sua rentabilidade.

Dentro do objetivo principal que é a produção de mourões, o desbaste se constitui numa das operações de maior importância. Sendo assim, exerce grande influência na formação do povoamento, tanto no que se refere aos aspectos econômicos, quanto no que concerne aos aspectos qualitativos do mesmo.

Um programa de desbaste consta essencialmente de uma série de reduções temporais feitas na densidade do povoamento a fim de maximizar o lucro líquido dos produtos removidos durante toda a rotação. Entre os fatores determinantes deste lucro líquido estão a qualidade, a quantidade, a utilidade e o tamanho dos produtos, assim como os custos de exploração e beneficiamento deles.

De acordo com Hilley (1958), citado por Bueno et alii (1967), o desbaste é uma operação necessária e sua correta execução, em época oportuna, constitui a maneira de se equacionar o crescimento da copa com o desenvolvimento da competição radicular.

O desbaste consiste em redistribuir o crescimento potencial do povoamento num determinado número de árvores selecionadas e utilizar todo o material produzido durante a

rotação do povoamento.

A seleção de árvores a serem favorecidas ou cortadas nos desbastes baseia-se não só na posição relativa e no vigor da copa, mas também no estado de sanidade da árvore e na qualidade do tronco.

■ Efeito dos Desbastes sobre o Crescimento e a Produção

Os efeitos dos desbastes sobre o crescimento e a produção são:

- Produção de Matéria Seca pelos Povoamentos Florestais,
- Efeitos dos Desbastes sobre o Crescimento em Termos de Volume,
- Efeitos dos Desbastes sobre Produção Econômica dos Povoamentos,
- Efeitos do Desbastes sobre a Qualidade da Madeira, descritos a seguir.
- Produção de Matéria Seca pelos Povoamentos Florestais

Em virtude de a quantidade de folhagem tender a ser mais ou menos constante, os povoamentos, a idade e a classe de qualidade de uma dada espécie enclinam-se a ter o mesmo peso total de matéria seca por hectare, a despeito das diferenças em suas densidades causadas pelos desbastes. A produção de novos tecidos, por árvore ou por povoamento, pode ser vista como dependendo da relação entre a fotossíntese ou superfície foliar e a superfície afotossintética. Deste ponto de vista, a finalidade do desbaste poderia ser encarada como uma forma de reduzir ao mínimo a superfície afotossintética de um povoamento, desde que este mínimo seja consistente com a manutenção de uma completa cobertura de copa e uma plena ocupação do solo. Um balanço ideal a este nível deve, teoricamente, dar um maior crescimento diamétrico sem redução do crescimento total por hectare.

- Efeito dos Desbaste sobre o Crescimento em Termos de Volume

A variação no diâmetro das árvores remanescentes aos desbastes é muito ampla. Desbastes leves podem não causar efeito

sobre o crescimento, embora seja possível, em razão de desbastes pesados, conseguir uma produção formada de árvores com o dobro do diâmetro que, durante o mesmo tempo, elas teriam sem desbastes. No entanto, acelerações bruscas do crescimento em diâmetro, induzidas pelos desbastes tardios, prejudicam certas propriedades da madeira em razão da tendência a seu enfraquecimento no ponto de aceleração.

- Efeito do Desbaste sobre Produção Econômica dos Povoamentos

A chave para o entendimento prático das normas de desbaste é o conhecimento dos meios através dos quais os desbastes podem ser aplicados para aumentar a produção econômica, a partir de uma capacidade quantitativamente inalterável de produção de madeira. O procedimento geral é fixar a produção em um determinado número de árvores de mais alta potencialidade destinadas a serem valorizadas; as demais são, sistematicamente, removidas, a fim de se obter a máxima vantagem econômica. As diferentes vantagens que podem ser obtidas são:

- a) evitar que o povoamento sofra perdas antecipadas em seu volume comercial;
- b) aumentar o valor do povoamento através da aceleração da taxa de crescimento em diâmetro das árvores;
- c) fornecer uma renda e controlar o estoque de crescimento durante a rotação;
- d) melhorar a qualidade do produto;
- e) fornecer oportunidade para melhorar a composição do povoamento, a fim de prepará-lo para o estabelecimento de uma nova produção.

Smith (1962) considera que o desbaste, além de produzir benefícios quanto à qualidade da madeira, evita perdas devidas ao não aproveitamento das árvores mortas naturalmente, ocasiona a concentração de produção lenhosa nos indivíduos mais promissores e ainda produz rendas intermediárias durante o período de rotação do povoamento. A melhor maneira de se pagar os custos de implantação de uma floresta é utilizar-se dos recursos advindos dos desbastes.

Um programa de desbaste consiste em uma série de reduções periódicas da densidade do povoamento com o objetivo de maximizar o valor líquido dos produtos obtidos durante a totalidade da rotação. Entre os fatores que determinam o valor líquido estão a qualidade, a quantidade, a utilidade e o tamanho dos produtos, assim como os custos de corte [25].

- Efeitos do Desbaste sobre a Qualidade da Madeira

O valor de uma produção total fixa pode ser melhorado simplesmente pelo favorecimento das árvores de melhor potencial, em termos de qualidade, em detrimento das de pior qualidade. Este efeito do desbaste na qualidade da madeira é de maior importância.

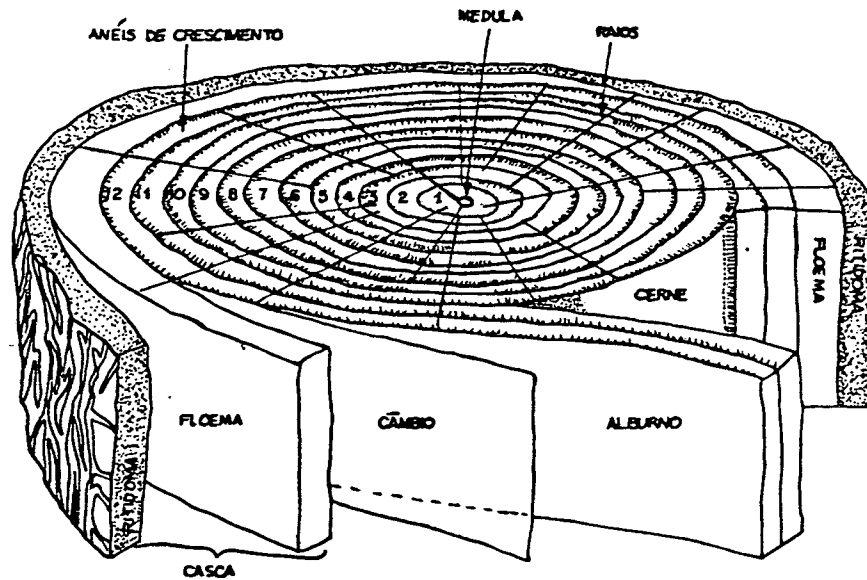
Finalmente, nos métodos desenvolvidos para se determinar quais árvores serão removidas e quais serão favorecidas pelos desbastes, podem ser reconhecidos quatro princípios, que são:

- Desbaste por Baixo,
- Desbaste pelo Alto,
- Desbaste Seletivo, e
- Desbaste Mecânico.

2.4 Anatomia da Madeira

Entende-se por Anatomia da Madeira o ramo da ciência que procura conhecer o arranjo estrutural dos vários elementos que constituem o lenho. A Anatomia Geral trata do estudo da constituição ou da organização do lenho. Por sua vez, a Histologia estuda os tecidos da madeira e a Citologia, as células que os compõem, visando, em conjunto, determinar a origem, a forma, as dimensões e as demais relações entre tais elementos [25].

Neste capítulo, menciona-se também a constituição da Anatomia da Madeira, com o objetivo de conhecer os caminhos e direções através dos quais os preservativos penetram quando a madeira é submetida a tratamento com esses preservativos.



Secção de um tronco típico; destacam-se como partes principais: casca, madeira, medula. Podem-se distinguir, geralmente, também: casca interna, casca externa, anéis (com lenho inicial e tardio), raios lenhosos, alburno e cerne. A fina camada de câmbio é invisível.

Figura 1: Estrutura Macroscópica do Tronco.

2.4.1 Propriedades das Madeiras

Aborda-se, agora, a Estrutura Macroscópica do Tronco: A secção transversal de uma árvore é ilustrada na figura 1. Sua parte periférica é a casca externa, imediatamente abaixo está a camada interna e, logo em seguida, o câmbio. A madeira, continuação do câmbio, é dividida em alburno e cerne.

Passando às partes da madeira, tem-se:

- Casca: casca ou córtex denomina-se todo o tecido da árvore que fica por fora do cilindro da madeira, cuja função é de proteção, sendo formada por camadas que não acompanham o desenvolvimento interno do tronco. A mais espessa dessas camadas endurece gradualmente e morre, ficando como uma cortiça enrijecida. Logo abaixo da casca, há o líber ou floema, tecido encarregado de transportar a seiva elaborada pelas folhas às demais partes do vegetal.

- Madeira: entre a casca interna (líber ou floema) e a madeira, localiza-se uma camada (invisível a olho nu) de células vivas, chamada câmbio. O câmbio dá origem às células lenhosas (madeira) e às células da casca. Ele promove o crescimento da planta tanto em altura como em espessura. Anualmente, as células do câmbio se dividem em duas que se desenvolvem e atingem o estado adulto produzindo, então, camadas de células que vão formar para dentro o xilema e para fora o floema.

• Alburno: apresenta um papel muito importante no processo de crescimento de uma árvore. Em geral, somente uma fina camada de sua parte externa é considerada viva; o resto serve de conduto para o transporte da água, que se movimenta das raízes e armazena substâncias de reserva (amido). De maneira geral, esta parte da árvore apresenta teor de umidade mais alto que o cerne.

• Cerne: durante a vida de uma árvore, o alburno se transforma gradualmente em cerne (figura 1), tornando-se menos permeável. Assim, o movimento da umidade é retardado consideravelmente e, por isto, o cerne seca com maior dificuldade do que o alburno. Sendo assim, esta parte da árvore apresenta maior tendência ao rachamento do que o alburno, necessitando, de condições de secagem mais amenas. O cerne é, geralmente, de coloração mais escura e também mais resistente ao apodrecimento do que o alburno.

- Medula: esta é indicada por um pequeno núcleo central ao longo do tronco e desempenha a função de armazenar substâncias nutritivas no período de crescimento primário das árvores.

Trata-se de um tecido aberto, de pouca densidade e, por isto, é uma região muito susceptível à penetração de fungos.

2.4.2 Fatores que Agem na Decomposição da Madeira

Dentre os principais fatores que agem na decomposição da madeira, podemos citar:

- presença de oxigênio - todos os fungos e demais microorganismos e insetos são aeróbicos;
- percentagem de alburno - quanto maior a percentagem de alburno, maior será o risco de decomposição;
- temperatura - temperaturas entre 20°C e 30°C favorecem o desenvolvimento de agentes decompositores;
- umidade - qualquer teor de umidade acima do ponto de saturação das fibras, geralmente maior que 20%, também favorece o desenvolvimento de agentes decompositores;
- esporos de fungos - fungos são capazes de atacar diferentes espécies de madeira, como já mencionado;
- ph - o contato da madeira com terra, água ou concreto, com ph entre 4,5 e 5,5 favorece a ação de microorganismos decompositores.

2.4.3 Agentes Destruidores da Madeira

Como material de construção e matéria prima em geral, as desvantagens que a madeira apresenta estão em biodegradação, flamabilidade, variações dimensionais com a alteração da umidade, degradação por radiação ultravioleta e corrosão por ácidos e por bases. Além disto, é degradada biologicamente por micro organismos que reconhecem os polímeros naturais da parede celular como fonte de nutrição, e alguns deles possuem sistemas enzimáticos específicos, capazes de metabolizar esses polímeros em unidades digeríveis.

A resistência à deteriorização pode ser várias vezes aumentada através do emprego de métodos adequados que, no conjunto, são denominados "preservação de madeiras".

Preservação é a técnica de proteger a madeira contra agentes destruidores, reduzir a suscetibilidade da madeira à

deteriorização por fungos, insetos, moluscos, crustáceos (organismos xilófagos) e fogo.

Além da alteração de sua constituição anatômica, a madeira pode se transformar pela ação de diversos agentes:

- agentes mecânicos - que provocam impacto e/ou atrito;
- agentes físicos - fogo ou radiação, por exemplo;
- agentes químicos - produtos ácidos, alcalinos ou oxidantes;
- agentes biológicos - fungos, insetos furadores e animais aquáticos, estes descritos a seguir.

■ Agentes Biológicos

A importância da descrição dos agentes biológicos se dá a partir do momento em que estamos estudando um processo de preservação de madeira com produto químico para aumentar a vida útil da madeira. Tais agentes seriam:

- Fungos Manchadores e Mofos

Os fungos manchadores causam pouca redução nas resistências mecânicas das madeiras, sendo que utilizam substâncias contidas nas células para o seu metabolismo. O fungo causador da "mancha azul" invade, como os outros manchadores, apenas o alburno. O prejuízo causado por estes fungos consiste em modificar o aspecto visual da madeira, pois as manchas têm uma penetração tal que não podem ser retiradas da superfície. Já as manchas causadas por mofos não têm muita penetração e podem ser facilmente retiradas da superfície. Isto porém, acarreta custos adicionais com mão de obra e material de limpeza.

- Fungos Destruidores (apodrecedores)

Os fungos apodrecedores causam a degeneração da madeira por decompor as paredes das células. Os principais tipos de deteriorização causada por estes agentes são:

- podridão parda;
- podridão branca;
- podridão mole.

Os causadores de podridão parda (Basidiomicetos)

atacam mais intensamente a celulose, que é de cor branca, e a lignina restante, de cor escura, que confere à madeira um aspecto pardo. Os responsáveis pela podridão branca decompõem todos os componentes da madeira, de forma mais ou menos equivalente, sendo que, a peça atacada adquire uma coloração esbranquiçada, mantendo porém, a sua estrutura ainda, por longo tempo.

- Insetos Xilófagos

Os insetos mais prejudiciais à madeira são os cupins, que procuram-na como abrigo e nutriente, alimentando-se apenas da celulose que precisa ainda ser digerida por milhões de protozoários que vivem nos seus intestinos. Os cupins abrem galerias muito características, paralelas à direção das fibras, deixando intacta uma delgada capa exterior.

Conforme seus hábitos de vida, os cupins (ou "térmitas") podem ser divididos em três grupos: cupins subterrâneos, são encontrados especialmente nas zonas de clima temperado. Vivem de baixo da terra, num ambiente com elevado teor de umidade e constroem tubos cimentados com argila, detritos de madeira e excremento cimentados. Já os cupins de madeira úmida atacacam madeira úmida já com algum índice de podridão, enquanto que os cupins de madeira seca penetram na madeira diretamente do ar e são encontrados em regiões de clima seco. Ao contrário dos tipos anteriores, podem agir diretamente sobre a madeira seca ($u = 10\%$ a 12%), pois suas necessidades de água são extremamente baixas.

- Furadores Marinhos

Furadores marinhos são as Brocas Marinhas que danificam madeiras em contato com a água, sendo o Teredo e a Limnória (crustáceo), alguns representantes importantes.

CAPÍTULO III

CONTROLE DE QUALIDADE DE MADEIRA PRESERVADA

3.1 Histórico

O controle de qualidade de produtos não constitui novidade; de fato, é tão antigo quanto a própria indústria. Já na Idade Média, a qualidade dos produtos manufaturados era de responsabilidade do artesão. Ele mantinha em segredo como produzir seus artigos, ou seja, o artesão escolhia, de acordo com sua habilidade e preferência, as ferramentas de trabalho, só transmitindo tais conhecimentos para certos aprendizes rigorosamente selecionados. A qualidade do artigo resultava da perícia do artesão, que aplicava engenho e arte na manufatura, desde o início do trabalho até concluir a peça. Com o surgimento da indústria e dos produtos em série, a qualidade passou a ser responsabilidade de todos e os métodos para obtê-la mudaram razoavelmente.

A produção em larga escala e a utilização de peças intercambiáveis foi introduzida há menos de dois séculos. Nessa época, a idéia generalizada era a da possibilidade de se produzirem peças de características invariáveis e dimensões exatas. Somente em 1840, surgiu o calibre simples ("passa"), o qual engloba o conceito de limite de tolerância, enquanto que em 1870, surgiu o calibre de máximo e mínimo ("passa, não passa"). Ao uso do calibre está associada a noção de tolerância de cada peça. Por volta de 1900, começou a generalizar-se a normalização dos produtos, com a elaboração de especificações de fabricação.

O primeiro a aplicar os métodos estatísticos no controle de qualidade foi Walter A. Shewhart da "Bell Telephone Laboratories". Em 1924, ele esboçou o primeiro gráfico de controle de fabricação, considerando que, mesmo em um processo de produção sob controle, ocorrem variações inevitáveis, porém passíveis de controle estatístico. Assim, foram lançadas as bases do controle

de qualidade atual. Em 1931, Shewart publicou o livro "Economic Control of Quality of Manufactured Products". Também nessa época, H. F. Dodge e H. G. Konig, da "Bell System", iniciaram trabalhos relacionados com a teoria estatística da inspeção. O novo método desenvolvido por Shewhart, Dodge e Konig encontrou logo grande aceitação entre estatísticos e engenheiros britânicos, após uma visita de Shewhart a Londres. O mesmo não ocorreu nos Estados Unidos, principalmente devido à filosofia da indústria norte-americana que não confiava nas técnicas estatísticas.

Com o início da segunda guerra mundial, os Estados Unidos, pressionados com a necessidade de controlar a qualidade dos produtos de uso militar, bem como pela necessidade de aumentar significativamente a produção destes bens, viram-se forçados a adotar os novos métodos de controle de qualidade. Por iniciativa do exército, formaram-se grupos de qualidade, enfatizando a teoria de inspeção. Uma larga experiência levou, então, ao reconhecimento das vantagens do controle estatístico, especialmente quanto à maior uniformidade de qualidade que ele determina nos produtos. Além disto, a melhor qualidade ainda vinha acompanhada de diminuição dos custos, via redução de refugos e de reprocessamentos.

Além do controle de qualidade e da teoria da amostragem, outras técnicas de estatística aplicada como planejamento de experimentos, estudos de processos estatísticos e teoria da confiabilidade foram desenvolvidas, sendo hoje aplicadas com frequência em diversos ramos da atividade humana.

3.2 Inspeção por Amostragem

A inspeção de qualidade é feita em produtos já existentes, para verificar se a qualidade das partidas apresentadas atende à especificação de aceitação do referido produto.

No caso da madeira preservada, uma inspeção completa, isto é, abrangendo todas as peças, no caso de madeira preservada é bastante onerosa e demorada, mesmo contando-se com técnicas de análise instrumental bastante sofisticadas. Dessa forma, uma inspeção por amostragem, realizada sobre uma fração do lote,

permite obter, com risco pré-determinado, informações sobre a qualidade do produto inspecionado. No controle de qualidade de madeira preservada, os planos de amostragem a serem adotados poderão utilizar apenas uma amostra (amostragem simples). Isto se deve aos elevados custos, tanto da amostra em si, como também dos testes a serem utilizados, que são destrutivos.

Dentre os vários objetivos da inspeção, podemos citar:

- Descobrir não conformidades e chamar a atenção dos responsáveis pelas mesmas, antes que esses erros se tornem sérios.
- Detectar a fonte de problemas ou não-conformidades no produto final.
- Assegurar que nenhum produto não-conforme ou abaixo do padrão chegue às mãos do consumidor.
- Promover uma reputação de qualidade minimizando, desta forma, as reclamações do consumidor.
- Remover peças não-conformes ou fabricadas incorretamente, tão logo o erro ocorra [30].

Os planos de amostragem poderão utilizar apenas uma amostra de tamanho n (amostragem simples), duas amostra de tamanhos n_1 e n_2 , respectivamente, retiradas em duas etapas sucessivas (amostragem dupla) e, como extensão do plano de amostragem dupla, tem-se a amostragem múltipla, onde a decisão de aceitar ou rejeitar o lote, em casos duvidosos, pode ser estendida a quaisquer quantidades de amostras maiores que duas. Um outro tipo de amostragem é a sequencial, onde um só item é selecionado e examinado antes de se decidir sobre a aceitação ou rejeição de um lote, ou selecionar mais um item.

Saliente-se que, independentemente do plano de amostragem adotado, é muito importante que o lote seja tão homogêneo quanto possível, de tal forma que a amostra represente verdadeiramente a qualidade do lote pois, caso contrário, todas as teorias estatísticas adotadas não terão a mínima validade [20].

3.3 Níveis de Qualidade e Riscos do Produtor e do Consumidor

O nível de qualidade é o valor associado a uma amostra ou a um lote, com o qual é medida a qualidade observada em determinado característico das peças de tal amostra ou lote, segundo um dado referencial. Assim, está definido o nível de qualidade observado no conjunto de peças em estudo neste trabalho.

Uma medida clássica associada ao nível de qualidade é o percentual de peças defeituosas do conjunto, obtido pela divisão do número de peças defeituosas encontradas, pelo tamanho do conjunto, que é o número de peças analisadas. Este nível de qualidade é indicado pela letra p , e é a mesma variável básica utilizada no controle de processos por atributos, quando este é feito pela fração defeituosa das amostras [29].

Exemplo: Considere-se uma partida de N peças das quais D sejam defeituosas; pode-se dizer que essa partida de tamanho N apresenta uma fração defeituosa $P = D/N$, ou nível de qualidade $P\%$. Dessa partida apresentada para inspeção, extrai-se uma amostra de tamanho n , isto é, uma amostra que contenha n peças. Verifica-se que ela apresenta d defeitos e, portanto, tem-se a fração defeituosa da amostra igual a $p = d/n$.

O objetivo da inspeção não é estimar a qualidade da partida, mas sim oferecer uma regra de ação que, quando aplicada a uma série de partidas, permita aceitar com um risco calculado partidas de uma determinada qualidade.

Consideremos agora os interesses do produtor e do consumidor relativamente aos níveis de qualidade. Suponha-se que o consumidor fixe igual a P_1 o nível de qualidade aceitável (NQA) e que P_2 seja o nível de qualidade inaceitável (NQI). Naturalmente teremos $P_1 < P_2$.

Um plano de amostragem satisfatório deverá discriminar as partidas de boa qualidade ($P \leq P_1$) das partidas de má qualidade ($P \geq P_2$) com base nas amostras examinadas. Em outros termos, o plano deverá estabelecer uma regra de decisão segundo a qual seja possível aceitar as partidas de boa qualidade e rejeitar as de má qualidade. O produtor desejará uma proteção contra a rejeição das partidas de boa qualidade, e o consumidor, de seu lado, desejará uma proteção contra a aceitação de partidas de má qualidade.

É natural que o consumidor e o produtor desejem fixar, com base em sua experiência anterior e em razões econômicas, os riscos a que estão expostos ao adotarem um critério de decisão [16]; isto é alcançado na inspeção por amostragem.

Distinguem-se, para tanto, os dois tipos de riscos:

- Riscos do consumidor $\beta(P_2)$: a probabilidade de que uma partida de má qualidade seja aceita (isto é, a probabilidade de aceitar-se uma partida de qualidade $P \geq P_2$);
- Riscos do produtor $\alpha(P_1)$: a probabilidade de que uma partida de boa qualidade seja rejeitada (isto é, probabilidade de rejeitar-se uma partida de qualidade $P \leq P_1$) [22].

O risco do consumidor geralmente é fixado em 10%, o que significa que, em uma série de partidas apresentadas para inspeção, uma partida, em cada dez, aceitas, será de má qualidade; o valor do risco é fixado em vista das consequências perturbadoras que lhe trará a utilização de produto de má qualidade. Por seu turno, o risco do produtor geralmente adotado é de 5%, o que significa que, de uma série de partidas de boa qualidade, uma em cada vinte será rejeitada como sendo de má qualidade; ele assim o faz, tendo em vista a perturbação e o prejuízo que lhe trará a rejeição de material de boa qualidade [16].

O consumidor, muito compreensivelmente, tentará reduzir seu risco, se possível a zero; por seu lado, o produtor tentará agir de maneira semelhante. Contudo, para amostras de tamanho n , fixado, não é possível reduzir simultaneamente ambos os riscos; a redução de um deles acarreta o aumento do outro.

Também os interessados desejarão reduzir, ao mínimo compatível com os riscos anteriormente escolhidos, a quantidade de peças a inspecionar. Pretenderão, para isso, fixar o tamanho n da amostra o menor possível, mas desse modo poderão diminuir o poder discriminante do plano na separação de partidas de boa e de má qualidade. A diminuição do custo de inspeção acarretaria, então, o aumento do custo das decisões errôneas.

Em resumo, uma primeira forma de caracterizar um plano de amostragem para aceitação é escolher quatro elementos, dois

níveis de qualidade e dois riscos (ou níveis de proteção contra decisões errôneas):

- P_1 : nível de qualidade aceitável (NQA);
- $\alpha(P_1)$: risco do produtor (no NQA);
- P_2 : nível de qualidade inaceitável (NQI);
- $\beta(P_2)$: risco do consumidor (no NQI).

Esses elementos, aos pares, definem dois pontos da curva característica de operação (CCO) do plano de amostragem.

