

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia de Produção

Trabalho de Formatura

Não Tecidos Industriais:

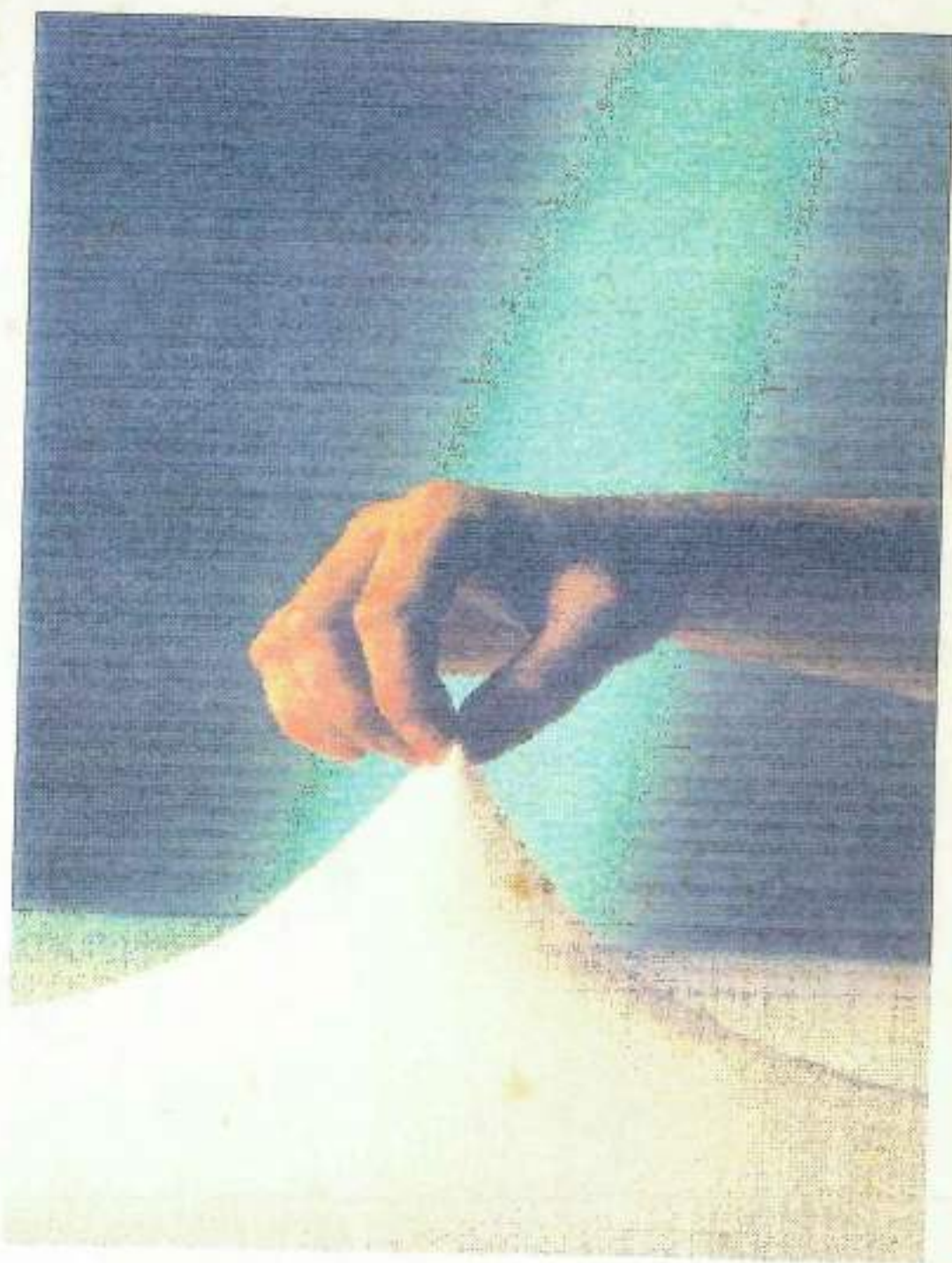
A Organização de uma Unidade de Negócios
Especializada em seu Desenvolvimento e Fabricação

Tiago Latorre Noronha

Orientador: Professor Floriano Conrado do Amaral Gurgel

1994

TF 1994
N 789 m



Não Tecidos Industriais:
A Organização de uma Unidade de Negócios
Especializada em seu Desenvolvimento e Fabricação

Agradecimentos

Ao Engenheiro Umberto Scarparo, por viabilizar a realização deste trabalho, e pelo interesse demonstrado;

Ao Professor Floriano Gurgel, pela orientação concisa e eficiente, e pela amizade desenvolvida ao longo deste ano;

A todos os funcionários da Scavone, em especial aqueles que colaboraram diretamente na elaboração deste projeto: Renato, Galvão, Rui, Adilson, Paulo, Divino e Cleide;

Aos amigos Neto e Rafael, pela ajuda na editoração e na solução dos problemas com o micro;

A todos os Professores que contribuíram com minha formação;

Aos companheiros de turma, pelas grandes lembranças que vou levar destes cinco anos de POLI;

À Carla, pela compreensão e paciência;

Aos meus pais, pelos ensinamentos mais preciosos, sem os quais nenhum esforço vale à pena.

Sumário

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de contribuir para a capacitação da unidade de não tecidos de uma empresa têxtil ao fornecimento de bens industriais. A empresa, focada desde sua fundação na produção de bens de consumo (cobertores e edredons), tem nos mercados industriais de não tecidos uma oportunidade de redução de sua ociosidade, e melhoria de seus resultados.

Visando ampliar o aproveitamento da tecnologia de que a empresa já dispõe, via penetração nestes mercados, o trabalho propõe melhorias para os processos-chave da unidade de não tecidos considerados mais prioritários. A priorização dos processos realizada leva em consideração o impacto sobre os Fatores Chave de Sucesso do negócio, e o desempenho atual.

As soluções propostas inserem-se nos processos de Desenvolvimento de Produtos e Garantia de Qualidade dos produtos fabricados, avaliados como sendo mais importantes. Complementando o conjunto de melhorias do projeto, é proposto um novo sistema de Planejamento e Programação da Produção, mais estruturado e formalizado que o atual, com o principal objetivo de garantir a conformidade das entregas com os prazos e quantidades estabelecidos pelos clientes.

Resumo

O trabalho foi realizado na unidade de não tecidos de uma indústria têxtil. O seu objetivo é o de apresentar soluções que capacitem esta empresa, especializada na manufatura de bens de consumo (cobertores e edredons), a desenvolver e produzir, com elevados padrões de qualidade, não tecidos para aplicações industriais.

No primeiro capítulo é apresentado um panorama geral sobre a situação da empresa, indicando seus principais problemas, o processo de modernização tecnológica que ela vem atravessando, e o seu atual *portfolio* de produtos. Em seguida, são feitos alguns comentários sobre os mercados de não tecidos, e a importância destes no plano estratégico do negócio. O objetivo do trabalho é apresentado, e sua importância justificada através do levantamento das diferenças entre o fornecimento para os mercados de bens de consumo e industriais.

No segundo capítulo, foram definidos os clientes da unidade de não tecidos e levantadas as suas necessidades. Estas necessidades foram então relacionadas com os Processos-chave da unidade de negócios, o que permitiu a avaliação do impacto destes sobre os Fatores Chave de Sucesso. Este impacto, acompanhado do desempenho atual apresentado pelos processos, possibilitou o estabelecimento de uma ordem de prioridade para atuação.

No terceiro capítulo abordou-se o processo de Desenvolvimento de Produtos, considerado prioritário pela avaliação realizada. As principais oportunidades de melhoria foram identificadas na pré-análise de viabilidade das idéias de produtos, no método para determinação do processo de Fabricação, e no atendimento às reclamações dos clientes, sobre os produtos desenvolvidos. Nestas três áreas foram propostos aprimoramentos e soluções.

No quarto capítulo foi analisado o processo de Garantia de Qualidade dos produtos fabricados. A análise dividiu-se em três etapas, representadas pela garantia de qualidade das matérias-primas, da fabricação e dos produtos finais. As melhorias propostas envolveram, basicamente, a normalização dos métodos de inspeção e dos planos de amostragem, a introdução de Gráficos de Controle, e a realização de Análises de Capabilidade do processo de Fabricação.

No quinto capítulo apresentou-se um sistema de Planejamento e Programação da Produção alternativo, mais formalizado e estruturado do que o atual. O sistema proposto visa ampliar a segurança no que diz respeito à conformidade das entregas com as quantidades e prazos pré-estabelecidos, garantindo a satisfação dos clientes.

No sexto capítulo foram identificadas as melhorias relacionadas à implantação do projeto, sendo evidenciada a importância deste para o sucesso da unidade de negócios. O impacto da penetração em mercados industriais de não tecidos, sobre os resultados da empresa, foi avaliado, e confrontado com os custos de implantação das melhorias propostas.

Índice

Capítulo 1: Introdução

| | |
|--|----|
| 1.1. A Empresa..... | 01 |
| 1.2. Avaliação do Atual Portfólio de Produtos..... | 04 |
| 1.3. Novas Perspectivas..... | 05 |
| 1.4. Objetivo do Trabalho..... | 14 |
| 1.5. O Estágio..... | 19 |

Capítulo 2: Priorização dos Processos

| | |
|---|----|
| 2.1. Introdução..... | 20 |
| 2.2. Os Clientes da Unidade de Não Tecidos..... | 21 |
| 2.3. Identificação das Necessidades dos Clientes..... | 23 |
| 2.4. Priorização dos Processos..... | 27 |

Capítulo 3: Desenvolvimento de Produtos

| | |
|---|----|
| 3.1. Introdução..... | 34 |
| 3.2. Enquadramento do Processo de Desenvolvimento de Produtos..... | 35 |
| 3.3. Fluxograma do Processo..... | 38 |
| 3.4. Entradas para o Desenvolvimento de um Produto..... | 42 |
| 3.5. Pré-análise de Viabilidade..... | 46 |
| 3.6. Quantificação das Necessidades dos Clientes..... | 47 |
| 3.7. Determinação do Processo de Fabricação..... | 49 |
| 3.7.1. Tingimento e Preparação das Fibras..... | 49 |
| 3.7.2. Cardagem..... | 51 |
| 3.7.3. Dobramento do Véu..... | 53 |
| 3.7.4. Agulhagem..... | 55 |
| 3.7.5. Termofixação..... | 56 |
| 3.7.6. Método para Definição das Variáveis do Processo de Fabricação..... | 57 |
| 3.8. Recebendo <i>Feedback</i> dos Clientes..... | 68 |

Apêndice 1: A Estimativa da Rentabilidade de um Produto

| | |
|--|----|
| 3.9.1. Avaliação do Valor Mercadológico de um Produto..... | 72 |
| 3.9.2. Redistribuição dos Processos Produtivos entre os Centros de Custos..... | 72 |
| 3.9.3. Critérios para Alocação dos Custos aos Produtos..... | 77 |

Capítulo 4: Garantia de Qualidade

| | |
|--|-----|
| 4.1. Introdução..... | 82 |
| 4.2. Enquadramento do Processo de Garantia de Qualidade..... | 82 |
| 4.3. Fluxograma do Processo..... | 83 |
| 4.4. Garantia de Qualidade das Matérias-primas..... | 85 |
| 4.4.1. Situação Atual do Sistema: Produtos Certificados, Analisados e sem Cobertura..... | 85 |
| 4.4.2. Priorização dos Fornecedores..... | 87 |
| 4.4.3. Análises Laboratoriais Realizadas..... | 90 |
| 4.5. Garantia de Qualidade do Processo de Fabricação..... | 99 |
| 4.5.1. Preparação das Fibras..... | 99 |
| 4.5.2. Cardagem, Dobramento, Agulhagem e Termofixação..... | 100 |
| 4.6. Garantia de Qualidade do Produto Final..... | 106 |
| 4.6.1. Métodos de Inspeção..... | 107 |
| 4.6.2. Análise de Capabilidade..... | 109 |

Capítulo 5: Planejamento e Programação da Produção

| | |
|--|-----|
| 5.1. Introdução..... | 115 |
| 5.2. Fluxograma do Sistema Proposto..... | 116 |
| 5.3. Entradas para o Planejamento e Programação..... | 117 |
| 5.4. Centros Produtivos do Sistema..... | 118 |
| 5.5. Planejamento da Produção..... | 120 |
| 5.6. Desagregação da Produção Planejada..... | 124 |
| 5.7. Programação da Produção..... | 127 |

Apêndice 1: Planejamento Agregado da Produção

| | |
|---|-----|
| 5.8.1. Entrada de Dados..... | 129 |
| 5.8.2. Variáveis de Decisão..... | 130 |
| 5.8.3. Custos de Admissão, Demissão e Fabricação..... | 131 |
| 5.8.4. Custos de Armazenagem e Faltas..... | 132 |
| 5.8.5. Demanda e Disponibilidade de Horas..... | 133 |
| 5.8.6. Custos de Horas Normais e Extras..... | 134 |
| 5.8.7. Custos de Horas Ociosas..... | 135 |

Apêndice 2: Seqüenciação da Produção

| | |
|--|-----|
| 5.9.1. Entrada de Dados..... | 136 |
| 5.9.2. Entrada de Pedidos..... | 137 |
| 5.9.3. Variáveis de Decisão..... | 137 |
| 5.9.4. Consumo de Matérias-primas..... | 138 |
| 5.9.5. Estoques de Produtos Finais..... | 138 |
| 5.9.6. Tempo de <i>Set-up</i> | 138 |
| 5.9.7. Demanda e Disponibilidade de Horas..... | 139 |

Capítulo 6: Conclusão

| | |
|--|-----|
| 6.1. Introdução..... | 140 |
| 6.2. Melhorias dos Processos-chave Trazidas pelo Projeto..... | 140 |
| 6.3. Impacto sobre os Resultados da Empresa..... | 145 |
| 6.4. Custos de Implantação e Confrontação com os Resultados..... | 146 |

| | |
|--------------------------|------------|
| Bibliografia..... | 149 |
|--------------------------|------------|

| | |
|---|------------|
| Anexo: Normas para Ensaio de Fibras Têxteis..... | 151 |
|---|------------|

Índice de Figuras

Capítulo 1: Introdução

| | |
|--|----|
| Figura 1.1: Índice de Unidades Expedidas por Funcionário da Produção..... | 01 |
| Figura 1.2: Evolução do <i>Portfolio</i> de Produtos..... | 02 |
| Figura 1.3: Índice Comparativo de Faturamento Mensal - Média dos Últimos Três Anos..... | 03 |
| Figura 1.4: Distribuição do Faturamento e do Volume em Unidades por Categoria de Produto - Dados de 1993..... | 05 |
| Figura 1.5: Processos de Fabricação da Empresa..... | 06 |
| Figura 1.6: Principais Campos de Aplicação dos Não Tecidos no Brasil..... | 10 |
| Figura 1.7: Custo Médio por m ² dos Processos de Fabricação..... | 11 |
| Figura 1.8: Produção de Não Tecidos nos EUA e Europa..... | 13 |

Capítulo 2: Priorização dos Processos

| | |
|---|----|
| Figura 2.1: Os Clientes da Unidade de Não Tecidos..... | 22 |
| Figura 2.2: Matriz 1 do QFD - Prestação de Serviços..... | 24 |
| Figura 2.3: Matriz 1 do QFD - Aspectos Tecnológicos dos Produtos..... | 26 |
| Figura 2.4: Matriz 3 do QFD - Planejamento dos Processos..... | 28 |
| Figura 2.5: Matriz Fatores Chave de Sucesso x Processos..... | 31 |
| Figura 2.6: Matriz Impacto x Desempenho..... | 32 |

Capítulo 3: Desenvolvimento de Produtos

| | |
|--|----|
| Figura 3.1: Fluxograma do Desenvolvimento de Produtos..... | 39 |
| Figura 3.2: Especificação Técnica para Desenvolvimento de Produto..... | 44 |
| Figura 3.3: Fibras em Estoque..... | 49 |
| Figura 3.4: Detalhe do Cilindro Principal da Carda Lobo..... | 50 |
| Figura 3.5: Carda Lobo - Visão Frontal da Máquina..... | 50 |
| Figura 3.6: Processo de Cardagem..... | 52 |
| Figura 3.7: Processo de Dobramento..... | 53 |
| Figura 3.8: Vista Superior do Processo de Dobramento..... | 54 |
| Figura 3.9: Processo de Agulhagem..... | 55 |

| | |
|--|----|
| Figura 3.10: Processo de Termofixação | 56 |
| Figura 3.11: Gráfico Qualitativo do Tempo de Exposição ao Calor em Função da Temperatura do Forno | 61 |
| Figura 3.12: Vista Superior do Processo de Dobramento | 54 |
| Figura 3.13: Especificação Técnica de Produto e Processo | 66 |
| Figura 3.14: Fluxograma de Solução de Reclamações de Clientes - Baseado no Ciclo P.D.C.A. | 69 |
| Figura 3.15: Controle de Amostras Enviadas | 70 |
| Figura 3.16: Apropriação dos Custos de Produção entre os Produtos | 73 |
| Figura 3.17: Centros de Custo Iniciais | 74 |
| Figura 3.18: Centros de Custo Propostos | 76 |

Capítulo 4: Garantia de Qualidade

| | |
|---|-----|
| Figura 4.1: Fluxograma do Processo de Garantia da Qualidade | 83 |
| Figura 4.2: Gráfico de Pareto dos Fornecedores de Fibras | 89 |
| Figura 4.3: Gráfico de Pareto das Fibras Utilizadas | 89 |
| Figura 4.4: Curva Característica de Operação de um Plano de Amostragem | 94 |
| Figura 4.5: Ficha do Manual de Normas e Testes | 96 |
| Figura 4.6: Ficha de Identificação de Materiais Aprovados e Reprovados | 98 |
| Figura 4.7: Ordem de Serviço - Preparação das Fibras | 99 |
| Figura 4.8: Ordem de Serviço - Carda / Dobrador / Agulhadeira / Forno | 101 |
| Figura 4.9: Ficha de Gráfico de Controle | 105 |
| Figura 4.10: O Produto Final na Saída da Máquina | 106 |
| Figura 4.11: Instrumento para Medição de Espessura | 108 |
| Figura 4.12: Pontos de Medição da Espessura da Amostra | 110 |
| Figura 4.13: Gráficos de Controle da Espessura de um Não Tecido | 112 |

Capítulo 5: Planejamento e Programação da Produção

Figura 5.1: Fluxograma do Sistema de Planejamento e Programação

da Produção..... 116

Figura 5.2: Previsão de Vendas..... 117

Figura 5.3: Requisição de Produto..... 118

Figura 5.4: Divisão do Processo de Fabricação em Centros Produtivos..... 118

**Figura 5.5: Exemplo de Sistema de Transporte Pneumático das Fibras
após a Preparação**..... 120

Índice de Tabelas

Capítulo 1: Introdução

| | |
|---|----|
| Tabela 1.1: Campos de Aplicação de Não Tecidos..... | 08 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| Tabela 1.2: Comparação entre os Mercados Industrial e de Bens de Consumo..... | 15 |
|---|----|

Capítulo 3: Desenvolvimento de Produtos

| | |
|---|----|
| Tabela 3.1: Enquadramento do Processo de Desenvolvimento de Produtos..... | 36 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| Tabela 3.2: Fatores Determinantes do Tempo de Processamento..... | 77 |
|--|----|

Capítulo 4: Garantia de Qualidade

| | |
|---|----|
| Tabela 4.1: Enquadramento do Processo de Garantia de Qualidade..... | 82 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| Tabela 4.2: Situação Atual do Controle de Qualidade das Matérias-primas para Não Tecidos..... | 86 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| Tabela 4.3: Consumo e Desempenho das Fibras Utilizadas..... | 88 |
|---|----|

| | |
|---|-----|
| Tabela 4.4: Medições de Espessura de um Material..... | 111 |
|---|-----|

Capítulo 6: Conclusão

| | |
|--|-----|
| Tabela 6.1: Tempo de Retorno do Projeto para Diferentes Níveis de Redução da Ociosidade..... | 148 |
|--|-----|

Capítulo 1
Introdução

1.1. A Empresa

O trabalho foi realizado na S.A. Fabril Scavone, empresa pertencente ao setor têxtil, produzindo mantas e cobertores, edredons e lençóis.

A Scavone representa uma organização de porte médio, com o seu controle acionário pertencente a um grupo familiar, sendo administrada por membros desta família.

Durante o ano de elaboração deste trabalho a empresa, que em 1993 completou 100 anos de fundação e 45 anos desde a produção do primeiro cobertor, vem atravessando intenso processo de modernização de seu parque industrial, com significativos investimentos na importação de novos equipamentos. Um dos resultados desta modernização é o aumento da produção por funcionário, o que demonstra a figura a seguir.

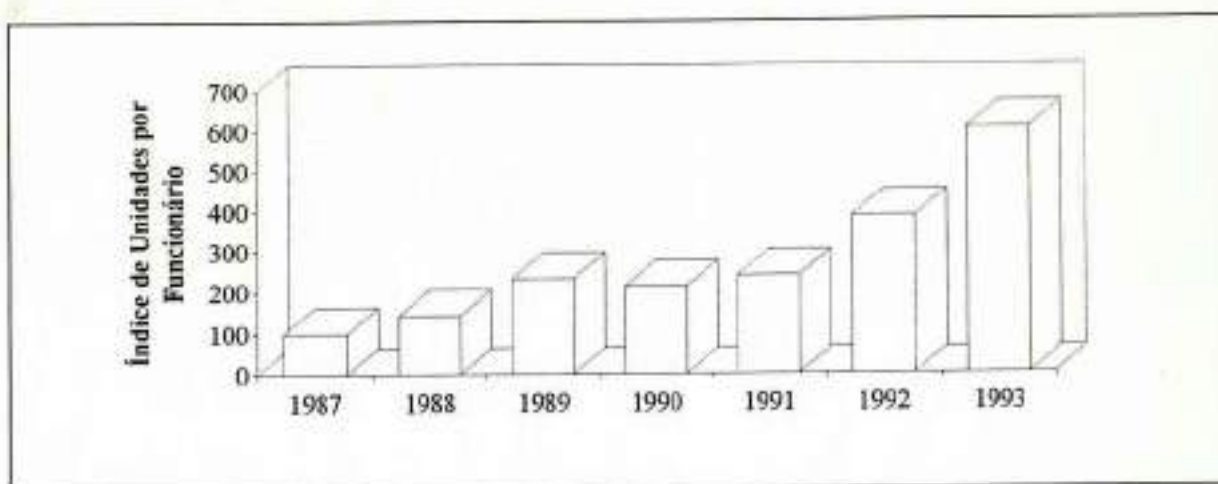


Figura 1.1: Índice de Unidades Expedidas por Funcionário da Produção

Elaborado pelo Autor

Além do incremento tecnológico de seus processos, outro importante componente da estratégia que vem sendo implementada consiste na diversificação. A figura 1.2 ilustra cronologicamente a evolução do *portfolio* de produtos.

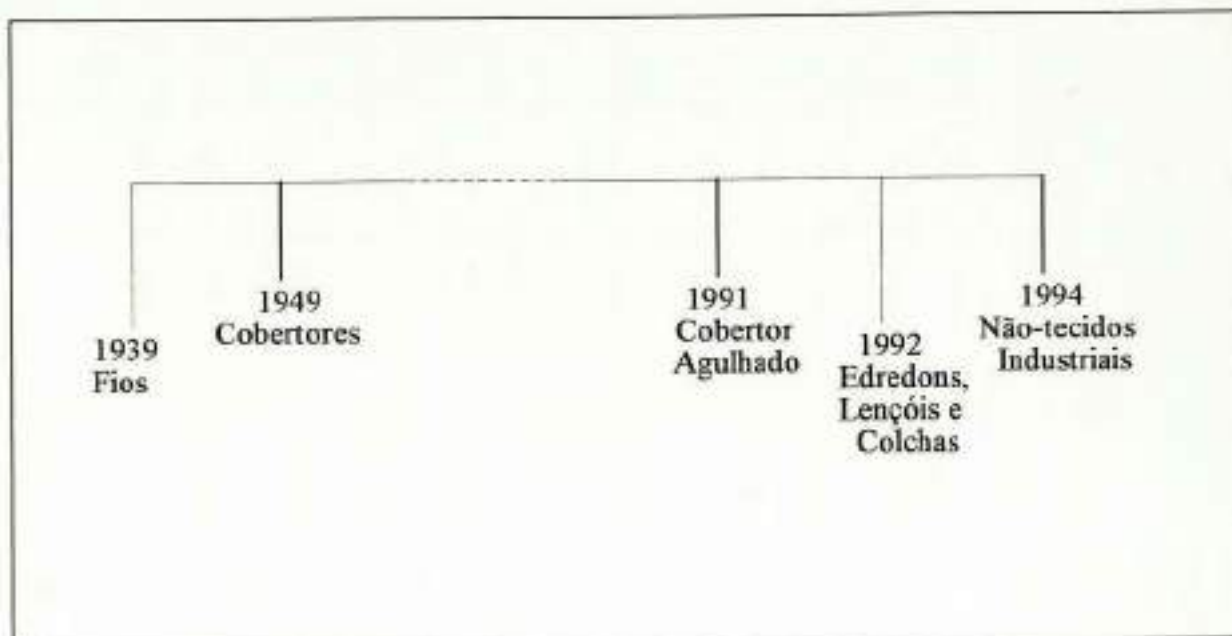


Figura 1.2: Evolução do *Portfolio* de Produtos

Elaborado pelo Autor

A empresa tem buscado a diversificação como solução para dois problemas estratégicos para o futuro da organização:

- a redução do tamanho do mercado da sua principal linha de produtos (mantas e cobertores). Estes produtos vêm sendo substituídos pelos edredons, que a empresa passou a produzir em 1992;
- a sazonalidade da venda de seus produtos, cuja demanda concentra-se fortemente no outono e inverno. A alternativa de exportar cobertores e mantas para países onde o inverno coincide com o verão brasileiro poderia reduzir este efeito, porém nos mercados europeu e norte-americano estes produtos praticamente não são mais consumidos, tendo sido quase completamente substituídos pelos edredons. Frente a isto, a empresa adota a política de manter, na medida do possível, o nível de produção constante ao longo do ano, gerando estoques durante a primavera e o verão.

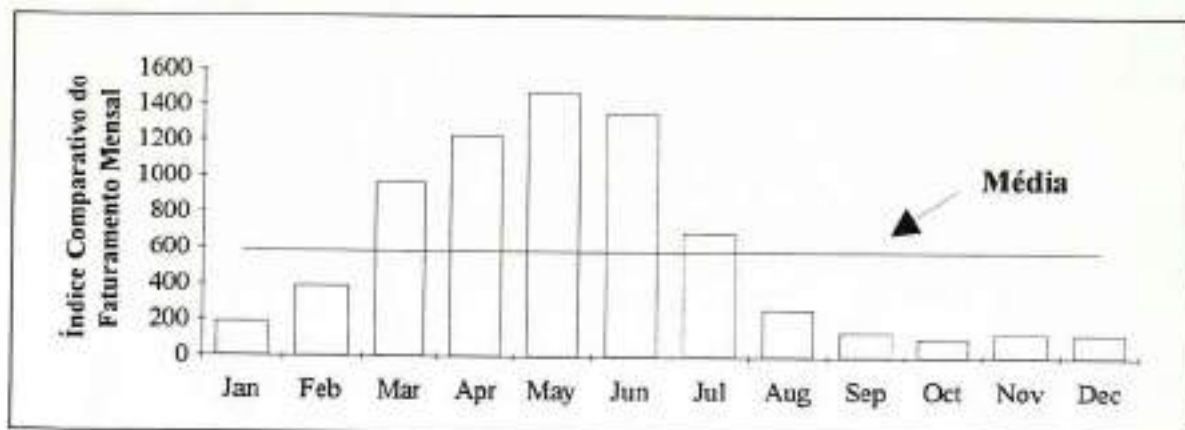


Figura 1.3: Índice Comparativo de Faturamento Mensal - Média dos Últimos Três Anos
Elaborado pelo Autor

1.2. Avaliação do Atual *Portfolio* de Produtos

A categoria mais tradicional de produtos da empresa é representada pelos cobertores e mantas. As mantas têm menor densidade superficial do que os cobertores, são tecidos mais leves, ao passo que os cobertores são mais espessos e felpudos.

A segunda categoria de produto é constituída pelos cobertores agulhados, produzidos com resíduos da fábrica, e matérias-primas virgens através do processo de agulhagem. Este processo, bastante diferente do processo utilizado para os cobertores tradicionais, origina um tipo de material conhecido no ramo têxtil como não tecido.

Em 1992, tiveram início as atividades de confecção de edredons, colchas e lençóis. Para esta linha o processo é quase todo terceirizado, sendo que a empresa realiza apenas a compra do tecido, escolha das estampas, corte, costura das bordas, acabamento e embalagem. No caso específico dos edredons, é realizada também a matelagem, ou seja, costura do enchimento ao tecido.

No primeiro semestre de 1994 começaram a ser desenvolvidos e testados os primeiros não tecidos para aplicações industriais.

A linha de produtos da empresa será dividida em três categorias. A figura 1.4 mostra a distribuição do faturamento, e do volume em unidades, entre elas. A empresa utiliza o Índice Geral de Preços (I.G.P.) da Fundação Getúlio Vargas para indexar seus valores monetários. O faturamento de cada linha de produtos foi portanto mensurado com auxílio deste índice, para a realização do gráfico a seguir.