Escolhido um plano de amostragem simples, admite-se que ele permita aceitar qualquer partida cuja fração defeituosa seja inferior ou igual ao NQA, e rejeitar qualquer partida cuja fração defeituosa seja igual ou superior ao NQI. Na série de aplicações do plano, os riscos de decisão errôneas são: o risco do produtor $\alpha(P_1)$ para as rejeições, e o risco do consumidor $\beta(P_2)$ para as aceitações de partidas [22].

Em geral, na construção de planos de amostragem simples, fixa-se para uma partida ser aceitável na inspeção, o número máximo de defeituosos "a" denominado número de aceitação. Ocorrendo, na amostra, um ou mais defeituosos além de "a", a partida será rejeitada; define-se assim, em consequência, o número de rejeição $r = a + 1$. Naturalmente, deveremos ter $0 \leq a \leq (n-1)$ e $1 \leq r \leq n$.

A probabilidade de que ocorram, no máximo, "a" defeituosos na amostra, será calculada por uma das expressões da probabilidade acumulada, $F(x)$ do tipo de distribuição aplicável ao caso em exame (hipergeométrica, binomial ou de Poisson).

Estabelecidos esses conceitos básicos de natureza teórica, passa-se a focalizar o caso específico do controle de qualidade de preservativos e de madeira preservada, por parte do convênio IBDF-IPT-ABPM.

Foram empregados os planos normais de amostragem propostos na norma NIL-STD-105D de 29.04.1963 da Academia Militar dos Estados Unidos, Nível I para mourões e nível II para preservativos. O nível de qualidade aceitável (NQA) será de 10% e como riscos do produtor e consumidor será seguida a regra geral, isto é, 5% e 10%, respectivamente [33].

Inicialmente, na fase preliminar de adaptação, quando as amostras serão retiradas e enviadas pelos próprios fabricantes, as inspeções serão normais para postes e preservativos e atenuadas para cruzetas e mourões, em virtude do grande número de peças que constituem a partida.

Futuramente, quando a amostragem for efetuada por fiscais credenciados pelo IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal), a inspeção poderá ser normal, atenuada ou rigorosa, sendo adotado o seguinte critério de escolha:

a- Início da inspeção: normal

b- Continuação da inspeção: normal, atenuada ou rigorosa permanecendo numa dessas três categorias até que haja necessidade de mudança, de acordo com o item "c".

c- Mudança da forma de inspeção:

c.1- Normal para rigorosa: a mudança deve ser efetuada quando de 2 a 5 partidas consecutivas forem rejeitadas.

c.2- Rigorosa para normal: quando 5 partidas consecutivas em inspeção rigorosa forem aceitas.

c.3- Normal para atenuada: quando em inspeção normal forem satisfeitas as seguintes condições:

- As últimas dez partidas forem aceitas.
- O número total de peças rejeitadas nas últimas dez partidas é menor que os valores estipulados; (esses números se encontram numa tabela de números limites para inspeção atenuada).
- A produção está em regime estacionário.
- For recomendado pela autoridade responsável.

c.4- Atenuada para normal: a mudança deve ser efetuada quando:

- Uma partida é rejeitada.
- A produção torna-se irregular ou atrasada.
- Outras condições determinem a inspeção normal.

d- Término da inspeção: na hipótese de dez partidas consecutivas permanecerem em inspeção rigorosa, a inspeção será cancelada, até que sejam tomadas medidas para melhorar o nível de qualidade do produto.

Finalizando, são apresentadas a seguir, a tabela para dimensionamento das amostras, bem como as instruções para fabricantes e importadores de preservativos e ainda para usinas de impregnação de madeiras [33].

CÓDIGO PARA DIMENSIONAMENTO DAS AMOSTRAS		NÍVEIS DE INSPEÇÃO		
		I	II	III
2 a	8	A	A	B
9 a	15	A	B	C
16 a	25	B	C	D
26 a	50	C	E	E
51 a	90	C	E	F
91 a	150	D	F	G
151 a	280	E	G	H
281 a	500	F	H	J
501 a	1200	G	J	K
1201 a	3200	H	K	L
3201 a	10000	J	L	M
10001 a	35000	K	M	N
35001 a	150000	L	N	P
150001 a	500000	M	P	Q
500001 a	acima	N	Q	R

TABELA 1: Código para Dimensionamento das Amostras

3.4 Instruções para Fabricantes e Importadores de Preservativos

3.4.1 Amostragem

A- Consultar uma tabela para determinar o número de

- tambores a serem inspecionados diariamente. No caso de produtos importados, a inspeção será feita por partidas;
- B- escolher, ao acaso, os tambores a serem inspecionados dentre o lote componente da produção diária;
 - C- selecionar os frascos de polietileno verificando se os mesmos estão limpos e secos, para acondicionar as amostras de preservativo; a cada tambor a ser inspecionado corresponderá um frasco;
 - D- rotular cada frasco de amostra com etiqueta apropriada contendo as seguintes instruções:
 - D.1- Número de identificação do tambor,
 - D.2- Nome do fabricante,
 - D.3- Nome do produto,
 - D.4- Data da amostragem;
 - E- preencher cada frasco da amostra com o material do respectivo tambor;
 - F- fechar cada frasco, inicialmente colocando a vedação plástica e depois tampando com cuidado para não danificar a rosca.

3.4.2 Remessa das Amostras

- A- Colocar os frascos de cada semana num dos malotes fornecidos pelo Convênio IBDF-IPT-ABPM;
- B- fechar com cadeado - cada malote possui seu próprio cadeado que não deverá ser substituído em nenhuma hipótese, para não dificultar a localização da cópia da chave no laboratório de controle de qualidade em São Paulo;
- C- inverter a etiqueta de endereçamento existente na parte frontal do malote, de forma que fique visível o endereço do IPT;
- D- despachar o malote, de preferência sempre pelo mesmo transportador, cujo endereço e telefone deverão ser comunicados ao IPT;

3.5 Instruções para Usinas de Impregnação de Madeiras

3.5.1 Soluções Preservativas.

A- Hidrossolúveis em geral e pentaclorofenol: coletar semanalmente um litro da solução preservativa existente no tanque de trabalho, da seguinte forma;

A.1- com o auxílio de um recipiente qualquer, de preferência de boca larga, amarrada a uma haste retirar aproximadamente um litro da solução preservativa do tanque de trabalho - é recomendável que a amostra seja feita após a retirada do preservativo da autoclave durante um tratamento qualquer, pois o regime turbulento que ocorre na transferência garante a homogeneidade da amostra;

A.2- transferir a amostra retirada para um frasco de polietileno de um litro;

A.3- rotular cada frasco de amostra com etiqueta apropriada contendo as seguintes informações:

A.3.1- Número de identificação do tambor,

A.3.2- Nome do fabricante,

A.3.3- Nome do produto,

A.3.4- Data de amostragem;

A.4- colocar a vedação plástica e verificar se não há vazamentos;

A.5- tampar cuidadosamente o frasco e remeter para o IPT conforme o item 3.

B- Creosoto e Óleo Combustível: a amostragem de creosoto e e dos óleos combustíveis usados como veículos deverão ser feitas a cada novo recolhimento das fontes de produção. Como se trata de material heterogêneo, o procedimento recomendado é o da retirada de amostras recolhidas conforme a descrição que se segue:

B.1- amarrar um recipiente de vidro de 1 litro a uma haste de madeira de comprimento tal que permita o acesso do frasco ao fundo do tanque de armazenagem;

- B.2- tampar o frasco de vidro com uma rolha de cortiça presa a um arame;
- B.3- introduzir o frasco tampado no tanque até que atinja o fundo;
- B.4- nesse instante, destampar o frasco puxando o arame solidário à rolha;
- B.5- retirar o frasco lentamente com uma velocidade tal que o mesmo chegue à superfície quase inteiramente cheio - se chegar cheio, repetir a amostragem aumentando a velocidade de retirada;
- B.6- transferir a amostra retirada para um frasco de polietileno de 1 litro;
- B.7- rotular cada frasco de amostra com etiqueta apropriada contendo as seguintes informações;
 - B.7.1- Nome do fabricante,
 - B.7.2- Nome do produto,
 - B.7.3- Data da amostragem;
- B.8- colocar a vedação plástica, verificando se não há vazamento;
- B.9- tampar o frasco e remeter ao IPT conforme o item 3 destas instruções [08].

3.5.2 Postes, Mourões ou Cruzetas

- A- Consultar a tabela 2 para determinar o número de mourões ou cruzetas a serem inspecionados numa carga semanal;
- B- escolher, ao acaso, as peças a serem inspecionadas, dentro do lote componente de carga;
- C- com o auxílio de um trado amostrador retirar, baguetas das peças selecionadas de acordo com o seguinte esquema:

Tipo de Peça	Número de Baguetas por Peça Inspeccionada	Local de Retiradas
Mourões	1	Zona de afloramento
Cruzetas	1	Zona central
Postes	2	Zona de afloramento, diametral opostas

TABELA 2: Seleção do Tipo de Peça

- D- tampar o orifício resultante da retirada das baguetas com batoques de Pinho do Paraná preservados;
- E- recortar o papel alumínio em pedaços de 5x10 cm;
- F- embrulhar as baguetas procedentes de cada peça inspeccionada, separadamente, em papel de alumínio - no caso de postes dos quais são retiradas 2 baguetas por unidade inspeccionada, ao embrulhar evitar o contato direto das mesmas;
- G- colocar as baguetas embrulhadas em frasco amostra de polietileno;
- H- rotular o frasco-amostra contendo as baguetas com etiquetas contendo as seguintes informações:
 - H.1- Número de identificação do mourão (poste ou cruzeta, se houver),
 - H.2- nome do fabricante,
 - H.3- nome da madeira,
 - H.4- data da amostragem;
- I- remeter as amostras para o IPT, conforme o item 3 destas instruções.

3.5.3 Remessa das Amostras

- A- Colocar os frascos-amostra de cada semana num dos malotes fornecidos pelo Convênio IBDF-IPT-ABPM;
- B- fechar com cuidado - Cada malote possui o seu próprio cadeado, que não deverá ser substituído sob nenhuma hipótese, para não dificultar a localização da cópia da chave no laboratório de controle de qualidade em São

Paulo;

- C- inverter a etiqueta de endereçamento existente na parte frontal do malote, de forma que fique visível o endereço do IPT;
- D- despachar o malote, de preferência sempre pelo mesmo transportador, cujo endereço e telefone deverão ser comunicados ao IPT.

Lote ⁽²⁾ (mourões e cruzetas)	Número de Unidades Inspeccionadas
2 a 8	2
9 a 15	2
16 a 25	2
26 a 50	2
51 a 90	2
91 a 150	3
151 a 280	5
281 a 500	8
501 a 1200	13
1201 a 3200	20
3201 a 10000	32

TABELA 3: Plano de Inspeção simples em nível II Atenuado⁽¹⁾ para Usinas Produtoras de Mourões e Cruzetas Preservados

(1) Dados retirados da Norma MIL-STD-105D de 29 de abril de 1963 da Academia Militar dos E. U. A. .

(2) O lote é constituído pelo número de peças colocadas na autoclave no tratamento semanal em que será efetuada a amostragem. (26- todo).

3.6 Normas e Especificações (da ABNT)

Ao mencionar normas técnicas, colocando como objetivo

final a qualidade do meio ambiente, está-se pensando na proteção dos consumidores e dos interesses das comunidades técnicas - segurança e saúde -, na proteção do meio ambiente, no desenvolvimento econômico auto-sustentado, na economia global das sociedades - evitando desperdícios dos recursos naturais -, na melhoria da comunicação técnica e científica, na eliminação de barreiras comerciais e, finalmente, na otimização de produtos e serviços [33].

Com o esgotamento das reservas de recursos e das possibilidades de investimento, a economia mundial caminha, a passos rápidos, no sentido de atingir a Qualidade Total. Não há interesse algum, em qualquer país do Primeiro Mundo, em produzir sem garantir segurança ambiental e, ao mesmo tempo, proteger a saúde dos trabalhadores dos consumidores.

Assim, no cenário internacional são, a cada dia, mais frequentes:

- Pesquisas ambientais,
- financiamento de projetos, produtos e serviço ecológicos,
- seguros, e
- selos de conformidade.

Por sua vez, no cenário nacional, há que mencionar a ABNT, com suas atribuições e objetivos. A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é o fórum de normalização do País e, desde a década de 40, produz textos que, em realidade, refletem o nível tecnológico da nação. Conta, atualmente, com 24 comitês que representam os vários setores da economia nacional, sendo que o 25^o (Comitê de Qualidade) está em fase de implantação. A criação da Comissão de Estudos Especiais e Temporários do Meio Ambiente, em julho de 1991, e a realização do Seminário "A Importância da Elaboração de Normas Técnicas para a Qualidade do Meio Ambiente", em setembro de 1991, foram da maior importância para o CB-26, Comitê Brasileiro do Meio Ambiente [33].

A utilidade pública da ABNT foi reconhecida em 1962 pelo Decreto Lei n^o 4150. Em 1983, por intermédio da Lei 5966, o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade

(Conmetro) reconheceu a ABNT como Fórum Nacional de Normalização.

O Comitê Brasileiro do Meio Ambiente possui uma missão altamente estratégica que é:

- Elaborar e revisar normas técnicas ambientais, orientando a política de normalização do setor;
- gerar uma massa crítica de trabalhos que permitam ao país integrar-se às novas exigências de qualidade da economia mundial, à nova realidade ambiental brasileira - marcada pela constituição homologada em 1988 - e, sobretudo, no recente direito ambiental, que começou a estruturar-se desde então.

A ABNT prepara-se para os novos tempos, onde, sem dúvida alguma, as relações de mercado e os direitos dos consumidores passam por uma mudança profunda de paradigma. São provas destas mudanças o recente Código de Defesa do Consumidor, o "Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade", a unificação dos mercados dos países do Prata (Mercosul), sem falar das grandes transformações que ocorrem no Leste Europeu, a nova Comunidade Econômica Européia a partir de 1992, os "Tigres Asiáticos" e a fusão da América do Norte num grande mercado.

O Brasil foi a sede da Conferência de Cúpula sobre Meio Ambiente da ONU (Rio 92), não por acaso mas, sobretudo, porque nosso país representa uma das maiores fronteiras de recursos e possibilidades de desenvolvimento, quando se fala de Qualidade e Meio Ambiente.

A Marca de Conformidade é conhecida pela ABNT em uma série de produtos que, após ensaiados exaustivamente por laboratórios credenciados, mostram-se em conformidade com uma determinada norma nacional ou até mesmo uma série delas. Esta prática visa, não somente diferenciar produtos, mas, principalmente, proteger o consumidor. A Marca de Conformidade atesta ao produto o nível mínimo de Qualidade exigido pela norma, quanto às questões relativas ao uso.

Uma marca de Conformidade muito especial é o "Selo Verde". Ele representa, talvez, o grau mais elevado da conformidade, pois aqui está em jogo, além da qualidade intrínseca ao produto, uma problemática muitíssimo mais séria e delicada: a questão ambiental. Produtos e serviços devem primar pela Qualidade

Total para poderem sobreviver às novas exigências internacionais de segurança e proteção do meio ambiente.

O "Selo Verde" deverá trazer esta concepção. Em hipótese alguma serão certificados produtos que, mesmo primando pela excelência da Qualidade sendo, tecnicamente, citando o famoso princípio de Juran, "adequados ao uso", não ofereçam total proteção aos indivíduos e simultaneamente ao meio ambiente. Este tipo de selo representa um verdadeiro salto de qualidade e, por sua vez, atesta o amadurecimento empresarial e a conscientização geral dos consumidores.

De fato "o sentido prático e a significação de uma norma de qualidade são, em grande parte, determinados pela fidelidade que se suponha atender em sua utilização, e pela natureza e grau de coerção ou de aprovação que lhe atribua o grupo de pessoas nela interessado e que se utilize da norma" (Shewhart) [36].

3.6.1 Normas e Especificações da ABNT - Mourões de Madeira Preservada para Cercas

A seguir comentam-se as Normas e Especificações da ABNT, norma EB-474 da ABNT para Mourões de Madeira Preservada para Cercas [27].

A- Objetivo

A.1- Esta Especificação tem por objetivo fixar as características mínimas exigíveis no recebimento de mourões de madeira preservada para cercas, das seguintes espécies:

- a- Eucalyptus Spp,
- b- Araucária Angustifolia,
- c- Madeiras nativas diversas, e
- d- Pinus Spp.

Nota: A obrigatoriedade do tratamento preservativo decorre da Lei número 4797, de 20.10.65, e do Decreto número 58016, de 18.03.66, ou de outros preceitos legais que venham regular a matéria.

B- Definições

Para fins desta especificação, serão adotadas as

definições abaixo, apesar de algumas já terem sido mencionadas no Capítulo II:

- B.1- Alburno- parte externa do tronco de uma árvore que geralmente se distingue da parte interna pela cor mais clara. Normalmente o alburno contém substâncias de reserva, por exemplo, amido, e é mais permeável à passagem de líquidos.
- B.2- Anel de crescimento- camada de crescimento do lenho, formada durante o período vegetativo, caracterizada pelo contraste, mais ou menos marcante, na seção transversal do lenho tardio de um período e o lenho inicial do período seguinte.
- B.3- Base- seção transversal externa da parte inferior do mourão.
- B.4- Besel- corte em ângulo, da extremidade superior do mourão.
- B.5- Carga nominal- carga que o mourão pode suportar sem sofrer deformações permanentes; deve ser considerada como uma força contida no plano de aplicação dos esforços e passando pelo eixo do mourão.
- B.6- Cerne- parte do lenho, constituída por camadas internas que, na árvore em crescimento, cessou de conter células vivas e cujas substâncias de reserva (como por exemplo o amido) foram consumidas ou transformadas em outras, peculiares ao cerne.
- B.7- Comprimento total (H)- distância entre o topo e a base do mourão.
- B.8- Comprimento nominal- valor nominal do comprimento do mourão.
- B.9- Comprimento de engaste (E)- comprimento calculado para realizar o engastamento do mourão no solo, a saber:
- $$E = 0,1 \times H + 0,40m$$
- Nota: A fixação do comprimento de engastamento visa uniformizar as condições para aplicação do ensaio de flexão e não se refere necessariamente ao dimensionamento das estruturas de madeira.
- B.10- Comprimento útil de mourão (h)- comprimento total menos o comprimento de engastamento:
- $$h = H - E$$
- B.11- Comprimento útil do mourão (hu)- comprimento do mourão, menos distância do topo ao plano de aplicação dos esforços:
- $$hu = h - 0,15m = H - E - 0,15m$$
- B.12- Curvatura- desvio de direção do mourão.
- B.13- Descascamento- eliminação da casca de um mourão.

- B.14- Durabilidade- propriedade da madeira de resistir, em maior ou menor grau, ao ataque dos agentes destruidores, sob condições naturais de uso.
- B.15- Empilhamento- operação de dispor os mourões em determinada forma, para sua secagem ou armazenamento.
- B.16- Escora- peça de madeira de diâmetro e comprimento variáveis e adequados ao uso a que se destina o mourão, tendo função de suporte.
- B.17- Etapa de acondicionamento- fase inicial do processo de impregnação sob pressão, na qual a madeira é submetida a um aquecimento a vapor, ou em solução preservativa oleosa, com a finalidade de reduzir o seu teor de umidade antes de receber o preservativo.
- B.18- Face do mourão- superfície ao lado côncavo (o de menor raio de curvatura), nos mourões com curva num só sentido; superfície de menor raio de curvatura entre linha de afloramento e o topo, nos mourões com curvas reversas ou duplas.
- B.19- Fenda- separação do tecido lenhoso ao longo das fibras, em geral, transversalmente aos anéis de crescimento, podendo se estender de um lado a outro do mourão e, nesse caso, é denominada de fenda diametral.
- B.20- Greta- separação da madeira no sentido radial, cujo desenvolvimento não chega a afetar a superfície do mourão.
- B.21- Inclinação do veio- desvio apresentado pelo veio em relação ao eixo longitudinal.
- B.22- Ingrediente ativo- padrão em cujos termos se difere usualmente a composição ponderal, em percentagem, das formulações preservativas. Esses padrões podem ser elementos - Fluor e Boro -, óxidos de elementos como CuO , CrO_3 e As_2O_5 ou substâncias químicas, como pentaclorofenol. Não são expressos em ingredientes ativos ou compostos cuja única finalidade é a de inibir a corrosão ou acertar o pH da solução preservativa.
- B.23- Linha de afloramento- intersecção da superfície lateral do mourão com o plano do solo. A linha de afloramento é o limite superior do engastamento.
- B.24- Madeira sã- madeira cuja estrutura lenhosa não foi afetada por agente biológico.

- B.25- Madeira seca ao ar- aquela que, por sua exposição ao ar, apresenta teor de umidade e equilíbrio correspondentes às condições ambientais.
- B.26- Madeira preservada- a que contém preservativos em quantidade suficiente de maneira a aumentar significativamente a sua resistência aos agentes biológicos, ao fogo e às interpéries, prolongando a sua vida útil.
- B.27- Mourão- peça de madeira de eixo, aproximadamente retilíneo com seção transversal circular semi-circular ou em quarto de círculo, com diâmetro variável e o comprimento até 6.50m.
- B.28- Mourão preservado- aquele cujo alburno contém preservativo em quantidade adequada de maneira a aumentar significativamente a sua resistência para protegê-lo dos agentes biológicos de deteriorização, do fogo e às interpéries, prolongando a sua vida útil.
- B.29- Nó- parte inicial de um galho remanescente no mourão.
- B.30- Orifício- defeito que se manifesta como abertura de seção, aproximadamente circular, especialmente pelo desprendimento de um nó.
- B.31- Plano transversal- plano normal ao eixo do mourão.
- B.32- Plano de aplicação dos esforços- plano transversal onde se aplicam os esforços definidos nesta especificação e situado a 15cm do topo para efeito de ensaio.
- B.33- Preservativo de madeira- substância ou formulação química de composição e características definidas, que deve apresentar as seguintes propriedades:
- alta toxidez aos organismos xilófagos;
 - alta penetrabilidade através dos tecidos lenhosos permeáveis;
 - alto grau de fixidez nos tecidos lenhosos;
 - alta estabilidade química;
 - incorrosividade aos metais;
 - imprejudicabilidade às características físicas e mecânicas da madeira; e
 - segurança na manutenção.
- B.34- Processo de preservação- conjunto de operações destinado a aplicar o preservativo na madeira, resultando numa impregnação adequada dos tecidos lenhosos, sem adicionar lesões prejudiciais à estrutura das peças, ou alterações em

suas características físico-mecânicas.

C- Condições Gerais

C.1- Classificação

C.1.1- Os mourões preservados para cerca serão classificados quanto a forma e dimensões.

C.1.2- As condições de dimensionamento destas tabelas foram as seguintes:

a- Para Eucalipto:

tensão de ruptura a flexão $Tr = 850 \text{ Kg/cm}^2$,

tensão admissível a flexão $Td = (850/3) \text{ Kg/cm}^2$,

módulo de elasticidade $E = 100000 \text{ Kg/cm}^2$,

conicidade média $m = 7,26 \text{ mm/m}$, e

densidade aparente a 40% de umidade $d = 0,85 \text{ Kg/dm}^3$

C.2- Forma

C.2.1- O mourão preservado para cerca deve:

- ter razoável simetria axial,
- ser isento de defeitos,
- ser de seção transversal, semi-circular ou um quarto de círculo, e
- possuir as características exigidas para cada tipo.

C.3- Preparação

C.3.1- Só serão aceitos mourões livres de defeitos prejudiciais a sua finalidade - os tratamentos preservativos não restituem perdas de resistência causadas por defeitos - devendo os mourões apresentar alburno com a espessura da ordem de 20 mm ou mais.

C.3.2- A casca do mourão deve ser completamente removida, tolerando-se somente a remanescência de pequenas faixas de casca interna.

C.3.3- Os mourões deverão ser impregnados depois que forem submetidos a uma secagem natural ou artificial, de modo a atingir o teor de umidade na zona impregnável, ou seja, igual ou inferior a 35% para impregnação com preservativos hidrossolúveis.

C.3.4- O fornecedor deverá manter um registro de teor de umidade de todas as peças submetidas a tratamento preservativo para exibi-lo, quando necessário, ao usuário.

C.3.5- Os mourões devem ser chanfrados no topo e aparados na base.

C.4- Identificação

C.4.1- Os mourões serão obrigatoriamente identificados pela sigla do fornecedor, com o respectivo ano da fabricação, gravado de maneira indelével.

C.5- Tratamento

C.5.1- O tratamento preservativo consiste na proteção das camadas externas dos mourões contra a ação dos organismos xilófagos, de modo a impedir a sua penetração e posterior infiltração nos tecidos lenhosos das camadas internas.

C.5.2- As camadas protetoras deverão ser formadas em toda superfície exposta da peça, apresentando-se homogênea e sem solução de continuidade.

C.5.3- O fornecedor será responsável pela integral eficiência do processo de preservação e deverá proporcionar ao usuário, ou quem por este seja designado, facilidade para observar e testar, se assim desejar, todas as etapas do processo de preservação e tratamento das peças.

C.5.4- A impregnação dos mourões deve ser realizada por um dos seguintes processos:

- Célula cheia (full-cell)
- Célula vazia (empty-cell)
- Banho quente-frio

C.5.5- A operação de impregnação a pressão deverá ser feita com equipamento adequado, de forma a garantir as retenções especificadas, sem a aplicação de pressões e temperaturas excessivas, que possam comprometer a resistência mecânica da madeira.