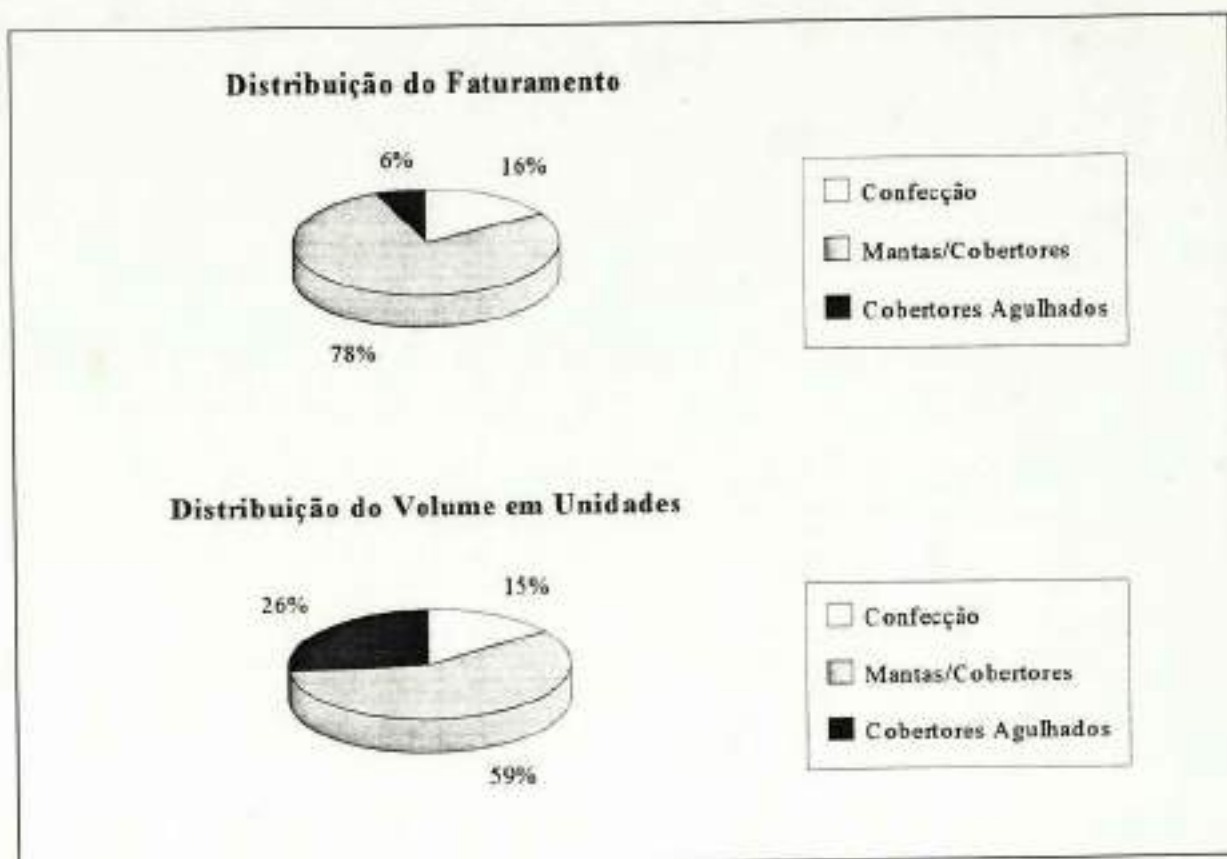


Figura 1.4: Distribuição do Faturamento e do Volume em Unidades por Categoria de Produto - Dados de 1993

Elaborado pelo Autor

Analisando os gráficos nota-se que, embora a empresa tenha dado início a um processo de diversificação, seus produtos mais tradicionais continuam sendo a sua principal fonte de receitas. Um outro aspecto importante é que os cobertores agulhados, embora introduzidos em 1991, já correspondem a 26% do volume de unidades vendidas. Este produto, no entanto, tem pequena participação nas receitas (apenas 6%), uma vez que representa um cobertor bem menos sofisticado.

1.3. Novas Perspectivas

Como já mencionamos, os cobertores da empresa são manufaturados através de processos distintos.

Os cobertores agulhados, resultantes do processo que ocupa a região superior da Figura 1.5, são um tipo de não tecido. O número de aplicações deste tipo de material vem se ampliando consideravelmente, devido aos baixos custos que os não tecidos apresentam em relação aos tecidos, além da variabilidade de propriedades, dependendo da matéria-prima e da configuração do processo utilizado. Os principais campos de aplicação de não tecidos¹ são relacionados na tabela a seguir.

¹ Baseado em REWALD, F.G. *Tecnologia de não tecidos*. s.l., s.ed., 1991.



| Campo de Aplicação | Onde é Utilizado |
|---------------------------|---|
| Indústria automobilística | revestimento de teto moldado; substrato (material base) dos bancos, teto e portas; isolamento acústico; tapetes. |
| Construção civil | contrução de estradas, sob a camada asfáltica, reforçando e evitando a passagem de água; filtração e drenagem; impermeabilização de telhados e lajes. |
| Indústria eletrônica | motores, geradores e transformadores, como material isolante; proteção de cabos, entre o material condutor e o isolante, melhorando a condutividade. |
| Indústria de calçados | substrato do couro sintético; palmilhas; cabedal; biqueiras; contraforte; forros. |

Tabela 1.1: Campos de Aplicação de Não Tecidos

Elaborado pelo Autor; Fotos Extraídas de Catálogo de Fornecedor de Máquinas para Fabricação de Não Tecidos



| Campo de Aplicação | Onde é Utilizado |
|------------------------|--|
| Filtros | sistemas de ventilação e ar-condicionado, como filtro de resíduos e pó; filtros para óleos e líquidos de refrigeração de máquinas; filtros de produtos químicos. |
| Área médico-hospitalar | roupas de cama descartáveis; roupas de proteção, como aventais e máscaras faciais; ataduras para gesso e proteção de feridas. |
| Artigos domésticos | tapetes e carpetes; cobertores; edredons, como enchimento; colchões, como enchimento; móveis, como substrato de materiais laminados; panos para limpeza a seco e a úmido; abrasivos para limpeza de pisos; sacos de aspirador de pó; coifas de exaustores. |
| Confecção e Decoração | entretelas e enchimentos. |

Tabela 1.1: Campos de Aplicação de Não Tecidos (Continuação)

Elaborado pelo Autor

Uma pesquisa realizada pela A.B.I.N.T. (Associação Brasileira das Indústrias de Não Tecidos) em 1991, procurou levantar para que campos de aplicação os não tecidos estão sendo mais utilizados no Brasil. O resultado é apresentado na figura a seguir, onde tem-se a porcentagem da amostra de empresas participantes do levantamento que fornecem para cada campo de aplicação dos não tecidos.

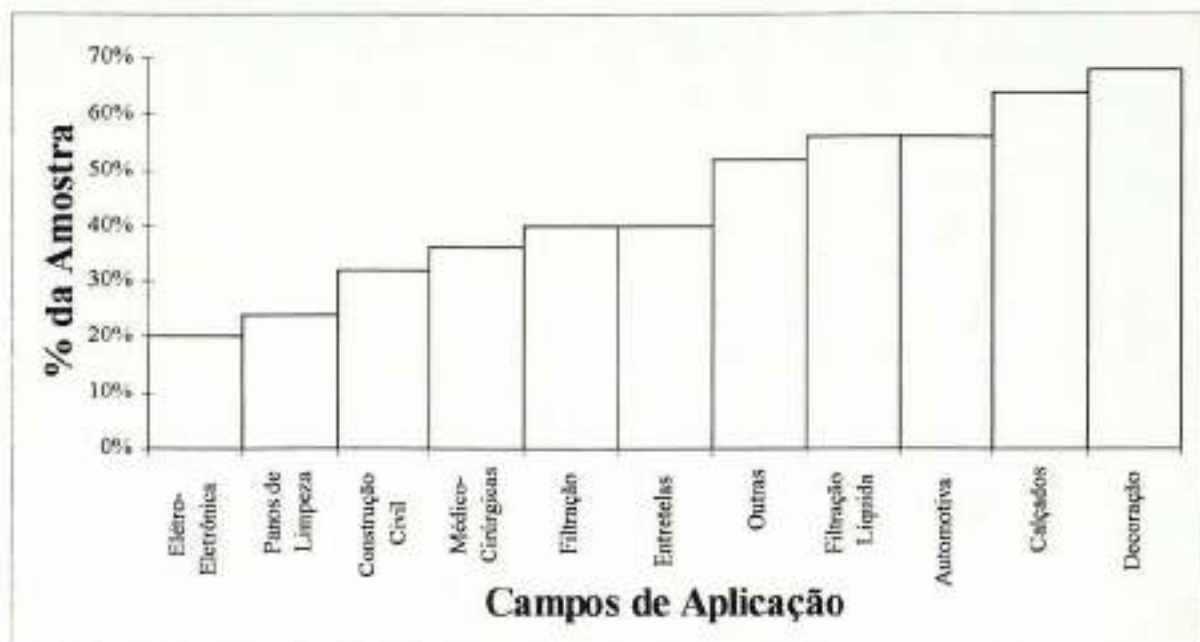


Figura 1.6: Principais Campos de Aplicação dos Não Tecidos no Brasil

Extraído de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIA DE NÃO TECIDOS
Levantamento estatístico. São Paulo, 1991.

O motivo pelo qual os não tecidos possuem custos industriais inferiores do que os tecidos fica evidente quando comparamos o grau de complexidade dos processos de fabricação destes dois materiais. Além da fabricação dos não tecidos ter menos etapas, a sua linha de produção apresenta maior grau de integração, ou seja, o material não transita entre diferentes seções da fábrica. Na saída da Cardagem já se encontra o Dobrador de véu. Em seguida, sempre transportado por esteiras, o material pode ser agulhado, ou termofixado, ou ambos, dependendo das características técnicas do produto. Os efeitos disto consistem em:

- menor espaço físico ocupado pelo processo;

- maior facilidade de programação da produção;
- maior eficiência na movimentação dos materiais.

A figura 1.7 estabelece uma comparação entre os custos médios dos processos de fabricação dos cobertores, mantas e cobertores agulhados, por m^2 .

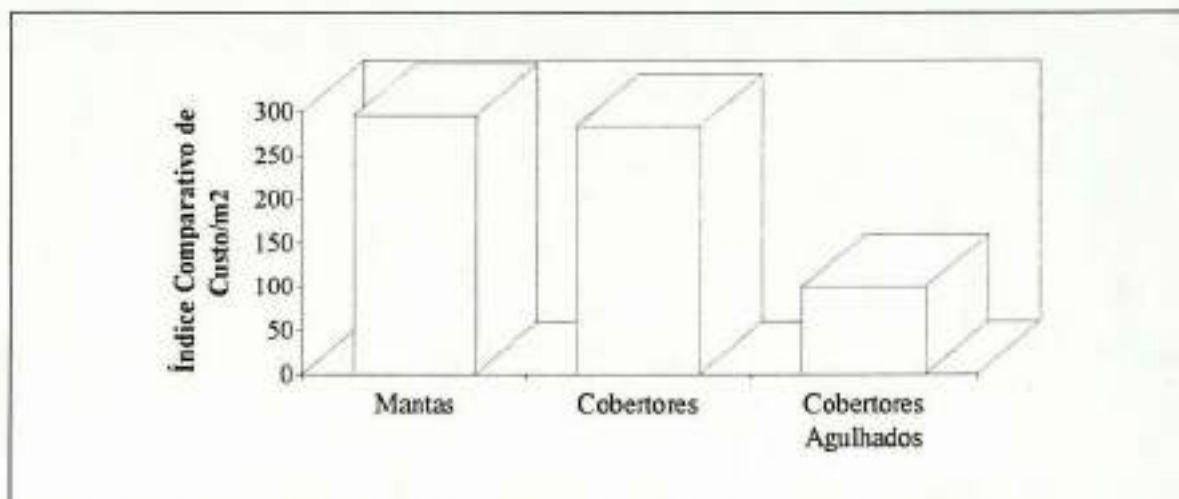


Figura 1.7: Custo Médio por m^2 dos Processos de Fabricação

Elaborado pelo Autor

No caso da linha de produtos atual da empresa, além de serem utilizados na fabricação das mantas e cobertores, os não tecidos são utilizados também como enchimento para os edredons.

Seguindo sua estratégia de aprimoramento tecnológico e diversificação, a empresa importou equipamentos que compõe sua nova linha de produção de não tecidos. A capacidade produtiva total de não tecidos da empresa supera em muito a sua demanda atual:

| | <u>Kg/h</u> |
|---|-------------|
| Capacidade produtiva média da nova linha: | 120 |
| Capacidade produtiva média da antiga linha: | <u>30</u> |
| Capacidade produtiva total: | 150 |
| Demanda da linha de cobertores agulhados: | 48 |
| Demanda da linha de edredons: | <u>34</u> |
| Demanda total: | 82 |

A demanda total de cobertores agulhados e edredons utilizada contém um crescimento de 200% em relação às vendas de 1993. Esta é a previsão com que a empresa vem trabalhando, e explica-se pela melhor qualidade dos produtos que a nova linha de produção de não tecidos proporciona. Além disso, os cobertores agulhados, que antes eram feitos exclusivamente com resíduos, estão sendo produzidos também com matérias-primas virgens, o que possibilita maior diversidade de cores e maior sofisticação. Um outro fator importante, que a empresa utiliza para embasar sua previsão de crescimento, é que aos poucos os edredons e os cobertores agulhados, produtos recentemente lançados, devem tornar-se cada vez mais conhecidos pelo mercado, tendo a sua marca cada vez melhor reputação entre os consumidores. Mesmo com este crescimento, as duas linhas de produção de não tecidos deverão operar com uma ociosidade média de 45%.

Partindo-se deste fato, associado à estratégia de diversificação da empresa, iniciou-se o desenvolvimento de produtos para potenciais consumidores industriais de não tecidos, dentro dos ramos de atividade já mencionados. Espera-se que o fornecimento deste tipo de não tecidos reduza os níveis de ociosidade anteriormente calculados.

O sucesso da empresa nestes novos mercados é decisivo para a implantação bem-sucedida de sua estratégia. O potencial de crescimento do mercado industrial de não tecidos fica mais evidente quando verificamos a variação de sua produção nos Estados Unidos e Europa. Nestas regiões, onde os não tecidos já existem há mais de quatro décadas, o volume produzido e o número de novas aplicações continua crescendo.

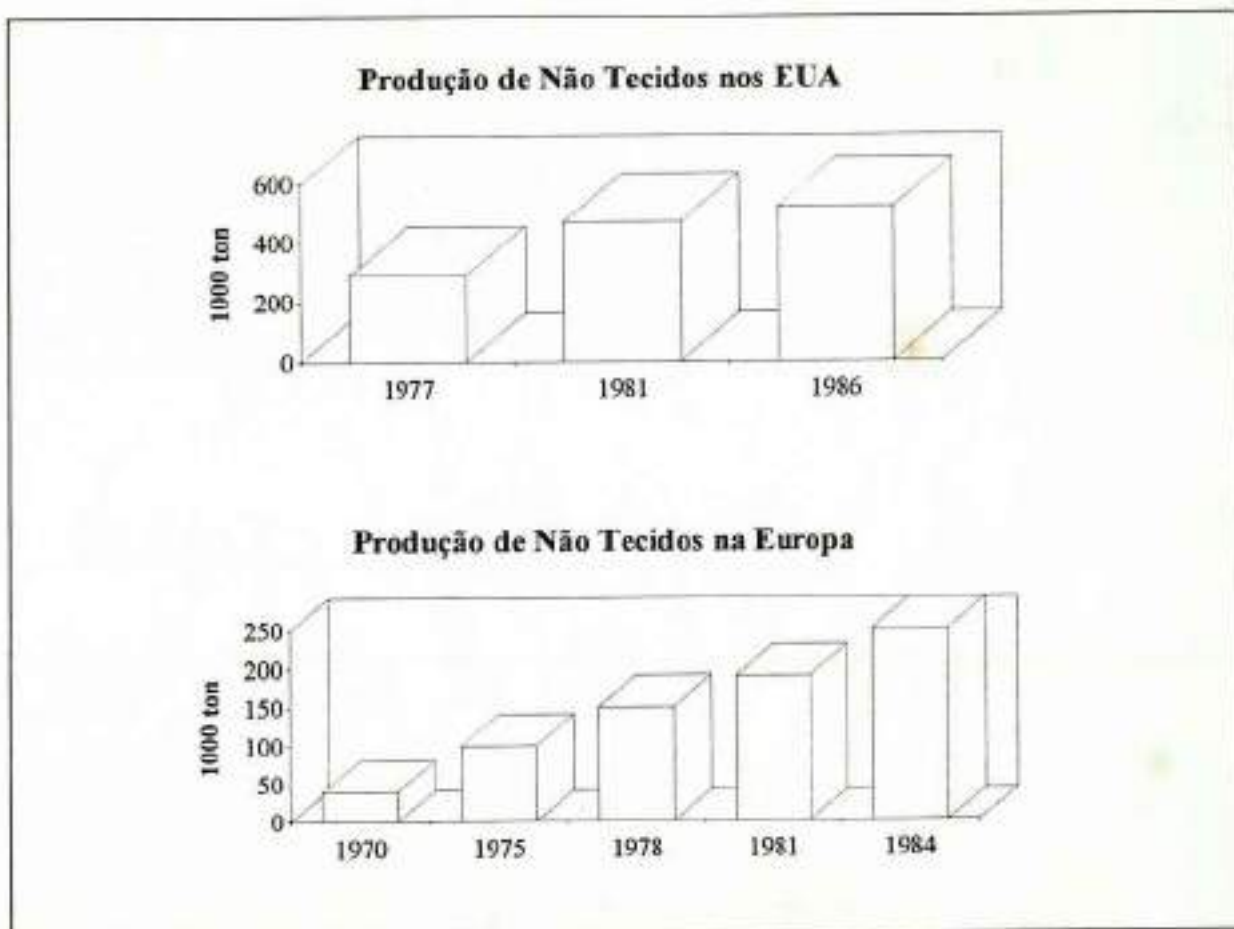


Figura 1.8: Produção de Não Tecidos nos EUA e Europa

Extraído de REWALD, F.G. *Tecnologia de não tecidos*. s.l., s.ed., 1991.

1.4. Objetivo do trabalho

O objetivo deste trabalho é capacitar a empresa para o fornecimento de não tecidos, tanto para suas linhas de produtos atuais como para outras indústrias, com elevados padrões de qualidade e flexibilidade no desenvolvimento de novos produtos. O trabalho deverá, portanto, apresentar soluções para os principais aspectos organizacionais que conduzam esta empresa, especializada na manufatura de bens de consumo padronizados, a tornar-se também apta a desenvolver e produzir bens de consumo industrial.

Esta nova unidade de negócios, responsável pela produção de não tecidos, só conseguirá atingir o sucesso desejado se houver, dentro da empresa, uma ampla compreensão das necessidades dos negócios dos potenciais compradores industriais, de seus recursos, políticas e procedimentos de compra. Mais do que isso, faz-se necessária a conscientização de que os fornecimentos para os mercados industriais e os mercados de bens de consumo apresentam diferenças importantes entre si. Isto demanda um tratamento diferenciado para o novo negócio, o que deve cobrir o estabelecimento de políticas e processos diversos dos que a organização possui hoje. A tabela 1.2 estabelece uma comparação genérica entre os mercados industrial e de bens de consumo², procurando sintetizar o que acontece na maioria dos casos.

² Baseado em KOTLER, P. *Administração de marketing - análise, planejamento, implementação e controle*. 2ª ed. São Paulo, Atlas, 1993.

| | Industrial | Bens de consumo |
|---|-------------------------------|----------------------------------|
| elasticidade da demanda | baixa | alta |
| número de clientes por tipo de produto | pequeno | grande |
| consumo médio por comprador | elevado | baixo |
| relacionamento cliente-fornecedor | estreito | distante |
| quantidade de informações sobre o produto exigidas pelo comprador | extensa (compra profissional) | reduzida |
| levantamento de informações sobre a concorrência e produtos alternativos por parte do comprador | realizada sistematicamente | nem sempre realizada |
| número médio de pessoas envolvidas na decisão de compra | maior do que um | um |
| desenvolvimento de produtos para atender necessidades específicas de um cliente | frequente | inexistente |
| negociação entre comprador e fornecedor de preços, prazos de entrega e normas a serem seguidas | mais frequente | menos frequente |
| necessidade do cumprimento de prazos | mais crítica | menos crítica |
| possibilidade de obtenção de <i>feedback</i> dos clientes sobre o desempenho do produto | grande | pequena |
| requisição de lotes de reposição frente a não conformidades no produto | mais frequente | menos frequente |
| canais de distribuição | venda direta | canais extensos e diversificados |
| eficácia de investimentos em mídia, promoções, novas embalagens para aumentar as vendas | pequena | grande |

Tabela 1.2: Comparação entre os Mercados Industrial e de Bens de Consumo

Elaborado pelo Autor

Os aspectos abordados na tabela anterior evidenciam a necessidade de que o novo negócio de fornecimento de não tecidos para terceiros seja tratado como uma outra empresa, com elevado grau de independência da estrutura atual. Deve-se ressaltar, para fins de esclarecimento, que o termo cliente ou comprador, utilizado na tabela anterior, refere-se, nos dois casos, ao elemento que irá efetivamente utilizar o produto. Isto facilita a evidenciação das diferenças entre estes dois mercados. Se no caso do mercado de bens de consumo, onde a venda direta para o consumidor final raramente acontece, o termo cliente ou comprador referisse-se ao membro do canal de distribuição mais próximo à empresa, algumas das diferenças apontadas não ficariam evidentes.

A primeira diferença entre os mercados a ser abordada é a elasticidade da demanda. Nos mercados industriais, esta em geral caracteriza-se por ser mais inelástica. A empresa não venderá muito mais não tecidos para a indústria automobilística se baixar seus preços, já que o não tecido representa apenas um dos milhares de componentes de um carro, sendo responsável por uma parcela ínfima do custo deste. Para vender mais não tecidos para a indústria automobilística, é necessário que esta venda mais carros, o que depende de uma série de outros fatores, além da redução do preço de uma das matérias-primas. Isto conduz à utilização de políticas de preços diferentes das utilizadas para os produtos de consumo atuais, que deverão ter demanda mais elástica.

Quanto ao relacionamento entre fornecedor e clientes, por serem estes em menor número e responsáveis por grandes volumes de compra, há uma aproximação muito maior nos mercados industriais, o que já se evidencia pelas características dos canais de distribuição (geralmente a venda é direta nestes mercados). Os clientes, como estão realizando a compra de maneira profissional, exigem uma quantidade de informações extensa. Isto gera a necessidade de uma equipe de vendas com perfil mais técnico, possuindo profundos conhecimentos sobre os produtos e sobre as possibilidades dos processos produtivos. Esta equipe de vendas deve também estar capacitada a definir com os clientes as normas de qualidade a serem seguidas, sempre alinhada com os demais setores da empresa envolvidos. Além disso, muitas vezes faz-se necessário o desenvolvimento de produtos específicos para determinado cliente, o que torna importante a existência de uma equipe de pessoas especializadas nesta tarefa.

Uma vez acordado com o cliente os termos do negócio, o seu cumprimento por parte do fornecedor torna-se muito mais crítico nos mercados industriais. Atrasos na entrega ou não conformidades no produto podem até causar interrupções na linha de produção do cliente, com grandes prejuízos para este. O fornecedor deve, portanto, além de procurar fazer certo da primeira vez, montar um eficiente sistema de atendimento aos clientes, que prontamente encaminhe soluções para reclamações dos produtos.

Um aspecto positivo do relacionamento mais próximo com os clientes finais é que a obtenção de *feedback* torna-se mais freqüente no mercado industrial. A possibilidade de ter-se uma segunda chance é maior, através da substituição do lote não conforme e fornecimento correto na próxima vez. Nos mercados de bens de consumo, a atitude dos clientes finais é, com muito mais freqüência, a de simplesmente substituir, na próxima compra, um produto que não atendeu às suas expectativas por outro produto concorrente.

Finalizando, nos mercados industriais os investimentos em mídia, promoções e novas formas de apresentação do produto têm a sua eficácia drasticamente reduzida. A percepção de qualidade pelos clientes nestes mercados possui componentes predominantemente técnicos, ao passo que nos mercados de bens de consumo a percepção da qualidade encontra-se associada diversas vezes a componentes meramente subjetivos.

No início deste trabalho, diversos elementos levantados não se faziam presentes na estrutura da empresa. Setores de desenvolvimento de produtos e de atendimento de clientes inexistiam, mesmo porque o negócio tradicional não os fazia necessários. O controle de qualidade da produção de não tecidos limitava-se ao controle da gramatura do material produzido.

Há grande interesse da empresa em obter a Certificação ISO 9000 para a área de não tecidos, o que sem dúvida facilitaria sobremaneira a penetração em mercados industriais, principalmente no exterior. A análise dos requisitos necessários para a obtenção desta certificação torna evidente a importância da organização, adaptação e melhoria dos diversos processos-chave ao funcionamento deste negócio. Entre estes processos podemos citar vendas, desenvolvimento de produtos, garantia de qualidade e compras.

Nesta fase inicial do negócio, a área de não tecidos da empresa tem recebido consultoria externa, o que vem acontecendo desde a seleção dos equipamentos que compõem a nova linha. O trabalho de conquista de novos clientes vem sendo empreendido pelo consultor.

1.5. O Estágio

Devido à abrangência do tema escolhido, o estágio não limitou-se a um setor específico da empresa. Estando o escopo do trabalho restrito ao negócio de não tecidos, o aluno procurou reunir, durante seu estágio, conhecimentos sobre algumas das principais áreas necessárias ao funcionamento deste negócio. Assim, podemos identificar três fases básicas do estágio:

1. **comercial:** participação em visitas realizadas pelo consultor externo a potenciais clientes industriais, identificando as necessidades dos clientes, e com isso formando uma idéia mais clara dos moldes em que o novo negócio deve funcionar;
2. **produção:** acompanhamento de todo o processo produtivo de não tecidos, desde a preparação das matérias-primas até o acabamento;
3. **qualidade:** levantamento dos procedimentos existentes para controle de qualidade dos produtos.

Capítulo 2
Priorização
dos Processos

2.1. Introdução

A estrutura do trabalho seguirá a técnica conhecida como Gerenciamento por Processos, que visa "a avaliação, análise e melhoria dos processos-chave de negócio"¹.

Será definido processo-chave² como sendo um grupo de atividades relacionadas logicamente segundo objetivos finais comuns, cuja obtenção contribui para o sucesso do negócio. Assim, um processo em geral envolve uma organização multidisciplinar de pessoas, que desempenham tarefas de naturezas diversas.

Considerando que a departamentalização tradicional de uma empresa³ corresponde a uma agregação de atividades análogas, que se encadeiam em um único campo especializado de trabalho, a organização de pessoas voltada para um processo-chave assume, na maioria das vezes, caráter interdepartamental. Exemplificando, um dos processos-chave da unidade de negócios é o Desenvolvimento de Produtos, cuja finalidade é a de concepção de produtos que atendam, com qualidade, as necessidades dos clientes. Este processo envolve uma série de atividades diferentes, como coleta de dados junto ao mercado, executada por pessoas do Departamento de Vendas e Atendimento a Clientes, e seleção e especificação técnica de materiais, tarefas pertencentes ao campo de especialização de projeto de produtos.

material

¹ BOUER, G. Gerenciamento por processos. s.l., s.ed., 1992.

² Baseado em SERSON, S.M. Tinta ou cor? a qualidade total como instrumento para reconceituar uma unidade de negócios. São Paulo, 1991. 340p. Trabalho de Formatura - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

³ CURY, A. Organização e métodos, perspectiva comportamental e abordagem contingencial. 5ª ed. São Paulo, Atlas, 1991.

No Gerenciamento por Processos estes são vistos como uma cadeia de fornecedores e clientes, sendo delineados para atender às necessidades de cada um dos elos desta cadeia. Além da eficácia no atendimento a estas necessidades, busca-se processos com outras três características essenciais. Eles devem ser:

1. EFICAZES, satisfazendo completamente as necessidades dos clientes;
2. EFICIENTES, utilizando de maneira ótima os recursos disponíveis;
3. FLEXÍVEIS, autoregulando-se frente a mudanças nos requisitos dos clientes;
4. SOB CONTROLE, sendo devidamente registrados, monitorados, e permitindo com facilidade a identificação da fonte de eventuais problemas (processos rastreáveis).

O Gerenciamento por Processos parte da avaliação e seleção dos processos prioritários. Pretende-se, com isso, estabelecer uma seqüência ou roteiro lógico de trabalho, onde os processos com a melhor combinação entre potencial de melhoria de desempenho e influência sobre os Fatores Chave de Sucesso do negócio serão enfocados primeiro. O início desta etapa consiste na identificação de todos os clientes finais da unidade de negócios de não tecidos.

2.2. Os Clientes da Unidade de Não Tecidos

Os clientes finais são todos os usuários de produtos, serviços e informações fornecidos pela unidade de negócios, que consistem em três grupos, como ilustra a Figura 2.1.

Dos três grupos de clientes relacionados, um é externo à empresa. Este grupo tende a se tornar, com a evolução do negócio, o mais heterogêneo e, em função disto, com necessidades mais complexas de serem atendidas. A heterogeneidade do grupo de clientes industriais externos deverá aumentar em virtude da ampla gama de aplicações dos não tecidos, como vimos no capítulo anterior. Já para os clientes internos, a diversidade de produtos fornecidos é bem menor. O setor de acabamento recebe da unidade de não tecidos cobertores agulhados, enquanto a confecção consome enchimento para os edredons.

Nesta primeira etapa, além da identificação dos clientes, levantou-se o tipo de SAÍDA utilizada por cada um. Isto representa uma primeira idéia a respeito das necessidades dos clientes, que serão detalhadas a seguir.



Figura 2.1: Os Clientes da Unidade de Não Tecidos

Elaborado pelo Autor

2.3. Identificação das Necessidades dos Clientes

O levantamento das necessidades dos clientes foi realizado por meio de entrevistas com os mesmos. Além destas entrevistas, os seguintes subsídios foram utilizados:

- entrevista com o consultor de não tecidos da empresa, que embora não represente diretamente nenhum dos três grupos de clientes, forneceu valiosas informações sobre os principais requisitos tecnológicos exigidos dos não tecidos, para as suas diversas aplicações;
- análise do Manual de Qualidade da General Motors, da qual obtivemos importantes pistas sobre as necessidades de um potencial cliente industrial, quanto à prestação de serviços e informações exigidas.

Para que as informações obtidas dos clientes sejam plenamente úteis, é imprescindível a tradução da linguagem em que se encontram, utilizada pelo cliente, para uma linguagem inteligível pela organização. A ferramenta existente para facilitar este trabalho é a Matriz 1 do QFD (*Quality Function Deployment*, ou Desdobramento da Função Qualidade). Nesta matriz, as necessidades dos clientes aparecem nas linhas, enquanto nas colunas temos a tradução destas necessidades, o que confunde-se com a maneira como a organização irá atendê-las. Cada uma das necessidades identificadas é relacionada a uma ou mais colunas, de acordo com o número de itens sobre os quais a organização deverá atuar.