C.5.6- A retenção mínima, determinada conforme descrita no Método de Ensaio MB-790, deverá ser a seguinte:

- 6,5 quilos de ingredientes ativos por metro cúbico de madeira tratada para os preservativos hidrossolúveis;
- 100 quilos de creosoto por metro cúbico de madeira tratada;
- 5 quilos de pentaclorofenos por metro cúbico de madeira tratada.

C.5.7- A penetração do preservativo deve atingir todo o alburno do mourão das folhosas (latifoliadas) e nos de coníferas deverá atingir 85% do alburno ou 30mm de espessura.

C.5.8- Os mourões, após o tratamento preservativo, devem ser

empilhados, pelo menos 25cm acima do solo, sobre apoios metálicos, de madeira preservada ou de concreto.

C.6- Preservativos

C.6.1- Preservativo Hidrossolúvel à base de Cobre, Cromo e Arsênio (CCA).

- Tipo A

Os ingredientes ativos do CCA - Tipo A, deverão entrar na seguinte composição:

Cromo hexavalente, calculado como CrO_3 : 65,55%

Cobre, calculado como CuO : 18,10%

Arsênio, calculado como As_2O_5 : 16,40%

- Tipo B

Cromo hexavalente, calculado como CrO_3 : 35,30%

Cobre, calculado como CuO : 19,60%

Arsênio, calculado como As_2O_5 : 45,10%

- Tipo C

Cromo hexavalente, calculado como CrO_3 : 47,50%

Cobre, calculado como CuO : 18,50%

Arsênio, calculado como As_2O_5 : 34,00%

- O sal seco (ou a solução preservativa) deverá ser formulado com produtos de pureza acima de 95%, em base anidra, e que possam fornecer os elementos Cr, Cu e As acima citados. O preservativo comercial deverá trazer especificado o conteúdo total dos ingredientes ativos mencionados: as porcentagens indicadas podem sofrer uma variação de até 1/20 (um vigésimo, ou 5%) de seu valor, para mais ou para menos.

D- Inspeção

D.1- A totalidade das peças a serem inspecionadas de cada vez é constituída de lotes, definindo-se o lote como sendo o conjunto de peças do mesmo tipo e mesmo comprimento nominal.

D.1.1- Todas as peças de um mesmo lote poderão ser examinadas, a fim de se verificar se as prescrições estabelecidas nesta especificação foram satisfeitas.

E- Amostragem

E.1- A amostragem para ensaios de penetração e retenção será no mínimo de 10 peças por carga de tratamento.

F- Ensaaios

F.1- Normalmente, poderão ser realizados ensaios de verificação de teor de umidade, de penetração, de concentração e de retenção do preservativo.

F.1.1- Os ensaios deverão ser feitos de acordo com o Método MB-790.

F.2- Em princípio, fica estabelecido quais ensaios serão realizados na própria usina de preservação de madeira. De comum acordo, uma das partes (usuário ou fornecedor) poderá propor que os ensaios sejam realizados em outro local. Neste caso, as despesas decorrentes de transporte e ensaio de material correrão por conta do proponente, com a ressalva indicada no item J.2.1.

F.2.1- Se os ensaios realizados em outro local, que não a usina de preservação, implicarem na rejeição do lote, as despesas correrão por conta do fornecedor.

F.3- No caso de ensaio realizado em outro local, que não a usina de preservação, será permitido ao fornecedor acompanhar o transporte dos corpos de prova e aferir os instrumentos de medida.

F.4- O usuário poderá dispensar os ensaios, no todo ou em parte, desde que o fornecedor apresente certificado fornecido por estabelecimento oficial, ou privado, de idoneidade reconhecida.

G- Defeitos e Tolerância

G.1- Defeitos inadmissíveis nos mourões:

- sinais de apodrecimento, principalmente no cerne;
- avarias no alburno, provenientes do corte ou do transporte;
- fraturas transversais;
- orifícios, brocas, depressões acentuadas;
- pregos, cavilhas ou quaisquer peças metálicas, não especificamente autorizadas.

G.2- Defeitos admissíveis nos mourões:

G.2.1- Curvatura em um plano e em uma direção quadro 1 (fig.1): permite-se uma distância máxima entre a reta que vai da linha de afloramento à aresta do topo do mourão e face do mourão, de 1,4 cm por metro de comprimento entre aquele

ponto.

G.2.2- Curvatura em dois planos e em duas direções no mesmo plano quadro 1 (fig.2): nenhum ponto intermediário da reta que liga os pontos médios das seções transversais na linha de afloramento e no topo do mourão não deverá ultrapassar a face do mourão.

G.2.3- Sinuosidade: em qualquer trecho com comprimento mínimo de 1,50m, o desvio de direção deve ser menor que a metade do diâmetro da seção média da parte sinuosa.

G.3- Fendas: admite-se a existência de fendas nos mourões com as seguintes dimensões:

- na base: 30cm de comprimento e 5mm de abertura.
- no topo: 20cm de comprimento e 5mm de abertura.
- no corpo do mourão: 50cm de comprimento e 5mm de abertura.

G.4- Rachas

G.4.1- São admissíveis rachas no topo e na face dos mourões, com as seguintes dimensões:

G.4.1.1- Quando limitadas por um ângulo de até 90° , a abertura da racha deve ser igual ou inferior a 10% do diâmetro (do topo à base).

G.4.1.2- Quando o ângulo se estende além de 90° , a abertura da racha não deve ultrapassar 5% do diâmetro.

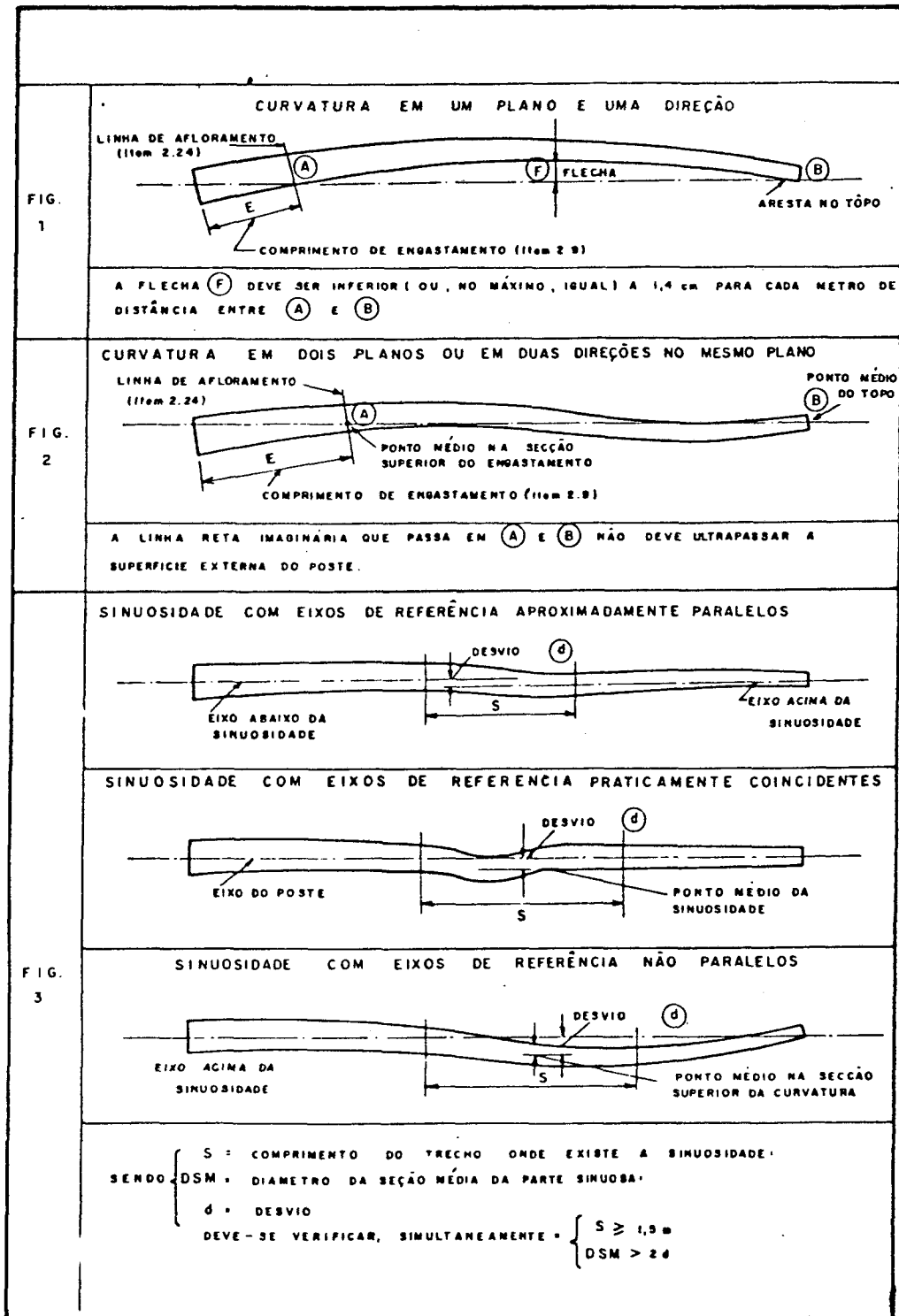
H- Aceitação e Rejeição

H.1- O lote será aceito se não houver falhas nos ensaios feitos sobre a amostragem tomada, conforme item E.1.

H.2- Se houver falha, será tomada nova amostragem de tamanho duplo em relação à inicialmente considerada.

H.3- A liberação das peças pelo inspetor do usuário não implicará em aceitação de caráter irrevogável. Qualquer peça poderá ser posteriormente rejeitada, caso se constate falha grave, de responsabilidade do fornecedor, não percebida por ocasião da entrega.

H.4- O fornecedor deverá garantir a substituição de quaisquer peças que se tornam inaceitáveis, dentro de um período de 10 anos a contar da data da entrega da peça ao usuário. A substituição não dependerá do motivo da falha (tratamento



QUADRO 1: Defeitos Admissíveis nos Mourões [06]

inadequado ou defeito do material, nem do local ou tempo em que foi constatada, seja no depósito do usuário ou já instalada em determinada obra), salvo uso incorreto. A substituição compreende a entrega de peças novas, na usina do fornecedor, em bom estado, com as mesmas características das que foram inicialmente pedidas, sem ônus para o usuário.

H.5- Só deverão ser aceitos os mourões preservados para cercas, fabricados por usinas de tratamento registradas no Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF).

3.7 Custo de Qualidade

O problema de qualidade é, sobretudo, um problema de custos. Mesmo que uma companhia tenha capacidade para fabricar um produto perfeito, isso pode não ser viável do ponto de vista econômico.

Existem duas razões básicas para estudar o problema dos custos associados a melhoras do nível de qualidade. A primeira, está determinada pela necessidade de fixar um nível aceitável de qualidade. A segunda, deriva do fato de que a maioria das empresas tem limitação de recursos para os investimentos "necessários"; por isso, deve-se fazer uma análise prévia de custos para poder determinar as prioridades de investimentos.

Fixação de um Nível Aceitável de Qualidade:

Para uma análise mais apurada dos custos de qualidade, devem-se considerar dois tipos de qualidade:

- Qualidade de Projeto, fixada durante o estágio de projeto do produto; e
- Qualidade de Conformação, verificada durante a produção em escala, para medir até que ponto o produto está dentro das especificações fixadas previamente.

A Fig.2 apresenta a comparação de custos de qualidade de projeto. À medida que a qualidade vai aumentando, o custo correspondente a essa qualidade também vai subindo, a ponto de tornar-se proibitivo, quando a qualidade atinge o nível quatro,

que corresponde à precisão absoluta. Por outro lado, o valor da qualidade não sobe na mesma proporção que o custo, como se vê na fig. 3. Isto torna, em geral, aconselhável fixar a qualidade de

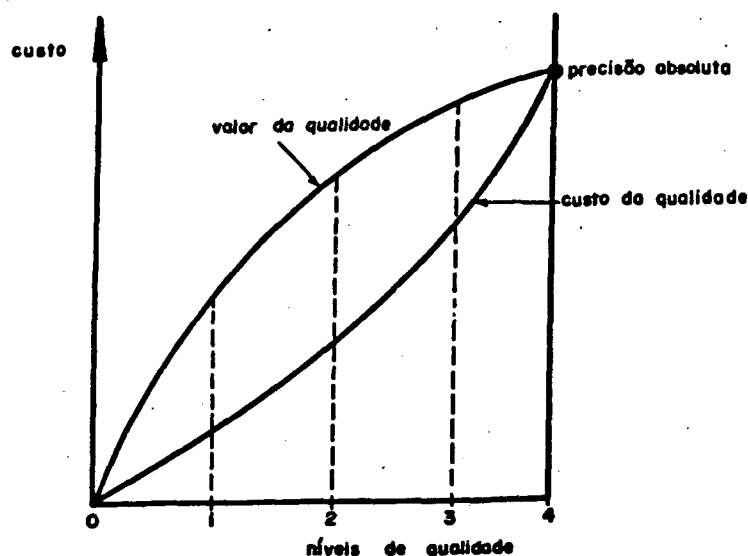


FIGURA 2: Custo da Qualidade de Projeto [31]

projeto em torno do nível dois de qualidade (dependendo do projeto, em última instância) [30].

Obs.: Aqui não está sendo considerado o desperdício puro e simples, muitas vezes evitável a custo zero.

A Fig.3" apresenta os custos de qualidade de conformação. O custo de um processo sem defeitos é infinitamente elevado, devido aos controles intensivos que deve ser exercidos. No outro extremo, quando a porcentagem de defeitos aumenta, reduzem-se os custos de controle, mas os custos totais tendem a aumentar devido ao custo dos defeituosos refugados. Isso mostra que existe uma porcentagem ótima de rejeição, digamos, 2%. Esta porcentagem depende naturalmente do processo, do tipo de indústria e de outros fatores. O que mostra o quão errado pode estar um gerente que fixa sua meta em zero por cento de defeituosos (defeito zero). Uma análise dos custos para obter tais resultados certamente o levaria a aceitar uma meta mais realista [30].

Obs.: A "realidade brasileira", principalmente em setores industriais mais rústicos, como é o caso deste trabalho,

ainda está muito distante dos padrões de qualidade aplicados na indústria eletro-eletrônica do Japão, por exemplo.

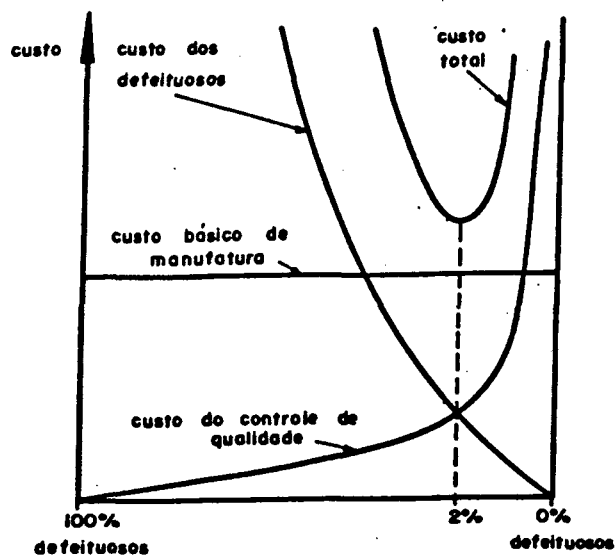


FIGURA 3: Custo da Qualidade de Conformação [31]

Existência de Limitações de Recursos:

Se não existissem limitações orçamentárias num projeto de melhora de qualidade, poder-se-iam "atacar" todas as possíveis causas dos defeitos indesejáveis. Mas, a limitação de recursos vai estabelecer, em geral, uma melhora de qualidade por etapas, onde estas estarão em correspondência com as prioridades técnicas e os recursos disponíveis.

Desta forma, serão estabelecidas prioridades onde a ordem relativa para as "principais" causas poderão ser determinadas de diversas formas. Por exemplo, essa ordem é determinada pelos aspectos técnicos, e o número de causas a corrigir no período é dado pela soma parcial do custo de cada uma delas (esta soma parcial deve ser menor que o orçamento disponível). Num caso mais elaborado, pode-se estimar, para cada causa, o retorno esperado da sua correção, ponderando-se o mesmo

por algum coeficiente que leve em consideração a contribuição de cada causa individual à melhora do processo no seu conjunto. Este é um caso típico da análise risco-retorno. Fica claro, portanto que, em ambos os casos, é imprescindível a estimação dos custos.

Se bem que, às vezes, é difícil determinar o retorno de certos investimentos (como pode ser o caso do investimento em qualidade), é necessário, pelo menos, fazer uma estimativa destes para, assim, comparar tal estimativa com a taxa de mínima atratividade. Desta forma, o decisor será capaz de ponderar, em forma mais consciente, sua decisão de investir na qualidade do produto.

3.8 Aspectos Econômicos da Preservação de Madeiras

Uma questão que sempre surge, quando se pretende fazer um tratamento preservativo, é saber a conveniência de se utilizar material tratado ou não. A priori, nos parece lógico e aceitável que a preservação de madeiras só terá razão de ser se for economicamente vantajosa. O interesse maior em uma empresa é sempre o de gerar lucro e o fato de se utilizar mourão tratado ocorre porque este se torna, antes de tudo, o mais barato. Essa afirmação não quer dizer que o custo inicial do mourão tratado seja inferior ao custo inicial do mourão "in natura" ou do mourão de outros materiais, mas sim que, a longo prazo, as despesas com mourões tratados são menores.

Através do custo de produção do tratamento, acredita-se que seja possível obter a resposta da pergunta em questão. O custo anual de produção nada mais é do que o valor total do investimento (insumos e serviços) inicial mais juros, dividido pelo número de anos de vida útil do mourão tratado, e é inferior ao custo anual de qualquer outro tipo de mourão.

A fórmula matemática de custo anual é semelhante à usada nos cálculos de amortização:

$$A = P \frac{r \times (1 + r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

Sendo:

A = o custo anual;

P = o custo do material instalado;

r = a taxa de juros expressa em fração decimal;

n = o número de anos em serviço.

De acordo com a fórmula acima, para o mesmo investimento inicial (P), quanto maior o número de anos em serviço (n), menor o custo anual (A).

Em geral é possível aumentar a vida útil (n) à dependência do investimento inicial (P); o custo anual por sua vez vai aumentar ou diminuir, de acordo com a relação expressa pela fórmula. Vai existir um ponto além do qual os juros do capital adicional não compensam os anos de vida a mais obtidos, pois sendo que o custo anual se eleva, apesar de se prolongar a vida útil do mourão tratado. Esta situação é verificada porque a curva dosagem/resposta dos preservativos tem um andamento sigmóide, isto é, após um trecho linear, em que a vida média varia linearmente com a retenção, vem uma região em que incrementos desta última não são acompanhados por um aumento correspondente de durabilidade, em termos de custo anual, o que corresponde a uma curva contendo um ponto de mínimo [20].

A análise da atividade econômica através do custo de produção é um forte subsídio para a tomada de decisões. Mesmo sabendo dos problemas com relação ao processo de apuração de dados e da subjetividade, às vezes, na sua estimação, a determinação dos recursos dos custos de produção se faz necessária e indispensável porque estes sempre têm associados a si um custo de oportunidade [28].

Vejamos os valores de A para os casos das peças tratadas e o das não tratadas:

Caso 1 - peças tratadas com OSMOSE K-33

Com base nos dados em julho de 1992, o custo das peças já instaladas situa-se em torno de $P_1 = 105.000 \text{ Cr/m}^3$ ou $25 \text{ US\$/m}^3$ (a média de julho foi, $1 \text{ US\$} = 4.200 \text{ Cr}$). Tomando $r = 6\%$ e uma vida média útil das peças de 20 anos tem-se que:

$$A_1 = 2,18 \text{ US\$/m}^3 \text{ ano}$$

Caso 2 - peças tratadas manualmente (Ex: pentaclorofenol)

Dado que a vida média útil é de 10 anos, tomando uma mesma taxa, e sendo valor de $P_2 = 17 \text{ US\$/m}^3$, pode-se calcular:

$$A_2 = 2,30 \text{ US\$/m}^3 \text{ ano.}$$

Pode-se observar, então, que $A_1 < A_2$, ou seja, que compensa tratar o mourão, para esta relação de preços. Também pode-se observar que $A_1 < A_2 \implies P_1 < 0,14 P_2 \implies P_2 > 0,62 P_1$. Portanto, através de uma análise de custo anual equivalente, vê-se que compensa comprar a peça tratada com OSMOSE K-33, desde que o custo da peça tratada de forma manual seja igual ou superior a "63%" do similar tratado com OSMOSE.

Capítulo IV

USINA DE PRESERVAÇÃO DE MADEIRA

4.1 Introdução

Da necessidade dos cooperados da COCAMAR (Cooperativa de Agricultores e Cafeicultores de Maringá Ltda.) em utilizar mourões e palanques com maior durabilidade é que surgiu a possibilidade de se implantar uma Usina de Preservação de Madeira.

Para aumentar a vida útil dos mourões, palanques, estacas e esteio grosso usados no canto da mangueira e usados para marcadores, recorre-se a métodos de preservação que proporcionem maior durabilidade da madeira utilizada. Surgiu, então, como alternativa lógica, a possibilidade de emprego de madeira obtida principalmente de espécies exóticas como o gênero Eucaliptos. Trata-se de uma árvore excelente para o aproveitamento de áreas de morros e encostas, que não resseca o terreno, cresce depressa e, o mais importante, produz muita madeira a partir de povoamentos florestais tecnicamente bem conduzidos. Optou-se por tal espécie pois, mesmo em propriedades rurais onde a atividade silvicultural não seja prioritária, pode existir o suprimento de madeira pela implantação de pequenos maciços, notadamente em áreas cujos solos possuem propriedades físicas e químicas indesejáveis ao cultivo agrícola extensivo. Além disto, a preservação da madeira se reveste de mais elevada importância pois, à medida que seu emprego vai se generalizando, o desmatamento irrefreável vai se contendo. Por sua vez, se convenientemente e adequadamente tratadas, as peças de madeira utilizadas em fazendas e sítios podem durar tanto tempo quanto aquelas de madeiras tradicionais, ainda com as vantagens de homogeneidade de forma, dimensão e resistência mecânica.

Os eucaliptos tratados nesta usina são das espécies

Saligna, Grandis, Tereticornis e Citriodora, todas de crescimento rápido. As mais indicadas são as duas últimas visto serem mais pesadas (possuem mais células vivas) e de maior densidade, ou seja, de maior durabilidade após a aplicação do tratamento de preservação.

Por um lado, o alburno, em todas as madeiras, é a parte mais suscetível de ser deteriorada pois, quando exposto ao tempo e em contato com o solo, está sujeito ao ataque de fungos apodrecedores e de insetos xilófagos, os quais, em curto prazo, desintegram a madeira, reduzindo sensivelmente suas propriedades e inutilizando a peça. Por isto, procura-se evitar a ação dos agentes de deteriorização, recorrendo-se a técnicas de preservação, que conseguem aumentar a durabilidade dos mourões, impregnando-os com substâncias tóxicas aos fungos e aos insetos.

Por outro lado, o alburno recebe facilmente os preservativos e é por esta razão que, nas peças destinadas ao tratamento, se exige maior percentagem desta parte do lenho. Sendo assim, os mourões roliços de eucalipto, por apresentarem grande quantidade de alburno acabam por se constituir em ótimo material para o tratamento preservativo.

Muitos são os preservativos e vários os processos de impregnação de madeira. O tipo de preservativo e o processo de impregnação devem ser escolhidos de acordo com os meios de tratamento de que se dispõem, com a espécie da madeira que se pretende impregnar e com as condições de trabalho a que essas peças serão submetidas. Em face de as condições de trabalho dos mourões de eucalipto serem muito favoráveis à ação dos agentes de deteriorização, tanto o tipo de preservativo como o processo de impregnação têm acentuada influência na durabilidade das peças.

O preservativo ideal seria o que apresentasse grande poder de fixação à madeira, não sendo lixiviável nem volátil. Já o processo de tratamento mais indicado seria aquele que impregnasse os mourões com quantidade suficiente do preservativo ideal e esse penetrasse a boa profundidade. Uma proteção dessa natureza, porém, só é conseguida com equipamento especial, capaz de suportar vácuo e alta pressão. Pode ocorrer, no entanto, que se tenham bons preservativos, mas não os equipamentos adequados para conseguir o tratamento ideal. Nestes casos, processos de feitura simples podem ser utilizados para prolongar a vida útil dos mourões de

eucalipto, embora ela seja menor do que a dos mourões tratados a vácuo e alta pressão.

4.2 Objetivo da Usina e Processo Básico Escolhido

4.2.1 Objetivo da Usina

Com o intuito de apresentar aos cooperados um meio prático e eficiente para aumentar a durabilidade dos mourões e palanques de eucalipto, a COCAMAR instalou uma usina para preservação de madeiras. Implantada em 1987, em Presidente Castelo Branco (PR), trata em média de 4.000 peças/mês, sendo que atualmente esta média passou a ser de 14.000 peças/mês. Por sua vez, as outras unidades da COCAMAR têm cotas e fazem a comercialização dos serviços da usina tanto para cooperados como para terceiros.

Hoje em dia o objetivo da Usina de Preservação de Madeiras é tratar com preservativos os mourões, palanques e esteio grosso usados, tanto nos cantos das mangueiras como também, para marcadores. Como já mencionado, essas peças podem tanto ser produzidas pela COCAMAR, como por terceiros.