Na realidade foram feitas duas matrizes, devido ao elevado número de necessidades identificadas. A primeira matriz contém necessidades relacionadas a aspectos de prestação de serviços exigidos, enquanto a segunda refere-se a características tecnológicas dos produtos. Os requisitos tecnológicos cobrem a ampla gama de aplicações dos não tecidos, e deverão estar presentes nos produtos dependendo das aplicações a que estes se destinarem.

| O QUE | COMO | documentação e registros | disponibilização de informações | funcionários treinados | definição clara de responsabilidades | equipes interdepart. | análise das neces. clientes | planej. e progr. da produção |
|--|------|--------------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| desenvolvimento de novos produtos | | x | x | x | x | x | x | x |
| pontualidade no envio de amostras | | x | x | x | x | | | x |
| pontualidade nas entregas | | x | x | x | x | | | x |
| conformidade visual, funcional e dimensional | | x | x | x | x | | | |
| conformidade das quantidades por lote | | x | x | x | x | | | x |
| habilidade para aumento de volume | | x | x | x | x | | | x |
| facilidade de identificação do material recebido | | x | x | x | x | | | |
| soluções para não conformidades | | x | x | x | x | x | | |

Figura 2.2: Matriz 1 do QFD - Prestação de Serviços
Elaborado pelo Autor

| O QUE | COMO | máquinas disponíveis | capacidade prod. ociosa | equipamentos de medição | calibração equip. de medição | cont. estatístico do processo | teste do produto final |
|--|------|----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| desenvolvimento de novos produtos | | x | | x | x | x | x |
| pontualidade no envio de amostras | | x | | | | | |
| pontualidade nas entregas | | x | | | | | |
| conformidade visual, funcional e dimensional | | | | x | x | x | x |
| conformidade das quantidades por lote | | | | | | | |
| habilidade para aumento de volume | | x | x | | | | |
| facilidade de identificação do material recebido | | | | | | | |
| soluções para não conformidades | | | | | | | |

Figura 2.2: Matriz 1 do QFD - Prestação de Serviços (Continuação)
Elaborado pelo Autor

| O QUE | COMO | materia-prima | composição | orientação das fibras | número de dobras | densidade agulhagem | estiragem | velocidades Dobrador | termofixação | embalagem |
|----------------------------|------|---------------|------------|-----------------------|------------------|---------------------|-----------|----------------------|--------------|-----------|
| maciez | | x | x | | | x | | | x | |
| caimento | | x | x | | x | x | x | | x | |
| cor | | x | x | | | | | | | |
| superfície lisa | | x | x | | | x | | | x | |
| gramatura | | x | x | | x | | x | | | |
| espessura | | | | | x | x | x | | x | |
| largura | | | | | | | | x | | |
| volume | | x | x | | x | x | x | | x | |
| regularidade | | x | x | | x | x | x | | x | |
| durabilidade | | x | x | | | x | | | x | |
| flexibilidade | | x | x | | x | x | x | | x | |
| fácil de limpar | | x | x | | | x | | | x | |
| isolamento elétrico | | x | x | | | | | | | |
| isolamento térmico | | x | x | | | | | | | |
| absorção de líquidos | | x | x | | | | | | | |
| permeabilidade líquidos | | x | x | | | x | | | | |
| permeabilidade ao ar | | x | x | | | x | | | | |
| resistência à abrasão | | x | x | | | x | | | | |
| resistência à chama | | x | x | | | | | | | |
| resistência prod. químicos | | x | x | | | | | | | |
| resistência à tração | | x | x | x | x | x | x | | x | |
| superfície abrasiva | | x | x | | | | | | | |
| integridade do produto | | | | | | | | | | x |
| custo | | x | x | | | x | | x | x | x |

Figura 2.3: Matriz 1 do QFD - Aspectos Tecnológicos dos Produtos
Elaborado pelo Autor

2.4. Priorização dos Processos

Tendo já identificado os clientes finais, suas necessidades e realizado a tradução destas para a linguagem da organização, estão reunidos os subsídios para a priorização dos processos.

Inicialmente cada uma das colunas das matrizes anteriores é relacionada aos processos-chave da unidade de não tecidos. Isto será feito com a ajuda da Matriz 3 do QFD, para o Planejamento dos Processos. Com isso, estarão sendo definidos claramente os requisitos de cada processo, para que este seja eficaz no atendimento das necessidades de seus clientes. Este é o primeiro passo para a identificação do seu grau de importância para a organização do novo negócio.

| O QUE | COMO | Compras | Desenv.de Produto | Fabricação | Garantia de Qualidade | Manutenção | Vendas | Treinamento de Pessoal |
|--------------------------------------|------|---------|-------------------|------------|-----------------------|------------|--------|------------------------|
| matéria-prima | | x | x | | x | | | |
| composição | | | x | x | x | | | |
| orientação das fibras | | | x | x | x | | | |
| número de dobras | | | x | x | x | | | |
| densidade de agulhagem | | | x | x | x | | | |
| estiragem | | | x | x | x | | | |
| velocidades do Dobrador | | | x | x | x | | | |
| termofixação | | | x | x | x | | | |
| embalagem | | x | x | x | x | | | |
| documentação e registros | | x | x | x | x | x | x | x |
| disponibilização de informações | | x | x | x | x | x | x | x |
| funcionários treinados | | | | | | | | x |
| definição clara de responsabilidades | | x | x | x | x | x | x | x |
| equipes inter-departamentais | | x | x | x | x | x | x | x |
| anál. necessidades dos clientes | | | x | | | | x | x |
| planej. e progr. da produção | | x | | x | | x | x | x |
| máquinas disponíveis | | | | x | | x | x | x |
| capacidade produtiva ociosa | | | | x | | x | x | |
| equipamentos de medição | | x | | | x | | | |
| calibração instr. de medição | | | | | x | | | x |
| controle estatístico do processo | | | | x | x | | | x |
| teste do produto final | | | x | x | x | | | x |

Figura 2.4: Matriz 3 do QFD - Planejamento dos Processos
Elaborado pelo Autor

Os processos são então relacionados aos Fatores Chave de Sucesso do negócio, de acordo com sua influência sobre os FCS. Dependendo do grau de influência exercida, os processos receberam de 0, quando não têm peso algum sobre o FCS de determinada coluna, a 3, quando a influência é bastante grande. Estas notas foram estabelecidas em base comparativa entre os processos.

Os FCS, "fatores necessários e suficientes que permitem à organização perseguir os objetivos do negócio"⁴, puderam ser definidos através de uma análise das necessidades dos clientes presentes nas Matrizes 1. Basicamente, a organização atingirá seus objetivos se conseguir desenvolver e produzir produtos com BAIXO CUSTO, ADEQUADOS AO USO que os clientes farão deles e em CONFORMIDADE com as ESPECIFICAÇÕES acordadas entre as duas partes. A CONFORMIDADE é um fator essencial no que diz respeito não só às especificações técnicas como também aos prazos de entrega e quantidades estabelecidas. A organização deve ser capaz de atender a estes requisitos com FLEXIBILIDADE para o tratamento das inevitáveis alterações do meio externo, como incrementos abruptos na demanda, e AGILIDADE, fornecendo respostas em pouco tempo. Dois fatores sem os quais estes itens não serão alcançados consistem em DISPONIBILIDADE, o que entre outras coisas consegue-se com manutenção adequada dos equipamentos e sistemas de administração de estoques que funcionem, e COMUNICAÇÃO eficaz com os clientes.

⁴ BOUER, G. Gerenciamento por processos. s.l., s.ed., 1992.

Os processos serão priorizados não só de acordo com o IMPACTO, que eles têm sobre os Fatores Chave de Sucesso, mas também pelo DESEMPENHO que eles vêm apresentando. A importância em se modificar um processo de alto IMPACTO sobre os FCS que já apresenta bom DESEMPENHO é menor. Durante a aplicação deste método de priorização, os processos de Desenvolvimento de Produto e Garantia de Qualidade praticamente inexistiam. A nova linha de não tecidos encontrava-se em fase final de instalação, produzindo apenas cobertores agulhados. Algumas amostras de materiais para aplicações industriais haviam sido produzidas. Adotou-se, portanto, o critério de atribuir aos processos ainda não implantados nota 5 de DESEMPENHO. Devemos ressaltar que convencionamos atribuir as maiores notas de DESEMPENHO para os processos mais fracos neste sentido. Quanto ao outro item de priorização, os processos de maior IMPACTO receberam maior nota, sendo esta nota baseada na influência exercida por cada processo sobre os FCS presentes nas colunas.

Após a atribuição das notas de IMPACTO e DESEMPENHO, localizamos cada um dos processos na Matriz Impacto x Desempenho, como a que vem a seguir. O número entre parêntesis é produto da nota de IMPACTO pela de DESEMPENHO, que nos fornece a ordem de priorização. Para processos cujas notas apresentam o mesmo produto, convencionamos atribuir maior prioridade para o que tiver maior nota de IMPACTO.

| | Custo | Flexibilidade | Agilidade | Adequação ao Use | Especificação | Conformidade | Disponibilidade | Comunicação c/ clientes | Impacto | Desempenho |
|----------------------------|-------|---------------|-----------|------------------|---------------|--------------|-----------------|-------------------------|---------|------------|
| Compras | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 3 |
| Desenvolvimento de Produto | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 5 | 5 |
| Fabricação | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 3 | 3 |
| Garantia de Qualidade | 2 | 1 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 5 |
| Manutenção | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 2 |
| Vendas | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 |
| Treinamento de Pessoal | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |

Figura 2.5: Matriz Fatores Chave de Sucesso x Processos
Elaborado pelo Autor

| | | | | | | | | |
|---------|-----|---|-----------------------|--------|------------------------|------------|---|-----|
| IMPACTO | (+) | 5 | Projeto de Produto | | | | | |
| | | 4 | | | | | | |
| | | 3 | Garantia de Qualidade | Vendas | Fabricação | | | |
| | | 2 | | | | | | |
| | (-) | 1 | | | Treinamento de Pessoal | Manutenção | | |
| | | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| | | | DESEMPENHO | | | | | |
| | | | (-) | | | | | (+) |

| | | | | | | | |
|---------|-----|---|------------|--------|--------|--------|--------|
| IMPACTO | (+) | 5 | 1 (25) | 2 (20) | 5 (15) | 9 (10) | 16 (5) |
| | | 4 | 3 (20) | 4 (16) | 7 (12) | 12 (8) | 18 (4) |
| | | 3 | 6 (15) | 8 (12) | 11 (9) | 14 (6) | 21 (3) |
| | | 2 | 10 (10) | 13 (8) | 15 (6) | 19 (4) | 23 (2) |
| | (-) | 1 | 17 (5) | 20 (4) | 22 (3) | 24 (2) | 25 (1) |
| | | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | | | DESEMPENHO | | | | |
| | | | (-) | | | | (+) |

Figura 2.6: Matriz Impacto x Desempenho
Elaborado pelo Autor

O resultado do método aplicado, representado pelos processos-chave em ordem decrescente de prioridade, é:



Capítulo 3
Desenvolvimento
de Produtos

3.1. Introdução

Seguindo a ordem de prioridade estabelecida no capítulo anterior, o primeiro processo-chave tratado deve ser o de DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS. O início do trabalho pelo tratamento deste processo condiz com a tendência, presente no Japão desde o final dos anos 50, de garantir a qualidade com ênfase no desenvolvimento de novos produtos. De acordo com Ishikawa¹, o que possibilitou que muitos produtos japoneses sejam hoje considerados da mais alta qualidade no mundo foram os rigorosos programas de garantia de qualidade, instituídos desde quando os produtos ainda se encontram em estágio de desenvolvimento.

A ISO 9000 contém algumas disposições sobre desenvolvimento de produtos, que constituem requisitos necessários, mas não suficientes, para que este processo seja ideal. Uma análise desta norma mostra que o seu objetivo principal é o de definir mecanismos e procedimentos que garantam o atendimento, pelo fornecedor, do que foi acordado com o cliente. Em outras palavras, a norma define um sistema que fiscaliza a eficácia dos processos da empresa. Este sistema, portanto, não garante eficiência e flexibilidade aos processos, o que faz da norma um requisito necessário porém não suficiente. Procurou-se olhar o processo de desenvolvimento de produtos à luz da ISO 9000, porém lhe agregando o que se considerou necessário para que ele fosse, além de eficaz e sob controle, eficiente e flexível.

¹ ISHIKAWA, K. *Controle de qualidade total à maneira japonesa*. Trad. de Iliana Torres 2ª ed. Rio de Janeiro, Campus, 1993.

3.2. Enquadramento do Processo de Desenvolvimento de Produtos

O enquadramento do processo engloba os seguintes aspectos:

- * 1. Identificação da finalidade do processo;
- 2. Definição das fronteiras do processo;
- 3. Localização de fornecedores e clientes (internos ou externos);
- 4. Identificação das entradas e saídas do processo." ²

Aqui são válidas algumas definições, que propiciarão um melhor entendimento do que buscamos com o enquadramento:

- **Finalidade:** a razão pela qual o processo existe;
- **Fronteiras:** onde começa e onde termina o processo;
- **Fornecedores:** processos que fornecem subsídios e apoio para que o processo em questão possa cumprir com qualidade as suas finalidades;
- **Clientes internos:** processos que necessitam de subsídios do processo em questão para poder exercer com qualidade suas respectivas finalidades;
- **Clientes externos:** usuários dos produtos e serviços da organização;
- **Entradas:** informações que representem as necessidades dos clientes do processo, ou elementos gerados pelos fornecedores para suprir as necessidades deste processo;
- **Saídas:** informações que especifiquem as necessidades do processo para seus fornecedores, ou elementos gerados pelo processo buscando satisfazer as necessidades de seus clientes.

O enquadramento do DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO encontra-se sintetizado na tabela a seguir.

² BOUER, G. Gerenciamento por processos. s.l., s.ed., 1992.

| | DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS |
|-------------------|---|
| FINALIDADE | <ol style="list-style-type: none"> 1. detectar oportunidades em mercados existentes, e desenvolver produtos para supri-las; 2. monitorar a satisfação dos clientes externos com os produtos desenvolvidos, elaborando e implantando soluções para insatisfações. |
| INÍCIO | Coleta de dados de clientes externos e de produtos existentes no mercado; solicitação por parte de um cliente de produto com determinadas características; reclamação de um cliente sobre o desempenho técnico dos produtos. |
| TÉRMINO | Aprovação do cliente externo do produto desenvolvido, ou da solução para reclamação apresentada. |
| FORNECEDOR | Processo de Fabricação. |
| CLIENTE | Clientes externos. |
| ENTRADA | <ol style="list-style-type: none"> 1. informações dos clientes externos sobre suas necessidades; 2. fichas técnicas de produtos concorrentes; 3. amostras de produtos concorrentes; 4. reclamações dos clientes externos sobre o desempenho técnico dos produtos. |
| SAÍDA | <ol style="list-style-type: none"> 1. produtos que atendam as necessidades dos clientes; 2. soluções para reclamações dos clientes externos; 3. requisição, para o processo de Fabricação, de produção de amostras e lotes piloto. |

Tabela 3.1: Enquadramento do Processo de Desenvolvimento de Produtos

Elaborado pelo Autor

A definição dos parâmetros do processo, contida na tabela 3.1, baseia-se em alguns conceitos sobre o que representa o desenvolvimento de um produto. O conceito mais importante é o que exprime a diferenciação entre projeto e desenvolvimento de produto. Enquanto o projeto cuida da otimização funcional e da obtenção da forma e embalagens ideais, buscando traduzir, através das características técnicas, as necessidades dos clientes, o desenvolvimento engloba um leque mais amplo de atividades. O projeto é uma destas atividades, ou subprocessos, entre as que fazem parte do desenvolvimento³, que envolve também:

1. a busca e seleção de idéias de produtos, de acordo com as restrições impostas pelo planejamento estratégico da unidade de negócios;
2. o estabelecimento e otimização dos processos de fabricação dos produtos projetados, o que pode eventualmente resultar em modificações no próprio projeto;
3. o desenvolvimento de fornecedores dos componentes e matérias-primas a serem utilizados;
4. a monitorização da satisfação dos clientes com os produtos desenvolvidos, e a elaboração e implantação de soluções.

Portanto o desenvolvimento, de maneira geral, conta com o envolvimento de profissionais de diversas áreas, como marketing, arte, engenharia de processos de fabricação, engenharia de produção, e engenharia de projetos.

³ Baseado em TOLEDO, N.N. *Metodologia para o desenvolvimento de produtos para serem fabricados em série*. São Paulo, 1994. 132p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

Nos mercados industriais, onde, em grande parte das vezes, cada produto possui um número pequeno de clientes consumindo elevadas quantidades, a individualização do atendimento aos clientes é um fator essencial para o sucesso do negócio. Com isso, são comuns casos em que os produtos são adaptados às necessidades específicas de um cliente. A monitorização da satisfação dos clientes com os produtos desenvolvidos, por este motivo, assume grande importância. Deve considerar-se que um produto não terá o seu desenvolvimento completo enquanto não cumprir, com qualidade, as funções para as quais foi adquirido. Para que isso aconteça, a parceria com os clientes externos, durante o processo de desenvolvimento, representa o relacionamento ideal entre clientes e fornecedor.

3.3. Fluxograma do Processo

Definido o enquadramento do processo, o próximo passo consiste na elaboração do seu fluxograma. Esta ferramenta representa muito mais do que um instrumento de documentação, uma vez que o registro gráfico dos processos geralmente esclarece o que eles representam e quais são os seus problemas. Sendo feito com a participação das pessoas envolvidas no processo, o fluxograma gera debates e reflexões sobre os problemas, entre os participantes de sua elaboração.

No fluxograma a seguir, na parte superior dos blocos que identificam operações, encontra-se especificado o departamento responsável. As operações cujos blocos não contém esta especificação representam atividades interdepartamentais. Para as emissões de documentos, o departamento encarregado deste procedimento também está definido nos blocos correspondentes.

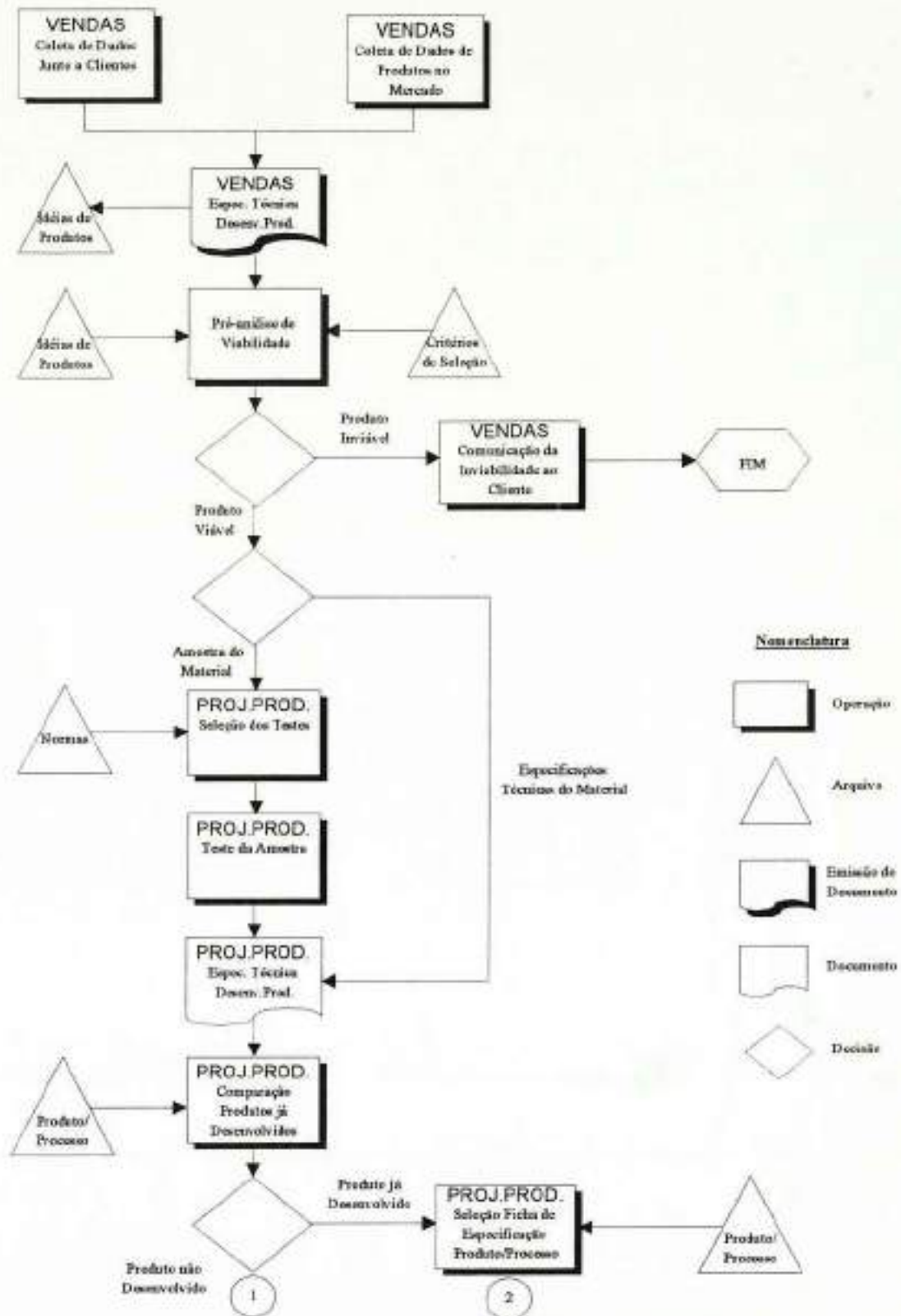


Figura 3.1: Fluxograma do Desenvolvimento de Produtos
Elaborado pelo Autor

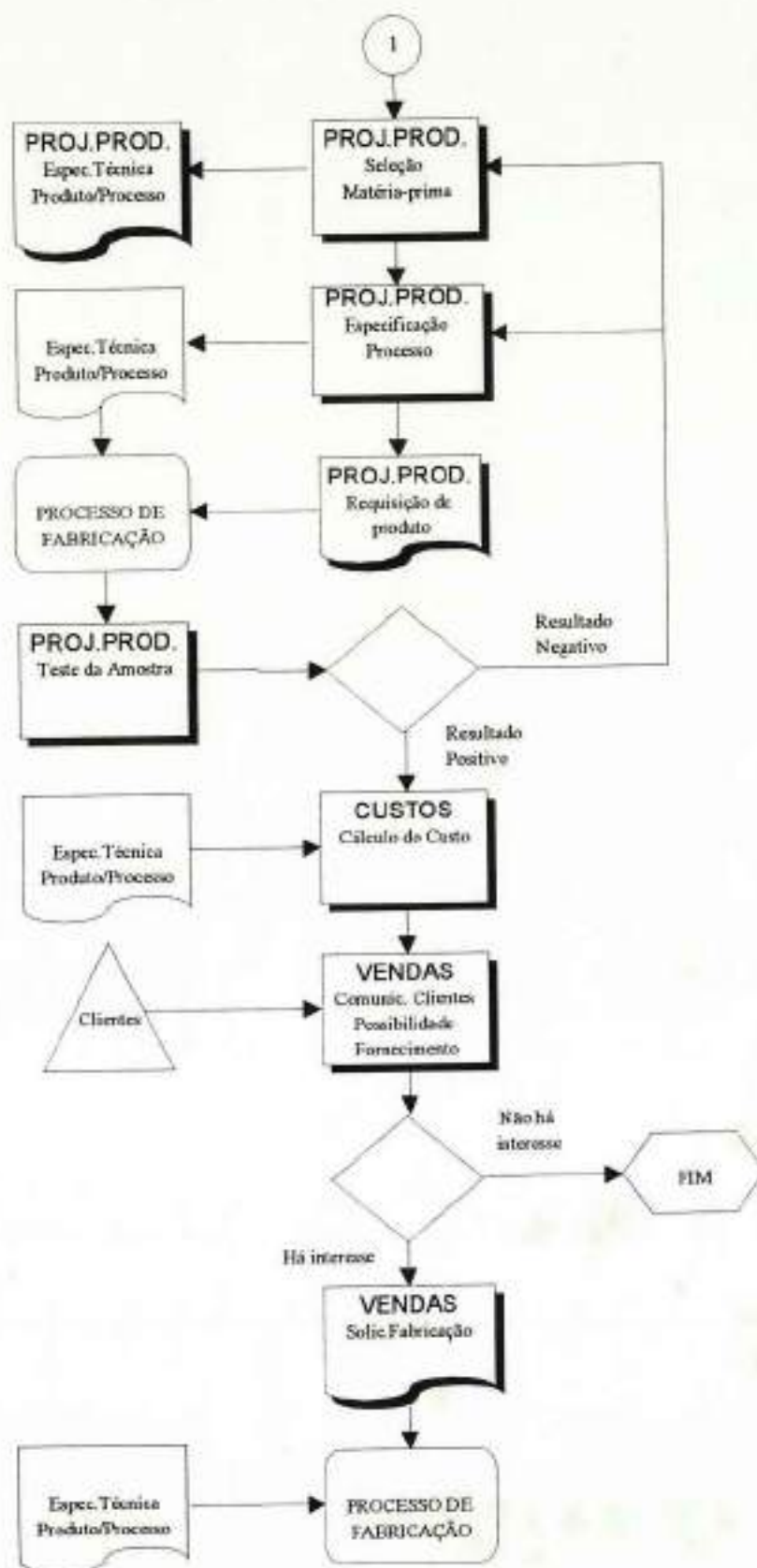


Figura 3.1: Fluxograma do Desenvolvimento de Produtos (Continuação)

Elaborado pelo Autor

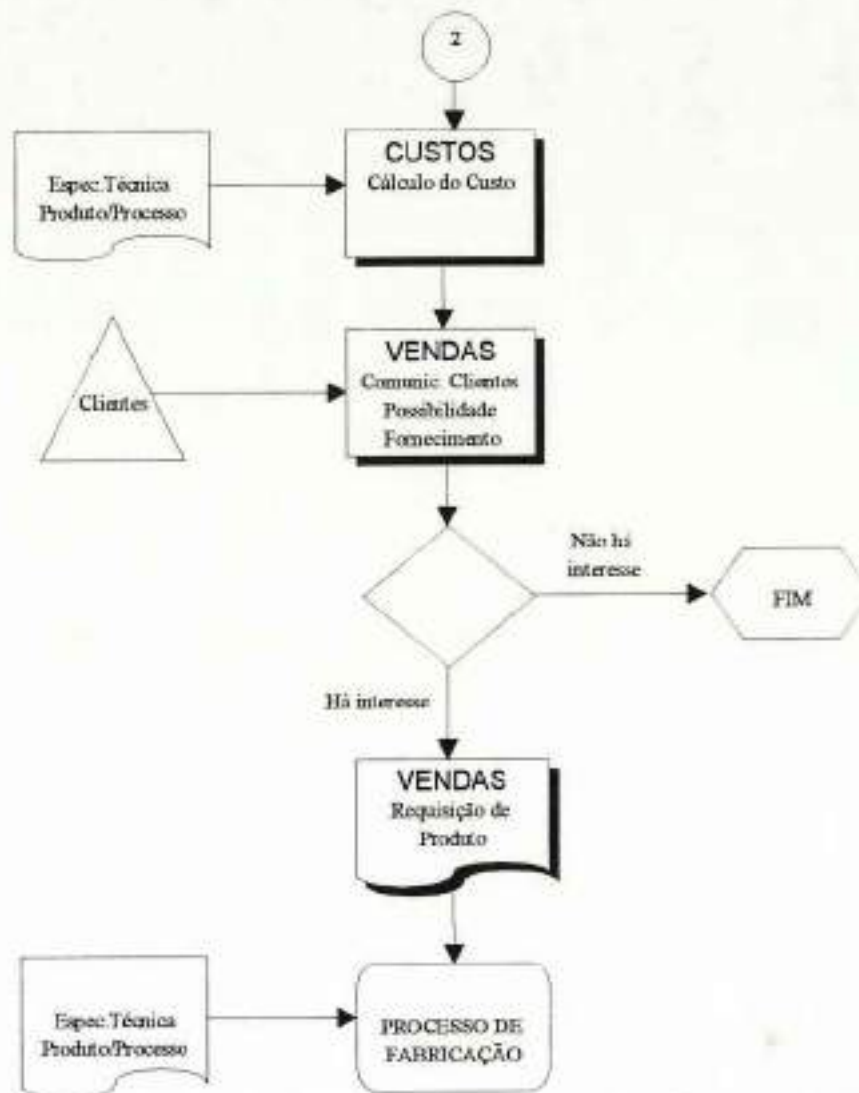


Figura 3.1: Fluxograma do Desenvolvimento de Produtos (Continuação)

Elaborado pelo Autor

Devido ao fato de o negócio de não tecidos encontrar-se em estágio inicial, não havia dentro da empresa uma definição clara e precisa das atividades que compõem os processos, e das interações destes com seus fornecedores e clientes. Assim, foram assumidas algumas premissas que viabilizaram o delineamento do fluxograma, devendo a empresa cuidar para que este seja freqüentemente revisto, e adaptado, aos moldes de funcionamento do negócio em estágios mais evoluídos.

Entre estas premissas, deve ser destacado que o departamento de Vendas é a princípio responsável por todos os subprocessos que envolvam interface com os clientes externos da empresa (obtenção de *inputs* e fornecimento de *outputs* a estes clientes). A razão pela qual assumimos esta premissa é a de evitar duplicidade de canais de comunicação com estes clientes, uma vez que isto torna o controle da comunicação, e da exatidão das informações recebidas ou fornecidas, mais difícil.

O resultado disso foi uma ampliação das atribuições do departamento de Vendas, em comparação com o nível de responsabilidade deste departamento nos outros negócios da empresa. No negócio de cobertores, as pessoas deste departamento executam atividades muito mais relacionadas ao processo de vendas em si, cuja finalidade é suprir o mercado com os produtos já existentes. Já na unidade de não tecidos o departamento de Vendas terá também papel decisivo no processo de desenvolvimento.

Seguindo o fluxograma apresentado, passaremos a analisar em detalhe os subprocessos com maiores oportunidades de melhoria e impacto sobre os resultados do processo de desenvolvimento de produtos.

3.4. Entradas para o Desenvolvimento de um Produto

As entradas do processo que podem gerar o desenvolvimento de um produto podem ser dos seguintes tipos:

1. Encaminhadas por clientes

- informações dos clientes sobre quais devem ser as características tecnológicas do produto, quantificadas por meio de procedimentos de ensaio definidos pelo cliente;
- informações quantificadas por meio de procedimentos de ensaio definidos em normas técnicas reconhecidas;
- informações qualitativas e não quantitativas, acompanhadas de amostras do produto que o cliente deseja substituir;

2. Não encaminhadas por clientes

- fichas técnicas de produtos existentes no mercado, para os quais busca-se materiais alternativos;
- amostras de produtos existentes.

Independentemente da fonte do tipo de entrada, deve haver um registro padronizado destas informações, para o que desenvolveu-se a ficha de Especificação Técnica para Desenvolvimento de Produto, ilustrada na figura a seguir.

Especificação Técnica para Desenvolvimento de Produto

(01) Cliente: _____ Data: ____/____/____

(02) Aplicação do Material: _____

(03) Estimativa de Preço (\$/kg): _____ (04) Consumo/mês: _____

(05) Matéria-prima Produto Atual

| Tipo | Título (dtex) | Comp.fibra (mm) | Fornecedor | % |
|------|---------------|-----------------|------------|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

(06) Especificações Físicas e Mecânicas

| Especificação | Valor | Unidade | Observações |
|-------------------------|---------------|-------------------|-------------|
| Gramatura | | g.m ⁻² | |
| Espessura | | mm | |
| Largura | | m | |
| Comprimento da Bobina | | m | |
| Resistência à Tração | Longitudinal: | | |
| | Transversal: | | |
| Temperatura de Processo | | °C | |

(07) Outras Especificações

| Especificação | Descrição |
|----------------------|-----------|
| Cor | |
| Aspereza Superficial | |
| Outras | |
| | |
| | |
| | |
| | |

(08) Responsável: _____ (09) Visto: _____

Figura 3.2: Especificação Técnica para Desenvolvimento de Produto

Elaborado pelo Autor

Nesta ficha, o campo (01) contém o nome do cliente que requisitou o desenvolvimento, devendo ficar em branco para as entradas não encaminhadas por clientes.

Os campos (02), (03) e (04) possuem informações sobre a aplicação do material, estimativas de preço e consumo, parâmetros que serão importantes para a pré-análise de viabilidade, descrita mais adiante.

O campo (05) descreve o tipo de matéria-prima do produto para o qual busca-se um material alternativo, não devendo ser preenchido nos casos de desenvolvimento de não tecidos para aplicações totalmente novas. Este tipo de informação pode facilitar a seleção da matéria-prima do novo produto.

Os demais campos trazem as especificações técnicas do produto. Os não tecidos são fornecidos enrolados em bobinas, e os parâmetros Espessura, Largura e Comprimento fornecem as dimensões da manta. A resistência à tração que a manta deve possuir é definida nos sentidos Longitudinal - sentido de seu Comprimento - e Transversal - sentido de sua Largura. A Temperatura de Processo representa a temperatura máxima que o não tecido deve suportar no processo do cliente, que muitas vezes envolve aquecimento dos materiais. Muitos não tecidos têm uma parcela de fibras de baixo ponto de fusão, e a temperatura dos processos a que serão submetidos é uma condição de contorno para sua utilização.

Deve-se colocar que todas estas especificações não estarão, em diversos casos, devidamente quantificadas, ficando alguns campos em branco. Porém, quanto maior for a gama de informações, mais fácil serão as etapas posteriores de desenvolvimento. O papel deste documento é, portanto, não apenas o de constituir um registro padronizado de entrada. Ele também funciona como um *check list* para coleta de informações junto ao cliente ou junto ao mercado.

3.5. Pré-análise de Viabilidade

O desenvolvimento de um produto⁴ sem dúvida demanda consideráveis esforços de diversos membros da organização, o que faz necessária a definição clara e aplicação objetiva de critérios de seleção das idéias de produtos que serão estudadas com maior detalhe. Os critérios de seleção derivam do plano estratégico da empresa, e na prática representam um instrumento de implantação deste plano. Para a unidade de não tecidos, identificamos junto à direção da empresa os seguintes critérios de seleção:

1. idéias de produtos com Rentabilidade (Margem de Contribuição Unitária sobre a Receita Operacional Líquida) estimada inferior a x% serão descartadas, a não ser em casos em que a importância do cliente, ou o volume de produção estimado, no entender do grupo encarregado da seleção, compensem a baixa Rentabilidade;
2. entre produtos selecionados pelo critério anterior, aqueles que tiverem maior semelhança técnica com produtos já fabricados pela empresa terão prioridade para serem desenvolvidos. Idéias de produtos que não forem selecionadas pelo critério anterior, mas que apresentarem fortes características em comum com algo que a empresa venha desenvolvendo para outra aplicação, podem ser escolhidas - abre-se com isso a possibilidade do desenvolvimento de um único produto com várias aplicações.

A aplicação dos critérios de seleção deverá ser feita por um grupo multidisciplinar definido pela direção da empresa. No momento atual, este grupo é composto por um dos Diretores, pelo Gerente de Produção e pelo Consultor de Não Tecidos. Este grupo, além de aplicar os critérios, deve também encarregar-se de sua revisão, mantendo-os alinhados ao plano estratégico e à conjuntura econômica.

⁴ Baseado em TOLEDO, N.N. *Metodologia para o desenvolvimento de produtos para serem fabricados em série*. São Paulo, 1994. 132p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

Para a realização da pré-análise, a definição dos critérios e do grupo encarregado de sua aplicação não são suficientes. É necessário também um sistema de informações que apóie a decisão, principalmente no que diz respeito ao critério 1, cuja aplicação é inviável sem a estimativa da Rentabilidade do produto. No apêndice deste capítulo é detalhada uma metodologia para obtenção desta estimativa.

3.6. Quantificação das Necessidades dos Clientes

Após a seleção de um produto a ser desenvolvido através da pré-análise, deve-se proceder a quantificação precisa das características tecnológicas deste produto, para os casos em que as entradas do processo consistiram em amostras e informações apenas qualitativas dos clientes. Sem isto os subprocessos posteriores não podem ser realizados.

A seleção dos testes a serem aplicados às amostras deve ser feita com base na ficha de Especificação Técnica para Desenvolvimento de Produto. Neste documento, as informações sobre as características técnicas, que até esta etapa são qualitativas, estão registradas. Estas informações definem os aspectos técnicos que devem ser buscados nos produtos, e os testes adequados serão realizados. É importante colocar que os testes aplicados sobre as amostras serão os mesmos testes utilizados, posteriormente, para o controle de qualidade dos materiais desenvolvidos.

A viabilização do subprocesso de quantificação das necessidades dos clientes requer, no entanto, a obtenção e organização de dois recursos:

1. um arquivo com normas e métodos de ensaio, que padronizem os testes aplicados aos não tecidos;
2. um laboratório com os equipamentos necessários à aplicação destes testes.

A condição principal para que uma norma seja aplicada é que o cliente esteja de acordo com a sua utilização. Assim, o método para organização do arquivo de procedimentos de ensaio deve ser o de ir agregando a ele os ensaios que forem sendo requisitados pelos clientes. Para os casos em que não haja especificação do cliente, devem ser utilizados métodos já catalogados pela empresa, ou procedimentos de ensaio de normas reconhecidas, como a A.B.N.T..

Quanto aos equipamentos do laboratório, devem ser adquiridos os necessários para a aplicação dos testes realizados com maior frequência. Os testes raramente requisitados, e para os quais equipamentos caros são necessários, devem ser realizados por terceiros, até que a frequência de requisição aumente para um nível onde compense fazer o teste internamente.

Após a realização dos testes sobre as amostras, o resultado dos mesmos é registrado na ficha de Especificação Técnica para Desenvolvimento de Produto, que estará completa.

As informações deste registro são então confrontadas com as informações do arquivo Produtos / Processos, onde os produtos já desenvolvidos pela empresa, e a configuração do processo para sua fabricação, estão delineados. Se algum produto com características técnicas bastante parecidas já foi desenvolvido, seleciona-se a ficha deste produto, calcula-se o seu custo orçamentário atualizado, e o cliente que solicitou o desenvolvimento é contactado. Em caso contrário, parte-se para a seleção da matéria-prima e definição das variáveis do processo. A avaliação do grau de semelhança com não tecidos já produzidos depende da experiência, dos conhecimentos técnicos e do bom senso do responsável, que deve perceber quando um produto já desenvolvido encaixa-se satisfatoriamente à nova aplicação.

3.7. Determinação do Processo de Fabricação

O ajuste das variáveis do processo de Fabricação de um produto novo requer conhecimentos precisos do processo envolvido. É necessário identificar todas as variáveis existentes, e qual a influência de seu ajuste sobre as características do produto final.

3.7.1. Tingimento e Preparação das Fibras

A primeira etapa do processo de fabricação de um não tecido consiste no tingimento das fibras. Este processo, realizado em lotes, acontece em reservatórios cilíndricos denominados Autoclaves. No interior do Autoclave as fibras absorvem, a uma temperatura e pressão controladas, as tintas referentes à cor que se deseja obter. No desenvolvimento de um novo produto, é suficiente a determinação do tipo de fibra que será utilizada e da sua cor, e o Setor de Tinturaria já possui a definição do processo para a obtenção da cor especificada. Deve-se colocar que a maioria dos não tecidos para utilização industrial, sendo desenvolvidos pela empresa, são produzidos com fibras brancas (cor original das fibras virgens), não sendo necessário o processo de tingimento.

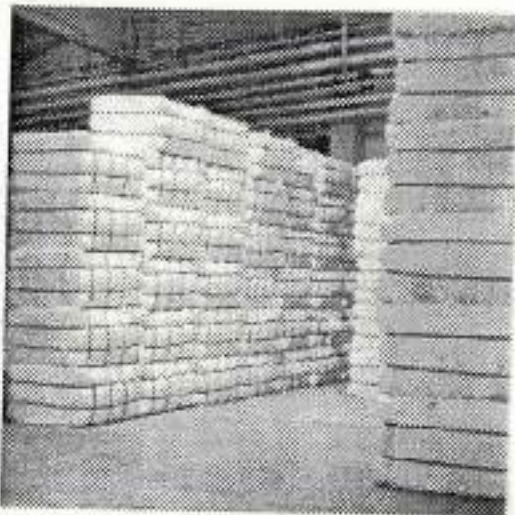


Figura 3.3: Fibras em Estoque
Extraído de Catálogo de Fornecedor
de Máquinas para Fabricação de Não
Tecidos

Após o tingimento realiza-se a preparação da matéria-prima. As fibras, sendo elas virgens, tingidas ou recicladas, são comprimidas para serem armazenadas em fardos compactos, o que reduz o espaço ocupado e facilita o transporte do material. Para a sua utilização, é necessário que estes fardos sejam abertos, e que os diferentes tipos de fibras que irão compor o material sejam misturados.

Existem inúmeros métodos e equipamentos para realizar a abertura e mistura das fibras, sendo nesta empresa utilizado o processo de abertura por equipamento denominado Carda Lobo. Esta máquina é composta por um cilindro principal guarnecido com pontas de aço e volteado por cilindros de diâmetro menor, que giram em sentidos opostos enquanto as fibras passam por entre eles.

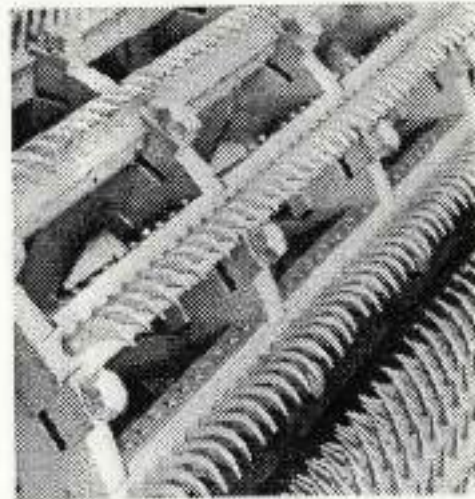


Figura 3.4: Detalhe do Cilindro Principal da Carda Lobo
Extraído de Catálogo de Fornecedor de Máquinas para Fabricação de Não Tecidos

Esta etapa não apresenta diferenças para os diversos tipos de produtos, não possuindo variáveis que devam ser ajustadas. Deve-se no entanto controlar a maneira como o processo é realizado - a abertura dos fardos não pode ser feita de maneira muito enérgica, o que pode ocasionar perda das propriedades físicas do material.

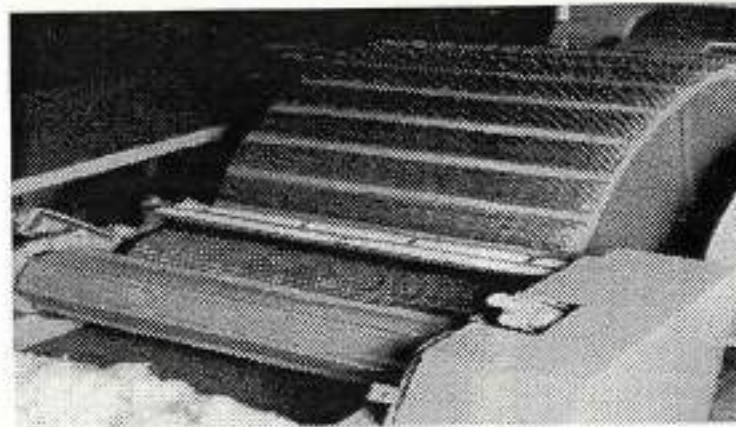


Figura 3.5: Carda Lobo - Visão Frontal da Máquina
Extraído de Catálogo de Fornecedor de Máquinas para Fabricação de Não Tecidos

3.7.2. Cardagem

Após a preparação, que processa-se em lotes, as fibras são transportadas pneumaticamente e armazenadas em silos, até que sejam demandadas pelo processo subsequente. Neste 4 funções básicas são realizadas:

1. desembaraçamento e individualização das fibras, complementando a abertura realizada pela Carda Lobo;
2. remoção de fibras curtas e impurezas;
3. paralelização das fibras individuais;
4. deposição das fibras constituindo o véu fibroso.

A configuração básica da Carda - denominação do equipamento que realiza esta etapa - compõe-se do sistema de alimentação, que controla a quantidade de fibras processadas, por intervalo de tempo, e do sistema de Cardagem propriamente dito.

O sistema de alimentação é composto por um reservatório auxiliar, onde um conjunto de fotocélulas aciona e desaciona o sistema de transporte pneumático das fibras, dependendo da quantidade de fibras no reservatório. Neste sistema existe um ajuste, que influi na gramatura do véu fibroso e por consequência na gramatura do produto final. Na passagem do reservatório auxiliar para a Carda, as fibras acumulam-se em um contentor. As dimensões das aberturas superior e inferior deste contentor são reguláveis, e devem ser ajustadas de acordo com a gramatura do material.

A Cardagem é realizada por 3 cilindros maiores, volteados por diversos cilindros com diâmetro inferior, todos com superfície guarnecida de pontas de aço inclinadas. O cilindro de entrada, chamado *Briseur*, remove as fibras da esteira de alimentação e transporta-as ao cilindro principal, ou *Avantrain*. Entre este cilindro e os cilindros menores ao seu redor as fibras são trabalhadas, sendo realizado o seu desembaraçamento e individualização. Para que isto aconteça, a velocidade periférica relativa entre os cilindros não pode ser nula, devendo ser adequadamente regulada. O terceiro cilindro, conhecido como *Doffer*, recebe as fibras individuais do cilindro principal e as depõe, formando o véu fibroso. As velocidades periféricas dos cilindros podem ser ajustadas através de um único comando, que regula as três velocidades. Temos portanto, para o processo de Cardagem como um todo, que definir as variáveis indicadas na próxima figura.

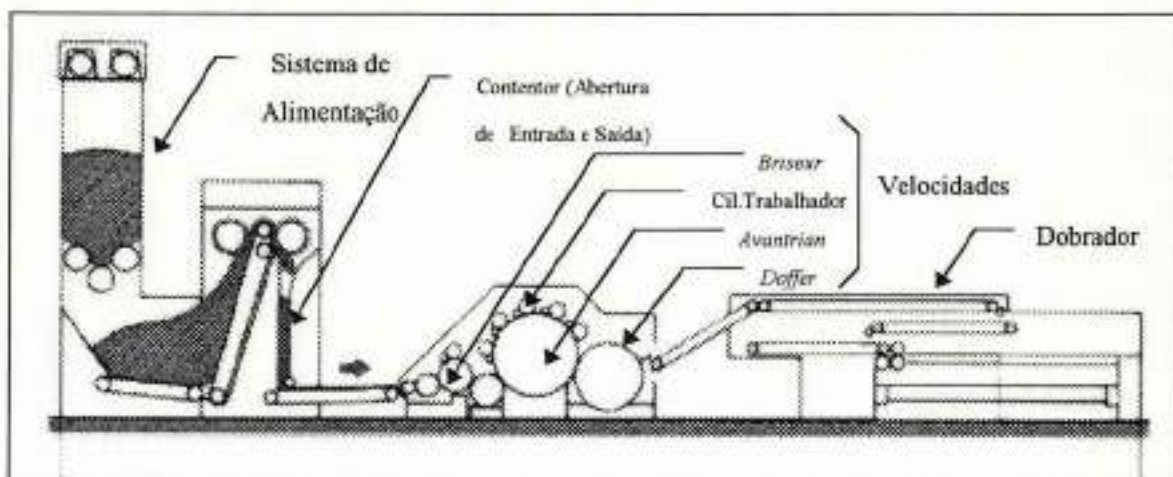


Figura 3.6: Processo de Cardagem

Extraído de Catálogo de Fornecedor de Máquinas para Fabricação de Não Tecidos

As velocidades dos cilindros podem ser monitoradas por controles digitais, com exceção das aberturas do contentor. Estas são manualmente ajustadas e fixas na posição, sendo controladas através da escala utilizada para o ajuste.

3.7.3. Dobramento do Véu

Nos não tecidos, a orientação das fibras no véu é de grande importância, uma vez que determina a resistência à tração e alongamento do material nas diferentes direções. Após a Cardagem, o véu tem suas fibras predominantemente orientadas na direção longitudinal, o que confere a ele resistência à tração muito maior neste sentido, em comparação com o transversal. Para a obtenção de não tecidos com elevada resistência à tração em ambos os sentidos, realiza-se o Dobramento da manta após a sua Cardagem.

A Figura 3.7 ilustra o que acontece neste processo, onde o véu que sai da Carda através de esteira é depositado em outra esteira perpendicular à primeira, através de um conjunto de esteiras que compõem o Dobrador de Véu. As variáveis deste processo estão indicadas na figura.

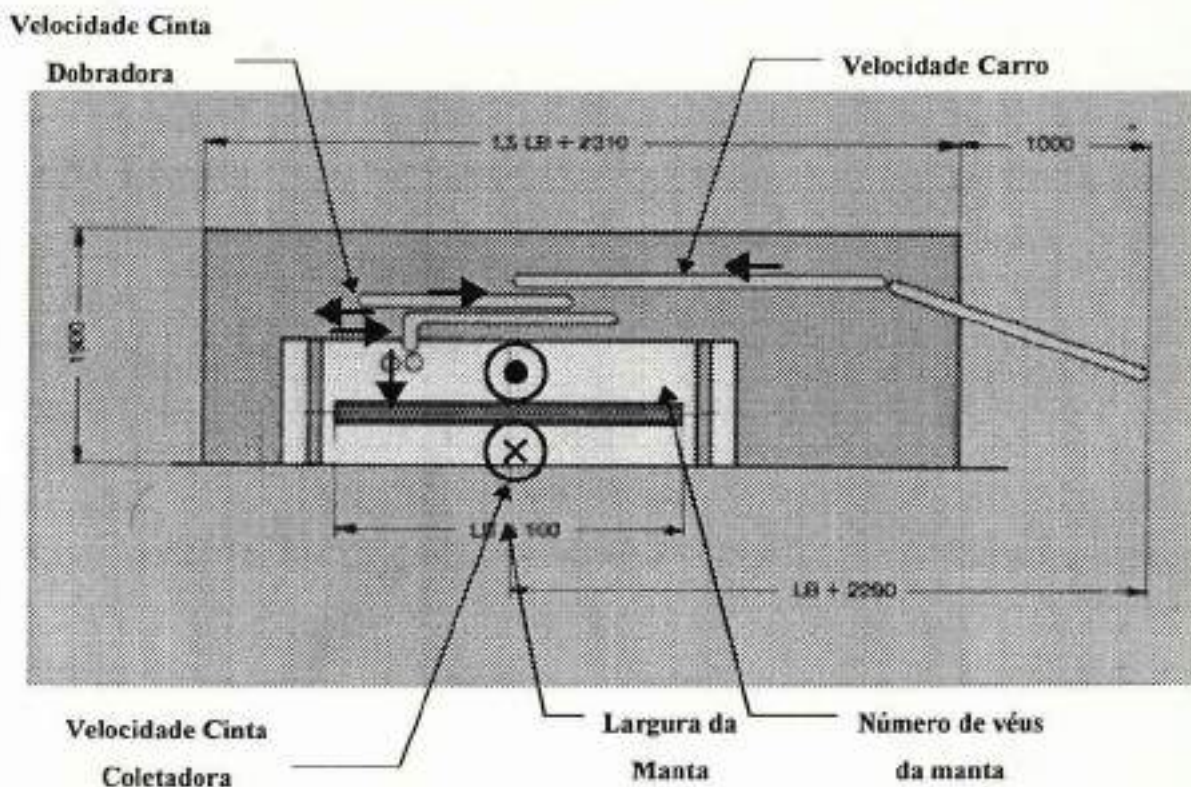


Figura 3.7: Processo de Dobramento

Extraído de Catálogo de Fornecedor de Máquinas para Fabricação de Não Tecidos

A largura da manta na saída do Dobrador é proporcional à largura da manta final, sendo superior à esta, devido à impossibilidade de aproveitamento das bordas do não tecido (apresentam espessura irregular). Já o número de camadas de véus que compõem a manta exerce influência sobre as seguintes propriedades do material:

1. resistência à tração: quanto maior o número de dobras, menor será o ângulo α (ver Figura 3.8). Quanto menor este ângulo, mais próximo de 90° será o ângulo entre a direção longitudinal do material e o sentido de orientação das fibras na manta, e maior será a diferença entre as resistências transversal e longitudinal;
2. espessura: quanto maior o número de camadas, supondo a espessura de cada véu constante, maior será a espessura;
3. densidade superficial: quanto mais espesa a manta, maior a massa por unidade de área.

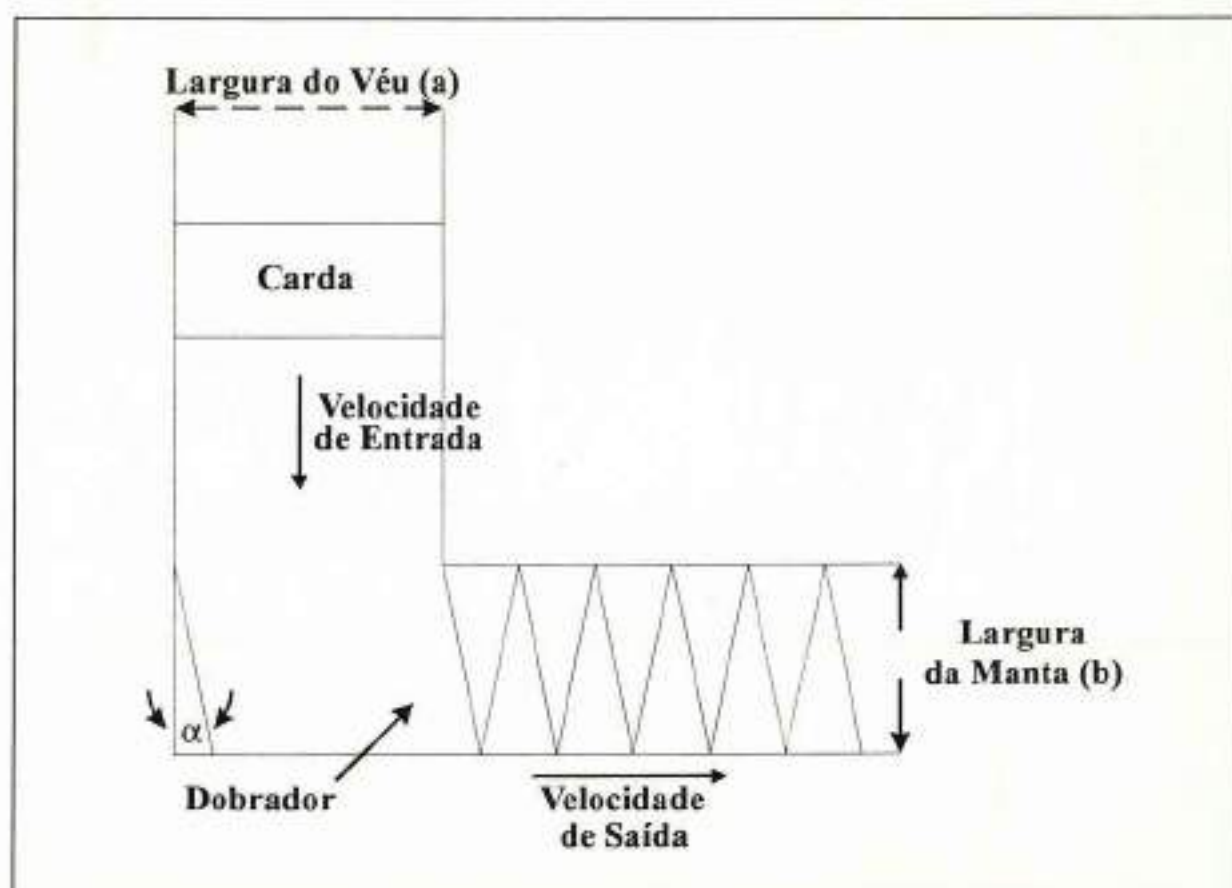


Figura 3.8: Vista Superior do Processo de Dobramento

Extraído de REWALD, F.G. *Tecnologia de não tecidos*. s.l., s.ed., 1991.

3.7.4. Agulhagem

A Agulhagem representa um processo de consolidação mecânica através do entrelaçamento das fibras do véu fibroso, o que acontece devido a sucessivas penetrações de agulhas com saliências laterais no véu. A Figura 3.9 apresenta o esquema do processo, onde as variáveis a serem calibradas para cada tipo de produto estão indicadas.

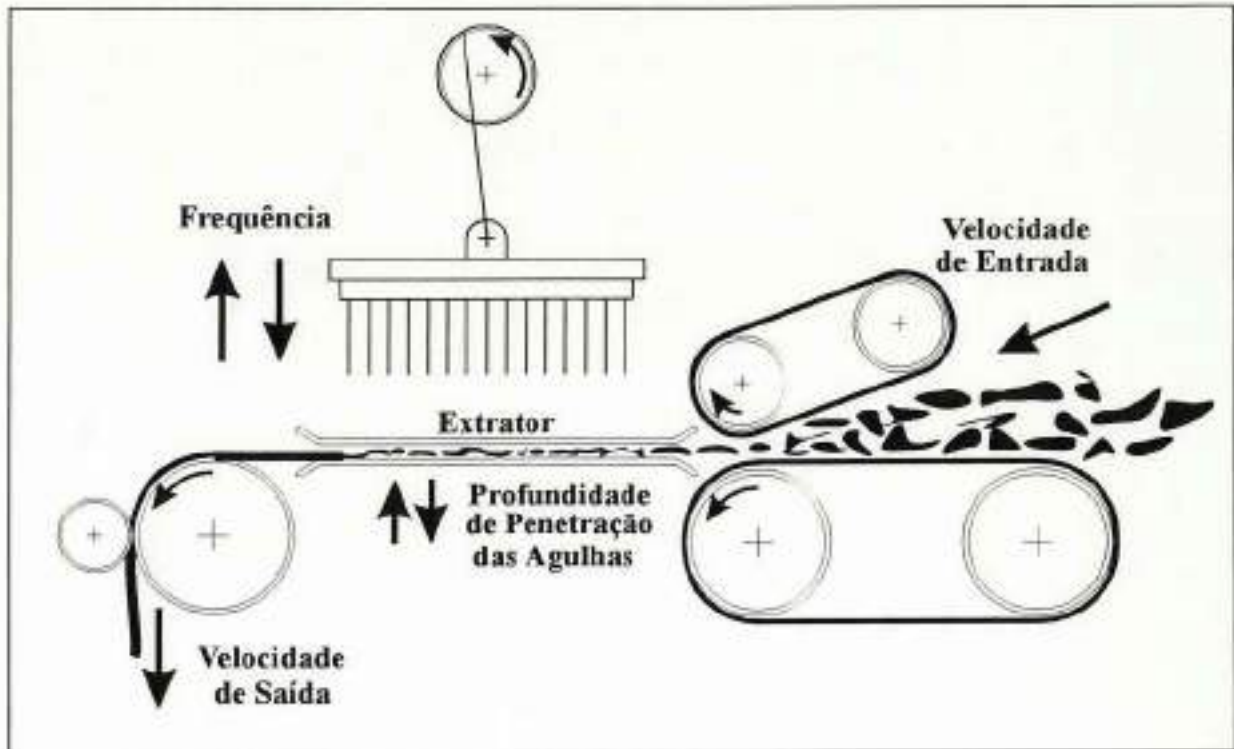


Figura 3.9: Processo de Agulhagem

Extraído de REWALD, F.G. *Tecnologia de não tecidos*. s.l., s.ed., 1991.

Quando as agulhas penetram no véu fibroso, as fibras são arrastadas por suas saliências. A mesa inferior possui furos para as passagens destas agulhas, e sua altura pode ser regulada, determinando a profundidade de penetração no véu. Sobre a mesa inferior, o extrator evita o levantamento do material quando as agulhas saem deste. A altura da mesa inferior determina sua distância em relação ao extrator, que deve ser proporcional à espessura da manta que entra na Agulhadeira. Quanto mais alta estiver a mesa, maior será a profundidade de penetração, o que provoca maior entrelaçamento das fibras e confere maior resistência à tração ao material.

A frequência de penetrações das agulhas e a velocidade das esteiras de entrada e saída da Agulhadeira (aproximadamente iguais) determinam a densidade de Agulhagem (número de penetrações das agulhas por unidade de área do produto).

3.7.5. Termofixação

A Termofixação ocorre devido à fusão das Fibras Bicomponentes que compõem o véu, o que constitui uma espécie de liga entre as demais fibras não fusíveis à temperatura do processo.

O sistema de Termofixação divide-se em duas etapas. Na primeira o não tecido atravessa o Forno, onde a circulação de ar quente provoca a fusão das Bicomponentes. A segunda parte do processo consiste na Calandragem, onde o não tecido é comprimido entre dois cilindros de aço aquecidos individualmente, através de um sistema de circulação de óleo quente. Neste processo o material, cujas Fibras Bicomponentes que o compõem encontram-se amolecidas devido à passagem pelo Forno, adquire uma superfície mais lisa. Pode-se fazer uma analogia entre a Calandragem e o processo de passar roupa com ferro à quente. As variáveis da Termofixação a serem ajustadas encontram-se indicadas na figura a seguir.

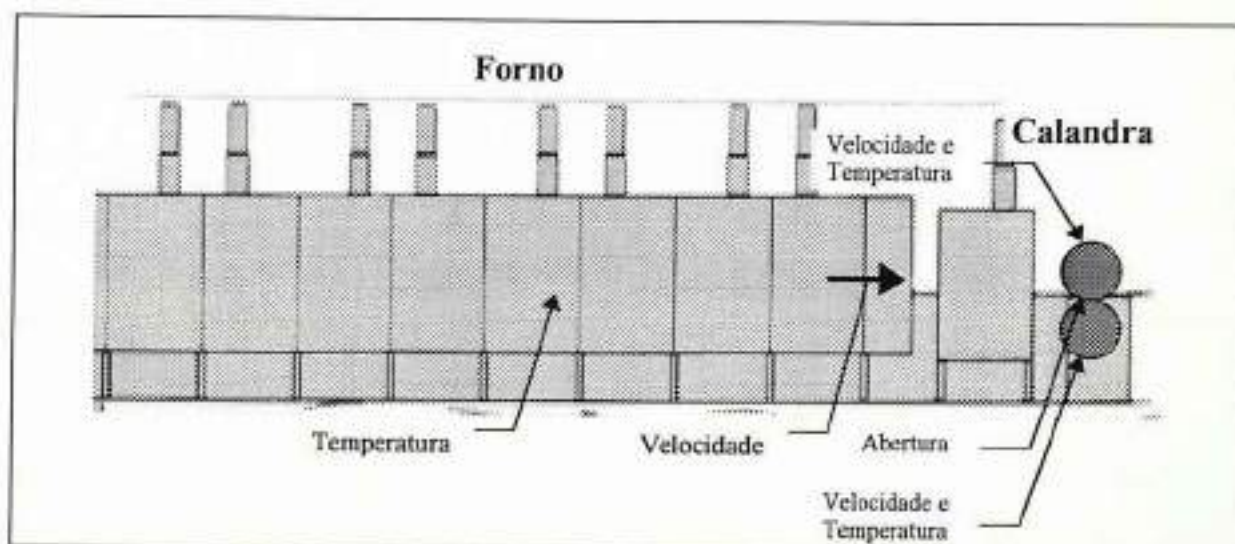


Figura 3.10: Processo de Termofixação

Extraído de Catálogo de Fornecedor de Máquinas para Fabricação de Não Tecidos

A quantidade de calor, que será absorvida pelo material que está atravessando o Forno e a Calandra, é diretamente proporcional à temperatura e inversamente proporcional à velocidade. Assim, a temperatura e a velocidade com que o não tecido atravessa o processo devem ser regulados de modo que o material absorva a quantidade de calor necessária.