A usina realiza um tratamento de mourões roliços, palanques, estacas e esteios de eucalipto saligna, grandis e citriodora, com osmose k-33, à base de cobre, cromo e arsênio, pelo "Processo Burnet" (que será descrito posteriormente), visando os seguintes aspectos:

- impregnação das peças de madeira pelo processo vácuo-pressão; e
- controle da qualidade do material tratado.

4.2.2 Processo Básico Escolhido

Dentre os vários métodos existentes de impregnação de madeira, enfatizamos que os processos sob pressão ou industriais, embora exijam maior investimento inicial de capital, apresentam, salvo os métodos mais simples, as seguintes vantagens:

- produção maior e mais uniforme;
- controle de qualidade de execução mais fácil;
- maior segurança e melhor controle de poluição; e

- melhor qualidade final do produto.

Neste capítulo ainda serão fornecidos alguns parâmetros básicos que permitam dar uma idéia dos equipamentos indispensáveis ao funcionamento da usina de preservação de madeiras e ao pré-dimensionamento do maquinário.

Para uma usina de preservação de madeiras, que opere pelos processos mais comuns de célula cheia e vazia, é necessário que seu projeto continuamente incorpore melhoramentos advindos de novos métodos de engenharia e, principalmente, de dispositivos eletrônicos que facilitem sua operação e que estão disponíveis no mercado, a preços cada vez mais acessíveis. Para o tratamento de madeira sob pressão necessita-se, além da usina propriamente dita, de um pátio de secagem e estocagem, cujos arranjo e grau de mecanização adequados têm influência considerável no sucesso da operação como um todo. Isto porque mau arranjo e mau gerenciamento do pátio podem gerar atributos de comprometimento da qualidade do produto preservado.

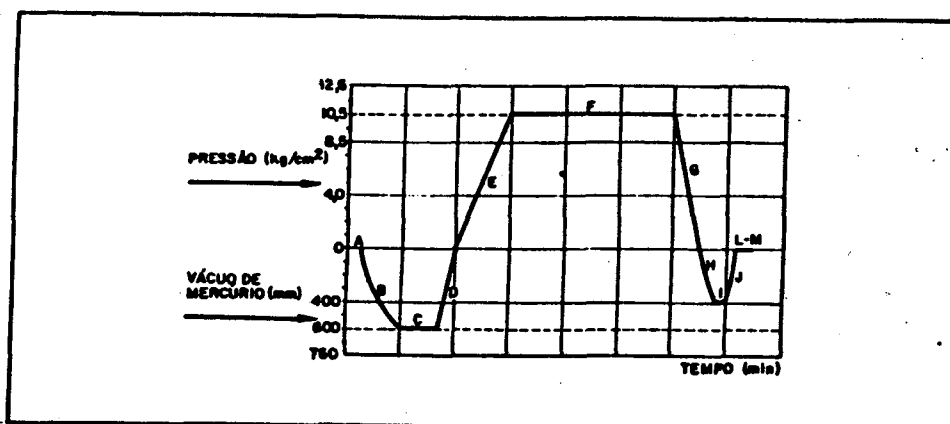
A priori, o objetivo desta usina é tratar uma determinada quantidade de madeira ao menor custo possível, respeitando as especificações da qualidade do produto.

4.3 Processo de Tratamento Burnett

A usina acima mencionada foi projetada pelo Departamento de Engenharia da Montana Química S.A. e é do tipo vácuo-pressão, para operar a frio pelo sistema de célula cheia - "Processo Burnett". Para maior clareza do PROCESSO BURNETT: é um método de impregnação com pressão superior à atmosférica sendo, sem dúvida alguma, um dos mais eficazes, em razão da distribuição e penetração mais uniformes do preservativo na peça tratada. Além disso, nos processos com pressão, há um maior controle do preservativo absorvido, resultando na garantia de uma boa proteção efetiva com economia de preservativo. Em contraposição, tal processo apresenta certas desvantagens como elevado custo do equipamento e de sua manutenção, mão-de-obra mais especializada e o transporte da madeira até a usina de tratamento. Nesse processo,

a madeira a ser tratada é depositada em vagonetas, que são conduzidas, em linha de bitola estreita, até o interior da autoclave de tratamento. Após o fechamento da autoclave, é introduzido o preservativo, seguido pela aplicação de pressão. Essa pressão é mantida até ser alcançada a absorção pretendida. Para uma melhor absorção do produto aplicado, pede-se o emprego de madeira com teor de umidade abaixo do ponto de saturação das fibras ($\cong 30\%$).

Como precursor do processo Burnett, surgiu o processo Bethell. Desenvolvido por John Bethell, na Inglaterra, é constituído pelas seguintes fases: carregamento, vácuo inicial, admissão de preservativo, período de pressão, descarga de preservativo e vácuo final. Esse processo foi patenteado por Burnett, em 1838, que preservou a madeira pelo processo de célula



A- carregamento da autoclave; B- produção do vácuo inicial; C- manutenção do vácuo desejado; D- enchimento da autoclave com preservativo; E- compressão do preservativo; F- manutenção da compressão desejada; G- retirada do preservativo; H- produção do vácuo final; I- manutenção do vácuo desejado; J- equilíbrio da pressão; K- retirada do excesso de preservativo; L-M- descarga da autoclave.

FIGURA 4: Fases de Operação do Processo

cheia com cloreto de zinco. Atualmente, o processo (Burnett) compreende as mesmas etapas de Bethell (ver Figura 04), com a única diferença de que o preservativo empregado é de natureza hidrossolúvel, geralmente a temperatura ambiente.

O preservativo utilizado é OSMOSE K-33, à base de Cobre, Cromo e Arsênio e é do tipo hidrossolúvel.

4.4 Descrição do Processo de Tratamento

O processo de tratamento de mourões, palanques, esteio e estacas, descrito aqui, inicia-se no momento de corte da árvore na zona onde se encontra o eucaliptal. Nesse mesmo local, os troncos serão cortados no tamanho desejado e, logo em seguida, colocados em caminhões os quais serão descarregados na usina de tratamento.

Ao chegarem as cargas, estas serão descarregadas em local apropriado para que se possa executar o descasque, se este ainda não o foi feito antes, no local de corte. O descasque no local do corte é aconselhável, pois a própria casca servirá como adubo para a terra. Mas, isto, se a madeira for conduzida logo em seguida para o tratamento pois, se não, ela corre o risco de secar muito rapidamente e sofrer rachaduras. A casca deve ser retirada antes do tratamento pois, embora absorva grande quantidade de preservativo, ela se desprende facilmente, não oferecendo à madeira qualquer proteção. O descascamento é feito de forma manual.

Depois de descascadas, as peças são levadas ao pátio de armazenagem sendo empilhadas, tendo como suporte madeira tratada ou outro material que não apodreça. Isso evita o contato das peças com o solo, onde existem fungos que poderiam atacar a madeira enquanto ainda úmida.

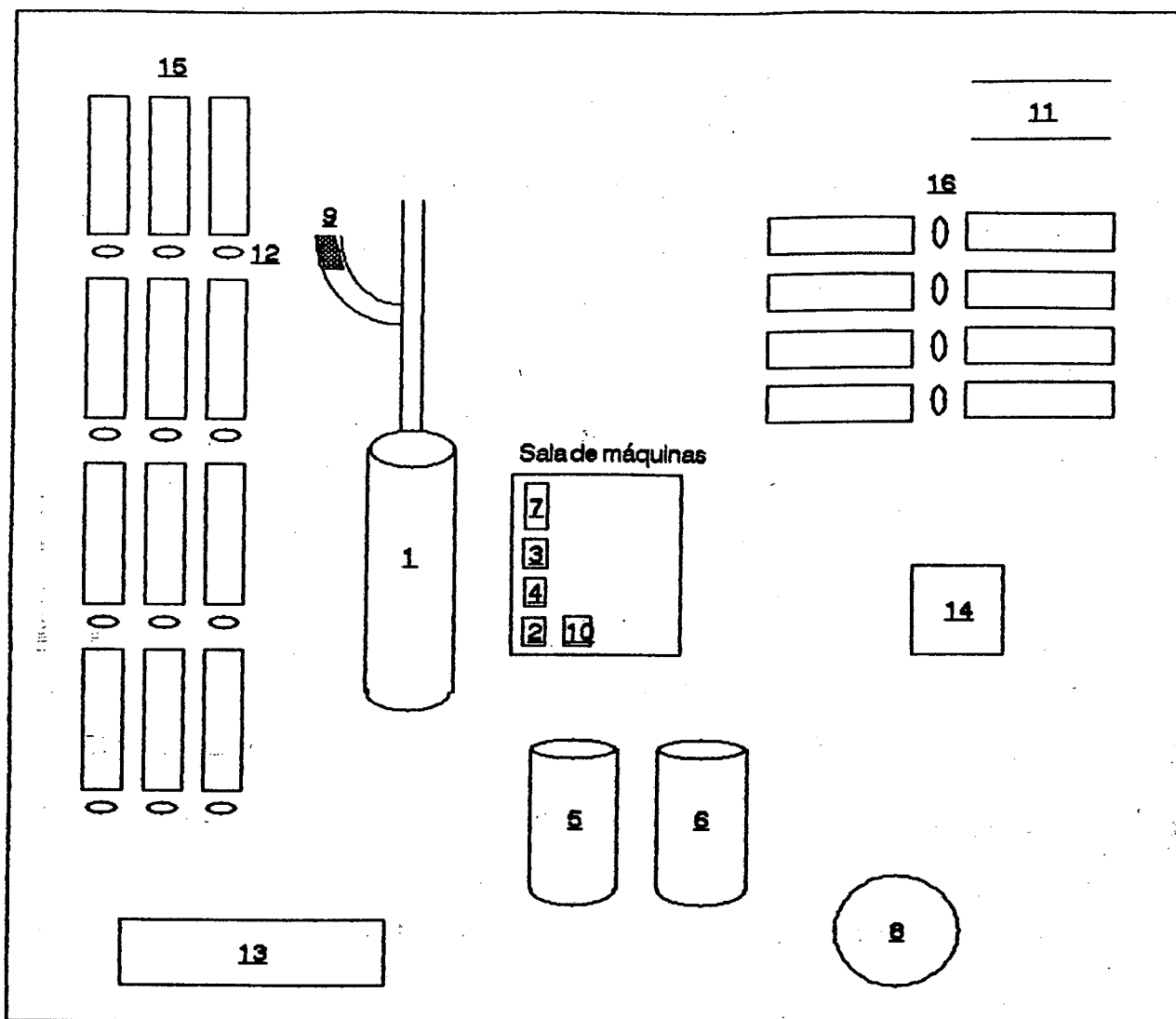
As pilhas devem ser formadas de maneira tal a ocorrer a boa ventilação entre as peças e, para isso, devem existir espaços entre elas. No local das pilhas, é feita uma seleção das peças que apresentarem grande quantidade de nós, tortuosidade ou rachas profundas, não satisfazendo as condições especificadas para o fabrico de mourões. Como já mencionado, existem defeitos inadmissíveis e admissíveis, os quais estão indicados no Manual de Preservação de Madeiras. Depois de selecionadas, as peças serão

classificadas segundo o diâmetro, tomado a meia altura de seu comprimento. Os mourões devem ser chanfrados no topo e aparados na base. Como os preservadores normalmente irão impregnar apenas o alburno das peças, qualquer corte efetuado após o tratamento poderá expor as camadas internas da madeira não tratada. Por isso, todo e qualquer corte, talhe ou furo deve ser efetuado antes do tratamento preservador.

Feito isto, ou seja, após terem sido selecionadas e cortadas, as peças se encontram aptas a serem colocadas nas vagonetas. Estas têm capacidade e forma iguais às da autoclave, em forma cilíndrica para facilitar sua entrada na mesma (ver Figura 05). As vagonetas são introduzidas na autoclave e, após retirada a ponte móvel, a qual liga os trilhos do pátio com os da autoclave, fecha-se a porta e tem início o processo de preservação. É feito um vácuo inicial de aproximadamente 90 mm Hg, com duração em torno de 30 minutos, que varia conforme a permeabilidade da madeira. A função deste vácuo inicial é extrair parte do ar das camadas superficiais da madeira, para facilitar a entrada do preservativo no interior da madeira. Logo em seguida, é feita a admissão do preservativo quente (entre 80°C e 100°C), aproveitando-se o vácuo existente no interior da autoclave. A admissão pode ser completada, se necessário, com auxílio de uma bomba de transferência. No fim dessa etapa, a autoclave deverá estar completamente cheia com a solução preservativa, sem a existência de bolsas de ar.

Cheia a autoclave e parte do tanque medidor, liga-se o compressor da bomba de pressão até que seja atingida a pressão máxima que, em geral, é de ordem de 12 Kg/cm² (nesse momento, a bomba de compressão é desligada).

Estando o preservativo a baixa pressão, ocorre um processo de absorção forçada que, paralelamente, vai diminuindo a pressão na autoclave. No momento em que essa pressão atingir 8 Kg/cm² volta-se a ligar a bomba de pressão até os 12 Kg/cm² anteriormente citados. Tem-se, portanto, um processo cíclico de absorção do preservativo entre as pressões de 8 a 12 Kg/cm² (ver Figura 06), esse processo por sua vez se repete em média 35 vezes



Layout

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 01 - Autoclave | 10 - Purgadores |
| 02 - Bomba de vácuo | 11 - Descarregamento |
| 03 - Bomba de baixa pressão | 12 - Tambor de água |
| 04 - Bomba de alta pressão | 13 - Garagem |
| 05 - Tanque reservatório | 14 - Escritório |
| 06 - Tanque medidor | 15 - Local de armazenagem antes do tratamento |
| 07 - Painel de controle de bombas | 16 - Local de armazenagem do produto acabado |
| 08 - Reservatório de água | |
| 09 - Vagonetas | |

FIGURA 05: Layout da Usina

para uma carga de peças. A duração total desse processo é de aproximadamente 120 minutos e esse tempo é função da permeabilidade da madeira que está sendo tratada, segundo a Montana Química S.A..

Logo após, é feita a descarga de preservativo pela diferença de pressão existente entre a autoclave e o tanque reservatório. Caso isto não seja suficiente, a descarga pode ser completada por uma bomba de transferência ou por ar comprimido. Dando continuidade ao processo, executa-se o vácuo final com curta duração, em torno de 10 minutos, com a finalidade de eliminar excesso de preservativo sobre a superfície da madeira, eliminando-se, assim, um desperdício do mesmo.

Terminado o processo na região interna da autoclave, abre-se sua porta e, em seguida, ligam-se os trilhos do pátio com os da autoclave e retiram-se as vagonetas. Terminado esse processo, as peças serão levadas a outro pátio de armazenamento, onde permanecerão no mínimo 15 dias, que é o tempo necessário para sua secagem. Logo após este estágio, as peças se encontram em condições de serem entregues ao consumidor.

Toda a operação de tratamento é registrada em fichas de tratamento (ver Figuras 06 e 07) concebidas para facilitar o registro de informações como: data, número de tratamento, nome do operador, volume e espécie de madeira, ciclo operatório empregado, preservativo usado, concentração do preservativo, volume gasto e outros.

Também existem Fichas de Controle de Estoque, feitas a partir da Ficha do Controle do Processo onde, inclusive, é colocado o fornecedor e, posteriormente, valores de preços de venda (ver Figura 08).

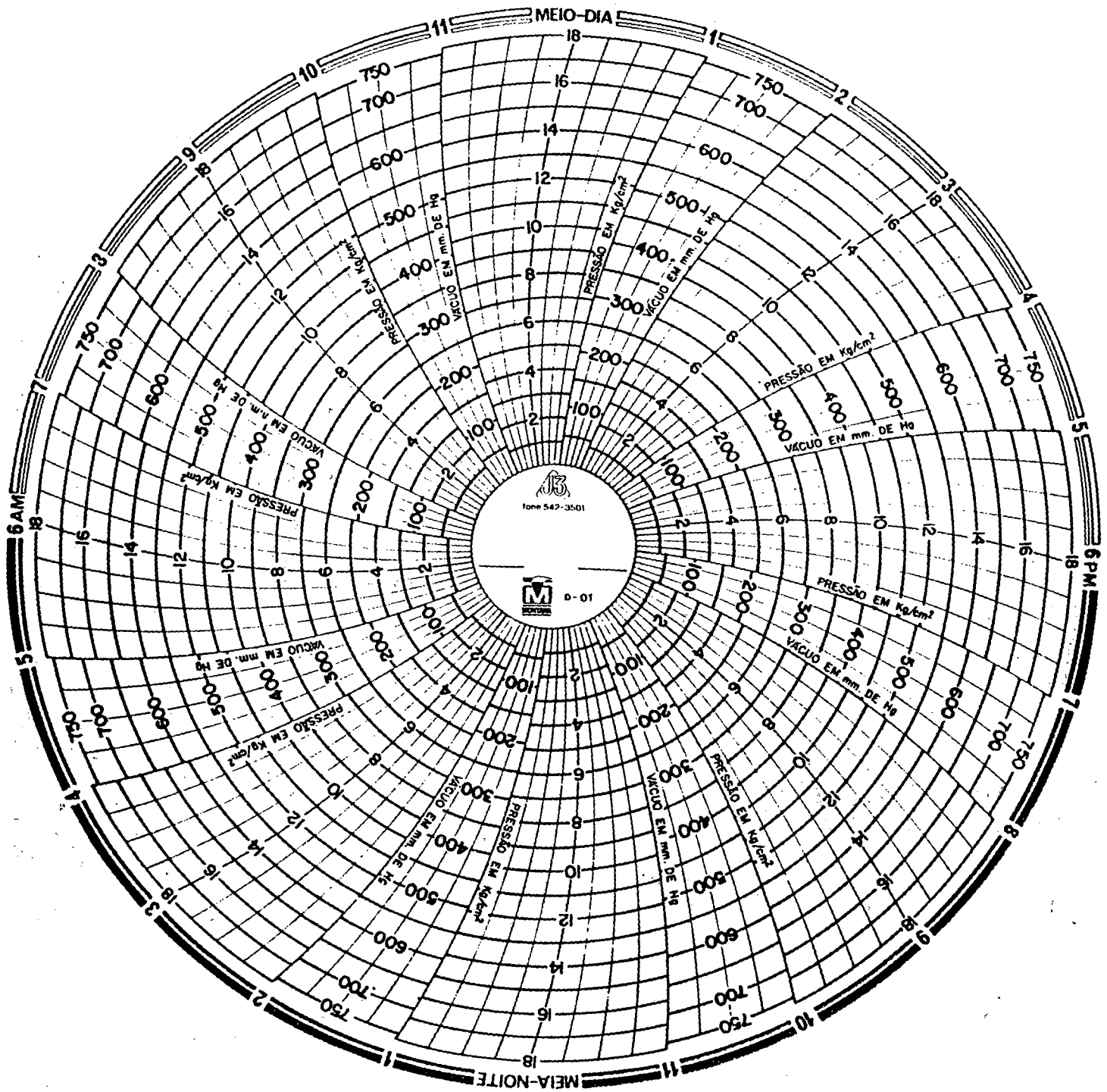



FIGURA 06: Registrador Circular de Duas Penas, para Registro da Pressão e do Vácuo do Processo na Autoclave

	CONTROLE DE TRATAMENTO MADEIRA PRESERVADA	01 - PERÍODO	02 - Nº. TRATAMENTO			
	PREPARO DA SOLUÇÃO		MATERIAL PARA TRATAMENTO			
03- ÁGUA		LITROS	07 - QUANTIDADE DE MATÉRIA PRIMA m³			
04 PRESERVATIVO		KG	08 - TIPOS	09 - QTOE. PECAS	10 - DIMENSÕES	
05 CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO		%	11 - CLASSE	12 - N.F.	13 - C.F.	
06 VOLUME TOTAL DA SOLUÇÃO		LITROS	14 TOTAL			
SOLUÇÃO DE TRATAMENTO		ABSORÇÃO FINAL		TRATAMENTO		
PRESERVATIVO	OSMOSE K-33. CCA	VOLUME DE SOLUÇÃO	19 ANTES DO TRATAMENTO	LITROS	DISCRIM.	
15 - LEITURA DO DENSÍMETRO	g/cm ³		DEPOIS DO TRATAMENTO	LITROS	21 - HORÁRIO	
16 - TEMPERATURA DA SOLUÇÃO	°C		ABSORVIDA	LITROS	INÍCIO	TÉRMINO
17 INGRED. ATIVO	%		20 RETENÇÃO TOTAL DA CARGA	KG	DURACÃO	
18 - TEOR MÉDIO DE UNIDADE DA MADEIRA	%			PRESSÃO		
23 - OBS.:				RETORNO		
				VÁCUO FINAL		
				22 TOTAL		
				24 DATA EMISSÃO _____/_____/_____		
				EMITENTE	RESP. TÉCNICO	

OM - C-558

FIGURA 07: Ficha de Controle de Tratamento de Madeira Preservada



COCAMAR

CONTROLE DE ESTÓQUE

**PEÇAS, ACESSÓRIOS
E LUBRIFICANTES**

P E D I D O

SIM NÃO

Est. N.o _____ Prat. N.o _____ Box N.o _____ Ficha N.o _____

Fornecedor: _____

Descr. Prod.: _____

Peça N.o: _____

Preço Venda CZ\$ _____ Est. Min. _____ Máx. _____

DATA	N.o DOC.	ENTRADA	SAÍDA	ESTÓQUE	Visto

Cód 588 - D.13 - F.12 - Rev.

FIGURA 08: Ficha de Controle de Estoque

Estes registros de controle de qualidade e de estoque fornecerão também, aos responsáveis pela usina de preservação de madeiras, subsídios para cálculo de custos.

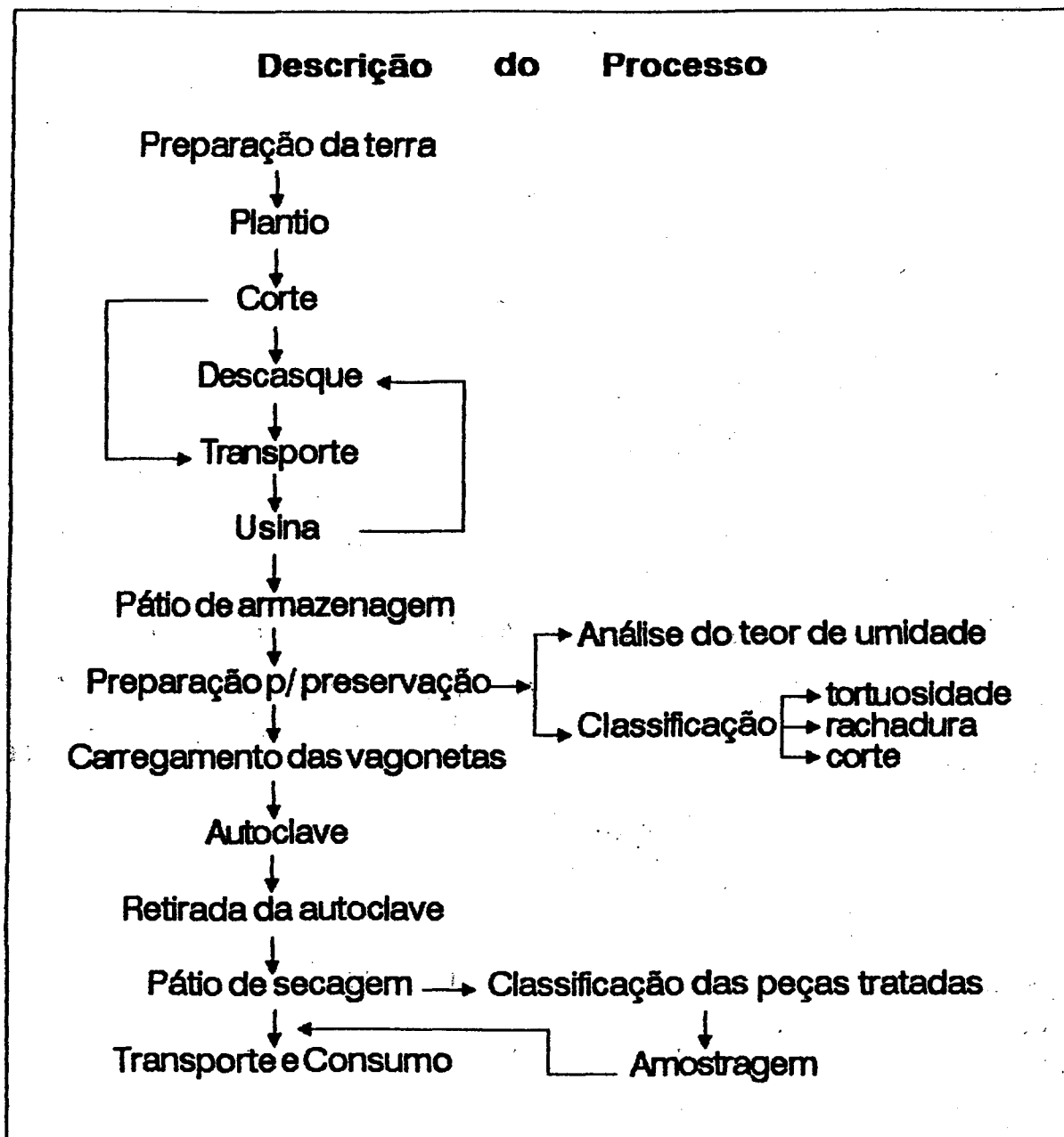


FIGURA 09: Resumo das Etapas do Processo.