A distância entre os cilindros é proporcional à espessura do material que entra na Calandra, observando-se também a espessura desejada para o produto resultante.

3.7.6. Método para Definição das Variáveis do Processo de Fabricação

É fácil perceber que o elevado número de regulagens independentes confere bastante complexidade à tarefa de definir o processo de fabricação de um novo produto. Os primeiros produtos desenvolvidos foram feitos sem uma metodologia mais claramente definida, mesmo porque os responsáveis pela operação do equipamento encontravam-se em fase de reunir conhecimentos e experiência sobre o processo. Para um novo produto, as variáveis eram “acertadas” uma a uma, começando-se pelos parâmetros do processo inicial, até que o produto final atingisse as características desejadas.

O resultado deste método era uma configuração do processo que atendia ao requisito de gerar um não tecido dentro das especificações, porém nada garantia que esta configuração fosse ótima, em termos de redução de custos, para produzir o não tecido desejado. Além disso, o tempo para se chegar a esta configuração ocupava, em casos extremos, um dia de trabalho, o que era bastante significativo, considerando-se que diversos produtos estavam sendo desenvolvidos.

Através da observação dos primeiros desenvolvimentos e experiências realizadas, este trabalho procurou estabelecer um método que facilitasse o desenvolvimento. Requer-se do responsável pela aplicação do método proposto experiência que possibilite a definição de alguns parâmetros iniciais do produto, que poderão eventualmente ser alterados conforme forem produzidas e testadas as primeiras amostras. A aplicação deste método consiste em percorrer o *check list* a seguir.

1. Qual será o processo de consolidação do produto?

Para responder a esta pergunta, a experiência adquirida através de alguns testes realizados faz-se importante. Sintetizando os conhecimentos adquiridos, pode-se dizer que:

- materiais volumosos, como enchimentos, para que mantenham suas propriedades físicas durante a consolidação, devem ser termofixados;
- materiais pouco espessos, com boa resistência à tração e onde não haja a necessidade de elevada porosidade devem ser agulhados. Caso as agulhas utilizadas não apresentassem rebarbas, a Agulhagem conduziria a um aumento de porosidade, uma vez que o material estaria sendo apenas perfurado. No entanto, o que na verdade ocorre é um maior “fechamento” do material, uma vez que as fibras são entrelaçadas pelas rebarbas das agulhas, ficando mais próximas umas das outras. Portanto deve-se ter em mente que não tecidos com utilizações onde a porosidade é importante, como filtros, não devem ser agulhados, ou devem receber baixa densidade de Agulhagem;
- materiais que requeiram ótimo acabamento superficial devem ser termofixados, uma vez que os cilindros da Calandra tornam a superfície lisa. Sendo a espessura deste material pequena, ele deve sofrer Agulhagem prévia, que confere ao não tecido resistência à estiragem, evitando o rompimento da manta quando esta passa pela Calandra.

2. Sendo o material agulhado, qual deve ser a sua densidade de Agulhagem?

A densidade de Agulhagem, como já dito, interfere na resistência à tração e alongamento do material, além de torná-lo mais "fechado", com menor porosidade. Sabe-se também que a densidade de Agulhagem é inversamente proporcional à produção horária do processo e diretamente proporcional ao custo.

Definida esta propriedade, utiliza-se a fórmula:

$$D = \frac{f \times N}{V}$$

onde

D : Densidade de Agulhagem (n° agulhadas . m^{-2});

f : Frequência de movimentação da tábua de agulhas (r.p.m.);

N : Número de agulhas por metro de largura da tábua (n° agulhas . m^{-1});

V : Velocidade de deslocamento da manta sob a tábua com agulhas (m . min^{-1}).

Por esta fórmula pode-se calcular a velocidade de deslocamento da manta, uma vez que N é uma constante do equipamento e f tem sido mantida no mesmo patamar para todos os produtos - trabalha-se com a maior frequência que possibilite a manutenção do nível de ruído na fábrica dentro do permitido pela lei, e não provoque desgaste excessivo do equipamento.

Esta velocidade será aproximadamente a velocidade das seguintes variáveis do processo de fabricação:

- Velocidade da cinta coletadora no processo de Dobramento;
- Velocidade das esteiras de entrada e saída no processo de Agulhagem;
- Velocidade da esteria do Forno (caso o produto seja também termofixado);
- Velocidades periféricas dos cilindros da Calandra.

Estas variáveis não terão valores exatamente iguais, devido ao ligeiro estiramento sofrido pela manta ao longo da linha de produção, devendo ser ajustadas a este efeito. A velocidade de um processo subsequente é sempre um pouco maior do que a velocidade do processo que o antecede.

Definida a velocidade da esteira do Forno, pode-se chegar à sua temperatura de operação. Para todos os produtos termofixados tem sido utilizado apenas um tipo de Fibra Bicomponente, cujo catálogo fornecido pelo fabricante contém a curva que relaciona a temperatura do forno ao tempo de exposição ao calor, para que haja fusão. Dada a velocidade com que a manta passa pelo Forno e conhecendo-se as dimensões do mesmo, tem-se que:

$$t = \frac{C}{V}$$

onde

t : Tempo de exposição da Fibra Bicomponente ao calor;

C : Comprimento do Forno;

V : Velocidade da esteira do Forno.

Conhecendo-se t , pode-se encontrar na curva descrita acima qual o nível da temperatura de operação.

3. Não sendo o material agulhado, qual é a temperatura de operação do Forno?

Não sendo o material agulhado, pode-se trabalhar com diversas temperaturas para o Forno, desde que a velocidade com que o material atravessa-o seja adequada. Utiliza-se para isso a curva que relaciona o tempo de exposição da fibra à temperatura do Forno para que ocorra fusão. Quanto maior a temperatura, maior será a velocidade, maior a produção e maior o consumo de gás do Forno. Deve-se chegar à maneira mais econômica de produção, objetivo que deve ser perseguido porém que foge do escopo deste trabalho.

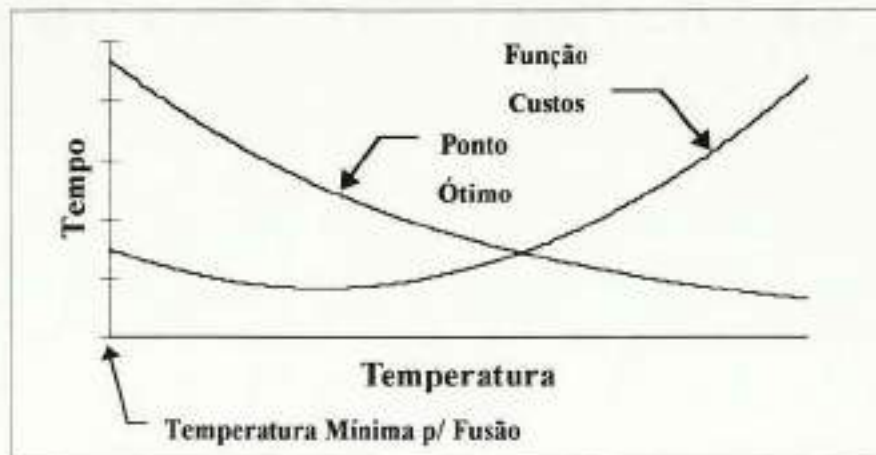


Figura 3.11: Gráfico Qualitativo do Tempo de Exposição ao Calor em Função da Temperatura do Forno

Extraído de Catálogo de Fornecedor de Fibra Bicomponente

A velocidade encontrada para a temperatura estipulada (que gera menores custos de produção) será aproximadamente igual a:

- Velocidade da cinta coletadora no processo de Dobramento;
- Velocidade da esteira do Forno;
- Velocidades periféricas dos cilindros da Calandra.

4. Qual será o número de camadas que comporão a manta que sai do Dobrador?

Quanto maior for o número de véus, maior será a resistência à tração no sentido transversal e menor no sentido longitudinal, e maior será a espessura e a densidade superficial, supondo que o véu que entra no Dobrador tenha as mesmas características. Não se deve esquecer, para a definição deste parâmetro, que:

$$d = d_{véu} \times NC$$

onde

d : densidade superficial da manta que sai do Dobrador, que será aproximadamente igual à densidade do produto final;

$d_{véu}$: densidade superficial do véu que entra no Dobrador;

NC : número de camadas da manta que sai do Dobrador.

Trabalhando-se com um número de camadas muito alto, a densidade do véu deverá ser muito pequena para que o produto final tenha a densidade superficial desejada. Existe um valor mínimo para a densidade do véu abaixo do qual a produção inviabiliza-se.

Definido o número de camadas da manta, pode-se calcular:

- Velocidade do carro e da cinta dobradora no processo de Dobramento;
- Velocidades periféricas do conjunto de cilindros da Carda (*Briseur / Avantrain / Doffer*).

Para o cálculo destas velocidades, que serão aproximadamente iguais, tem-se que:

$$\frac{dme}{dt} = d_{véu} \times V_{entrada} \times a$$

onde

$\frac{dme}{dt}$: Massa de material que entra no dobrador por unidade de tempo;

$d_{véu}$: Densidade superficial da manta que entra no Dobrador;

$V_{entrada}$: Velocidade que se deseja encontrar;

a : Largura do véu fibroso que entra no Dobrador.

Analogamente:

$$\frac{dms}{dt} = d \times V_{saída} \times b$$

onde

$\frac{dms}{dt}$: Massa de material que sai dobrador por unidade de tempo;

d : Densidade superficial da manta que sai do Dobrador;

$V_{saída}$: Velocidade da cinta coletadora do Dobrador;

b : Largura da manta que sai do Dobrador.

As variáveis das equações anteriores encontram-se indicadas na figura a seguir.

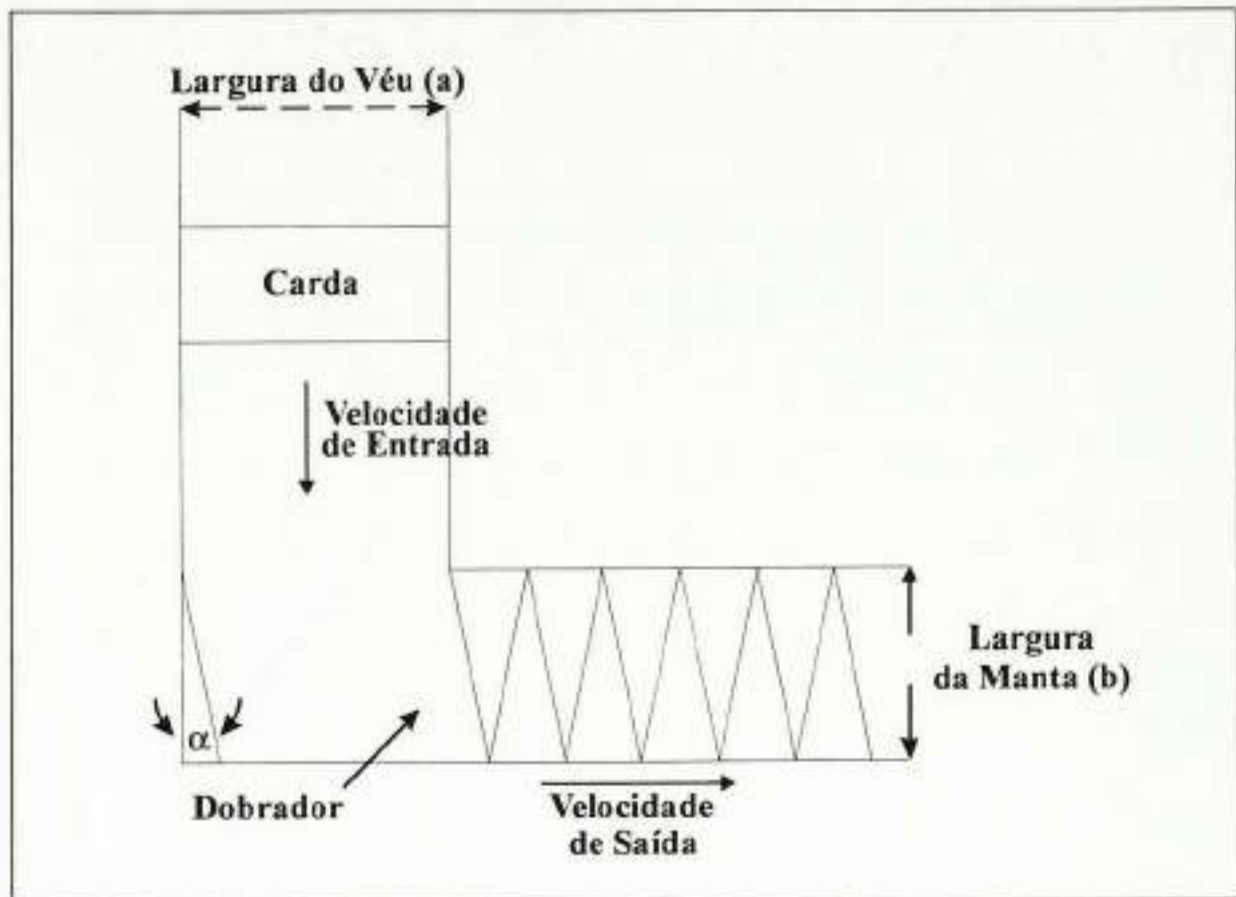


Figura 3.12: Vista Superior do Processo de Dobramento

Extraído de REWALD, F.G. *Tecnologia de não tecidos*. s.l., s.ed., 1991.

Estando o processo em regime, a massa de material que entra no Dobrador por unidade de tempo deve ser igual à massa que sai no mesmo período. Assim:

$$\frac{dme}{dt} = \frac{dms}{dt}$$

ou

$$d_{véu} \times V_{entrada} \times a = d \times V_{saída} \times b$$

Quanto à largura do véu que entra no Dobrador (a), tem-se trabalhado sempre com a maior permitida pelo equipamento. A variável d coincide com a densidade superficial do produto final, e portanto já definida. A velocidade da cinta coletadora do Dobrador também já encontra-se determinada. A largura da manta que sai do Dobrador (b) é igual à largura do produto final acrescida das bordas não aproveitáveis do não tecido. Como já estipulou-se qual será, a princípio, o número de camadas de véus que comporão a manta, temos:

$$V_{entrada} = \frac{d * V_{saida} * b}{dvéu * a} = \frac{NC * V_{saida} * b}{a}$$

já que

$$d = dvéu \times NC$$

A velocidade encontrada através desta fórmula será aproximadamente igual às velocidades do carro e da cinta dobradora e à velocidade periférica do *Doffer*. Pode-se com isso ajustar estas velocidades. As velocidades dos outros dois cilindros da Carda (*Briseur* e *Avantrain*) são automaticamente ajustadas à velocidade do *Doffer*.

As variáveis do processo ainda não definidas, até este momento, são:

- **Aberturas do contentor de material que antecede a Carda:** para determiná-la sabe-se qual a densidade superficial que o véu que sai da Carda deve ter. Deve-se ajustar estas aberturas para que este véu tenha esta densidade;
- **Profundidade de penetração das agulhas:** seu limite superior é a espessura do material que entra na Agulhadeira, e seu limite inferior é zero. Deve estar entre estes dois valores, conferindo a resistência à tração desejada para o material. Quanto maior a profundidade de penetração, maior o entrelaçamento entre as fibras, e maior a resistência à tração do material;
- **Temperatura dos cilindros da Calandra:** deve ser suficientemente alta para que o acabamento superficial do não tecido fique satisfatório. Será ajustada por meio de testes;

- **Distância entre os cilindros da Calandra:** aproximadamente igual à espessura do produto final. O seu ajuste fino deve ser feito através de testes.

Com isso fica definido o procedimento para desenvolvimento do processo de fabricação, onde a maioria das variáveis são obtidas a partir de quatro parâmetros do produto: largura, densidade superficial, número de camadas de véus, e densidade de Agulhagem. Os dois primeiros parâmetros são, na grande maioria das vezes, especificados pelos clientes, enquanto os demais são definidos pelo fabricante, através de testes e da experiência adquirida nos desenvolvimentos anteriores.

O método elaborado prevê que alguns testes deverão ser realizados, para ajuste fino das variáveis, até que o produto enquadre-se nas especificações do cliente. A configuração final do processo para obtenção deste produto deve ser então registrada na Ficha de Especificação do Produto e do Processo, que vem a seguir, e arquivada.

Especificação Técnica de Produto e Processo

1. Produto

(01) Código: _____

(02) Aplicação do Material: _____

(03) Matéria-prima

| Tipo | Título (dtex) | Comp.fibra (mm) | Fornecedor | % |
|------|---------------|-----------------|------------|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

(04) Especificações Físicas e Mecânicas

| Especificação | Valor | Unidade | Observações |
|-----------------------|---------------|-------------------|-------------|
| Gramatura | | g.m ⁻² | |
| Espessura | | mm | |
| Largura | | m | |
| Comprimento da Bobina | | m | |
| Resistência à Tração | Longitudinal: | | |
| | Transversal: | | |
| Temperatura * | | °C | |

* Temperatura máxima a que o produto pode ser exposto sem perder suas propriedades.

(05) Outras Especificações

| Especificação | Descrição |
|----------------------|-----------|
| Cor | |
| Aspereza Superficial | |
| Outras | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Figura 3.13 Especificação Técnica de Produto e Processo

Elaborado pelo Autor

2. Processo

(01) Carda

| | | |
|--------------------------------------|-------------------|--|
| Contentor (mm) | Entrada | |
| | Saída | |
| Velocidade (m.min ⁻¹) | <i>Briseur*</i> | |
| | <i>Avantrain*</i> | |
| | <i>Doffer*</i> | |

* Apesar do ajuste não ser individual para cada um dos cilindros, há mostradores de velocidade para cada um deles no painel da máquina.

(02) Dobrador

| | | |
|--------------------------------------|------------------|--|
| Velocidade (m.min ⁻¹) | Cinta coletadora | |
| | Carro | |
| | Cinta dobragem | |
| Manta saída | Largura (mm) | |
| | Número de véus | |

(03) Agulhadeira

| | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|--|
| | Densidade (N.cm ⁻²) | |
| | Penetração (mm) | |
| | Frequência (rpm) | |
| Velocidade (m.min ⁻¹) | Entrada | |
| | Saída | |

(04) Forno

| | |
|------------------------------------|--|
| Temperatura (°C) | |
| Vel.esteira (m.min ⁻¹) | |

(05) Calandra

| | | |
|--------------------------------------|---------------|--|
| Temperatura (°C) | Cil. superior | |
| | Cil. inferior | |
| Velocidade (m.min ⁻¹) | Cil. superior | |
| | Cil. inferior | |
| | Abertura (mm) | |

(06) Responsável: _____

(07) Visto: _____

Figura 3.13 Especificação Técnica de Produto e Processo (Continuação)

Elaborado pelo Autor

Deve-se colocar a importância de ter-se, em um mesmo documento, informações sobre o produto e sobre o seu processo de fabricação. Podem existir, para produtos solicitados por novos clientes, não tecidos já desenvolvidos que atendam às especificações. Esta ficha permite verificar esta existência, e ao mesmo tempo resgatar os dados de como o produto é obtido.

3.8. Recebendo *Feedback* dos Clientes

O desenvolvimento de um não tecido industrial não estará concluído no momento em que a sua ficha de especificação estiver preenchida. A próxima etapa consiste em produzir e enviar para o cliente lotes piloto do produto fabricado, para que este possa testar o desempenho do material em seu processo produtivo.

Como já destacado, o departamento de Vendas representa o canal de comunicação com os clientes externos da empresa, devendo portanto monitorar a satisfação destes com os produtos desenvolvidos. A coordenação e o encaminhamento do desenvolvimento de novos produtos, ou de soluções para reclamações de produtos já desenvolvidos, é portanto de responsabilidade deste departamento. O fluxograma a seguir detalha o funcionamento do subprocesso de obtenção de *feedback* e solução de reclamações dos clientes.

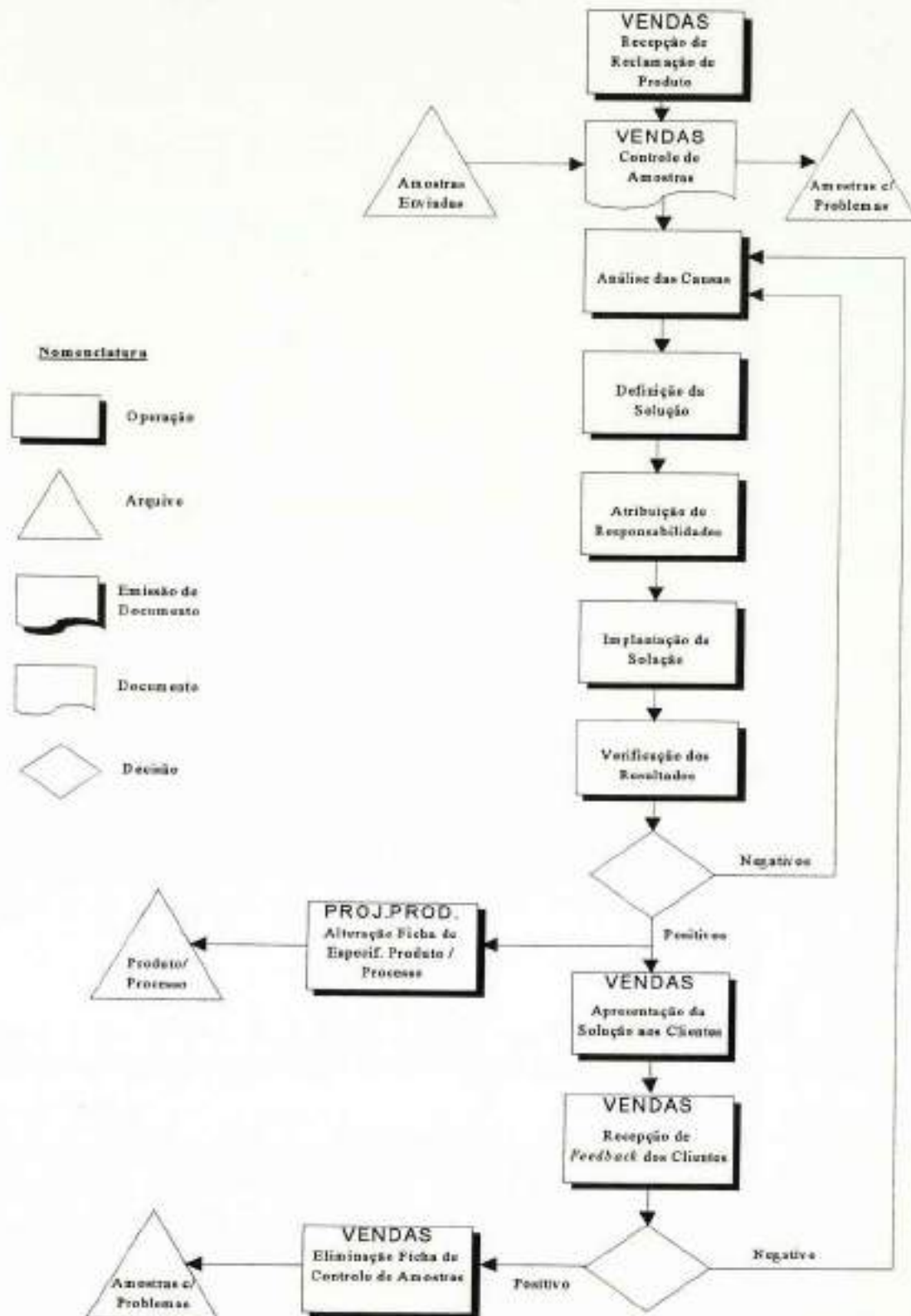


Figura 3.14 Fluxograma de Solução de Reclamações de Clientes - Baseado no Ciclo P.D.C.A.
Elaborado pelo Autor

Devido à diversidade de clientes e de produtos em desenvolvimento, para que essa tarefa possa ser realizada eficazmente é necessário um controle de que produtos foram enviados, em que data, para quais clientes. Ao receber uma reclamação, é importante a identificação do código do produto referente a ela. Com este código a ficha de especificação do processo de fabricação deste produto poderá ser separada, e este processo sofrer as alterações necessárias. O controle da data do envio de amostras e lotes piloto é fundamental para permitir que o prazo entre o envio da amostra e a busca de *feedback* seja adequado.

Para sistematizar o monitoramento do desempenho dos produtos desenvolvidos, propõe-se a implantação da ficha a seguir, cujo preenchimento e manutenção será de responsabilidade do departamento de Vendas.

Controle de Amostras Enviadas

| | | | |
|----------|-----------------------|--------------|-------------|
| Cliente: | | Cód.Produto: | Data envio: |
| Data | Problemas encontrados | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Responsável: _____

Visto: _____

Figura 3.15 Controle de Amostras Enviadas

Elaborado pelo Autor

Esta ficha de controle, individual para cada amostra enviada, será a princípio colocada, em ordem cronológica pela data do envio do material, na caixa das fichas de **Amostras Enviadas**. Sendo recebido o parecer do cliente sobre o produto enviado, caso a amostra tenha sido aprovada, a ficha referente é eliminada. Em caso de haver algum problema com o não tecido, a ficha passa para a caixa das fichas de **Amostras Enviadas com Problema**, ficando nesta caixa até que o problema seja solucionado, sendo então eliminada.

As duas caixas deverão estar em lugar acessível às pessoas envolvidas no atendimento aos clientes e desenvolvimento de produtos, facilitando o acesso e controle das informações. Este método insere-se dentro de um contexto de **Gestão à Vista**⁵, onde as informações devem ser disponibilizadas e facilmente acessadas pelos que precisam delas. Encontrando-se a caixa de **Amostras Enviadas com Problema** muito cheia, tornam-se visualmente evidentes a ineficácia e ineficiência dos processos de Desenvolvimento de Produtos e de Atendimento aos Clientes.

É importante, para que este sistema funcione, que haja reuniões, envolvendo as áreas de Qualidade, Projeto e Fabricação, para análise das reclamações e causas dos problemas, descritos nas fichas de Controle de Amostras Enviadas. Segundo Ishikawa⁶, uma das principais razões pelas quais as reclamações dos clientes não chegam à pessoa certa, na hora certa, é a incapacidade das organizações de propagar as informações internamente. Em muitos casos, as reclamações justificadas dos clientes acabam por desaparecer em algum lugar, e não chegam ao processo que deu origem ao problema.

Os integrantes destas equipes interdepartamentais para solução das reclamações devem receber treinamento adequado, aprendendo a utilizar ferramentas da qualidade que auxiliem o encontro de soluções. Entre estas ferramentas podemos citar o Diagrama Causa x Efeito (Espinha de Peixe) e os Gráficos de Pareto.

⁵ Baseado em BIANCHINI, T.C. **Gestão à vista: inovações na estrutura de gerenciamento de uma unidade de negócios**. São Paulo, 1992. 212p. Trabalho de Formatura - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

⁶ ISHIKAWA, K. **Controle de qualidade total à maneira japonesa**. Trad. de Iliana Torres 2ª ed. Rio de Janeiro, Campus, 1993.

Capítulo 3 - Apêndice 1
A Estimativa da
Rentabilidade de
um Produto

3.9.1. Avaliação do Valor Mercadológico de um Produto

A estimativa da rentabilidade de uma idéia de produto requer métodos para avaliação do valor mercadológico e custo unitário mais prováveis.

Para a avaliação do valor mercadológico, na grande maioria dos casos os não tecidos desenvolvidos estarão substituindo outros materiais já existentes no mercado. Nestes casos, o grupo de seleção de produtos deve tomar o preço dos materiais que serão substituídos como principal referência. Para os não tecidos com aplicações inteiramente novas, e portanto sem este tipo de referência, devem ser realizadas consultas a clientes potenciais.

Já a estimativa do custo unitário exigiu algumas modificações no sistema de custos gerenciais. Estas modificações envolveram principalmente a redivisão dos processos de produção em Centros de Custo adaptados à nova configuração das linhas de produção da empresa.

3.9.2. Redistribuição dos Processos Produtivos entre os Centros de Custos

Os itens que compõem o custo industrial dos produtos são apropriados entre os produtos diretamente ou por alocação, segundo a figura que segue¹.

¹ Baseado em MARTINS, E. *Contabilidade de custos*, 4ª ed. São Paulo, Atlas, 1992.