4.5 Componentes da Usina

Segue, aqui, uma descrição técnica dos principais componentes da Usina de Preservação de Madeiras acima mencionada.

4.5.1 - Autoclave

As dimensões da autoclave são definidas em função do seu diâmetro interno e do comprimento de sua parte reta que, por sua vez, é definido em função do tipo de peça a tratar (no caso, mourões e palanques), formas e dimensões das peças, capacidade desejada e número de horas/dia e dias/mês de trabalho (ver Figura 10). De acordo com as informações obtidas em documentos apresentados pela usina de preservação de madeiras, a autoclave aqui considerada apresenta as seguintes dimensões:

- diâmetro interno: 1,90m, e
- comprimento da parte reta: 12m.

O volume total da autoclave é de 34m^3 e o volume útil da madeira a tratar, de cerca de 50% do volume total; portanto, cerca de 17m^3 .

Definida a produção por operação, instalou-se uma autoclave com as dimensões acima, construída com chapas de aço carbono, dimensionada para trabalhar a uma pressão de 1.18 MPa (12 Km/cm²), sendo a pressão do projeto de 1.37 MPa (14 Kg/cm²) - coeficiente de segurança $\rho \cong 1,16$.

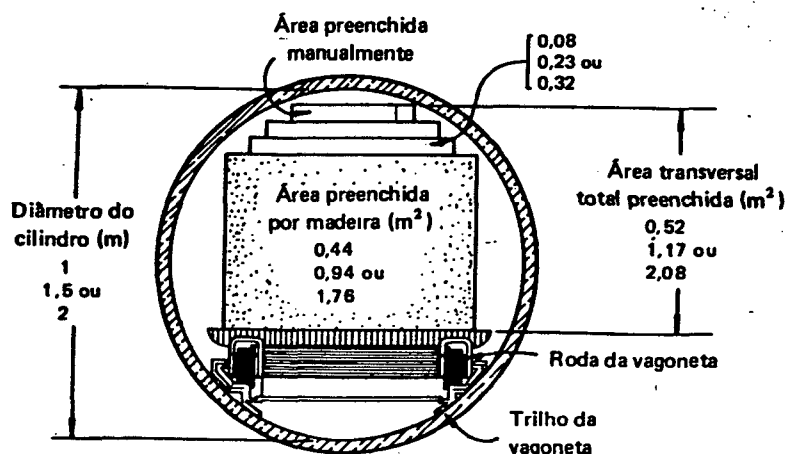


FIGURA 10: Carregamentos Típicos em Autoclaves de Vários Diâmetros.

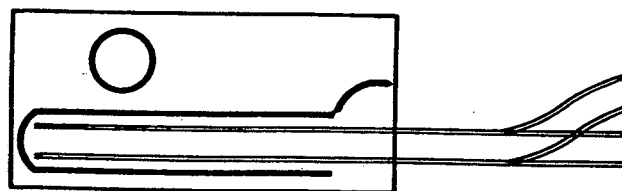
Definidas as dimensões da autoclave, decorre o dimensionamento dos demais aparelhos, em função do tipo de preservativo e dos processos de tratamento, que são OSMOSE K-33 e vácuo inicial (Burnett), respectivamente.

Como principais acessórios da autoclave, podem-se destacar:

- porta de fecho rápido;
- trilhos internos para deslocamento das vagonetas;
- ponte móvel à saída da autoclave; e
- eletrodos de níveis máximo e mínimo de solução preservativa na autoclave,

sendo que todas as superfícies externas da autoclave e todos os suportes metálicos levam pintura anti-corrosiva.

O arranjo das linhas de alimentação da autoclave é mostrado na Figura 11, que permite minimizar o tempo dispendido nas operações da carga e descarga.



Derivação lateral. Nesse caso, as vagonetas devem ser projetadas para correr em um trilho curvo.

FIGURA 11: Esquema de Linha para a Alimentação Eficiente da Autoclave.

4.5.2 Tanque Reservatório de Preservativo

Foi previsto um tanque reservatório com capacidade de armazenamento de preservativo de 100 mil litros, constituído de chapas de carbono SAE 1010/1020, de acordo com a norma Americana API 650 (norma NB-89 (1978) da ABNT).

4.5.3 Tanque Reservatório de Água

Foi construído com capacidade de 25m³, com chapa de aço SAE 1020, de acordo com a norma Americana API 650, para alimentar o gerador de vapor e o sistema de refrigeração da bomba de vácuo, com as seguintes características:

- diâmetro interno: 3,57m, e
- altura: 2,50m,

todas as superfícies externas dos tanques, bem como suas estruturas, levaram pintura anti-corrosiva.

4.5.4 Tanques de Recirculação

Definida a necessidade de um tanque de recirculação, este foi construído em alvenaria, com capacidade de 600 litros, constuído "in loco".

4.5.5 Vagonetas

Foram empregadas na usina dez vagonetas com quatro braços fixos cada, para transporte dos mourões, construídas em perfis de aço laminado.

4.5.6 Unidade de Medidas e de Transferência

Esta unidade é denominada de "Drum-Fleesher", que dispensa o uso de misturadores convencionais para o preparo da solução preservativa, reduzindo o tempo de preparo da mesma. Além

disto, é mais seguro, pois evita que o operador tenha contato direto com o produto químico, o que normalmente ocorre, quando se trabalha com tanques agitados.

4.5.7 Outros componentes;

- uma moto-bomba de transferência com base metálica,
- uma moto-bomba de vácuo tipo anel líquido e base metálica,
- uma moto-bomba "Drum-Fleesher" para a unidade de mistura e transferência do preservativo concentrado,
- uma moto-bomba de arrefecimento que, em circuito fechado, fornecerá o anel líquido à bomba de vácuo, e
- uma moto-bomba de pressão com base metálica, para recalcar o preservativo do tanque reservatório para a autoclave,
- sistema de tubulações, válvulas, filtros, instrumentos e conexões para interligação dos equipamentos,
- um quadro de comando elétrico, tipo mesa, 1 x 2 x 0,8 m, construídos em chapas de aço, para controle semi-automático do processo de tratamento, contendo:
 - relógio digital,
 - chave de proteção e comando dos motores elétricos, com partida direta,
 - lâmpadas sinalizadoras e botoeiras,
 - registrador gráfico circular de duas penas, para registro da pressão e do vácuo da autoclave, e
 - manômetro e vacuômetro com contatos elétricos para operações liga-desliga da bomba de pressão e da bomba de vácuo.

CAPÍTULO V

AValiação DA QUALIDADE NA USINA

5.1 Introdução

O controle de qualidade, um termo que não deve ser entendido no seu sentido estrito, conta com uma fundamentação estatística que ajuda a converter opiniões em fatos. A palavra "estatística" tem sido empregada com vários sentidos e, infelizmente, não se pode transformá-la em algo prático, num relance. Entretanto, para fins industriais, ela pode ser definida simplesmente como sendo o estudo da variabilidade, que é algo que acontece a todos os processos de fabricação, em maior ou menor grau [30].

Hoje em dia, tem-se consciência de que, ao invés de se fazer inspeções finais, deve-se incentivar um maior interesse por parte do operador pelo controle da qualidade do seu serviço. É sempre mais produtivo treinar o operador a controlar suas próprias operações - evitando com isso a produção de artigos de "má qualidade" - do que introduzir procedimentos de controle após o produto ter sido produzido [38].

Ao direcionar-se para o processo, o Controle de Qualidade passa a observar o defeito na fonte, isto é, nas suas causas. A idéia é combater o desperdício antes que ele ocorra, atuando de forma preventiva, em uma análise orientada para o futuro. Além disso, não se fixará a atenção num caso exclusivo, mas observar-se-á o processo de produção como um todo. Agir no processo de produção é, antes de tudo, evitar defeitos, independentemente de onde eles possam manifestar-se. Este é o princípio do Controle Estatístico do Processo que, além de atuar sobre o processo produtivo, sem se fixar, portanto, no produto em si, utiliza-se da estatística como instrumento básico para a organização, tratamento e análise das informações de processo. De fato, o Controle Estatístico do Processo opera preventivamente;

utiliza-se de uma base objetiva de análise; tem atuação abrangente; não se limita a alguns casos específicos, mas à produção como um todo [38]. Enfim visa-se maximizar a produtividade e, simultaneamente, garantir a qualidade dos itens produzidos.

O Controle Estatístico do Processo (CEP) dispõe de alguns instrumentos básicos citados abaixo:

- a) Histograma,
- b) Curva de Distribuição Normal,
- c) Estimadores Estatísticos,
- d) Cartas de Controle,
- e) Gráfico de Pareto, e
- f) Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama Espinha de Peixe.

Dentre estes, os que farão parte do trabalho serão: a), d), e) e f).

5.2 Variações do Processo

Apesar do constante aperfeiçoamento dos métodos de trabalho e dos equipamentos usados para a boa qualidade da madeira preservada não se pode evitar a ocorrência de uma série de variações no processo produtivo. Conseqüentemente, haverá necessidade da intervenção na detecção e correção das causas destas variações, pois não existem dois produtos ou duas características exatamente iguais. As causas das variações no processo podem ser comuns ou especiais. No caso da madeira preservada, causas comuns poderiam ser: umidade muito acima de 30°C, variações na composição química e outras, enquanto que especiais seriam: operador inexperiente, matéria prima fora da especificação, e outras.

EXEMPLO:

Pretende-se fazer um estudo do produto acabado - mourão preservado com OSMOSE K-33-C -. Para tanto, foram tomadas 26 amostras (pedaços de madeira de 20 x 20 cm) do produto acabado com três parâmetros a serem analisados: Cobre (CuO), Cromo (CrO₃) e Arsênio (As₂O₅), ver TABELA 04. Estas amostras foram colhidas

Arquivo: JANAÉ

Manutenção

	1(E+00) CrO3 %	2(E+00) CuO %	3(E+00) As2O5 %
1	47.580	18.898	33.620
2	47.220	19.550	33.330
3	47.770	19.440	32.790
4	47.970	19.100	32.930
5	47.600	18.600	33.800
6	47.000	18.000	34.200
7	47.400	18.500	34.100
8	47.200	18.700	34.100
9	47.400	18.300	34.300
10	48.000	18.000	34.000
11	47.440	19.950	33.710
12	48.000	18.930	33.070
13	48.000	18.990	33.810
14	46.950	18.720	34.320
15	46.390	18.870	34.240
16	47.100	18.690	34.210
17	48.120	18.300	33.500
18	47.950	18.970	33.000
19	48.570	18.460	32.970
20	47.660	18.670	33.670
21	47.730	18.690	33.500
22	47.070	19.110	33.220
23	47.520	18.950	32.530
24	47.220	18.910	33.870
25	47.450	18.640	33.910
26	47.050	18.530	33.520

TABELA 04: 26 Amostras dos Parâmetros, Cromo (CrO₃), Cobre (CuO) e Arsênio (As₂O₅)

aleatoriamente no período de 25-11-90 a 21-11-91 e enviadas ao setor de Qualidade da empresa Montana Química S.A. para ser feita a análise e determinação dos ingredientes ativos (CuO, CrO₃ e As₂O₅) conforme ME-034.

A partir de dados amostrais coletados para avaliação do sistema produtivo em operação, tem-se uma grande quantidade de informações que foram devidamente sintetizadas e armazenadas. Esses dados foram então analisados com auxílio do pacote de software "Q-CEP" da MITSUCON INFORMÁTICA Ltda..

Aí, foram levados em conta o valor mínimo (Min.), o valor nominal (Nom.) e o valor máximo (Max.), ver TABELA 05.

Arquivo: JANAÉ		Manutenção Distribuição Bilateral					
Variável		Tabela		ESPECIFICAÇÕES			
		Amostras	Min.	Nom.	Max.	Unidade	EXP.
1	CrO ₃	26	44.500	47.500	50.500	%	0
2	CuO	26	17.000	18.500	21.000	%	0
3	As ₂ O ₅	26	30.000	34.000	38.000	%	0

TABELA 05: Valores Mínimo, Nominal e Máximo dos Parâmetros Cromo, Cobre e Arsênio

5.3 Análise dos Dados e Apresentação dos Resultados

5.3.1 Histograma

O histograma é um excelente meio para visualizar o processo representado por um conjunto de dados. É um recurso gráfico composto por diagramas de barras, os quais mostram com que frequência os dados caem dentro de intervalos de valores pré-especificados. Em função disto, são também chamados de

A representação gráfica da distribuição de frequência de uma variável tem a vantagem de, rápida e concisamente, informar sobre a variabilidade da mesma. Em geral, sua representação é feita por uma série de retângulos cujas alturas representam a frequência e cujas larguras representam os subintervalos dentro de um intervalo maior de valores.

Alguns parâmetros serão definidos aqui para que se possa entender com maior clareza os histogramas construídos, veja-se:

Número de Dados: (No. Dados)

Total de dados considerados para a elaboração do histograma.

Especificação Mínima: (Es. Min.)

Especificação mínima de projeto.

Especificação Máxima: (Es. Max.)

Especificação máxima de projeto.

Mínimo: (Min.)

Menor valor encontrado na amostragem.

Máximo: (Max.)

Maior valor encontrado na amostragem.

Média aritmética: (Média)

É a média aritmética dos valores observados.

Desvio Padrão: (Desvio)

Média da dispersão dos valores observados no processo.

Mediana: (Median)

É a realização que ocupa a posição central da série de observações quando estas estão ordenadas segundo suas grandezas (crescentes ou decrescentes). Quando o número de observações for par, usa-se como mediana a média aritmética das duas observações centrais.

Coefficiente de Assimetria: (Assim.)

Índice que indica o quanto a distribuição da amostragem é assimétrica. Quando o coeficiente assume valor positivo, indica a assimetria à esquerda e, quando apresenta valor negativo, assimetria à direita. Numa distribuição normal perfeita, tem-se assimetria nula. Na prática, adota-se $-0,5 < \gamma_1 < 0,5$ como distribuição simétrica, $0,5 < |\gamma_1| < 1,0$ como relativamente assimétrica e $|\gamma_1| > 1,0$ como altamente assimétrica.

Coefficiente de Curtose: (Kurt.)

A dispersão de um processo influencia de modo vital sua capacidade de atender ou não as especificações; o coeficiente de curtose indica o quanto a distribuição é "achatada" (platicúrtica) ou "pontaguda" (leptocúrtica) na sua parte central, o que também constitui um índice de afastamento da curva teórica. Uma curva similar à teórica deverá apresentar $\gamma_2 < 3,0$, enquanto que as pontagudas apresentarão $\gamma_2 > 3,0$.

Capabilidade (C_p): (Capab.)

A capabilidade compara a variação permitida na especificação com a efetivamente encontrada. Os japoneses preferem trabalhar com a relação (Δ especificação)/(Δ variação efetiva), enquanto que os americanos adotam o inverso. Na realidade, qualquer das relações é plenamente aceitável, pois os índices resultantes são simplesmente inversos entre si. Ao comparar uma especificação com a variação do próprio processo, configura-se uma das seguintes situações;

- variação aceitável, porém com a média descentrada,
- variação inaceitável, apesar de a média ser aceitável,
- variação inaceitável e a própria média descentrada,
- variação aceitável com média centrada.

Mesmo nesta última alternativa, apenas 99,85% dos valores podem ser previstos através da variação, isto é $\pm 3\sigma$. Em geral, procura-se adotar a especificação teórica correspondendo a um intervalo de $\pm 4\sigma$. O pacote utilizado neste trabalho "Q-CEP" utiliza o método de cálculo japonês, pois este é o mais difundido aqui no Brasil, e apresenta dois valores para a capabilidade: o primeiro é a relação tolerância/ 6σ e o segundo, é a relação tolerância/ 8σ . Nestas condições, o processo é capaz ou atende a capabilidade, quando pela primeira relação C_p for superior a 1,33 ($8\sigma/6\sigma$) o que equivale a um C_p superior 1,0 ($8\sigma/8\sigma$) pela segunda relação [30]. Porém, o índice C_p não se preocupa com a centralização do processo, isto é, com a posição da média estimada do processo (\bar{X}) em relação aos limites de especificação. Desta forma, pode-se ter um processo "capaz" mas com grande parte dos resultados não atendendo à especificação [28].

Desempenho do Processo: (C_{pk})

Este utiliza a média estimada do processo, os Limites de Especificação (LSE ou LIE) e o desvio padrão estimado ($\hat{\sigma}$) para determinar a capacidade do processo. Não se preocupa apenas com a

dispersão do processo, mas também com sua centralização, ou seja, com a posição da média em relação aos limites de especificação. Seu valor é a relação $\Delta/3\sigma$, onde, Δ é o menor valor entre (Média - Especificação Mínima) e (Especificação Máxima - Média). Note-se que em um processo perfeitamente centrado, onde a média da amostra apresenta o valor médio entre as especificações mínimas e máximas, o valor de Cpk será o mesmo da capacidade. Quando os dados utilizados para a elaboração do histograma são provenientes de uma carta de controle do tipo \bar{X} -R ou mediana-R (ver carta de controle, mais adiante, neste capítulo), o pacote "Q-CEP" apresenta também um cálculo alternativo de Cpk, onde o desvio padrão é estimado pela razão \bar{R}/d_2 , onde \bar{R} é a média das amplitudes e d_2 é um valor tabelado em função do tamanho do sub-grupo. Evidentemente, o valor de Cpk calculado a partir do desvio padrão real (preciso), possui significância maior que aquele obtido a partir do desvio padrão estimado (aproximado). Mas, o sistema fornece os dois valores, pois, o método aproximado é bastante difundido e o seu cálculo, realizado por computador, presta-se à realização de auditorias.

% Fora das Especificações:

A partir da amostragem e das especificações de projeto, o pacote "Q-CEP" estima os percentuais acima da especificação superior e abaixo da especificação inferior. Quando a assimetria é pequena (coeficiente de assimetria γ_1 entre -0,5 e 0,5), a estimativa é feita segundo uma curva normal. Em caso contrário, os percentuais são calculados considerando-se a assimetria [15].

Visto o significado de cada índice, passa-se à análise dos histogramas.

Em primeira instância, com a análise do produto cobre (CuO), arsênio (As₂O₅) e cromo (CrO₃) respectivamente.

a) Análise do Produto Cobre (CuO)

Pode-se verificar intuitivamente pela Fig. 12 que mais de 50% das amostras encontram-se entre 18,673 e 19,327, ou seja, estão entre o valor padrão e o valor máximo especificado. Neste intervalo localizam-se também os valores média e mediana.

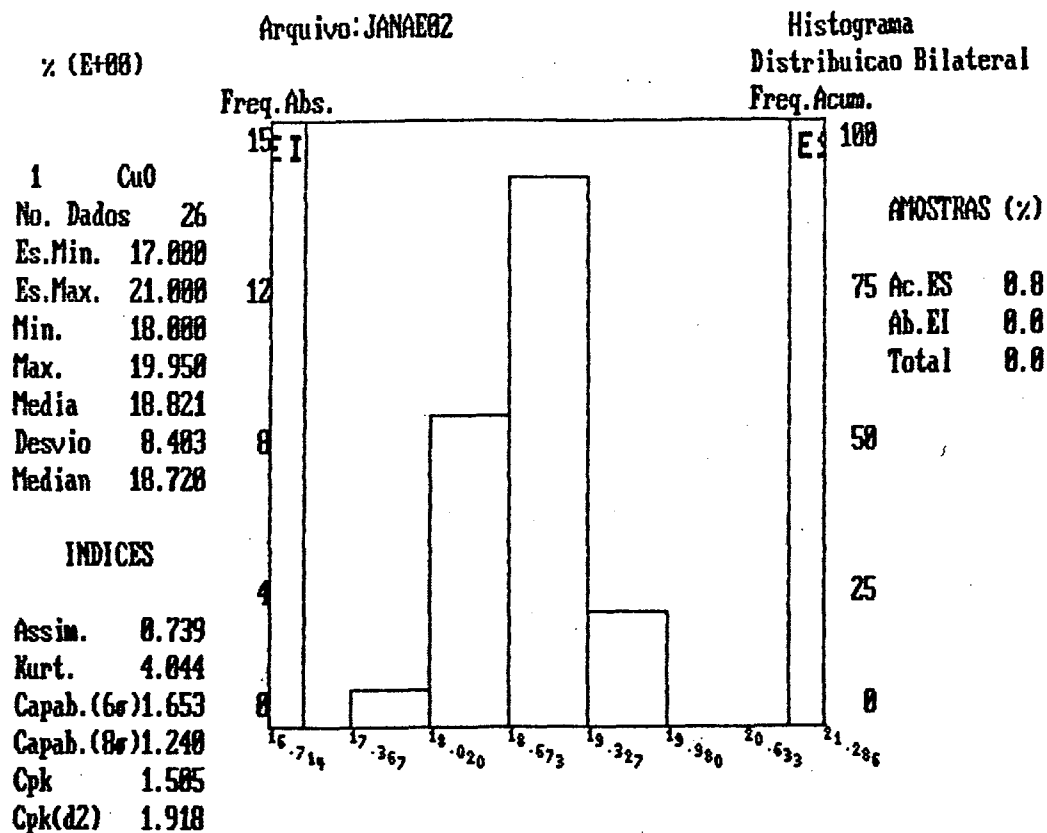


FIGURA 12: Histograma Relativo ao Teor de Ingrediente Ativo Cobre (CuO)

			Freq. Abs.	Freq. Abs. (%)	Freq. Acum.	Freq. Acum. (%)
0	$x < 16.714$		0	0.0	0	0.0
1	$16.714 \leq x < 17.367$		0	0.0	0	0.0
2	$17.367 \leq x < 18.020$		1	3.8	1	3.8
3	$18.020 \leq x < 18.673$		9	30.8	9	34.6
4	$18.673 \leq x < 19.327$		14	53.9	23	88.5
5	$19.327 \leq x < 19.980$		3	11.5	26	100.0
6	$19.980 \leq x < 20.633$		0	0.0	26	100.0
7	$20.633 \leq x < 21.286$		0	0.0	26	100.0
8	$21.286 \leq x$		0	0.0	26	100.0
			26	100.0		

FIGURA 13: Intervalo de Classe da Substância Cobre

Pelo fato de o valor de assimetria estar entre 0,5 e 1,0 pode-se dizer que a distribuição é relativamente assimétrica.

Tendo em vista que o coeficiente de curtose tem seu valor em 4,844 pode-se dizer que a distribuição apresenta-se de forma pontiaguda. De fato, quanto maior for a tendência da distribuição de frequência de um processo para essa situação, menor será sua dispersão.

Em função do valor obtido para a capacidade, 1,653 quando 6σ e 1,248 quando 8σ, pode-se dizer, que o processo é "capaz", ou seja, aumentando a capacidade do processo diminui a probabilidade de os resultados do processo saírem dos limites de especificação.

Adotando-se o Cpk como critério, o processo não atende o limite de especificação. De fato, a Figura 12 mostra que o processo está deslocado.

b) Análise do Produto Cromo (CrO₃)

Pelo histograma, vê-se que a distribuição é aproximadamente normal, com os itens dentro dos limites de

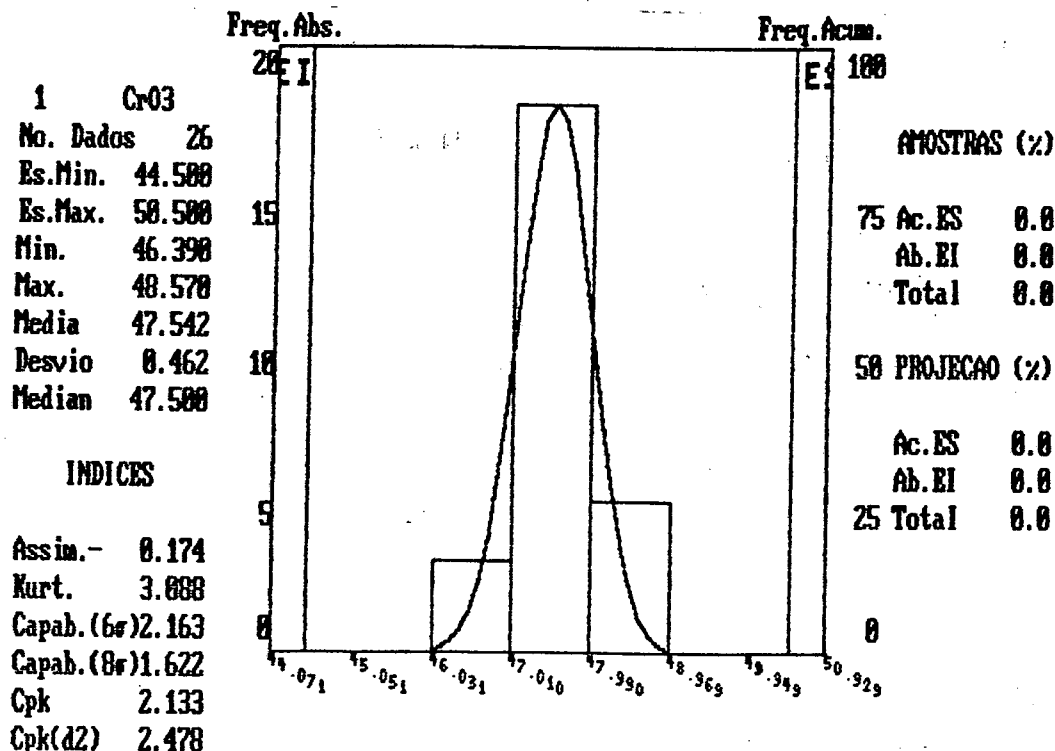


FIGURA 14: Histograma Relativo ao Teor de Umidade de Ingrediente Ativo, Cromo (CrO₃)

especificação. Como $-0,5 < \gamma_1 < 0,5$, a distribuição é simétrica. É também leptocúrtica, pois coeficiente de curtose é maior que 3. Portanto, o processo é "capaz" de atender as especificações, tendo os seus valores média e mediana iguais a 47,542 e 47,500, respectivamente.