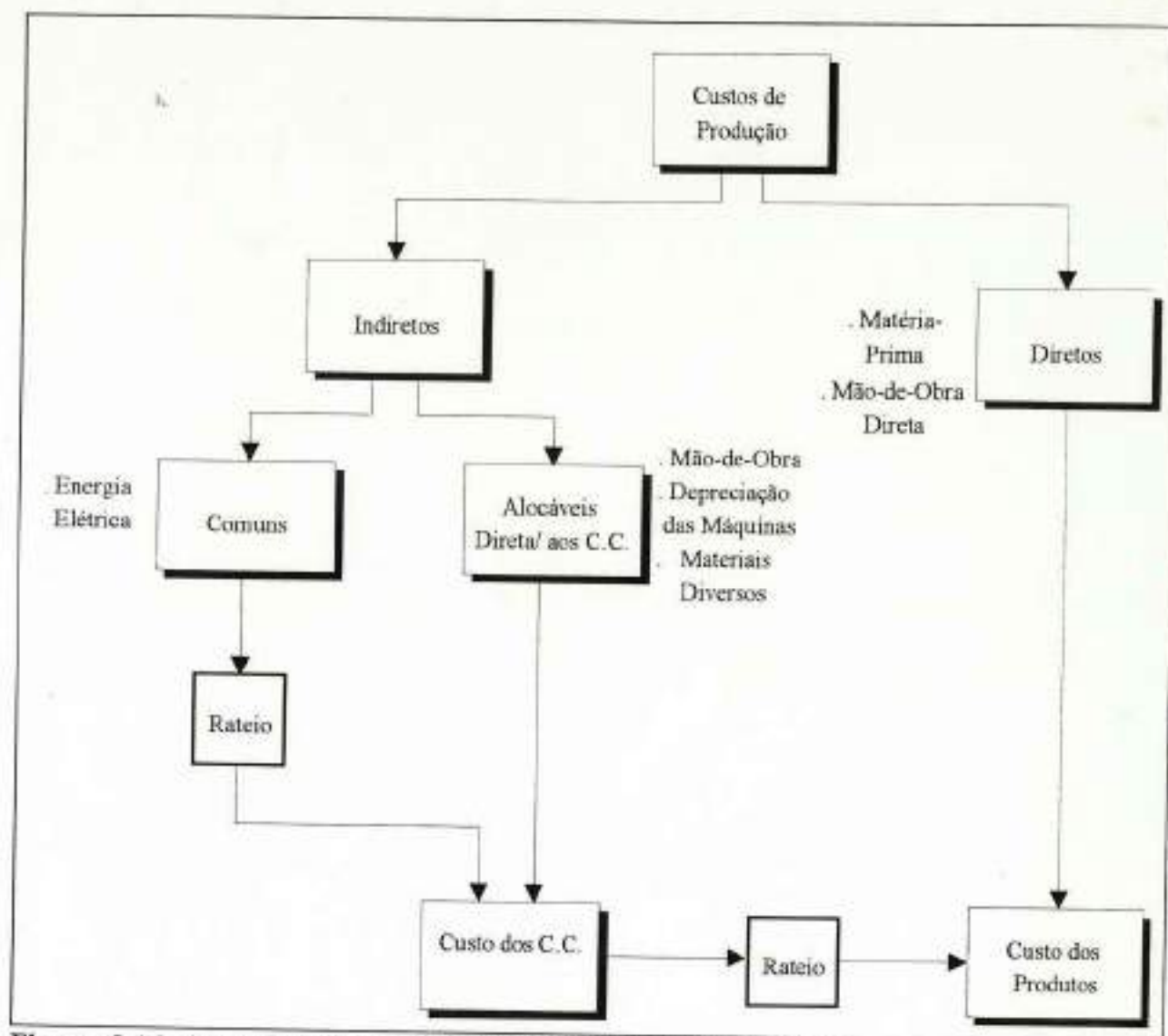


Figura 3.16: Apropriação dos Custos de Produção entre os Produtos

Elaborado pelo Autor

Os critérios de rateio entre os Centros de Custo que o sistema da empresa utilizava não implicavam em grandes distorções. As modificações eram necessárias na distribuição dos processos entre os Centros de Custo. A configuração dos centros no início deste trabalho está representada na figura a seguir.

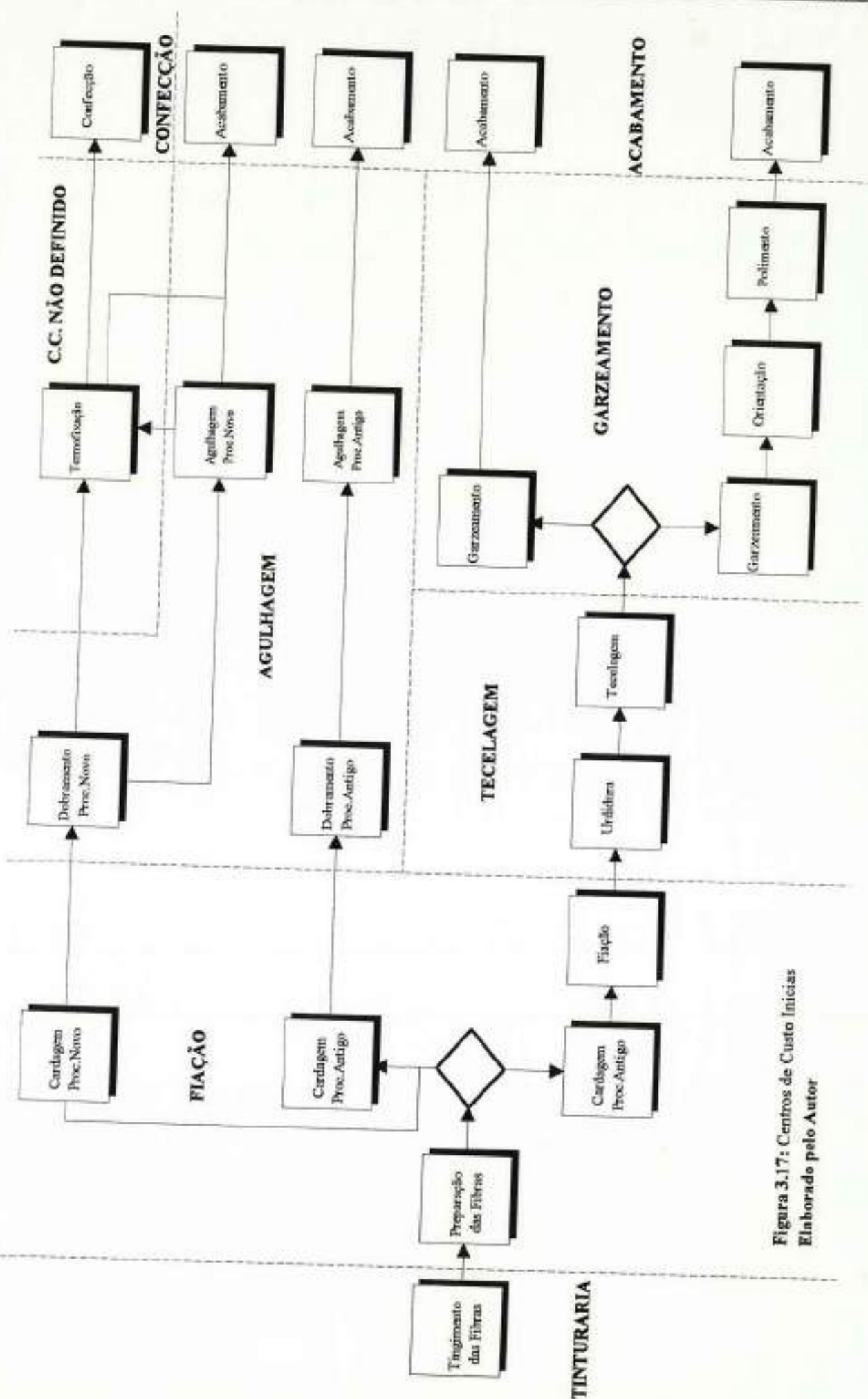


Figura 3.17: Centros de Custo Iniciais
Elaborado pelo Autor

As distorções presentes no sistema passaram a ser bastante significativas, a partir do momento em que a nova linha de produção de não tecidos entrou em funcionamento. Os novos equipamentos são bem mais caros e automatizados, ou seja, com maior custo de depreciação e menor custo de mão-de-obra. O sistema existente não refletia devidamente as diferenças entre os custos dos produtos que eram cardados e agulhados na nova linha dos que eram feitos através dos equipamentos antigos. Com o objetivo principal de gerenciar melhor estes custos, propõe-se a configuração dos Centros expressa na figura a seguir.

Seguindo esta configuração, deve-se tomar cuidado com o fato de que os produtos obtidos através da linha nova podem ser, como mostra a próxima figura, apenas agulhados, apenas termofixados ou ambos. No entanto, pela configuração desta linha, quando um produto é apenas agulhado, o forno para Termofixação fica parado. O mesmo acontece com a Agulhadeira, no caso de produtos apenas termofixados. Assim, todos os custos dos centros Agulhagem Nova e Termofixação que existam, mesmo que os equipamentos estejam parados, devem ser integralmente alocados a todos os produtos fabricados pela linha nova. Com relação à mão de obra direta, por exemplo, o mesmo grupo de funcionários trabalha na Carda Nova, Agulhadeira Nova e Termofixação. Um produto que seja apenas agulhado demandará o mesmo número de horas homem, de mão de obra direta da linha nova, que outro agulhado e termofixado.

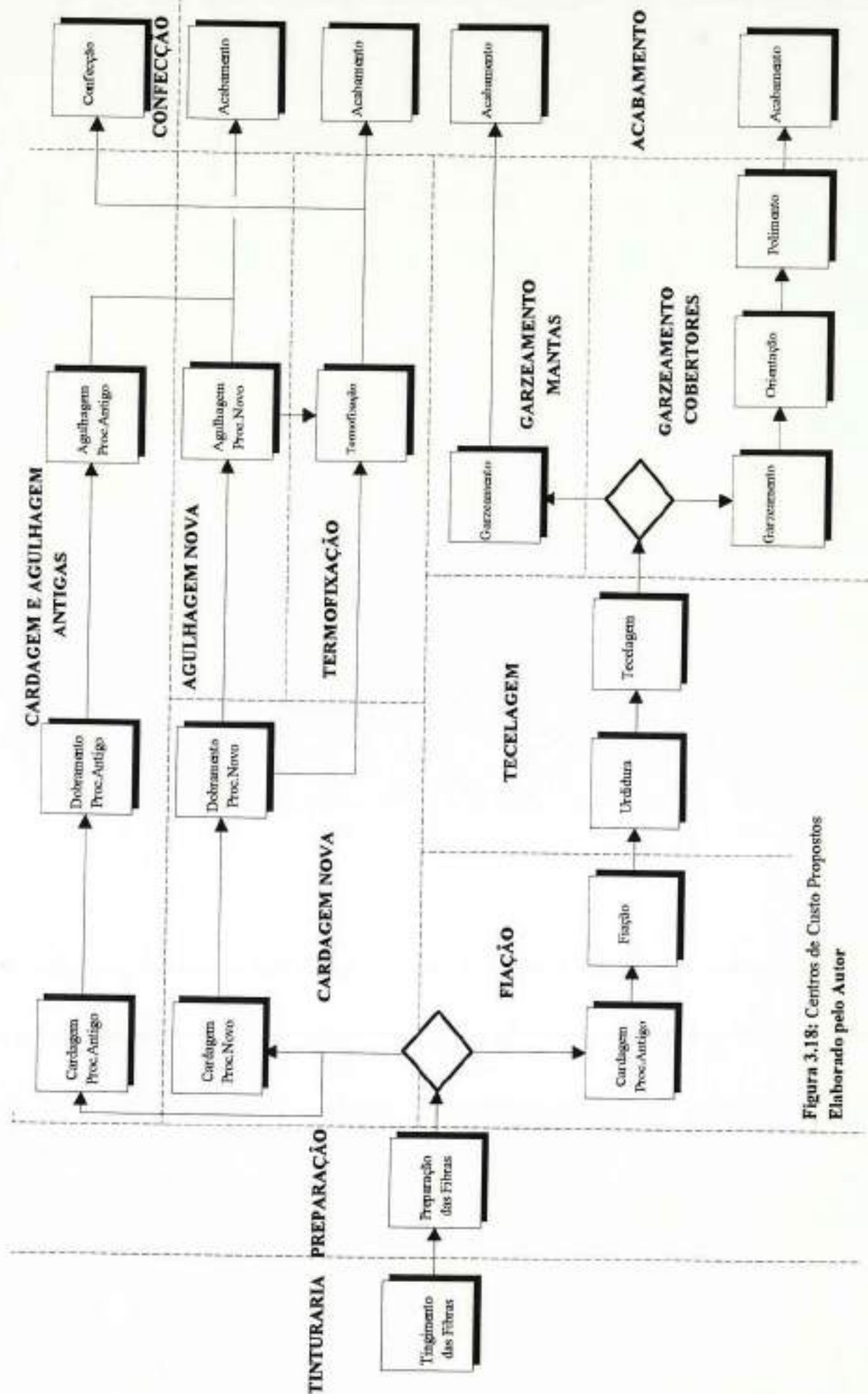


Figura 3.18: Centros de Custo Propostos
Elaborado pelo Autor

3.9.3. Critérios para Alocação dos Custos aos Produtos

Uma vez alocados aos Centros de Custo de Produção, o custo total destes é distribuído entre os produtos de acordo com o tempo de processamento em cada centro. Este tempo é medido em unidade de tempo por unidade de massa do produto. Para o estabelecimento do custo dos produtos a serem desenvolvidos, os tempos de processamento precisam ser estimados, já que o produto e o processo de fabricação ainda não tiveram suas variáveis definitivamente definidas. Os fatores que determinam o tempo de processamento em cada etapa do processo são:

| Centro de Custo | Tempo de Processamento (Fatores Determinantes) |
|-----------------------|---|
| Tingimento das Fibras | Densidade da fibra |
| Preparação das Fibras | Tempo de processamento na Carda |
| Cardagem / Dobramento | Tempo de processamento na Agulhadeira, ou tempo para Termofixação (no caso dos produtos apenas termofixados) |
| Agulhagem | Densidade superficial, largura da manta e densidade de Agulhagem |
| Termofixação | Tempo de processamento na Agulhadeira, ou tempo de processamento que otimize os custos (para os produtos apenas termofixados) |

Tabela 3.2: Fatores Determinantes do Tempo de Processamento

Elaborado pelo Autor

Analisando a tabela anterior, verifica-se que, para a estimativa do custo de um produto, devem ser conhecidos a densidade da fibra, a densidade superficial (massa por unidade de área do material), a largura da manta e a densidade de Agulhagem, que representa o número de penetrações das agulhas por unidade de área.

Como visto, a Agulhagem é um processo de consolidação mecânica do véu fibroso, e consiste basicamente em sucessivas penetrações de um conjunto de agulhas, com saliências laterais, nesta manta. Quanto maior for o número de penetrações por unidade de área, mais resistente e melhor consolidado estará o material. Já a Termofixação ocorre devido à incorporação de fibras, com menor ponto de fusão, ao véu do não tecido. Estas fibras, ao se fundirem, constituem uma espécie de liga entre as demais fibras.

Dependendo das propriedades do material, opta-se pelo processo de Agulhagem, Termofixação ou por uma combinação de ambos. Os processos de Cardagem e Dobramento, por sua vez, terão sempre a mesma produção que o processo de Agulhagem ou Termofixação, dependendo do produto. Isto é resultado da integração que a linha apresenta - o material que sai de um processo é todo transportado em esteiras para o processo seguinte.

A determinação prévia de qual provavelmente será a densidade superficial e a densidade de Agulhagem, dada a finalidade do produto, pode ser feita com boa acuracidade, obviamente reunindo-se os devidos conhecimentos técnicos sobre não tecidos. Muitas vezes, quando o desenvolvimento de um produto parte da solicitação de um cliente específico, estes parâmetros já encontram-se pré-especificados. A largura da manta também é, na maioria dos casos, definida pelos clientes.

Definidas a densidade superficial, a largura da manta e a densidade de Agulhagem, a produção horária deste processo pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$P = \frac{60 \times d \times V \times L}{1,000}$$

onde

P : Produção ($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$);

d : Densidade superficial da manta de fibras ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$);

V : Velocidade de deslocamento da manta sob a tábua com agulhas ($\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$);

L : Largura da manta (m).

Como a densidade de Agulhagem é expressa por:

$$D = \frac{f \times N}{V}$$

onde

D : Densidade de Agulhagem (n° agulhadas $\cdot \text{m}^{-2}$);

f : Frequência de movimentação da tábua de agulhas (r.p.m.);

N : Número de agulhas por metro de largura da tábua (n° agulhas $\cdot \text{m}^{-1}$);

V : Velocidade de deslocamento da manta sob a tábua com agulhas ($\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$).

temos que:

$$P = \frac{60 \times d \times f \times N \times L}{1,000 \times D}$$

onde

P : Produção ($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$);

d : Densidade superficial da manta de fibras ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$);

f : Frequência de movimentação da tábua de agulhas (r.p.m.);

N : Número de agulhas por metro de largura da tábua (n° agulhas $\cdot \text{m}^{-1}$);

L : Largura da manta (m);

D : Densidade de Agulhagem (n° agulhadas $\cdot \text{m}^{-2}$).

A frequência de movimentação (f) e o número de agulhas por metro de largura (N) da tábua são outras duas variáveis que influem na produção horária do processo de Agulhagem. O fator N é uma constante do equipamento, enquanto a frequência tem sido mantida em um valor próximo do limite com que a máquina pode trabalhar, procurando conciliar otimização da produção, desgaste controlado do equipamento e nível de ruído satisfatório na fábrica (o nível de ruído é diretamente proporcional à frequência de Agulhagem).

É importante colocar que o preço dos não tecidos produzidos é sempre dado em unidades monetárias por quilo de material. A unidade de custeio deve estar alinhada com a unidade de precificação, o que explica o fato do resultado da fórmula anterior estar em quilos produzidos por hora.

Devido à já mencionada sincronização entre os processos, considerando que o produto seja também termofixado, a produção em quilos por hora do forno deve ser aproximadamente a mesma da Agulhagem.

Existem duas variáveis principais do processo de Termofixação sobre as quais pode-se atuar: a velocidade com que a manta passa pelo processo, e a temperatura do mesmo. Quanto maior for a temperatura, maior poderá ser a velocidade da manta para que ocorra a fusão das Fibras Bicomponentes incorporadas a ela. Estabelecida a velocidade no processo de Agulhagem através das fórmulas deduzidas anteriormente, ajusta-se a temperatura a esta velocidade.

Quando o material é apenas termofixado, pode-se trabalhar com diversas velocidades de produção, desde que a temperatura do forno seja mais alta para velocidades maiores. Nestes casos, deve-se chegar a um binômio temperatura do forno e velocidade da manta que otimize os custos, e resulte em um material com as características desejadas. Quanto maior a temperatura, maior o consumo de combustível por parte do forno, porém maior a produção horária.

Os tempos de processamento de Agulhagem e Termofixação estão sujeitos a um limite superior, representado pela capacidade de produção horária dos equipamentos que fazem a Preparação das fibras. Existem duas máquinas de Preparação para as linhas de não tecidos, sendo uma exclusiva para a linha nova e outra para a linha velha. Portanto, as produções em quilos por hora da Agulhadeira e da Termofixação não poderão ultrapassar a produção horária da Preparação, do contrário há falta de material.

Os estoques intermediários entre a Preparação e a Cardagem são pequenos, e os silos só permitem o armazenamento de um tipo de material por vez. Assim, no caso dos produtos em que a produção horária da Cardagem é menor do que a da Preparação, a produção deste setor deverá ser interrompida, no momento em que os silos estiverem cheios. Como consequência tem-se que as quantidades médias produzidas, por intervalo de tempo, pela Preparação e pela Cardagem, serão iguais.

Definidos os critérios para o cálculo dos tempos de processamento para um produto a ser desenvolvido, é necessária ainda a estimativa de seu volume de produção. O novo produto absorverá uma parcela dos custos fixos de cada Centro de Custo, como a depreciação das máquinas, que dependerá do volume total de produção previsto para o dado centro. Nos casos em que o produto é desenvolvido para clientes específicos, estes devem informar a quantidade que pretendem consumir. O volume atualmente consumido do material que o produto desenvolvido irá substituir é também um bom parâmetro, para estimativa do volume de produção.

Além dos custos que são acumulados nos Centros e depois alocados aos produtos, existem os Custos Diretos. No caso em análise, eles são representados pelos custos das matérias-primas utilizadas, que nos não tecidos são basicamente fibras - a maioria dos produtos desenvolvidos não têm sido tingidos, evitando o consumo de corantes. Trabalha-se com um número limitado de fibras, o que possibilita estimar-se previamente qual será o provável tipo de fibra, e os Custos Diretos, dos produtos em desenvolvimento.

As considerações feitas, e a implantação das modificações propostas, habilitam a equipe encarregada da pré-análise de viabilidade a estimar a rentabilidade dos produtos, aplicando os critérios de seleção da empresa.

Capítulo 4
Garantia de
Qualidade

4.1. Introdução

A questão da garantia de qualidade dos não tecidos produzidos será tratada neste capítulo. Procurou-se definir anteriormente um processo de desenvolvimento de produtos voltado para a qualidade. No entanto, de nada adianta ser capaz de desenvolver produtos que atendam às necessidades dos clientes, se a empresa não estiver apta a fabricá-los, consistentemente, de acordo com o especificado no projeto.

O tratamento deste processo-chave seguirá as mesmas etapas da metodologia utilizada no capítulo anterior, para o desenvolvimento de produtos.

Será empregado no capítulo o conceito de qualidade centrada no controle dos processos realizado por pessoas diretamente ligadas aos mesmos, o que difere de controlar a qualidade através de pessoas cuja única atribuição é inspecionar. Há uma série de vantagens do primeiro método em relação ao segundo, entre as quais podemos citar a maior agilidade na tomada de ações corretivas, uma vez que o responsável pela inspeção é o mesmo que fará a correção do processo, simplificando o fluxo de informações e reduzindo perdas através da produção de itens fora das especificações (o processo é corrigido mais rapidamente).

4.2. Enquadramento do Processo de Garantia de Qualidade

| | GARANTIA DE QUALIDADE |
|-------------------|--|
| FINALIDADE | Garantir a obtenção de produtos finais dentro dos padrões de qualidade exigidos pelo clientes. |
| INÍCIO | Recebimento das matérias-primas na fábrica. |
| TÉRMINO | Entrega dos produtos aos clientes. |
| FORNECEDOR | Fornecedores externos de matérias-primas. |
| CLIENTE | Consumidores dos produtos. |
| ENTRADA | Matérias-primas recebidas. |
| SAÍDA | Produtos dentro das especificações do projeto. |

Tabela 4.1: Enquadramento do Processo de Garantia de Qualidade

Elaborado pelo Autor

4.3. Fluxograma do Processo

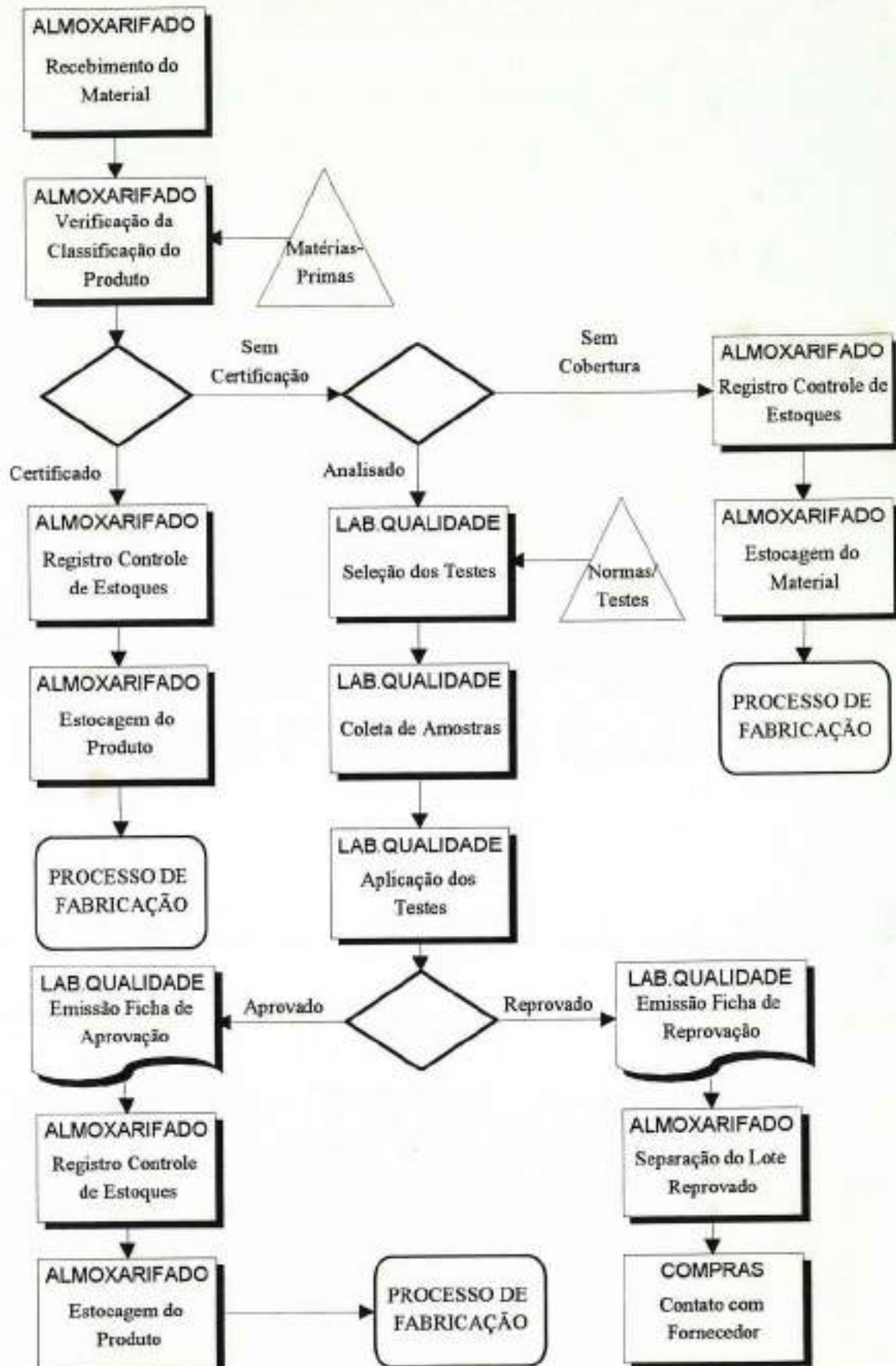


Figura 4.1: Fluxograma do Processo de Garantia de Qualidade - Matérias-primas

Elaborado pelo Autor

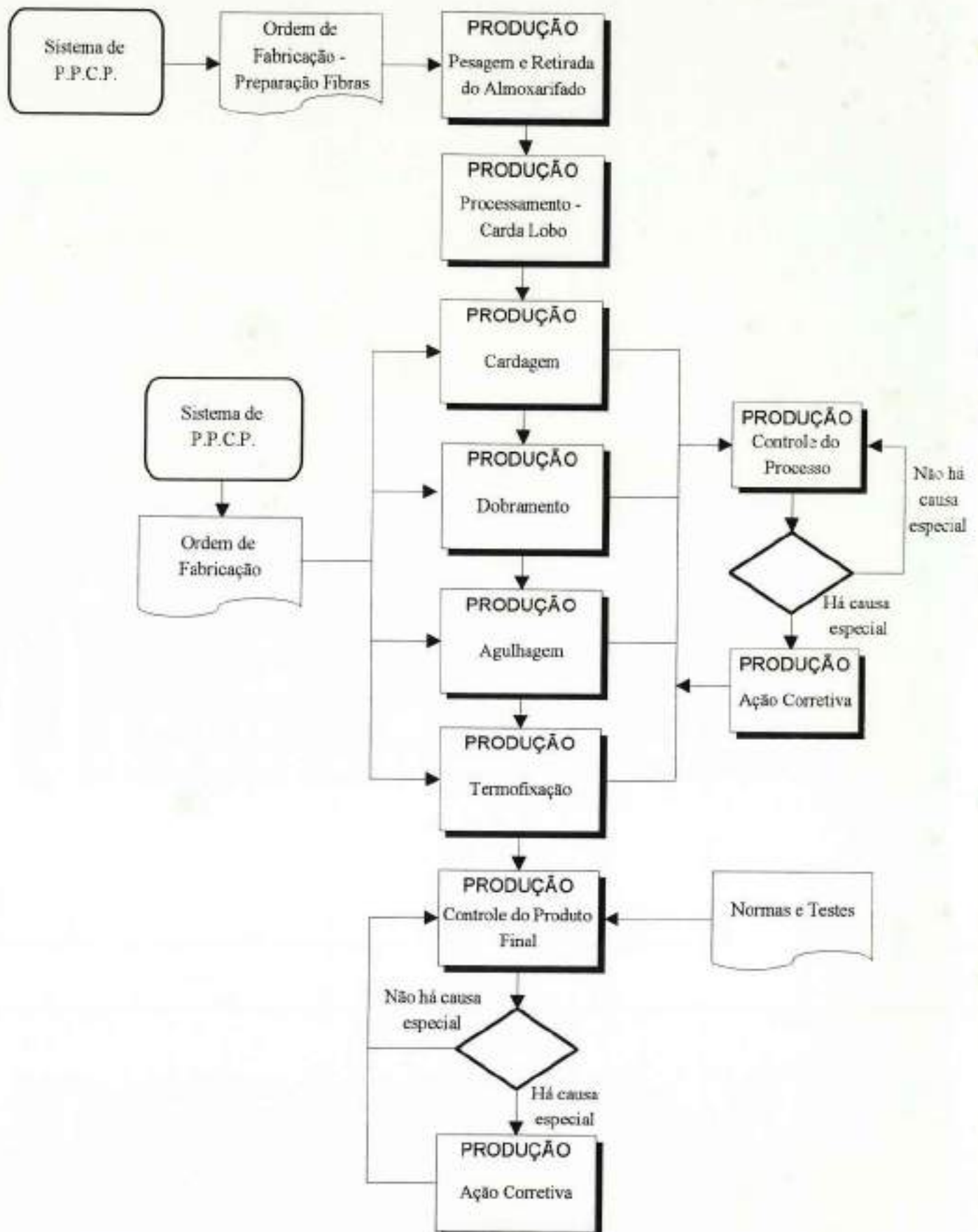


Figura 4.1: Fluxograma do Processo de Garantia de Qualidade - Fabricação e Produto Final
Elaborado pelo Autor

Nos próximos tópicos serão abordadas as atividades deste processo onde encontram-se as maiores oportunidades de melhoria.

4.4. Garantia de Qualidade das Matérias-primas

4.4.1. Situação Atual do Sistema: Produtos Certificados, Analisados e sem Cobertura

A próxima tabela sintetiza a situação atual do subprocesso, do ponto de vista do tratamento dispensado às matérias-primas que ele utiliza. Dividimos, para a construção desta tabela, os elementos em 4 grupos: fibras nacionais; fibras importadas; corantes, utilizados para tingimento das fibras; e outros produtos químicos, utilizados também no tingimento.

| | Nº Total de elementos | Elementos c/ certificação | Elementos analisados | Elementos s/ cobertura |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|
| Fibras nacionais | 12 | 0 | 12 (100%) | 0 |
| Fibras importadas | 2 | 0 | 2 (100%) | 0 |
| Corantes | 1 | 0 | 1 (100%) | 0 |
| Outros produtos químicos | 1 | 0 | 1 (100%) | 0 |
| Total de elementos | 16 | 0 | 16 (100%) | 0 |

Tabela 4.2: Situação Atual do Controle de Qualidade das Matérias-primas para Não Tecidos

Elaborado pelo Autor

Alguns aspectos merecem ser ressaltados sobre a tabela anterior:

1. o reduzido número de elementos (16) com que o negócio de não tecidos vem trabalhando, o que é explicado pela própria simplicidade do produto, e pelo fato de que a grande maioria dos produtos têm sido desenvolvidos sem a necessidade de tingimento (são comercializados na cor original das fibras - branco). Este aspecto facilita o funcionamento do sistema para garantia de qualidade;
2. a relativa segurança, oferecida pelo sistema atual, de que as matérias-primas utilizadas estão dentro das especificações, o que traduz-se pela inexistência de elementos sem cobertura (elementos não certificados ou analisados pelo fornecedor, e que também não passam por qualquer tipo de análise internamente);

3. a distância entre a situação atual do sistema e uma situação ideal, onde todas as matérias-primas são certificadas pelo fornecedor, tendo suas características garantidas, e podendo ser utilizadas, sem qualquer tipo de análise, assim que são entregues na fábrica. Há confiança no fornecedor, adquirida através de um relacionamento de parceria com o mesmo.