Arquivo: JANA03
Variavel : CrO3

Histograma

			Freq. Abs.	Freq. Abs. (%)	Freq. Acum.	Freq. Acum. (%)
0	$x < 44.871$	44.871	0	0.0	0	0.0
1	$44.871 \leq x < 45.851$	45.851	0	0.0	0	0.0
2	$45.851 \leq x < 46.831$	46.831	0	0.0	0	0.0
3	$46.831 \leq x < 47.810$	47.810	3	11.5	3	11.5
4	$47.810 \leq x < 47.998$	47.998	18	69.3	21	80.8
5	$47.998 \leq x < 48.969$	48.969	5	19.2	26	100.0
6	$48.969 \leq x < 49.949$	49.949	0	0.0	26	100.0
7	$49.949 \leq x < 50.929$	50.929	0	0.0	26	100.0
8	$50.929 \leq x$		0	0.0	26	100.0
			26	100.0		

FIGURA 15: Intervalo de Classe da Substância Cromo

c) Análise do Produto Arsênio (AS₂O₅)

Conforme o histograma, observa-se que a distribuição possui um valor mínimo de 32,530 e um máximo de 34,320. A média e a mediana correspondem respectivamente a 33,603 e 33,620 com um desvio padrão em 0,522.

A distribuição é aproximadamente normal, com os itens dentro dos limites de especificação. Como $-0,5 \leq \gamma_1 \leq 0,5$, pode-se dizer que a distribuição é simétrica.

Pelo índice Cp o processo é "capaz" de atender a seus limites de especificação. Como Cpk = 2,301, o processo encontra-se deslocado. A curva é platicúrtica e, finalmente, o processo é "capaz" de atender as especificações.

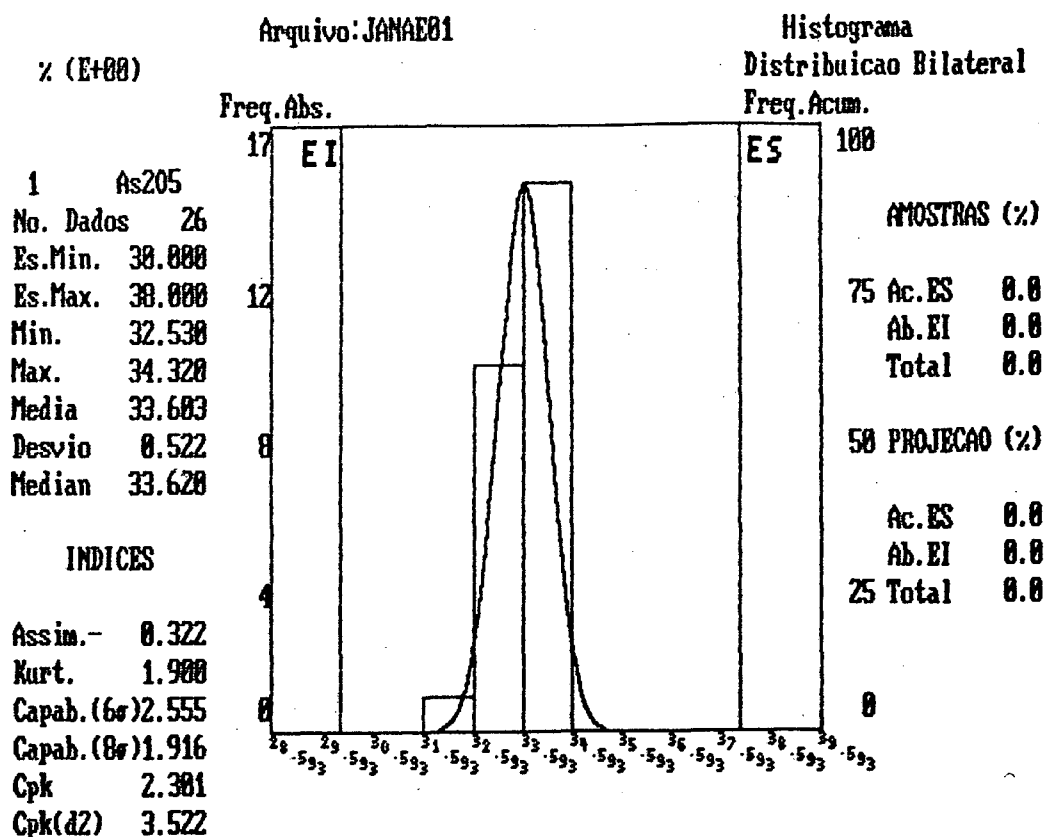


FIGURA 16: Histograma Relativo ao Teor de Ingrediente Ativo, Arsênio (As₂O₅)

		Freq. Abs.	Freq. Abs. (%)	Freq. Acum.	Freq. Acum. (%)
0	x < 28.593	0	0.0	0	0.0
1	28.593 < x < 29.593	0	0.0	0	0.0
2	29.593 < x < 30.593	0	0.0	0	0.0
3	30.593 < x < 31.593	0	0.0	0	0.0
4	31.593 < x < 32.593	1	3.8	1	3.8
5	32.593 < x < 33.593	10	38.5	11	42.3
6	33.593 < x < 34.593	15	57.7	26	100.0
7	34.593 < x < 35.593	0	0.0	26	100.0
8	35.593 < x < 36.593	0	0.0	26	100.0
9	36.593 < x < 37.593	0	0.0	26	100.0
10	37.593 < x < 38.593	0	0.0	26	100.0
11	38.593 < x < 39.593	0	0.0	26	100.0
12	39.593 < x	0	0.0	26	100.0
		26	100.0		

FIGURA 17: Intervalo de classe da Substância Arsênio

5.3.2 Carta de Controle

A carta de controle permite saber, em determinado instante, se um processo está ou não sob controle, fornecendo informações a respeito da real situação do processo, com alto grau de eficiência [24].

Com as cartas de controle, constata-se que um processo pode ser descrito em função das duas características fundamentais: sua centralização e sua dispersão. A centralização do processo pode ser verificada calculando-se a média de várias amostras ou dados e a dispersão pode ser estimada a partir do desvio padrão ou amplitude de uma série de amostras ou dados.

As cartas de controle trabalham com as flutuações observadas ao longo do processo. Essas flutuações representam as variações sofridas pelos dados referentes ao processo. Nessas variações estão, em geral, os problemas a serem atacados, e sua presença em cartas de controle pode também determinar o tipo de causa que os gera.

A carta de controle constitui-se de um gráfico que estabelece os limites dentro dos quais uma variável do processo ou característica de qualidade do produto deve manter-se ao longo do tempo. Esses Limites de Controle são Limite Superior de Controle (LSC) e Limite Inferior de Controle (LIC) os quais são limites do processo.

Existem dois grandes grupos de cartas de controle:

- Cartas de controle para variáveis: usadas quando as peças podem ser medidas, ou seja, sofrem variações contínuas. Elas podem ter as seguintes formas construtivas;

- carta de médias e amplitude (\bar{X} e R),
- carta de médias e desvio-padrão (\bar{X} e S),
- carta de medianas e amplitudes (\tilde{X} e R), e
- carta de individuais e amplitudes (X e R).

- Cartas de controle para atributos: são usadas quando as peças só podem ser controladas ou classificadas como "conforme" ou "não conforme". Existem basicamente quatro tipos;

- carta p: é usada para a porcentagem de unidades não-conformes (amostra não necessariamente do tamanho constante),
- carta np: é para o número total de unidades

não-conformes na amostra (amostras obrigatoriamente de tamanho constante),

- carta c: é usada para o número de não-conformidades numa amostra (amostras de tamanho constante). Também é conhecida como "carta de defeitos diversos",
- carta u: para o número de não conformidades por amostra (amostras não necessariamente de tamanho constante).

Neste trabalho foram utilizados cartas de controle para variáveis e, dentro destas, foram construídas cartas Individuais e Amplitude (X e R), pois as amostras vêm de uma população homogênea e, além disso, os testes, neste caso, são destrutivos.

A carta (gráfico) X detecta mudanças na média do processo (produto) enquanto que a carta (gráfico) R detecta alterações na dispersão do processo.

A seguir vê-se a interpretação dos gráficos individuais e amplitude (X e R):

a) Interpretação dos Gráficos Individuais e Amplitude da Substância CuO

A partir do gráfico X, observa-se a presença de um ponto acima do Limite Superior de Controle (LSC), que evidencia a existência de causas especiais nesse ponto e que o processo está fora de controle Estatístico. É sinal para alarme imediato da operação, pois pode ser que:

- o limite de controle e/ou ponto projetado estejam errados,
- o processo deslocou-se, por exemplo só nesse ponto, num determinado instante (possivelmente um incidente isolado), ou como consequência de uma tendência,
- o sistema de medição foi modificado (por exemplo, um novo instrumento de medida ou um inspetor diferente).

Mais de 2/3 dos pontos se encontram dentro do terço médio da região entre os limites de controle. Com isso, vê-se que

não há indício de configurações ou tendências dentro dos limites de controle.

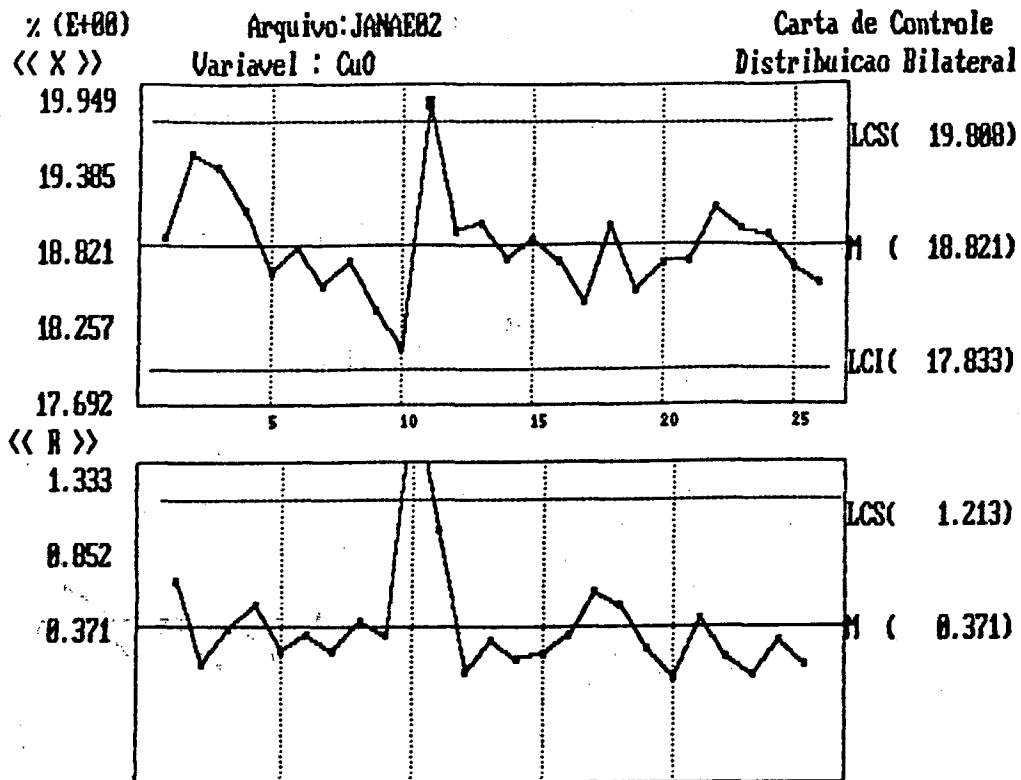


FIGURA 18: Gráfico de controle para processo da substância CuO. Acima gráfico X, abaixo gráfico R. (LCS significa Limite de Controle Superior, LCI, Limite de Controle Inferior)

Na análise da projeção dos dados na carta de amplitude, existe um ponto além do Limite Superior de Controle (LSC), evidenciando que o processo não está sob controle. Com esse ponto além dos limites de controle seria estranho se houvesse apenas variações oriundas de causas comuns. Conclui-se, então, que uma causa especial é responsável por esse valor extremo. Por conseguinte, qualquer ponto além de um limite de controle é o sinal para alarme imediato da operação para descobrir essa causa

especial.

Arquivo: JAWAEBZ Carta de Controle

De	Ate	Problema	De	Ate	Problema	De	Ate	Problema	
11		Fora ctrl							
Terço Médio									
								Dentro	73.1 %
								Fora	26.9 %

FIGURA 19: Terço Médio da Substância Cobre (CuO)

Esse ponto, situado acima do Limite Superior de Controle da Amplitude (LSC_R), muitas vezes é sinal de que:

- o limite de controle ou o ponto projetado calculado de forma incorreta ou a projeção não foi feita corretamente,
- a variabilidade ou a dispersão da distribuição aumentou (piorou muito naquele ponto, num certo instante, em consequência de alguma tendência já presente), ou
- o sistema de medição foi modificado (por exemplo, outro inspetor ou outro instrumento de medição).

A partir do gráfico R verifica-se que mais de 2/3 dos pontos plotados se encontram dentro do terço médio da região entre os limites de controle.

Não se observam tendências neste gráfico.

Tanto na interpretação da carta individual X quanto na amplitude R observa-se a existência de causas especiais. Para a determinação delas pelo gráfico individual e amplitude, deve-se fazer uma análise do processo para determinar sua origem e, se possível, corrigir e tomar medidas para evitar que a mesma ocorra novamente.

b) Interpretação dos Gráficos Individuais e Amplitude da Substância Arsênio (As₂O₅)

A partir do gráfico vê-se a existência de um ponto abaixo do Limite Inferior de Controle (LIC). Com isto,

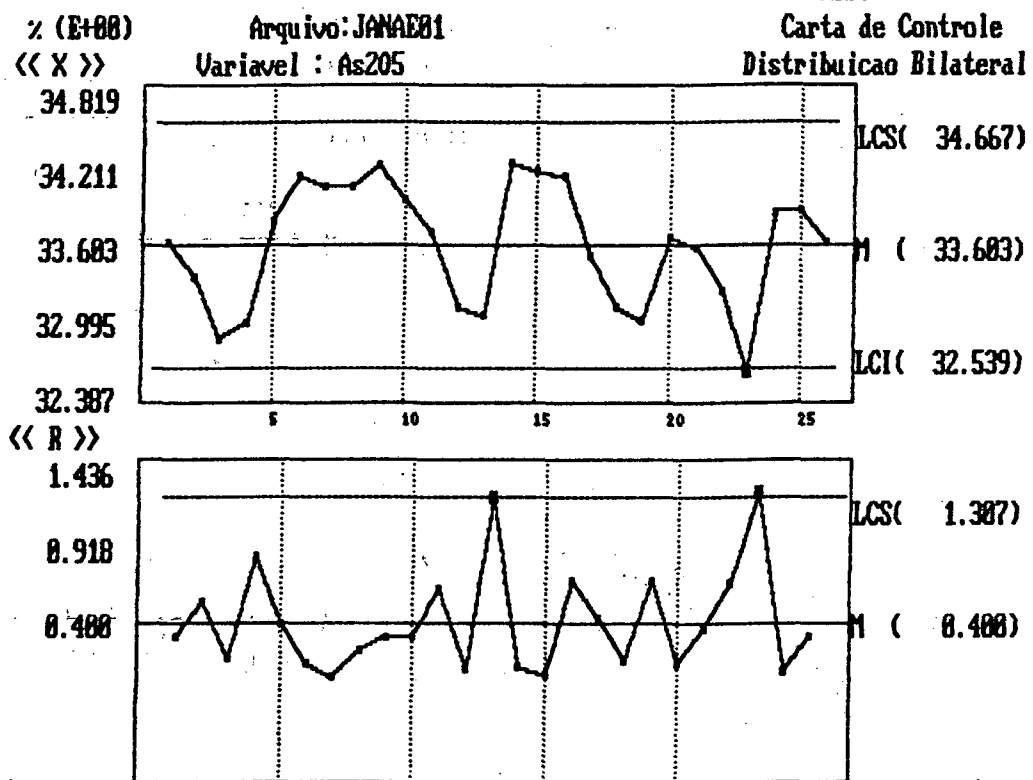


FIGURA 20: Gráfico de controle para processo da substância As₂O₅. Acima gráfico X, abaixo gráfico R. (LCS significa Limite de Controle Superior, LCI, Limite de Controle Inferior)

evidencia-se a existência de causas especiais nesse ponto. Portanto, é sinal para alarme imediato da operação.

tem-se que 38,5% dos pontos plotados situam-se dentro do terço médio da região entre os limites de controle superior e inferior.

Não se encontram sinais que indiquem o início de deslocamento ou tendência no processo.

Quanto à análise dos dados na carta de controle R, o que se pode ver é a existência de dois pontos acima do Limite Superior de Controle (LSC) o que deixa claro que tal processo não está sob controle Estatístico. Em função disto, chega-se à conclusão de que causas especiais são responsáveis por esses valores extremos, como já foi mencionado na interpretação da Figura 18 da substância CuO.

Arquivo: JANAEB1

Carta de Controle

De	Ate	Problema	De	Ate	Problema	De	Ate	Problema
5	11	7 acima LC						
23		Fora ctrl						
						Terço Médio		
						Dentro	38.5 %	
						Fora	61.5 %	

FIGURA 21: Terço Médio da Substância Arsênio (As_2O_5)

Mais de 2/3 dos pontos plotados encontram-se dentro do terço médio da região entre os limites de controle da mesma forma como visto na carta amplitude R de CuO. Nesta carta não se verificam situações que indiquem uma tendência no processo.

c) Interpretação dos Gráficos Individuais e Amplitude da Substância Cromo (CrO₃)

Arquivo: JANAÉ			Carta de Controle					
De	Ate	Problema	De	Ate	Problema	De	Ate	Problema
							Terço Médio	
							Dentro	88.5 %
							Fora	11.5 %

FIGURA 22: Terço Médio da Substância Cromo (CrO₃)

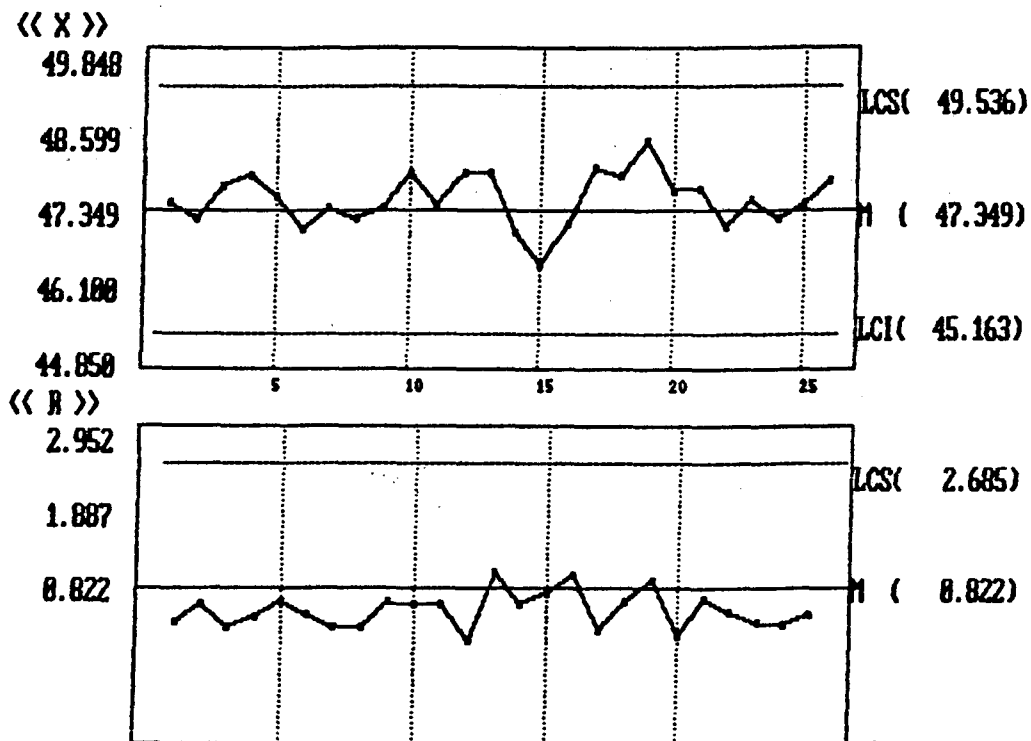


FIGURA 23: Gráfico de controle para processo da substância CrO₃. Acima gráfico X, abaixo gráfico R. (LCS significa Limite de Controle Superior, LCI, Limite de Controle Inferior)

Inicialmente, observa-se na carta de controle X que não

se encontram pontos fora dos limites de controle. Isto evidencia que o processo está sob controle. A maioria dos pontos plotados se concentram em torno da média, sendo que no centro a variação do processo é maior do que nas extremidades. Na carta R a evidência de o processo estar sob controle é maior, pois tem-se uma sequência de 12 pontos abaixo da linha central, o que indica uma melhora no processo.

5.3.3 Análise Conjunta dos Parâmetros (CuO, As₂O₅ e CrO₃)

Numa análise conjunta dos parâmetros, vemos que em todos os histogramas o processo encontra-se "capaz".

No caso do parâmetro CuO vemos que não há conformidades ou tendências, este se encontra deslocado e sua distribuição é relativamente assimétrica, em função do ponto fora dos limites de controle, e pode-se dizer que existem causas especiais atuando em tal processo.

Para o parâmetro As₂O₅ a distribuição encontra-se aproximadamente normal, o processo deslocado, não estando sob controle estatístico, o que já não ocorre com o CrO₃ pois, este indica uma melhoria no processo.

O fato de existirem pontos fora dos limites de controle leva a concluir que algumas causas especiais ocorrem, podendo ser: teor de umidade fora do padrão, intervalo de pressões na autoclave, duração e valor do vácuo final e inicial. Existem ainda com numerosas outras que serão vistas no Diagrama de Causa e Efeito, ainda neste capítulo.

5.4 Diagrama de Causa e Efeito

O Diagrama de causa e efeito, conhecido também como Diagrama Espinha de Peixe, relaciona um efeito observado com suas possíveis causas. Requer treinamento mínimo para ser aplicado e tira vantagem do "brainstorm" de onde deve surgir o maior número possível de hipóteses para as causas de um problema, as quais são registradas no diagrama.

A característica de qualidade a ser melhorada é o

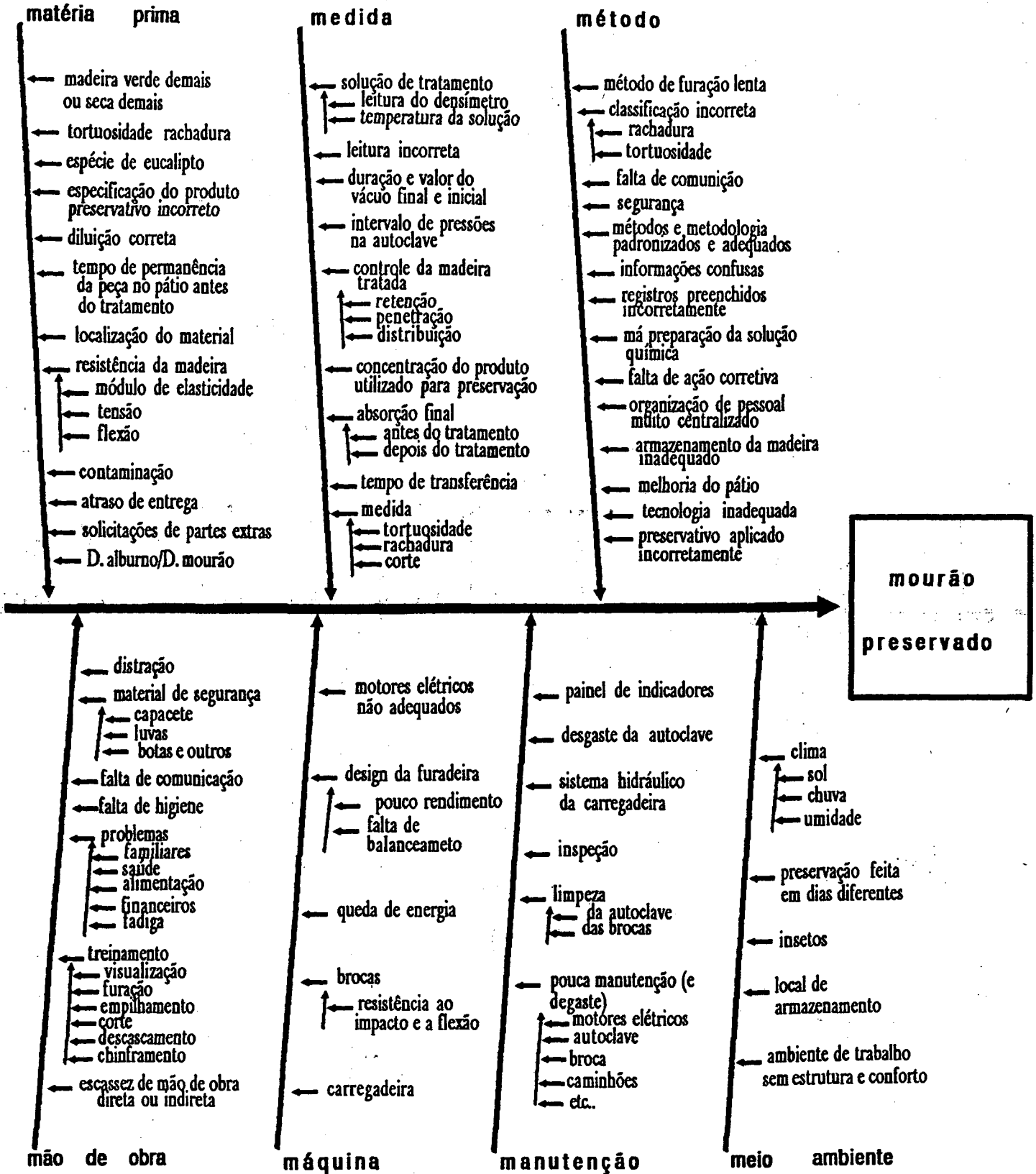


FIGURA 24: Diagrama de Causa e Efeito

efeito, que constitui a primeira informação a ser registrada.

As causas são variáveis ou fatores que influenciam a variação ou nível do efeito resultante e podem, em geral, ser classificados como: Máquina, Método, Mão de Obra, Matéria Prima, Meio Ambiente, Medida e Manutenção (são os "7 M's"). O efeito, geralmente, é uma característica de desempenho que resulta de uma causa específica e é manifestado por um dado sintoma¹.

5.5 Diagrama de Pareto

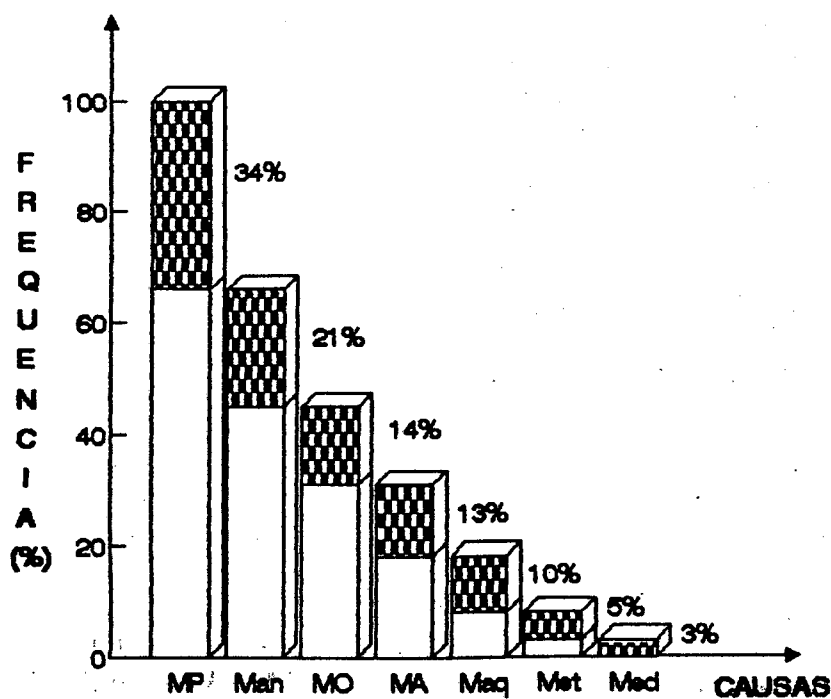
Existe uma enorme variedade de causas para explicar a má qualidade de um produto. A investigação das causas dos defeitos dentro de uma empresa leva normalmente a uma curva de Pareto. Cada causa do defeito recebe um número e este é "plotado" horizontalmente. Na vertical, aparece a contribuição porcentual de cada uma das causas na produção de defeituosos. Em muitos casos, 80% dos defeitos são devidos a 20% das causas possíveis, ou seja, existem determinadas causas que respondem por grande porcentagem dos defeitos produzidos. Com isso, pode-se concentrar a atenção nessas causas mais importantes, colocadas em ordem decrescente na curva de Pareto, conseguindo-se grandes reduções nas rejeições e grandes economias nas etapas iniciais da investigação.

O diagrama de Pareto basicamente indica o que é importante e o que não é. Ele pode ser utilizado como guia para o estabelecimento de prioridades e mostrar áreas onde maiores esforços devem ser feitos. A frase "os poucos vitais e os muitos triviais" é frequentemente chamada de "Princípio de Pareto".

¹ Um bom exemplo de aplicação do diagrama de causa e efeito pode ser visto também em "Uma Proposta para Melhorar a Qualidade, a Produtividade e a Competitividade na Produção de Farinha de Mandioca, Ana B. T. Martins. Dissertação de Mestrado. Florianópolis. UFSC/PPEOP. 1992.

5.5.1 Gráfico de Pareto para a Usina de Preservação de Madeiras

Este gráfico foi feito em função da análise conjunta do processo, baseando-se também na estruturação de Ishikawa.



MP : Matéria Prima
Man: Manutenção
MO: Mão de Obra
MA : Meio Ambiente

Maq: Máquina
Met: Método
Med: Medida

FIGURA 25: Diagrama de Pareto

A priori destacam-se os fatores mais importantes das principais causas no diagrama; são estes:

Matéria Prima:

- .Madeira verde demais ou seca demais,
- .Tortuosidade e rachadura, e
- .Tempo de permanência da peça no pátio antes do tratamento.

Manutenção:

- .Manutenção, e
- .Desgaste dos equipamentos.

Mão de Obra:

- .Treinamento, e
- .Motivação dos empregados.

Meio Ambiente:

- .Local de armazenamento, e
- .Insetos.

Máquinas

- .Design da furadeira.

Método

- .Armazenamento da madeira inadequado, e
- .Segurança.

A remoção de cada um destes fatores está associada a um custo, sendo portanto interessante estabelecer um grau de prioridade para cada um deles. Na próxima seção será visto como determinar quais os principais fatores a "atacar" num primeiro momento, com base em critérios de *eficiência ampla*, no sentido de analisar tanto considerações de custo-benefício quanto considerações *qualitativas*.

CAPÍTULO VI

ALOCAÇÃO DE RECURSOS MONETÁRIOS

6.1 Introdução

Neste capítulo será visto como alocar recursos de forma a melhorar a qualidade, utilizando os recursos monetários disponíveis da forma "*mais eficiente possível*". Em outras palavras, pretende-se minimizar o custo de oportunidade dentro do universo das alternativas escolhidas em relação à qualidade.

Com relação ao aspecto exposto no parágrafo anterior, devem-se realizar duas colocações.

Em primeiro lugar, vão ser considerados dois cenários políticos ou circunstanciais seguintes:

Caso 1: O Departamento encarregado da qualidade determina o orçamento.

Caso 2: O Departamento encarregado da qualidade remaneja um orçamento.

Tendo em mente este *objetivo composto*, o estabelecimento de uma hierarquia entre fatores poderá ser feito através de um modelo linear.

Agora, deve-se notar que o que está *por trás* deste modelo é a escolha das alternativas em função *do uso mais eficiente do recurso escasso*. Neste caso, trata-se do dinheiro necessário para investir na melhora de cada fator. Daqui surge a idéia de construir a hierarquia, no caso 1, utilizando somente o conceito de eficiência, que chegará à mesma solução a que chegaria o modelo linear, mas de uma forma mais visual.

Já o caso 2, deve ser resolvido exclusivamente através de um modelo linear, desde que deve-se remanejar um orçamento "X", e aí entra em consideração, ainda do conceito de eficiência, um "jogo de cabimentos" das alternativas dentro do orçamento.

O funcionamento do caso 2 será explicado neste capítulo, mas dadas as circunstâncias *reais*, trabalhar-se-á basicamente na hipótese do caso 1.

Como segunda colocação, deve-se destacar que na escolha final será deixado um espaço para o juízo pessoal do usuário, desde que qualquer modelo numérico é uma ferramenta e não um "todo", na tomada de decisões deste tipo de problema.

6.2 Alocação de Recursos em Qualidade - de que forma pode-se começar

A qualidade de um produto tem certas características que é importante destacar, dada sua relação com a alocação de recursos dentro de uma empresa. Entre as características mais importantes estão:

- está relacionada à sobrevivência de uma empresa no mercado,
- é um instrumento de vantagem comparativa,
- muitas vezes resulta de mensurar seu retorno não vinculado a vários aspectos,
- sua importância relativa, e seu nível desejável, dependem do ramo de atividade, e
- exige geralmente a participação de todos os membros da organização.

Do anterior depreende-se que o *orçamento* para a qualidade deve ser consequência direta dos *macro-objetivos* da empresa. Para entender melhor este aspecto, será necessário pelo menos definir o que são *Finalidade e Macro-Objetivos* de uma empresa.

6.2.1 Finalidade e Macro-Objetivos de uma Empresa

A finalidade (ou "propósito") de uma empresa é composta por *uma ou várias frases* onde conste o propósito básico dessa empresa. Este propósito não só depende de finalidades de rentabilidade, mas também depende do mercado onde a empresa atua,

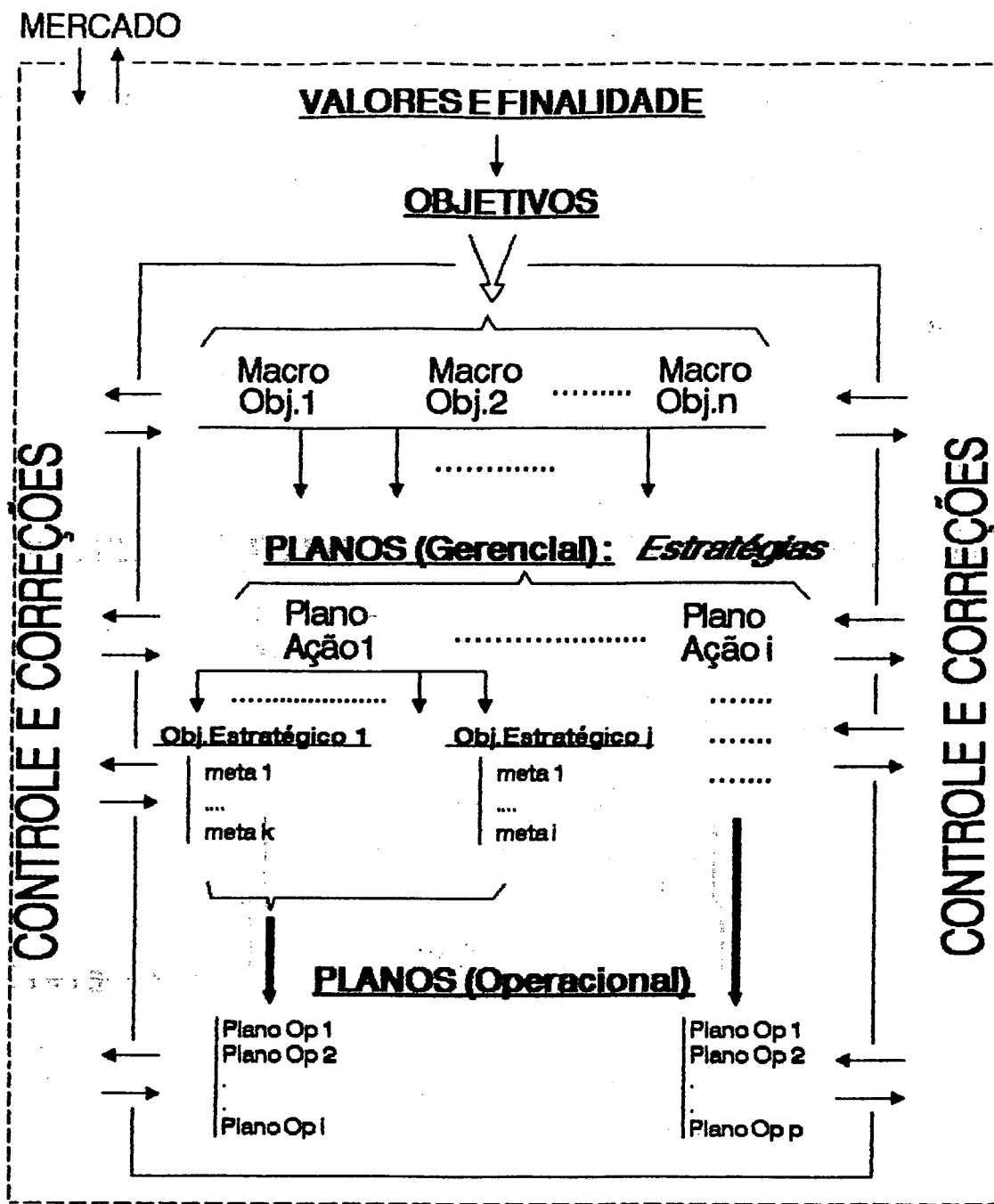


FIGURA 26: Planejamento Estratégico¹

¹Extraída do livro "Capital de Giro, Um Enfoque Empresarial", de Alejandro Martins e Paulo Luna (em fase de publicação).

de valores culturais, etc.. Os valores e finalidades devem ter uma visão orientada para o consumidor e inserida em seu meio.

Os macro-objetivos derivam da *finalidade* no sentido de que devem ser coerentes com esta. Em geral são estabelecidos macro-objetivos para as chamadas áreas "chave" da empresa (Qualidade, Recursos Humanos, Marketing, Produtividade, etc). Os macro-objetivos são a base para os *planos gerenciais*, que são os planos que definem os objetivos estratégicos a serem atingidos pelo negócio; estes últimos, conjuntamente com suas *metas* derivadas, definem os planos operacionais. A figura 26 ilustra todos estes conceitos.

6.3 O Caso da Usina de Preservação de Madeira

Pelo exposto na secção anterior, para determinar a importância do orçamento da qualidade, é necessário analisar a finalidade e os macro-objetivos da usina. Vale dizer, de forma que se possa conhecer se a *área Qualidade* está estabelecida a um nível de macro-objetivo, estratégico, ou diretamente no nível operacional.

Na usina de preservação de madeira, o mercado basicamente é formado pelos produtores associados à COCAMAR.

Historicamente, o "vip" mais importante do mercado é o seguinte: os clientes preferem o mourão tratado em autoclave ao mourão sem tratamento em autoclave (seu principal concorrente), desde que a diferença de preço entre os dois tipos de mourões não seja "superior a 35 %". Vale dizer, que se o preço do mourão sem esse tratamento for inferior a 65 % do preço do mourão tratado em autoclave (preço do mourão tratado não superior a 150 % do mourão sem tratar), a demanda por mourão tratado cai drasticamente.

Isto permite compreender que a *finalidade* da Usina de Preservação seja a de "produzir mourões em forma rentável e a um custo que permita concorrência".

Os *macro-objetivos* da usina são:

.Melhoria na qualidade no atendimento aos clientes, e

- .Melhoria na qualidade no atendimento aos clientes, e
- .Preço de venda inferior a 135 % do preço do mourão sem tratamento de autoclave (é considerado macro-objetivo, dada sua importância).

Os *objetivos-estratégicos* derivados são:

- .Rentabilidade: Lucro Operacional / Vendas, de 15 %,
- .Custo Compatível com o objetivo de preço e rentabilidade, e
- .Treinamento de operários e criação de um sistema de incentivos, procurando "identificar" o operário com a empresa.

6.3.1 Composição do Custo de Produção e Formação do Preço de Venda: Situação Atual

A composição do Custo de Produção (em Cr\$ %) do eucalipto tratado é realizada tomando como base um mourão de 21 a 30 cm de Diâmetro x 3,5 m de Comprimento; para uma produção anual da usina equivalente (em m³) a 32.000 peças do referido mourão², a composição é a seguinte:

Matéria Prima: 62 %

- .Madeira: Eucalipto descascado posto no pátio da usina, pronto para "barbeamento", furação, etc.;
- .Preservativo (incluindo o transporte)
- .Impermeabilizante: Emulsão betuminosa aplicada nas extremidades do poste tratado para impedir a infiltração da água;
- .Amarração: Fita de aço galvanizado;
- .Plaqueta de Identificação.

Mão de Obra Direta: 14 %

- .Salários + Encargos Sociais

² Deve-se referenciar a composição do custo e do preço de venda a um volume de produção determinado, já que existem custos "variáveis" e custos "fixos" em relação ao volume produzido.

Gastos gerais: 24 %

- .Consertos e reposições das máquinas;
 - .Equipamentos de produção: bombas, motores, válvulas, autoclave, tanques, etc.;
 - .Equipamentos de transporte como: caminhões, tratores, guinchos, pontes rolantes, etc.;
 - .Equipamentos de controle de qualidade como: amostradores, medidores de umidade, trenas, etc.;
- e ainda;
- .Combustível,
 - .Energia Elétrica,
 - .Água,
 - .Quebra de madeiras, e
 - .Despesas Diversas.

A composição do preço final, em média, é a seguinte:

● Custos de Produção:	58 %
● Custos de Adm., Financeiros e de Vendas:	11 %
● ICM:	16 %
● Margem de Lucro mínima desejável:	15 %
	100 %

A figura 27 ilustra as composições do custo de produção e do preço de venda final.

Em termos de valores monetários, é mais prático trabalhar em US\$. Sendo o preço de venda atual de 14 US\$ em JUN/93, a composição do preço de venda em valores monetários, por unidade e total, era de:

	<u>un</u>	<u>totais</u>
Custos de Produção:	8,2 US\$	262.400 US\$
Custos de Adm., Fin. e de Vendas:	1,5 US\$	48.000 US\$
ICM:	2,2 US\$	70.400 US\$
Margem de Lucro mínima desejável:	2,1 US\$	67.200 US\$
Preço de venda / Receita bruta	14,0 US\$	448.000 US\$

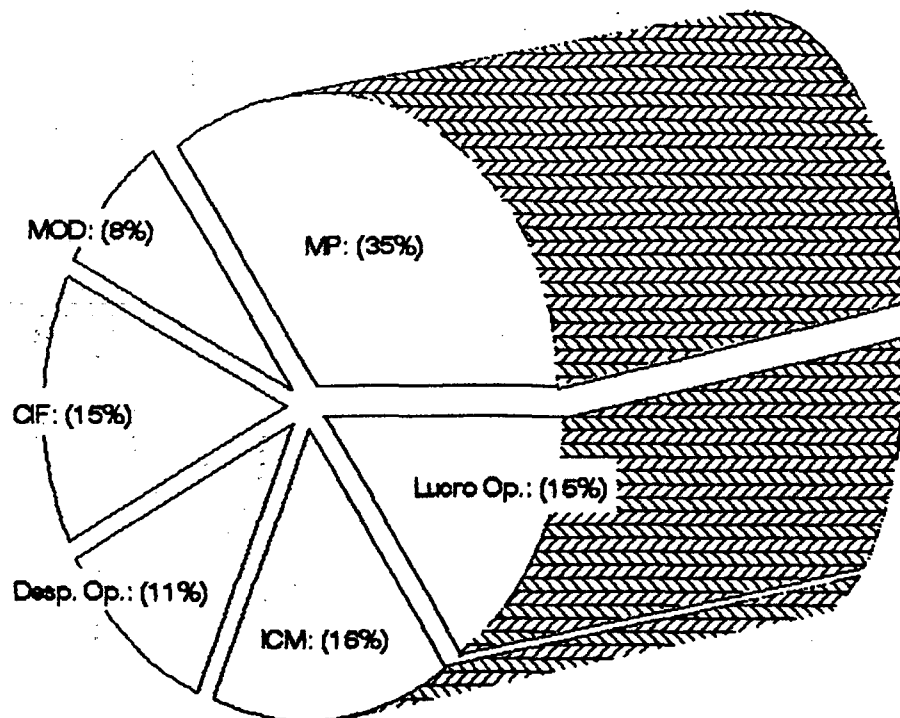


FIGURA 27: Custos e Formação do Preço de Venda. Mourão tratado em autoclave.

6.3.2 Preço do Mourão Sem Tratamento

O preço médio de venda do mourão sem tratamento é variável, dependendo da época do ano, antiguidade, etc.. Como valor médio em JUN/93 e aos efeitos comparativos, o preço a considerar é de 9,8 US\$. Portanto, em termos atuais o preço do mourão tratado é aproximadamente 43 % superior ao preço do mourão sem tratar.

6.3.3 Objetivos

O objetivo da análise dos custos em conjunto com as causas que afetam a qualidade, é "melhorar o nível de qualidade e conjuntamente reduzir em 8 % (com essas melhoras) a diferença de preço entre o mourão tratado e o mourão sem tratar, mantendo a mesma margem".

● Fazendo cálculos, tem-se que:

▶ preço de venda *objetivo* do mourão sem tratar:

$$9,8 \text{ US\$} \times (143\% - 8\%) = \underline{13,2 \text{ US\$}}$$

▶ mantendo a margem e as despesas operacionais no nível porcentual atual, então a redução em 0,8 US\$ no preço de venda virá "do lado" do Custo de Produção. Em valores totais anuais, a redução do custo de produção deverá ser em torno de: 32.000 peças x 0,8 US\$ ou 25.600 US\$ ao ano⁹.

6.4 Análise Custo - Benefício das Causas

Dos principais fatores das causas, vistos no diagrama de Pareto, são selecionados aqueles fatores para os quais existe uma relação "direta" entre o investimento necessário para sua melhora e o benefício correspondente.

Estes fatores "Ai" são:

- A1: Tortuosidade e rachadura,
- A2: Manutenção,
- A3: Desgaste (reposição) dos equipamentos,
- A4: Treinamento,
- A5: Local de armazenamento,
- A6: Insetos,
- A7: Design da furadeira, e

⁹ Com a redução do preço de venda e a mesma margem de 15%, naturalmente a margem total (\$) diminuiria; espera-se que essa tendência seja compensada com um aumento no nível de vendas. Aplicando um critério conservador, não será considerada uma elasticidade preço - demanda para o mourão.

A8: Segurança.

O que significa *benefício* neste caso? O benefício está representado pela diferença entre o custo anual desse fator e o custo anual do mesmo fator caso fosse realizado o investimento para sua melhora.

Baseado nisto, resulta útil definir para cada fator A_i , três valores associados que são:

- .O "custo da melhora" (ou investimento necessário) " C_m "
- .O custo anual desse fator, " C_{af} ", e
- .O custo anual desse fator após feito o investimento na sua melhora, " C_{ff} ".

O quadro seguinte apresenta os valores de C_m , C_{af} e C_{ff} para os diferentes fatores A_i .

Fator	Class.	C_m (US\$)	C_{af} (US\$)	C_{ff} (US\$)
	Pareto			
A1	MP	15.000	15.000	5.000
A2	Man	8.500	4.500	1.000
A3	Man	12.000	6.000	2.000
A4	MO	8.500	8.000	2.500
A5	MA	8.000	8.900	2.000
A6	MA	4.500	3.000	700
A7	Máquina	8.200	2.800	600
A8	Método	3.500	8.000	500
		60.200		

QUADRO 02: Fatores de Causas e Valores de Custo Associados

6.4.1 Como Operacionalizar a Determinação do Orçamento?

O orçamento para melhoras na área da qualidade é resultado de um equilíbrio entre o que a empresa *pode alocar* e o

que a empresa *pretende atingir*. Para achar um equilíbrio entre estes aspectos é necessário estabelecer uma *hierarquia de prioridades* entre os diferentes fatores A_i .

Como realizar isto? Primeiro deve-se lembrar que o objetivo é melhorar a qualidade e diminuir o Custo de Produção em ≈ 25.500 US\$, para assim ter *mais qualidade a menor preço e igual rentabilidade*.

6.4.2 O Departamento Encarregado da Qualidade Determina o Orçamento

Agora, deve-se notar que o que está *por trás de* qualquer modelo *orçamentário* de escolha de alternativas é o uso *mais eficiente do recurso escasso*, neste caso o dinheiro necessário para investir na melhora de cada fator (o valor C_m). Daqui surge a idéia de construir a hierarquia, neste caso, utilizando o conceito de eficiência, que, como foi implicitamente considerado na introdução, chega à mesma solução a que chegaria o modelo linear.

Para isto, calculam-se para cada fator um valor "N", que avalia a eficiência de uso do recurso escasso. Como o leitor pode ter notado, N pode ser definido como sendo:

$N = \text{Benefício da melhora} / \text{Custo da melhora}$, ou

$$N = (C_{af} - C_{ff}) / C_m$$

O quadro seguinte apresenta os valores de N para cada alternativa.

Fator	Class.		Cm	Caf	Cff	Caf-Cff	N (%)
	Pareto						
A1	MP		15.000	15.000	5.000	10.000	66.7
A2	Man		8.500	4.500	1.000	3.500	41.2
A3	Man		12.000	6.000	2.000	4.000	33.3
A4	MO		8.500	9.000	2.500	6.500	76.5
A5	MA		8.000	6.900	2.000	4.900	98.0
A6	MA		4.500	3.000	700	2.300	51.1
A7	Máquina		3.200	2.800	600	2.200	68.8
A8	Método		3.500	3.000	500	2.500	71.4

60.200

(Os valores de C_m , C_{af} , C_{ff} e $C_{af}-C_{ff}$ estão em US\$).