4.4.2. Priorização dos Fornecedores

Com o intuito de conduzir a situação atual em direção à situação ideal, ampliando a confiança em cada fornecedor e reduzindo a necessidade de análises e inspeções, deve ser estabelecido um plano de trabalho para contactação dos fornecedores mais prioritários. Como a maioria dos não tecidos desenvolvidos não têm necessitado de tingimento - são comercializados na cor branca - as matérias-primas utilizadas são basicamente fibras. A priorização dos fornecedores de fibras a princípio deve levar em consideração dois fatores: os valores dispendidos com a aquisição das matérias-primas fornecidas, e o desempenho que estas vêm alcançando.

A tabela a seguir contém dados hipotéticos, que serão utilizados para efeito de exemplificação. Nesta tabela, o consumo percentual representa a parcela, do valor total gasto na aquisição das fibras, dispendida com cada tipo de material. Cada tipo de fibra recebe ainda uma nota de 0 a 10, de acordo com seu desempenho, em termos de conformidade com as especificações e problemas apresentados na produção. A pontuação de cada fibra é então calculada multiplicando-se o consumo percentual pela diferença entre 10 e o desempenho apresentado. O intuito é que as fibras com maior consumo e pior desempenho recebam maior pontuação. Para a atribuição da pontuação de cada fornecedor, calculou-se a média, ponderada pelo consumo, do desempenho das fibras por ele fornecidas. O cálculo de sua pontuação foi então realizado de forma análoga ao de cada fibra.

| Fornecedor | No Fibra | Consumo (%) | Desempenho | Pontuação |
|------------------------|-----------|-------------|------------|------------|
| A - Nacional | 1 | 3 | 9 | 3 |
| | 5 | 3 | 7 | 9 |
| | 6 | 6 | 8 | 12 |
| | 8 | 6 | 6 | 24 |
| | 10 | 3 | 2 | 24 |
| Total A | 5 | 21 | 7 | 72 |
| B - Nacional | 2 | 3 | 5 | 15 |
| | 3 | 4 | 7 | 12 |
| | 4 | 46 | 8 | 92 |
| | 7 | 2 | 3 | 14 |
| | 9 | 2 | 2 | 16 |
| | 11 | 4 | 2 | 32 |
| Total B | 6 | 61 | 7 | 181 |
| C - Estrangeiro | 30 | 13 | 8 | 26 |
| D - Estrangeiro | 31 | 5 | 7 | 15 |
| Total | 13 | 100 | 7 | |

Tabela 4.3: Consumo e Desempenho das Fibras Utilizadas

Elaborado pelo Autor

Para melhor visualização dos dados da tabela, foram construídos os Gráficos de Pareto a seguir.

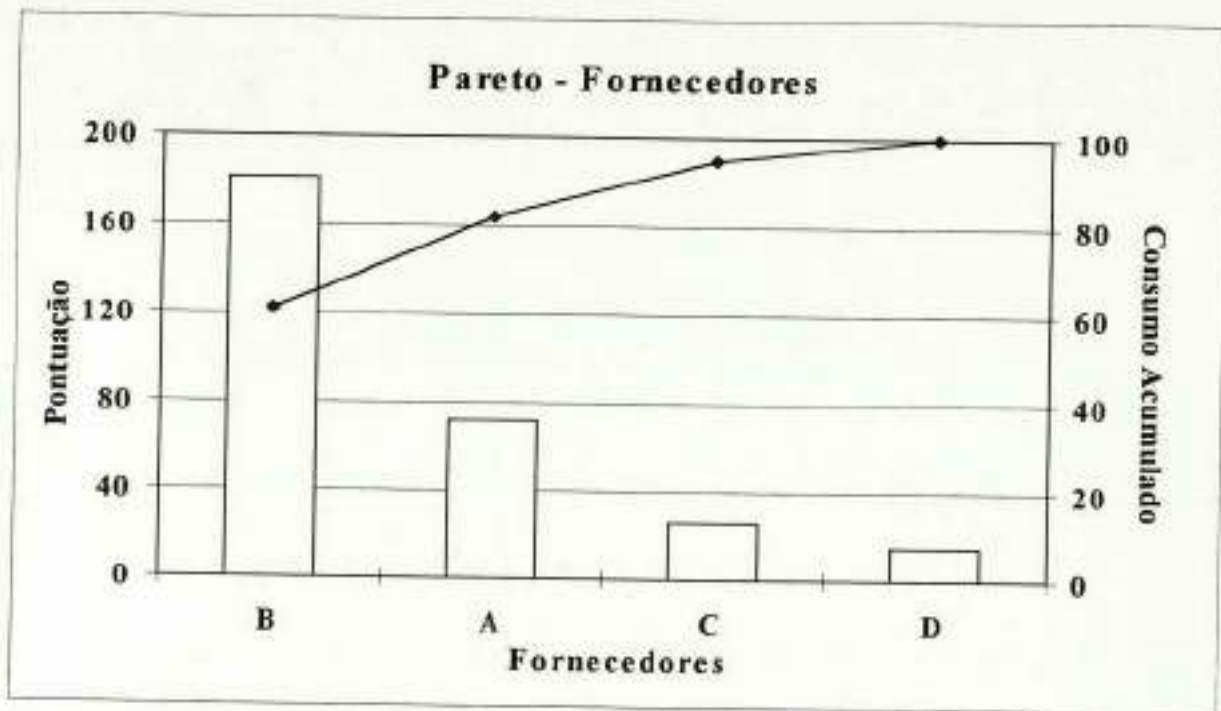


Figura 4.2: Gráfico de Pareto dos Fornecedores de Fibras

Elaborado pelo Autor

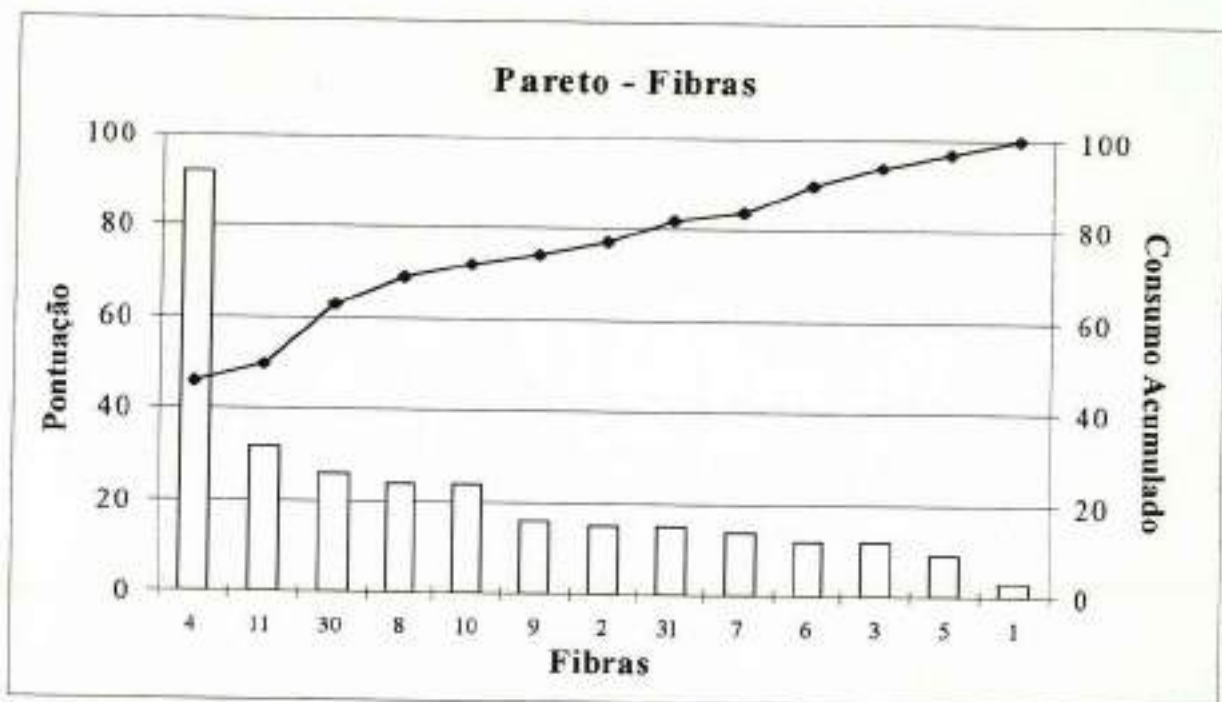


Figura 4.3: Gráfico de Pareto das Fibras Utilizadas

Elaborado pelo Autor

Segundo os gráficos, o fornecedor B deve ser o primeiro contactado, dando-se ênfase para a fibra 4 por ele fabricada.

A contactação do fornecedor¹ deve envolver as seguintes atividades:

- definição de um plano de trabalho junto a ele, estabelecendo que produtos podem ser certificados ou fornecidos com laudo (previamente analisados pelo próprio fornecedor), e quais continuarão sendo analisados internamente;
- definição das especificações e metodologias de análise;
- plano de avaliação do fornecedor;
- definição da sistemática de reclamações e devoluções;
- plano para aprimoramento do trabalho.

É importante que o sistema de qualidade das matérias-primas mantenha-se alinhado com os planos de trabalho que vierem a ser estabelecidos junto aos fornecedores. Sempre que houver mudanças, o almoxarifado deve ser informado sobre que matérias-primas podem ser liberadas para utilização no momento em que são entregues (certificadas ou sem cobertura), e quais as que devem aguardar aprovação do laboratório. O laboratório, por sua vez, deve estar atualizado em relação aos procedimentos de análises e testes acordados com os fornecedores, e sobre os planos de inspeção por amostragem.

4.4.3. Análises Laboratoriais Realizadas

Devido à dependência do sistema atual de análises laboratoriais realizadas internamente, realizou-se um levantamento dos principais testes e quais os procedimentos para sua aplicação.

O primeiro ponto notado foi a inexistência de registros descrevendo os ensaios, dificultando a sua aplicação de forma padronizada. As análises realizadas foram portanto descritas verbalmente pelo responsável pelo laboratório, e são as seguintes:

¹ Baseado em SERSON, S.M. *Tinta ou cor? a qualidade total como instrumento para reconceituar uma unidade de negócios*. São Paulo, 1991. 340p. Trabalho de Formatura - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

1. Comprimento das Fibras

Teste feito por amostragem em cada novo lote de fibras entregue no almoxarifado. Consiste em recolher amostra de aproximadamente 10 mg de um fardo recebido, com fibras paralelizadas e com as extremidades alinhadas. As fibras são então colocadas sobre um vidro, sob o qual tem-se um feltro escuro, o que facilita a visualização das fibras. Coloca-se sobre as fibras silicone líquido, o que facilita que elas sejam esticadas. As fibras são então medidas com auxílio de uma régua.

A pesquisa empreendida revelou a inexistência de normas que requeiram equipamentos tão simples como uma régua. No entanto, foi verificado que o principal fornecedor de fibras da empresa utiliza o mesmo método de inspeção descrito. Além disso, o intervalo de precisão para o comprimento da fibra, exigido pelo processo de fabricação de não tecidos, não é estreito (± 5 mm). O método utilizado é portanto adequado.

O problema encontrado nesta análise foi a utilização de um plano de amostragem inadequado. Em um plano de amostragem simples² determina-se, por meio das tabelas da norma N.B.R.5425 (antiga N.B.309) da A.B.N.T., que define planos de amostragem por atributos, o tamanho da amostra (n) e o número de aceitação (a). Estes dependem do Nível de Qualidade Aceitável (N.Q.A.), definido como sendo a fração defeituosa do lote abaixo da qual o lote será considerado de boa qualidade, do grau de severidade desejado para a inspeção e do nível de inspeção escolhido.

² Baseado em FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI Controle estatístico do produto. São Paulo, s.d.

Recomenda-se a utilização, no início da inspeção, do grau de severidade normal, passando-se para um grau mais rigoroso se surgirem evidências, no decorrer das inspeções, de que a qualidade dos lotes não atende às especificações. Pelo contrário, caso os testes confirmem a qualidade aceitável do produto, deve-se atenuar o grau de severidade, onde as amostras, e portanto os custos de inspeção, são menores. As condições para passagem de um grau de severidade para outro estão claramente descritas na norma N.B.R.5425. Quanto ao nível de inspeção, o nível geral II deve ser utilizado, caso não haja alguma indicação em contrário.

Os n elementos devem ser sorteados aleatoriamente do lote e testados, computando-se o número de elementos fora de especificação (d). Sendo d maior do que o número de aceitação, o lote é rejeitado, do contrário ele é aceito.

No caso da inspeção do comprimento das fibras, considerando que cada lote pesa em torno de 10 toneladas (em média são recebidos 50 fardos de 200 kg por lote), temos:

| | |
|------------------------------|-----------------|
| massa de um fardo | 10 ton |
| massa de uma amostra | 10 mg |
| número de amostras por fardo | 10^9 amostras |

Para esta quantidade de elementos, utilizando-se um plano de amostragem simples, grau de severidade normal, e nível geral de inspeção II, deve-se analisar 1,250 amostras de 10 mg. Escolhendo-se N.Q.A. = 2.5 %, tem-se que, caso o número de amostras com comprimento fora das especificações seja maior que 21, o lote deve ser rejeitado.

Se utilizado um nível especial de amostragem (S_1), com o intuito de trabalhar-se com um menor número de amostras, e portanto correndo maior risco de aceitar-se um lote de má qualidade, o número de amostras é reduzido para 8 por lote. Neste caso, utilizando-se novamente N.Q.A. = 2.5 %, nenhuma das amostras testadas poderá ser defeituosa, para que o lote seja aceito.

Atualmente, são selecionados 5 fardos de cada lote e retirada apenas uma amostra de cada um. O tamanho desta amostragem é insuficiente frente ao tamanho da população com que se está trabalhando, expondo a empresa a um risco elevado de aceitação de lotes com nível de qualidade inferior ao N.Q.A. (risco do consumidor).

Além disso, o plano de amostragem não sofre adaptações de uma forma sistemática, dependendo da qualidade apresentada por cada fornecedor nas últimas entregas.

2. Fusão das Fibras Bicomponentes

Neste teste, as Fibras Bicomponentes são mantidas em estufa por 5 minutos a 140°C. Após este período de exposição ao calor, é verificado o estado das fibras - se elas estiverem amolecidas, a amostra é aprovada.

Este procedimento não avalia satisfatoriamente a qualidade das fibras, devido aos seguintes motivos:

- o grau de amolecimento após a exposição ao calor não é medido, sendo avaliado apenas qualitativamente;
- não se sabe o momento exato, dentro do período de exposição ao calor, em que a fibra atinge o ponto de amolecimento;
- a temperatura no interior da estufa não é controlada com precisão.

A pesquisa de um método de ensaio mais adequado deve ser realizada, uma vez que a análise atual não confere segurança quanto à qualidade do produto.

Sintetizando o que foi dito sobre as análises que vêm sendo aplicadas, deve-se implantar as seguintes melhorias:

- utilização de planos de amostragem definidos pela norma N.B.R.5425 para cada um dos testes realizados, negociando com os fornecedores quais os planos a serem seguidos. Deve-se ter em mente, em cada negociação, o risco do consumidor a que se está expondo, para os planos de amostragem acordados;

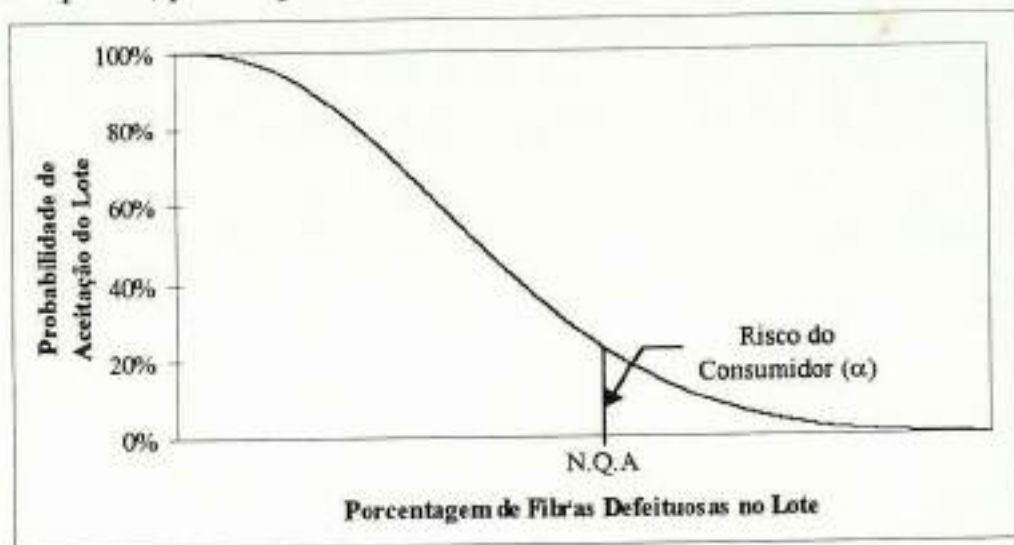


Figura 4.4: Curva Característica de Operação de um Plano de Amostragem

Elaborado pelo Autor

- implantação de um método mais adequado para análise das Fibras Bicomponentes. O fornecedor desta matéria-prima pode indicar o método utilizado por ele em seu controle de qualidade;
- introdução de métodos de inspeção do título (densidade linear), que representa um atributo das fibras tão importante, para o processo de fabricação, quanto o comprimento. Para esta inspeção, foi encontrado um procedimento padronizado através da norma **D 1577-90** da **A.S.T.M. (American Society for Testing the Materials)**, descrita no anexo deste trabalho. A aplicação desta norma requer a utilização de equipamentos simples, sendo basicamente uma balança, e um dispositivo para igualar o comprimento das fibras de uma amostra;

- documentação e arquivo dos métodos de ensaio e dos procedimentos para posteriores consultas, mantendo-se consistência em sua aplicação. Para isso todos os testes devem ser registrados em fichas padronizadas, compondo o Manual de Normas e Testes da empresa.

Manual de Normas e Testes

(01) Teste: _____

(02) Data Cadastramento: _____

(03) Objetivo: _____

(04) Aparentagem: _____

(05) Corpo de Prova: _____

(06) Procedimento: _____

(07) Resultado: _____

(08) Responsável: _____

(09) Visto: _____

Figura 4.5: Ficha do Manual de Normas e Testes

Baseado em SERSON, S.M. Tinta ou cor? a qualidade total como instrumento para reconceituar uma unidade de negócios. São Paulo, 1991. Trabalho de Formatura - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

Após a aplicação dos testes, não pode haver dúvidas sobre que materiais estão liberados para uso, e quais devem ser substituídos pelo fornecedor. Com este intuito, elaborou-se a ficha a seguir, que deve ser preenchida pelo funcionário do laboratório que aplicou o teste, e fixada ao lote aprovado ou reprovado em local bem visível.

Deve ser mantida no laboratório uma cópia desta ficha, com dois objetivos:

1. funcionar como um registro do desempenho dos fornecedores, permitindo a sua avaliação;
2. permitir rastreabilidade ao processo, uma vez que, com esta ficha, os resultados dos testes apurados para os lotes aprovados podem ser identificados através do número do lote. Caso haja posteriores problemas na fabricação, pode-se analisar, sabendo-se qual o lote utilizado, o comportamento desta matéria-prima nas análises laboratoriais, mudando-se eventualmente os limites de especificação para os testes de laboratório.

Ficha de Aprovação / Reprovação

☐ **Aprovado**

☐ **Reprovado**

(01) Produto: _____

(02) N° do lote: _____

(03) Fornecedor: _____

(04) N° Nota Fiscal: _____

(05) Data Nota Fiscal: _____

(06) Resultado dos Testes

Comprimento das Fibras: _____

Fusão das Bicomponentes: _____

(07) Motivo da Reprovação: _____

(08) Responsável pela análise: _____ **(09) Visto:** _____

Figura 4.6: Ficha de Identificação de Materiais Aprovados e Reprovados

Elaborado pelo Autor

4.5. Garantia de Qualidade da Fabricação

Garantindo-se a conformidade das matérias-primas com as especificações, será tratada neste tópico a questão da garantia da fabricação dos produtos em conformidade com o que foi especificado em seu desenvolvimento.

4.5.1. Preparação das Fibras

Este processo consiste na abertura dos fardos e mistura dos diferentes tipos de fibras que irão compor o não tecido.

Nesta etapa deve-se garantir a composição do produto, separando-se as quantidades especificadas de cada tipo de fibra através da pesagem. Para tanto, o funcionário responsável pela execução deste processo deve receber uma ordem de fabricação com os tipos de fibras e respectivas quantidades, calculadas com base no volume a ser produzido de determinado não tecido, e na composição deste produto, especificada na Ficha de Especificação Técnica de Produto e Processo, vista anteriormente. As quantidades de produtos finais e a sequência de produção são determinadas pelo responsável pelo planejamento e programação da produção. O modelo de ordem de fabricação para este processo deve conter as informações presentes na próxima ficha.

Ordem de Serviço - Preparação das Fibras

(01) Data: / /

| Fibra | Quantidade (kg) | Nº do Lote |
|-------|-----------------|------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

(02) Responsável P.P.C.P.: _____ (03) Visto: _____

(04) Responsável produção: _____ (05) Visto: _____

Figura 4.7: Ordem de Serviço - Preparação das Fibras

Elaborado pelo Autor

Ao receber a ordem de fabricação, o responsável por este processo encontra as duas primeiras colunas previamente preenchidas, por quem define a programação da produção. No entanto, as informações da terceira coluna só são obtidas quando as fibras são retiradas do almoxarifado. Estas informações são importantes para a rastreabilidade do processo, permitindo identificar que fibras foram utilizadas em dias em que a produção apresentou problemas, e quais foram os resultados destas fibras nas análises laboratoriais. As ordens de fabricação devem ser arquivadas pelo responsável pela preparação das fibras.

Um último aspecto sobre esta etapa diz respeito à verificação da composição da mistura de fibras, que não tem sido feita. Através de pesquisa, foi encontrada uma norma descrevendo um procedimento para verificação desta composição. Esta norma encontra-se sintetizada no anexo deste trabalho.

4.5.2. Cardagem, Dobramento, Agulhagem e Termofixação

As demais etapas do processo de fabricação são executadas por uma equipe de três funcionários. Estes devem receber do responsável por P.P.C.P. uma ordem de serviço do seguinte modelo, cuja fonte de informações dos parâmetros do processo é a Ficha de Especificação Técnica do produto a ser feito:

Ordem de Serviço - Carda / Dobrador / Agulhadeira / Forno

(01) Código Produto: _____ (02) Data: ____ / ____ / ____

(03) Quantidade (kg): _____

(04) Carda

| | | |
|-----------------------------------|---------------|--|
| Contentor (mm) | Entrada | |
| | Saída | |
| Velocidade (m.min ⁻¹) | <i>Doffer</i> | |

(05) Dobrador

| | | |
|--------------------------------------|------------------|--|
| Velocidade (m.min ⁻¹) | Cinta coletadora | |
| | Carro | |
| | Cinta dobragem | |

(06) Agulhadeira

| | | |
|--------------------------------------|------------------|--|
| | Penetração (mm) | |
| | Frequência (rpm) | |
| Velocidade (m.min ⁻¹) | Entrada | |
| | Saída | |

(07) Forno

| | |
|-------------------------------------|--|
| Temperatura (°C) | |
| Vel. esteira (m.min ⁻¹) | |

(08) Calandra

| | | |
|--------------------------------------|---------------|--|
| Temperatura (°C) | Cil. superior | |
| | Cil. inferior | |
| Velocidade (m.min ⁻¹) | Cil. superior | |
| | Cil. inferior | |
| | Abertura (mm) | |

(09) Responsável P.P.C.P.: _____ (10) Visto: _____

(11) Responsável produção: _____ (12) Visto: _____

Figura 4.8: Ordem de Serviço - Carda / Dobrador / Agulhadeira / Forno**Elaborado pelo Autor**

Realizado o *set-up* das máquinas para a produção, a equipe responsável deve monitorar o processo de forma sistemática, tomando eventualmente ações corretivas. No entanto, é preciso saber quando ações corretivas são realmente necessárias, ou seja, quando existem CAUSAS ESPECIAIS atuando sobre o processo, tornando-o fora de controle.

Uma ferramenta que auxilia a decisão na tomada de uma ação corretiva são os Gráficos de Controle³. Para os parâmetros do processo a serem controlados, devem ser utilizados Gráficos de Controle de Medida Única. De nada adianta serem efetuadas diversas medidas da velocidade do *Doffer* no mesmo instante pois, a menos que haja erro de leitura, todas elas deverão apresentar o mesmo valor. Nestes casos, constrói-se gráficos baseados nas medidas individuais e na amplitude das últimas *n* medidas.

Para o Gráfico de Controle das medidas individuais, são estabelecidos os Limites Superior e Inferior de Controle, calculados pelas fórmulas:

$$L.I.C. = \mu - 3\sigma$$

$$L.S.C. = \mu + 3\sigma$$

onde

μ : média da população que estamos controlando;

σ : desvio padrão da população.

A média da população deve corresponder ao valor estabelecido para o parâmetro do processo na Ordem de Serviço.

³ Baseado em FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI Gráficos de controle de variáveis. São Paulo, s.d..

Já o desvio padrão, como não é conhecido, deve ser estimado através de amostras retiradas com cuidados especiais, de forma a estarem presentes apenas CAUSAS COMUNS de variação. O desvio padrão é então estimado com base na média das amplitudes. A partir da distribuição de probabilidades da amplitude da amostra (R), demonstra-se que uma estimativa do desvio padrão da população é dada por:

$$\sigma \rightarrow \frac{R_{\text{média}}}{d_2}$$

onde

σ : desvio padrão da população;

$R_{\text{média}}$: amplitude média;

d_2 : constante.

Para o Gráfico de Controle da amplitude, temos:

$$L.I.C. = D_3 * R_{\text{média}}$$

$$L.S.C. = D_4 * R_{\text{média}}$$

onde

$R_{\text{média}}$: amplitude média;

D_3 e D_4 : constantes.

É importante lembrar que os limites superior e inferior dos dois gráficos são calculados de forma que a probabilidade de um ponto cair fora dos limites, sem a existência de uma CAUSA ESPECIAL atuando no processo, é muito pequena. Portanto, quando a medida tomada de um parâmetro encontrar-se nesta situação, deve-se buscar uma ação corretiva.

Os parâmetros do processo a serem controlados através de gráficos são:

- **Carda**

Velocidade do *Doffer*.

- **Dobrador**

Velocidades da cinta coletadora, carro e cinta de dobragem.

- **Agulhadeira**

Penetração das agulhas;

Frequência;

Velocidades de entrada e saída da manta.

- **Forno**

Temperatura;

Velocidade da esteira.

- **Calandra**

Temperaturas dos cilindros superior e inferior;

Velocidades dos cilindros superior e inferior;

Abertura entre os cilindros.

As aberturas do contentor não serão controladas por intermédio de Gráficos de Controle, porque não devem apresentar variações mesmo devido a CAUSAS COMUNS. Se qualquer variação for detectada nestes parâmetros, alguma ação corretiva deverá ser tomada, pois certamente há CAUSAS ESPECIAIS atuando.

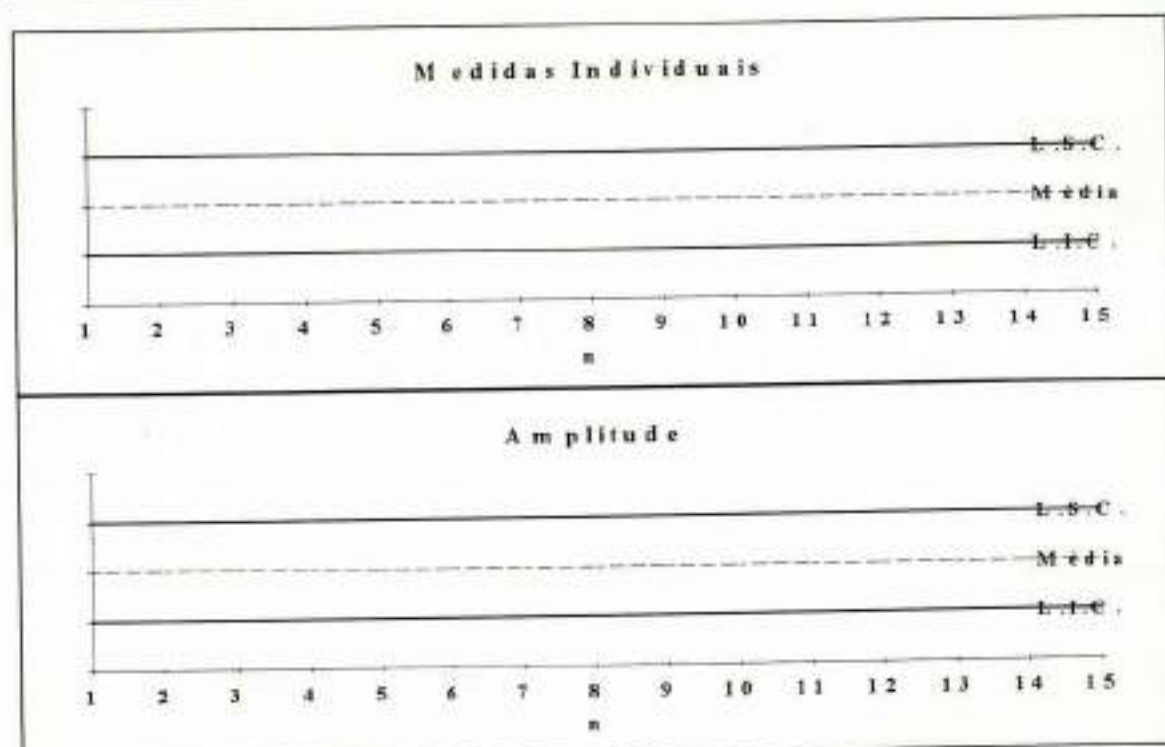
Ficha de Gráfico de Controle

(01) Código do Produto: _____

(02) Data: ____ / ____ / ____

(03) Parâmetro do Processo: _____

| n | Valor | Atual - anterior | Hora | Ação adotada | Operador |
|----|-------|------------------|------|--------------|----------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | | | | | |



(04) Responsável produção: _____

(05) Visto: _____

Figura 4.9: Ficha de Gráfico de Controle

Baseado em SERSON., S.M. Tinta ou cor? a qualidade total como instrumento para reconceituar uma unidade de negócios. São Paulo, 1991. Trabalho de Formatura - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

4.6. Garantia de Qualidade do Produto Final

Embora tenha-se estabelecido um sistema que procura garantir a conformidade das matérias-primas e dos processos com o especificado no projeto, é ainda necessário o controle de alguns atributos do produto final. Isto porque a atuação de algumas variáveis, como a umidade relativa do ar, impedem um comportamento totalmente uniforme da fibra ao longo da linha de produção. A presença destas variáveis muitas vezes exige alterações nos parâmetros dos processos, para que o produto final tenha as características desejadas. Além disso, o controle do produto final é necessário para detectar problemas nas especificações originais do projeto, e reduz a vulnerabilidade a falhas nos equipamentos de medição e controle utilizados na linha.