QUADRO 03: Medida da Eficiência de Uso do Recurso Escasso

Feita a avaliação de N, pode-se construir o Quadro 04, onde cada alternativa segue uma *ordem de eficiência*, e são colocadas as *somas parciais* dos investimentos necessários (Cm) e dos benefícios consequentes (Caf - Cff). Com esta informação, o decisor poderá *efetivamente* realizar a escolha de equilíbrio entre *o que se pode e o que se deseja*. A figura 28 apresenta o esquema geral seguido neste caso (orçamento "determinado").

Custo Benefício

(A ordem das alternativas é decrescente segundo a "eficiência")

Fator	Class. Pareto	Cm	Soma Parcial Cm	Caf	Cff	Caf-Cff	Soma Parcial Caf-Cff	N (%)	R (%)
A5	MA	5.000	5000	6.900	2.000	4.900	4.900	98.0	98.0
A4	MO	8.500	13.500	9.000	2.500	6.500	11.400	76.5	84.4
A8	Método	3.500	17.000	3.000	500	2.500	13.900	71.4	81.8
A7	Máquina	3.200	20.200	2.800	600	2.200	16.100	68.8	79.7
A1	MP	15.000	35.200	15.000	5.000	10.000	26.100	66.7	74.1
A6	MA	4.500	39.700	3.000	700	2.300	28.400	61.1	71.6
A2	Man	8.500	48.200	4.500	1.000	3.500	31.900	41.2	66.2
A3	Man	12.000	60.200	6.000	2.000	4.000	35.900	33.3	59.6
			60.200				35.900		

(Os valores cuja unidade não está especificada correspondem a US\$)

QUADRO 04: Alternativas em Ordem de Eficiência (N), e Soma Parcial dos Investimentos (Som. P Cm).

O valor de "R", apresentado no Quadro 04, representa a taxa de eficiência "se fossem realizadas melhoras até a alternativa de cada linha". Por exemplo, se fosse investido dinheiro até a alternativa A2, o retorno "global" seria de 66,2 %; naturalmente, "R" está submetido à lei dos rendimentos decrescentes.

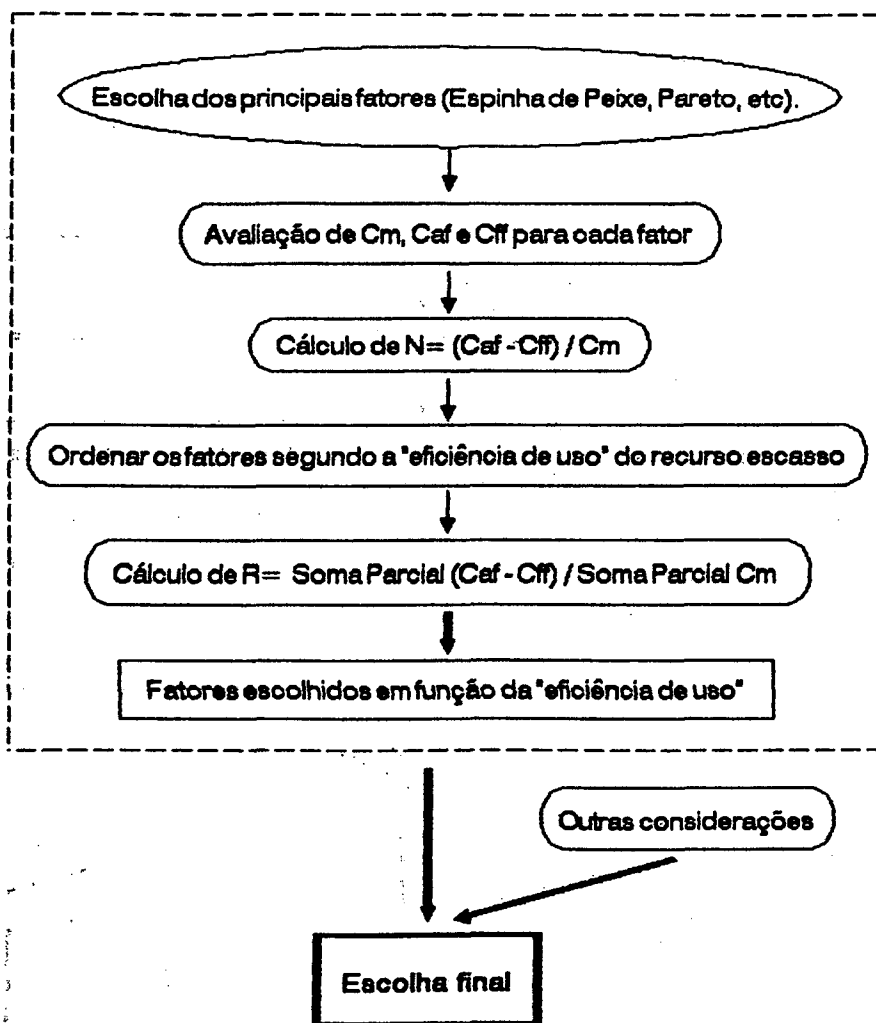


Figura 28: Esquema Geral de Avaliação de Cada Alternativa (orçamento determinado pelo Dpto.)

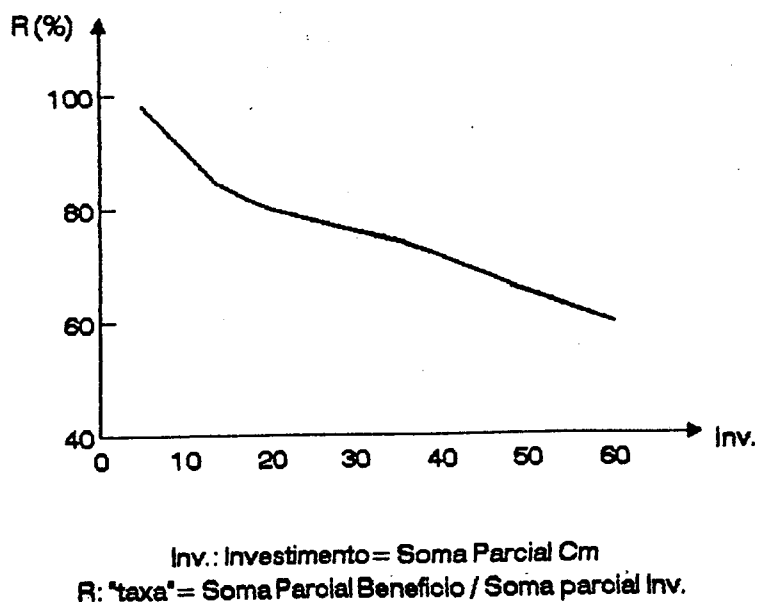


Figura 29: Relação Benefício/Investimento: Orçamento "determinado"

6.4.2.1 Conclusão

Tendo em vista a situação atual da usina no referente a recursos, e a relação com o diagrama de Pareto de cada fator, serão investidos recursos nos fatores 5, 4, 8, 7 e 1 (no total de 35.200 US\$). Vale dizer que, analisada a relação com o diagrama de Pareto (considerações de fatores de juízo pessoal), decidiu-se não alterar a ordem de *eficiência monetária* esperando, também, com essa escolha, uma diminuição de custos da ordem de 26.000 US\$.

6.4.3 O Departamento Encarregado da Qualidade Remaneja o Orçamento Repassado para seu Setor

Nesta situação, que aqui só será vista a nível descritivo, a forma mais correta de resolução seria a formulação explícita de um modelo de programação linear inteira, que representa em sua formulação, "*maximizar a diminuição do custo, dada a existência de restrições orçamentárias*".

Lembrando a definição dos parâmetros:

C_m : custo da melhora do fator (investimento necessário)

C_{af} : custo anual do fator (atual)

C_{ff} : custo anual do fator após feito o investimento na sua melhora,

ter-se-á que o modelo pode ser representado como sendo:

$$\begin{aligned} \text{Max } Z = & (C_{af1} - C_{aff1}) A_1 + (C_{af2} - C_{aff2}) A_2 + \dots \\ & \dots + (C_{af8} - C_{aff8}) A_8 \end{aligned}$$

Sujeito a:

$$C_{m1} A_1 + C_{m2} A_2 + \dots + C_{m8} A_8 \leq \text{Orç.}$$

sendo as variáveis de decisão A_i definidas como variáveis binárias 0 ou 1, onde:

$$\left[\begin{array}{l} A_i = 1 \text{ se a alternativa "i" é implementada} \\ A_i = 0 \text{ em caso contrário} \end{array} \right.$$

Observando no Quadro 04 os valores dos parâmetros antes referidos, o modelo é então:

$$\text{Max } Z = 10.000 A_1 + 3.500 A_2 + \dots + 2.500 A_8$$

Sujeito a:

$$\left[\begin{array}{l} 15.000 A_1 + 8.500 A_2 + \dots + 3.500 A_8 \leq \text{Orç.} \\ A_1, A_2, \dots, A_8 \text{ são variáveis binárias 0 ou 1,} \end{array} \right.$$

Orç. representa o orçamento fornecido pela Diretoria para o departamento competente.

Utilizando o software MILP 88⁴ na resolução deste problema para vários valores de Orç., tem-se o seguinte:

⁴ MILP 88 - Version 7.11, Mixed - Integer Linear Programming

- ▶ Como exemplo, se Orç. fosse 18.500 US\$, a solução seria: A4, A5 e A8, com $Z = 13.900$ US\$ e uma "sobra" de Orç. = 1.500 US\$.
- ▶ Se Orç. fosse 34.000 US\$, a solução seria: A1, A4 A5 e A8, com $Z = 23.900$ e uma "sobra" de Orç. = 2.500 US\$.
- ▶ Se Orç. fosse 35.200 US\$, que coincide com a soma parcial dos fatores A5, A4, A8, A7 e A1 (em ordem de eficiência segundo o método anterior), então a solução seria efetivamente A5, A4, A8, A7 e A1, com $Z = 26.100$ US\$ e "sem sobranço" de Orç.. Vale dizer que se o Orç. a remanejar coincide com uma soma parcial do custo dos fatores (em ordem de eficiência segundo o método visto na secção anterior), ambos os métodos são equivalentes.



Inv.: Investimento = Soma Parcial Cm
 R: "taxa" = Soma Parcial Benefício / Soma parcial Inv.

Figura 30: Relação Benefício/Investimento: caso em que o orçamento for "remanejado"

6.4.3.1 Conclusão do Caso "Orçamento Remanejado"

Através deste caminho, pode-se resolver também a

situação de "remanejar" o orçamento, onde, de mesma forma que o próprio problema ("remanejar"), a situação é em certa forma menos conceitual em comparação à situação da secção anterior (dado que não mostra explicitamente a eficiência de uso do dinheiro por parte de cada fator). Trabalhando com diferentes valores do Orçamento, pode-se obter em forma mais precisa a sensibilidade do Orçamento à Melhora (Z), dado que neste enfoque a variação do Orçamento é "mais contínua" (não varia aos "saltos", como na situação anterior).

Se o Orç. a remanejar coincide com uma soma parcial do custo dos fatores em ordem de eficiência (determinado em função da taxa "N" no método anterior) a solução nos casos "Orç. Planejado" e "Orç. Remanejado" coincidem, como deve ser, já que ambos os modelos maximizam o uso do recurso escasso (dinheiro), e estariam, neste caso, frente a dados equivalentes.

6.5 Conclusão

Em primeiro lugar cabe destacar novamente que a decisão será de investir 35.200 US\$ para "atacar" os fatores A1, A4, A5, A7 e A8, logrando uma diminuição do Custo de Produção da ordem de 26.000 US\$ com uso "eficiente" dos recursos monetários. Isto permitirá aumentar a competitividade da empresa *sem* diminuir sua rentabilidade operacional.

Em segundo lugar, cabe destacar também que o uso do modelo linear (mesmo no caso de Orçamento determinado) permite estabelecer claramente a relação de sensibilidade existente entre as Melhoras e o Orçamento, para qualquer valor desta última variável.

CAPÍTULO VII

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Dado o aumento das pressões impostas pelo mercado e a necessidade de serem competitivos, tornou-se necessário organizar-se para a qualidade.

Assim, para melhorar a qualidade dos mourões já a partir de sua concepção é que se fez necessário um estudo desde a parte de reflorestamento até a saída do produto para o mercado consumidor, levando-se em conta que o que se procura é a garantia da qualidade, a produtividade e preço *competitivo* do mourão tratado em autoclave.

Para se obter uma peça de boa qualidade se indica plantar eucalipto das espécies: Citridora e Tereticornis, visto serem mais pesadas (possuem mais células vivas), e de maior densidade, ou seja, de maior durabilidade após a aplicação do tratamento de preservação. Isto está sendo considerado através de um estudo de ciclo de reflorestamento o qual será implantado em áreas improdutivas dos próprios cooperados.

Um dos pontos *críticos* na usina é a armazenagem a qual, tem influência no teor de umidade e esse por sua vez tem considerável importância no processo de tratamento da peça o qual pode refletir-se em pontos fora do controle do processo. Outros fatores destacáveis são os associados a manutenção, treinamento e segurança. Ainda, o CEP (Controle Estatístico do Processo) deveria ser feito na própria usina e com maior frequência.

O estudo feito através do CEP pelas amostras leva a concluir que, dos parâmetros analisados (CuO, As₂O₅ e CrO₃), em todos os histogramas o processo encontra-se "capaz" mas, existem pontos fora dos limites de controle indicando que algumas causas especiais ocorrem. E dentre as causas existentes, as que têm maior importância são (veja-se FIGURA 31): madeira verde demais ou seca demais; tortuosidade e rachadura; tempo de permanência da peça no

pátio; manutenção dos equipamento; desgaste dos equipamentos; treinamento; local de armazenamento; e segurança.

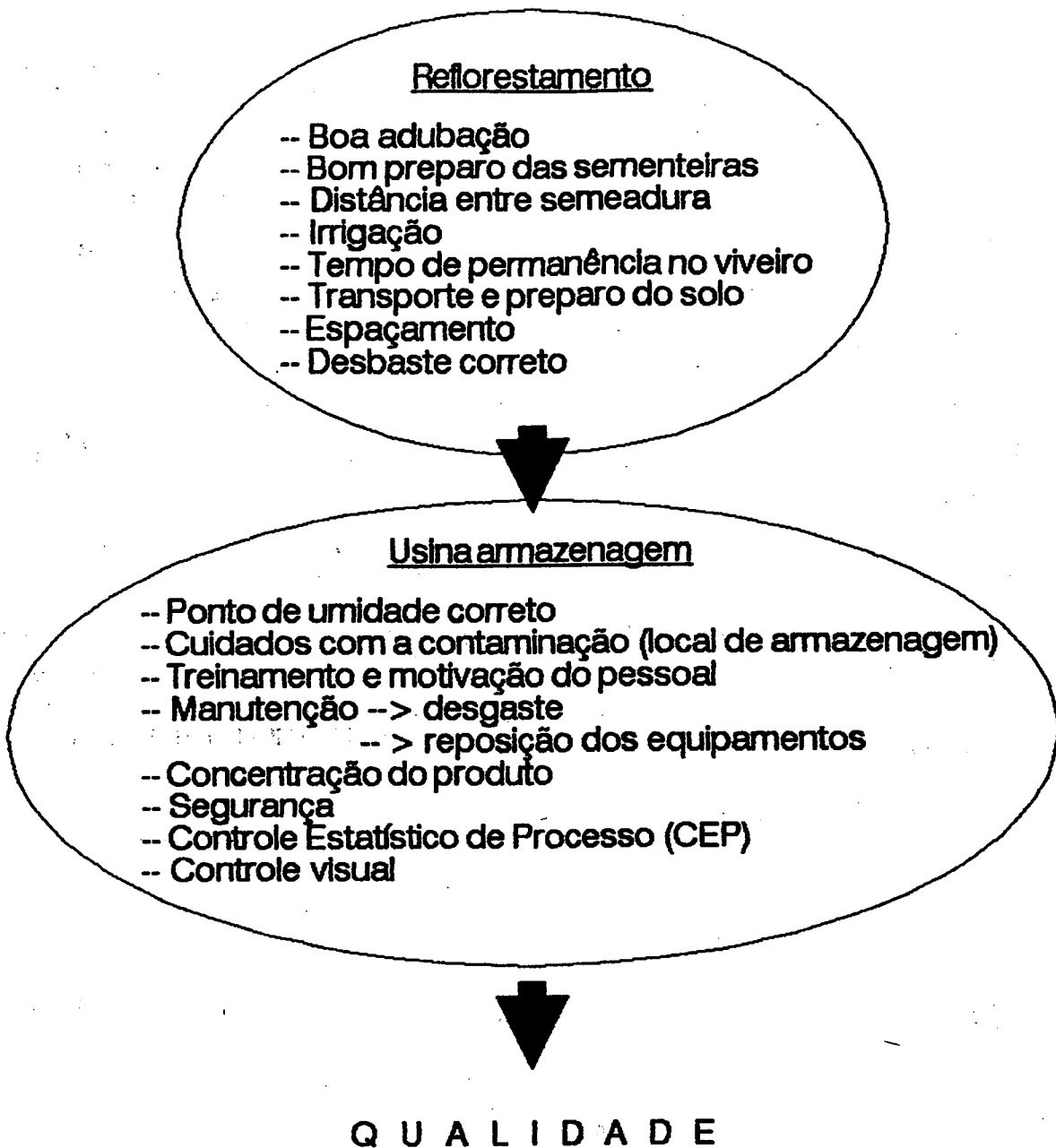


FIGURA 31: Principais fatores a serem aprimorados

Para lograr uma maior competitividade frente ao concorrente mais direto, o mourão de Arueira (sem tratamento da autoclave), foi estimado um investimento da ordem de 35.000 US\$, que permite baixar o custo de produção em 25.000 US\$; conseqüentemente, um *melhor preço* é atingido, mantendo a rentabilidade operacional nos atuais 15% (sobre Vendas), considerada satisfatória. Caso não seja possível investir essa quantia, pode-se trabalhar com a formulação *orçamento remanejado*, que permite direcionar a meta de redução de custo no sentido da eficiência. O problema da *qualidade* só poderá ser resolvido satisfatoriamente se essas funções forem consideradas conjuntamente como componentes de um sistema global e não individualmente.

Recomendação para um futuro trabalho:

Analisar como melhorar a venda do produto; isto permitirá "disparar" outras iniciativas como por exemplo a distribuição de ganhos de produtividade. Dentro da referida análise, cabe destacar as seguintes necessidades:

- como estabelecer um maior conhecimento ("consenso") das vantagens do mourão tratado em autoclave. O "know-how" deste trabalho poderia ser aplicado nas diversas áreas de atuação da Cooperativa.

- análise do mercado com vistas ao crescimento, procurando dar um serviço mais completo de atendimento ao produtor (incluindo a instalação dos mourões, serviço de construção de cercas, etc.), assim como também identificar formas de comercializar o produto fora do eixo da própria Cooperativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [01] - ALVES, M. et alii. Características de Preservação de Eucalyptus Citriodora e Eucalyptus Paniculata para Uso Final como Postes de Eletrificação. Revista Brasil Florestal, ano XV, p. 29-34, n^o 64, 1988.
- [02] - American Wood Preserver's Association. Standard Methods, for Determing Penetration of Preservatives and Fire-retardants. A3-84. Maryland, AW PA, 1984.
- [03] - Anuário Brasileiro de Economia Florestal. Instituto Nacional do Pinho n^o 8, Rio de Janeiro, 1955.
- [04] - Anuário Brasileiro de Economia Florestal. Instituto Nacional do Pinho n^o 15, Rio de Janeiro, 1963.
- [05] - Apostila: Técnicas para Produção de Mudas por Meio de Semeadura Direta em Recipiente - IPEF.
- [06] - Boletim Técnico. Convênio IBDF-IPT-ABPM. V.1, n^o 1, São Paulo, maio 1973.
- [07] - BRANDI, R. M. et alii. Formação, Manejo e Exploração de Florestas com Espécies de Rápido Crescimento. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Brasília, 1981.
- [08] - COPNER ENERGÉTICA S.A.. Controle de Qualidade em Florestas de Eucalipto. Norma Técnica Copner, 26p., Alagoinhas, Bahia, 1984.
- [09] - FLORENTINO, A. M. Custos: Princípios, Cálculos e Contabilização. Atlas, São Paulo, s.d..
- [10] - FREITAS, M. de et alii. Avaliação e Controle de Qualidade

- em Florestas de Eucalyptus. IPEF, Piracicaba, S.P., 1980.
- [11] - GALVÃO, A. P. M. Processos Práticos para Preservar a Madeira. USP-ESALQ. Piracicaba, S.P., 1975.
- [12] - GHILARDI, E. & MAINIERI, C. Tratamento de Mourões Roliços de Eucalipto Saligna pelo Processo Banho Quente-Frio.
- [13] - HELMKAMP, JOHN G. Managerial Accounting. John Willey & Sons, U.S.A., 1987.
- [14] - INFORME AGROPECUÁRIO. Belo Horizonte, 12(141), setembro 1986.
- [15] - INFORMÁTICA Ltda., MITSUCON. Manual do Q-CEP. São Paulo, 1991.
- [16] - JURAN, J. M. Juran Planejando para a Qualidade. Tradução de Csillag, J. M. & Csillag, C. Livraria Pioneira Editora, São Paulo, 1988.
- [17] - LEONE, GEORGE S.G. Custos: Um Enfoque Administrativo. FGV, V. 1 e 2, Rio de Janeiro, s.d..
- [18] - LEPAGE, E. S. Controle de Qualidade de Madeira Preservada. Preservação de Madeiras, São Paulo, 2(1): 89-90. 1971.
- [19] - LEPAGE, E. S. et alii. Métodos de Ensaios e Análises em Preservação de Madeiras. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - IPT, Publicação nº 1157, São Paulo, 1980.
- [20] - LEPAGE, E. S. et alii. Manual de Preservação de Madeiras. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - IPT, Publicação IPT nº 1637 - V.1, São Paulo, 1986.
- [21] - LEPAGE, E. S. et alii. Manual de Preservação de Madeiras. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - IPT, Publicação IPT nº 1637 - V.2, São Paulo, 1986.
- [22] - LIMA, W. DE P. O Reflorestamento com Eucalipto e seus

- Impactos Ambientais. ARTPRESS, São Paulo, 1987.
- [23] - LOURENÇO FILHO, R. de C. B. Controle Estatístico de Qualidade. LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 1964.
- [24] - MANCHETE RURAL: Revista, nº 58, p.81-82, janeiro 1992.
- [25] - MANUAL do TÉCNICO FLORESTAL: Apostilas do Colégio Florestal de Irati. Ingra S.A., V.4, Campo Largo, Paraná, 1986.
- [26] - MARTINS, E. Contabilidade de Custos. Atlas, São Paulo, 1990.
- [27] - NB - 9000 (ISO 9000). Normas de Gestão da Qualidade e Garantia da Qualidade - Diretrizes para Seleção e Uso. Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, Rio de Janeiro, 1990.
- [28] - MELHORES e MAIORES: Revista Exame. As Maiores Empresas do Brasil, p. 43-65; Torneira Aberta para o Campo, p. 109-110; Quem Mais se Destacou em Cada Estado, p. 255-265. Agosto 1992.
- [29] - MELLO, J. M. de & TEIXEIRA, M. L. Avaliação do Processo Substituição de Seiva Utilizando Solução Preservativa CCB - 6º Congresso Florestal Brasileiro - Campos do Jordão, São Paulo, setembro 1990.
- [30] - PALADINI, E. P. Controle de Qualidade. Uma Abordagem Abrangente. Ed. Atlas S.A., São Paulo, 1990.
- [31] - PALMER, C. F. Controle Total de Qualidade: Tradução; Itaro lida. Edgard Blücher, São Paulo, 1974.
- [32] - PENEDO, W. R. Uso da Madeira para Fins Energéticos, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais/CETEC. Série Publicações Técnicas, 1. Belo Horizonte, M.G., 1980.
- [33] - PERES, W. R. Perspectivas da Normalização Ambiental no

- Brasil. Revista Politécnica, p. 27-28, n^o 204/205 - janeiro/junho 1992.
- [34] - PONCE, R. H. & WATAI, L. T. Secagem da Madeira. STI/IPT, Brasília, 1985.
- [35] - REIMER, J. F. & SPENCER, A. Controle Estatístico do Processo. DT-CQ-167/89, Fundação Tupi, Joinville, 1989.
- [36] - REIS, A. J. & GUIMARÃES, J. M. P. Custo de Produção na Agricultura. Informe Agropecuário. 12(143): 15-22, Belo Horizonte, novembro 1986.
- [37] - SANTIAGO, A. da C. & CRISTINA, M. de S. M. Processos de Preservação de Mourões. Boletim Técnico CATI - n^o 166, Campinas, São Paulo, dezembro 1983.
- [38] - THE PRODUCT QUALITY OFFICE MANUFACTURING STAFF FORD MOTOR COMPANY. Capacidade do Processo e Controle Contínuo do Processo, junho 1982.
- [39] - TRINDADE, C. & REZENDE, J. L. P. Controle de Qualidade na Empresa Florestal. 6^o Congresso Florestal Brasileiro. Campos do Jordão, S.P., setembro 1990.
- [40] - TTI - Madras - Controle de Qualidade. McGraw Hill, São Paulo, 1987.