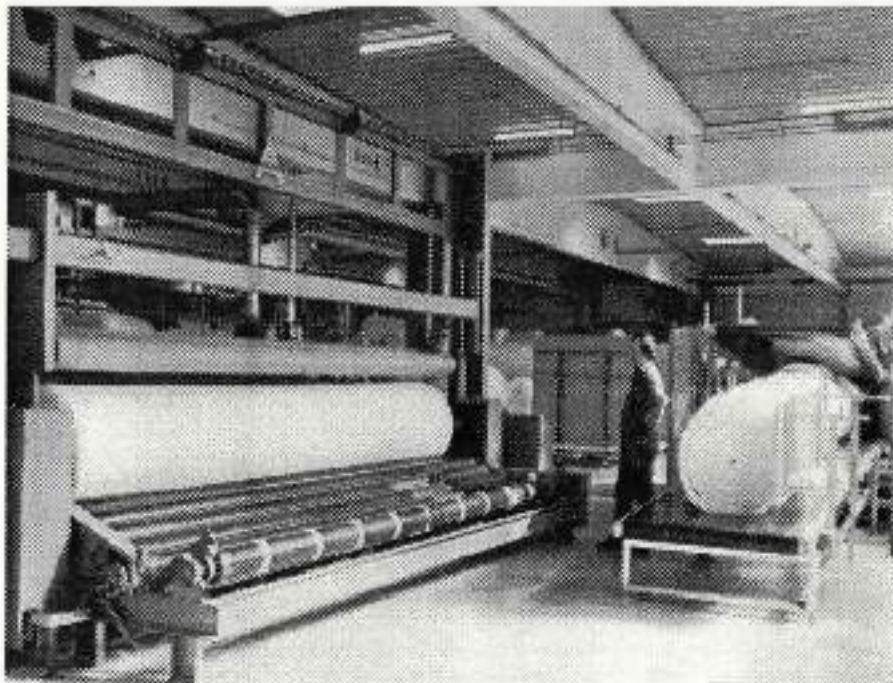


Figura 4.10: O Produto Final na Saída da Máquina

**Extraído de Catálogo de Fornecedor de Máquinas para
Fabricação de Não Tecidos**

4.6.1. Métodos de Inspeção

Os atributos do produto final a serem controlados são a espessura, densidade superficial e o encolhimento do não tecido. Outros atributos poderão eventualmente ser controlados, dependendo das características do produto que os clientes finais necessitam estarem garantidas.

Para o controle da espessura, a empresa não dispunha de um equipamento adequado, que permitisse a medição com REPETIBILIDADE e REPRODUTIBILIDADE.

Define-se REPETIBILIDADE⁴ como sendo o grau de concordância entre os resultados das medições sucessivas de uma mesma grandeza de uma mesma peça, efetuadas através do mesmo método, pelo mesmo operador, com o mesmo instrumento e nas mesmas condições de utilização.

REPRODUTIBILIDADE, por sua vez, é a variação da média das medições feitas por diferentes operadores, usando o mesmo instrumento, medindo as mesmas peças, com o mesmo método.

Dos equipamentos de medição disponíveis, o paquímetro foi em princípio empregado. No entanto, medir a espessura de um não tecido com um paquímetro não garante REPETIBILIDADE e REPRODUTIBILIDADE principalmente devido à pressão do instrumento sobre o material - quanto maior a pressão, menor será a espessura medida. É difícil garantir que um mesmo operador em várias medições, ou operadores diferentes, aplicarão pressões uniformes com o paquímetro sobre o material medido.

Além disso, seguindo o conceito de manter o controle próximo ao processo, sendo feito pelos responsáveis pela produção, o instrumento utilizado deve permitir leituras ágeis, não tomando tempo excessivo do operador.

⁴ Baseado em FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI Confiabilidade metrológica. São Paulo, s.d.

O instrumento encontrado mais adequado para controle da espessura é o que se encontra representado na figura a seguir. Com este instrumento, a pressão aplicada sobre o material medido é constante, definida pelo dispositivo que causa o fechamento das hastes do aparelho. A leitura é fácil, sendo possível indicar visualmente, no próprio relógio de leitura, quais são os limites de especificação dentro dos quais a grandeza deve estar.

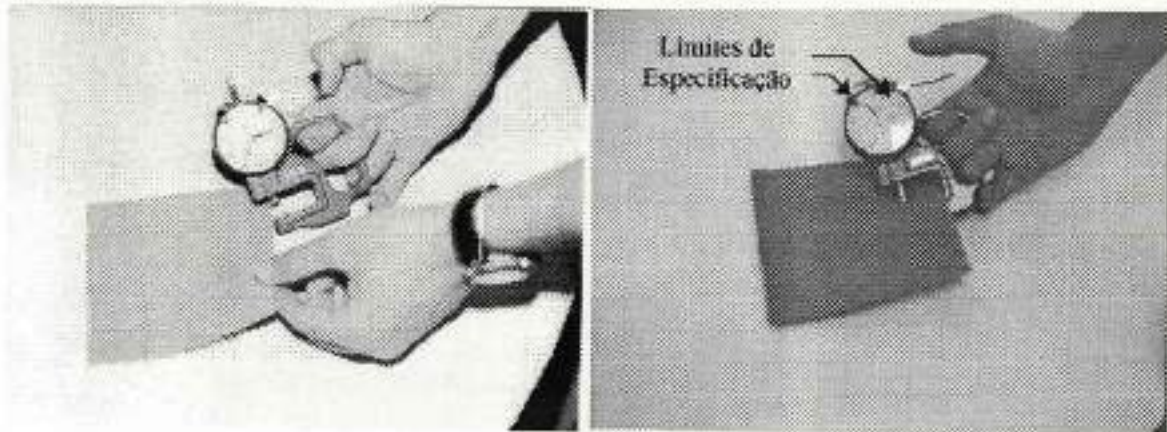


Figura 4.11: Instrumento para Medição de Espessura

Fotos Tiradas na Empresa

Para a verificação da densidade superficial ou gramatura do produto, o procedimento consiste em retirar, com auxílio de uma tesoura, uma amostra de área igual à de um gabarito de forma retangular, medindo sua massa com uma balança.

Na verificação do encolhimento do não tecido, a mesma amostra do teste anterior, cuja área é igual à do gabarito, sendo portanto conhecida, é utilizada. Esta amostra é colocada em estufa, por intervalo de tempo e a uma temperatura pré-determinados pelo cliente que requisita o teste. Retira-se então o material da estufa e recalcula-se sua área, o que permite chegarmos à redução desta grandeza devido ao calor.

Os três atributos do produto final deverão ser controlados também através de Gráficos de Controle, de forma análoga aos parâmetros do processo. Isto implica em interromper a produção para a retirada de amostras, que comprometem uma área de material igual ao produto entre a dimensão longitudinal da amostra e a largura do rolo. Como os não tecidos industriais têm que ser comercializados em rolos de comprimento pré-estabelecido pelo cliente (de forma geral entre 200 e 350 metros), retirar amostras enquanto um rolo não está completo implica em perdas significativas de material, além de reduzir a produtividade. Estando o processo sob controle, a frequência de retirada de amostras determinada pelo comprimento do rolo é suficiente. Caso CAUSAS ESPECIAIS sejam detectadas - existência de pontos fora dos limites dos Gráficos de Controle - esta frequência deve ser ampliada, até que estas causas sejam eliminadas.

Os atributos do produto final devem ser controlados com a utilização de gráficos de controle, assim como os parâmetros do processo. A ficha representada na figura 4.9 deve ser utilizada na linha de produção para monitoramento das características do produto.

4.6.2. Análise de Capabilidade⁵

Até o presente momento, foi estabelecido um sistema para verificar e garantir que o processo produtivo mantém-se sob controle estatístico no decorrer do tempo. Isto difere de garantir que o processo, considerando que se encontra sob controle estatístico, irá atender às especificações exigidas pelo cliente.

⁵ Baseado em FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI Gráficos de controle de variáveis. São Paulo, s.d.

Define-se CAPABILIDADE como sendo a capacidade do processo de produzir itens que enquadrem-se nas especificações pré-estabelecidas pelo cliente. A análise de CAPABILIDADE torna-se importante no sentido de evitar que contratos sejam firmados sem que a empresa possa adequadamente cumpri-los. O conhecimento dos limites possíveis de especificação do processo evita o fechamento de negócios que provavelmente trarão problemas posteriores ao fornecimento, desgastando o relacionamento com os clientes.

Realizou-se, como exemplo, a análise de CAPABILIDADE de um dos atributos do produto final que são controlados. O mesmo método deve ser aplicado para as demais grandezas com limites especificados pelos clientes.

Inicialmente, foram retiradas 15 amostras de um mesmo produto referentes a uma mesma ordem de serviço. Para cada amostra, a espessura do material foi medida em 4 pontos, totalizando 60 medições.

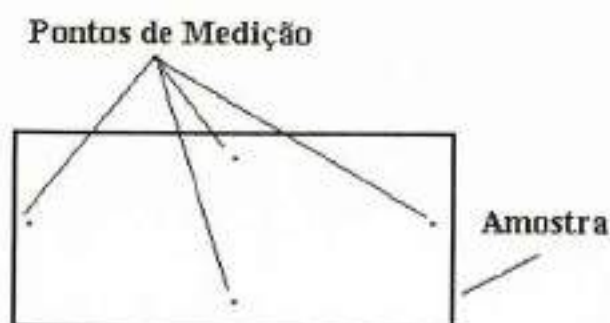


Figura 4.12: Pontos de Medição da Espessura da Amostra
Elaborado pelo Autor

Para as 15 amostras, foram construídos os Gráficos de Controle das medidas individuais e das amplitudes, com o objetivo de verificar se o processo encontrava-se sob controle estatístico enquanto as amostras foram produzidas. Os 5 grupos de 4 medidas com médias que excederam os limites do gráfico foram excluídos, por representarem medições onde o processo estava fora de controle estatístico, e os cálculos dos limites refeitos sem eles. Os dados resultantes estão na próxima tabela.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | Média | Ampl. |
|----------|------|------|------|------|-------|-------|
| 1 | 85.0 | 75.0 | 76.0 | 82.0 | 79.5 | 9.0 |
| 2 | 80.0 | 75.0 | 75.0 | 80.0 | 77.5 | 5.0 |
| 3 | 70.0 | 78.0 | 76.0 | 76.0 | 75.0 | 8.0 |
| 4 | 80.0 | 75.0 | 90.0 | 85.0 | 82.5 | 15.0 |
| 5 | 88.0 | 80.0 | 83.0 | 83.0 | 83.5 | 8.0 |
| 6 | 70.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 75.0 | 10.0 |
| 7 | 70.0 | 75.0 | 76.0 | 75.0 | 74.0 | 6.0 |
| 8 | 86.0 | 86.0 | 80.0 | 80.0 | 83.0 | 6.0 |
| 9 | 80.0 | 78.0 | 90.0 | 76.0 | 81.0 | 14.0 |
| 10 | 72.0 | 83.0 | 90.0 | 70.0 | 78.8 | 20.0 |
| Σ | | | | | 789.8 | 101.0 |
| Médias | | | | | 79.0 | 10.1 |

Tabela 4.4: Medições de Espessura de um Material

Elaborado pelo Autor

Para amplitudes calculadas entre 4 medições consecutivas, temos que:

$$d_2 = 2.059$$

$$D_3 = 0$$

$$D_4 = 2.282$$

Com estes parâmetros, os limites dos Gráficos de Controle podem ser calculados pelas fórmulas a seguir.

Gráfico de Controle das Medidas Individuais

$$L.I.C. = X_{\text{média}} - \frac{(3 * R_{\text{média}})}{d_2 * \sqrt{n}} = 79.0 - \frac{(3 * 10.1)}{2.059 * \sqrt{4}} = 71.6$$

$$L.S.C. = X_{\text{média}} + \frac{(3 * R_{\text{média}})}{d_2 * \sqrt{n}} = 79.0 + \frac{(3 * 10.1)}{2.059 * \sqrt{4}} = 86.4$$

Gráfico de Controle das Amplitudes

$$L.I.C. = D_3 * R_{\text{média}} = 0 * 10.1 = 0$$

$$L.S.C. = D_4 * R_{\text{média}} = 2.282 * 10.1 = 23.0$$

Os gráficos obtidos são:

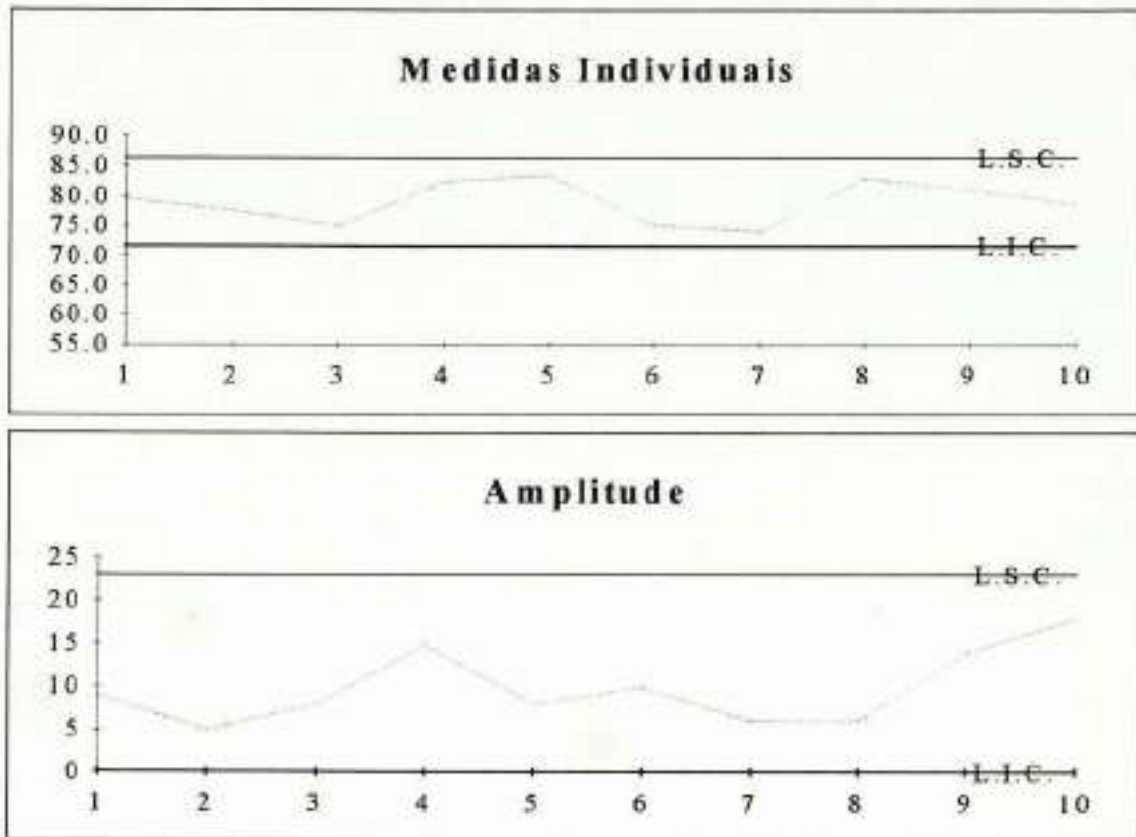


Figura 4.13: Gráficos de Controle da Espessura de um Não Tecido

Elaborado pelo Autor

Como o processo encontrava-se sob controle estatístico, pode-se usar a estimativa do desvio-padrão da população, obtida através da amostra anterior, para a análise de capacidade. O desvio padrão estimado é:

$$\sigma = \frac{R_{media}}{d2} = \frac{10.1}{2.059} = 4.9$$

Com este desvio padrão, a análise de capacidade consistirá em calcular o menor limite de especificação que o processo está apto a atender. Para isso assumiremos duas premissas:

1. as medidas da espessura da população seguem uma distribuição Normal;
2. o processo encontra-se apto a atender determinado limite de especificação quando 99.98% do material produzido tem espessura dentro dos limites especificados.

Pela tabela da distribuição Normal, o valor de z_0 para que

$$P(0 \leq Z \leq z_0) = 49.99\% \left(\frac{99.98\%}{2} \right) \text{ é } 3.62.$$

Como

$$z_0 = \frac{|X - X_{medio}|}{\sigma}$$

temos

$$|X - X_{medio}| = z_0 * \sigma = 3.62 * 4.9 = 18$$

ou seja, 99.98% das medidas de espessura obtidas deverão estar a uma distância no máximo igual a 18×10^{-2} mm da média.

Com isso, pode-se concluir que o processo poderá atender satisfatoriamente limites de especificação de espessura maiores ou iguais à medida especificada $\pm 18 \times 10^{-2}$ mm.

Supondo que, para o produto utilizado nesta análise, a espessura exigida pelo cliente era de $80 \pm 10 \times 10^{-2}$ mm, a porcentagem de material fornecido fora dos limites de especificação pode ser estimada da seguinte maneira:

$$X_{medio} = 79$$

$$\text{Limite Superior de Especificação (L.S.E.)} = 90$$

$$\text{Limite Inferior de Especificação (L.I.E.)} = 70$$

$$z_{LSE} = \frac{|90 - 79|}{4.9} = 2.24$$

$$z_{LIE} = \frac{|70 - 79|}{4.9} = 1.84$$

Pela tabela da distribuição Normal:

$$P(Z > z_{LSE}) = 1.25\%$$

$$P(Z < z_{LJE}) = 3.29\%$$

o que indica que em média 4.54% do não tecido entregue ao cliente deve apresentar espessura menor do que .70 mm ou maior do que .80 mm. É importante colocar que para muitos dos clientes da empresa é essencial que a espessura esteja dentro dos limites especificados, uma vez que utilizarão este material em processos que pressupõe o respeito a estes limites, apresentando problemas do contrário. Neste sentido, duas ações devem ser tomadas:

1. analisar a Capabilidade do processo para os demais atributos exigidos pelo cliente, não se comprometendo a fornecer produtos fora dos limites de especificação que o processo está apto a atender;
2. buscar melhorias no processo, que propiciem trabalhar com limites de especificação cada vez mais estreitos, possibilitando o atendimento a uma gama maior de clientes.

Capítulo 5
Planejamento e
Programação da
Produção

5.1. Introdução

Uma das principais necessidades levantadas pelos clientes, nas entrevistas realizadas para construção da matriz 1 do Q.F.D. no capítulo 2, foi a necessidade de pontualidade nas entregas. Com a redução de estoques e a adoção da filosofia *just-in-time* em muitos setores industriais, os elos que compõe a cadeia de produção devem, cada vez mais, ser capazes de atender aos prazos e às quantidades pré-estabelecidas. Uma unidade de negócios que se propõe a fornecer não tecidos para as indústrias de auto-peças, calçados e construção civil deve estar plenamente inserida neste contexto.

O processo de Garantia de Qualidade, tratado no capítulo anterior, não se encontrará completo sem um sistema que garanta o planejamento e programação da produção adequados. A satisfação dos clientes, e o sucesso do negócio, não serão obtidos apenas com o fornecimento de produtos em conformidade com as especificações técnicas. A conformidade das entregas com os prazos e quantidades acordados é tão importante quanto.

O sistema de planejamento e programação encontrado não apresenta o nível de estruturação e formalização desejados. Para o planejamento, procura-se manter a produção constante ao longo do ano, com base na previsão de vendas elaborada apenas para os cobertores e edredons - ainda não é feito qualquer tipo de previsão para os não tecidos industriais. Não há também nenhuma comprovação de que a manutenção da produção constante, ao longo do ano, é a alternativa que otimiza os custos da empresa.

Quanto à programação, devido à elevada ociosidade com que a linha vem trabalhando, a ausência de um sistema formalizado, para seqüenciação da produção dos diversos pedidos, ainda não tem apresentado sérios problemas. No entanto, com o aumento dos pedidos a serem atendidos, trazido pela introdução dos produtos industriais em desenvolvimento, o aprimoramento do sistema atual, totalmente baseado em decisões pessoais e experiência, deve se mostrar necessário.

O objetivo deste capítulo é propor e detalhar um sistema de planejamento e programação alternativo, que otimize os custos de fabricação, e provenha maior segurança quanto à conformidade das entregas com as quantidades e prazos estabelecidos.

5.2. Fluxograma do Sistema Proposto

O sistema proposto encontra-se esquematizado no fluxograma a seguir.

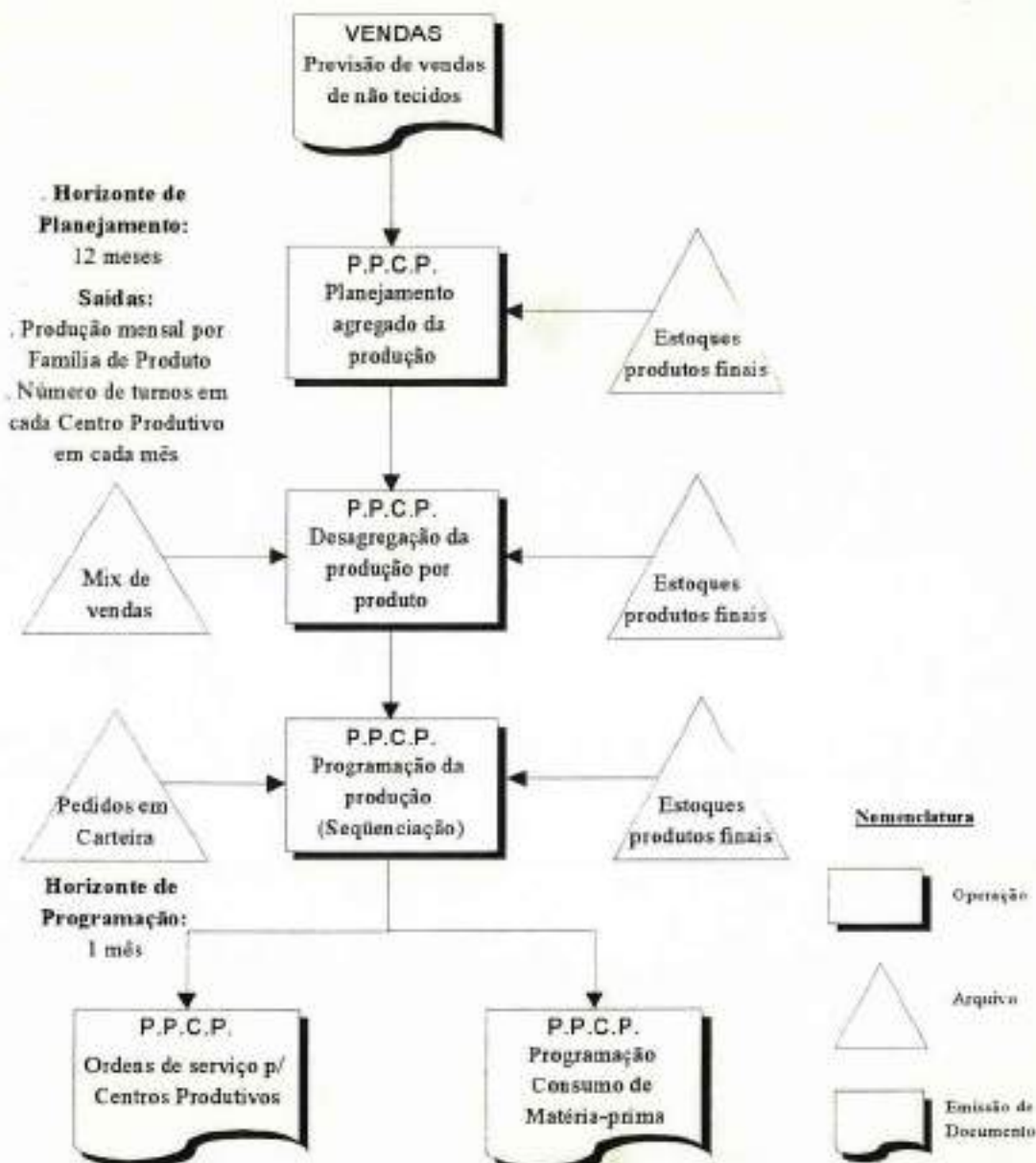


Figura 5.1: Fluxograma do Sistema de Planejamento e Programação da Produção

Elaborado pelo Autor

5.3. Entradas para o Planejamento e Programação

As entradas do sistema são representadas pela previsão de vendas que deverá ser feita, pelo próprio departamento de Vendas, para todas as famílias de produtos. Será definida família de produtos como sendo o conjunto de produtos, com o mesmo roteiro de fabricação, e com a mesma produção horária em cada um dos centros produtivos. Portanto, produtos de uma mesma família podem diferir basicamente em cor, em composição das matérias-primas (desde que esta diferença de composição não implique em diferenças significativas no custo de fabricação), e em alguns parâmetros do processo (desde que esta diferença entre os parâmetros não resulte em produções horárias diferentes para produtos de uma mesma família).

A previsão de vendas deve ser refeita a cada mês, compreendendo o período dos próximos 12 meses. Com este horizonte de previsão, o período completo de sazonalidade dos cobertores agulhados, feitos com não tecidos, e edredons, que utilizam não tecidos como enchimento, estará sendo coberto em todos os planejamentos realizados. Esta previsão deve ser registrada em relatório mensal padronizado, como o da figura que segue.

Previsão de Vendas - Outubro/94 a Setembro/95

(01) Data: / /

| Família de Produto | Out 94 | Nov 94 | Dez 94 | Jan 95 | Fev 95 | Mar 95 | Abr 95 | Mai 95 | Jun 95 | Jul 95 | Ago 95 | Set 95 |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

(03) Responsável: _____

(04) Visto: _____

Figura 5.2: Previsão de Vendas

Elaborado pelo Autor

Além da previsão de vendas, os pedidos em carteira, a posição de estoques e o mix de vendas dos produtos compõem as demais entradas do sistema. Os pedidos de clientes externos devem ser registrados, pelo responsável por sua colocação, em fichas padronizadas, conforme a figura a seguir.

Requisição de Produto

(01) Cliente: _____ (02) Data: ____ / ____ / ____

| Produto | Quantidade (kg) | Data de entrega |
|---------|-----------------|-----------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

(03) Responsável pelo pedido: _____ (04) Visto: _____

Figura 5.3: Requisição de Produto

Elaborado pelo Autor

5.4. Centros Produtivos do Sistema

O processo de fabricação de não tecidos, para efeito de planejamento e programação da produção, deve ser dividido em três blocos, ou centros produtivos:

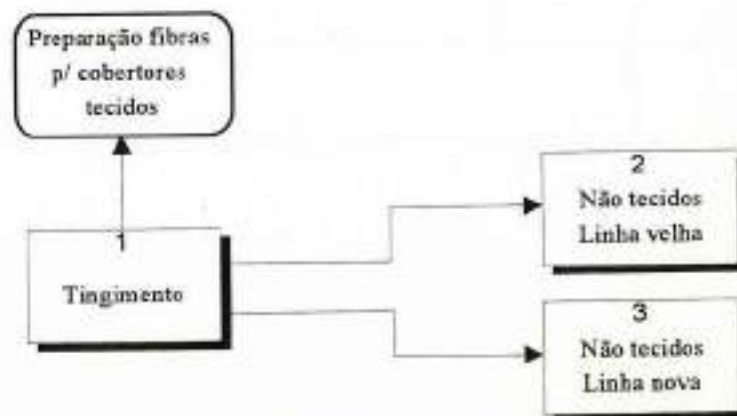


Figura 5.4: Divisão do Processo de Fabricação em Centros Produtivos

Elaborado pelo Autor

O critério para esta divisão é o de agregar, dentro de cada bloco, etapas do processo em sequência, que possuam a mesma produção horária.

Dentro do terceiro bloco tem-se as etapas de Preparação das Fibras, Cardagem, Dobramento, Agulhagem e Termofixação. A máquina que realiza a Preparação das fibras tem produção constante, o que não acontece com as demais etapas compreendidas neste bloco, onde a produção depende de alguns parâmetros do produto. No entanto, como o silo para estoque das fibras entre a Preparação e a Cardagem tem pequena capacidade, e só comporta um tipo de material por vez, a produção destas etapas passa a ser praticamente a mesma. Quando a produção horária da Preparação é menor do que a da Carda, esta deve ficar parada até que o silo esteja cheio, evitando falta de material para a Cardagem. Nos casos em que a Preparação opera com velocidade maior, a produção desta deve ser interrompida quando a capacidade de estocagem do silo estiver esgotada. O mesmo ocorre com a linha velha de produção de não tecidos.

O processo de Preparação das fibras para a fiação e para os não tecidos é exatamente o mesmo. No entanto, os dois equipamentos de Preparação (Cardas Lobo), voltados às duas linhas de não tecidos, atendem exclusivamente a uma destas linhas cada um, o mesmo acontecendo com a Fiação. Isto ocorre devido à configuração do sistema pneumático de transporte das fibras, que as movimenta das Cardas Lobo até o processo seguinte.

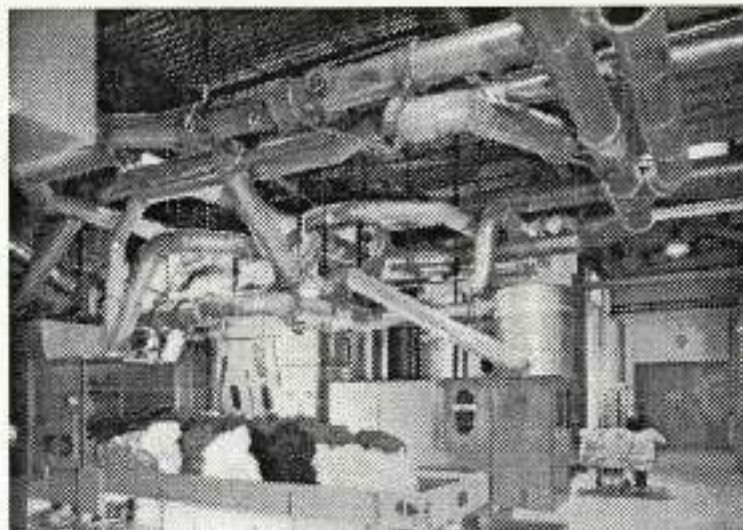


Figura 5.5: Exemplo de Sistema de Transporte Pneumático das Fibras após a Preparação

Extraído de Catálogo de Fornecedor de Máquinas para Fabricação de Não Tecidos

O processo de Tingimento trabalha em lotes - a cada 3 horas e meia é produzido um volume de fibras correspondente ao volume do cilindro de Tingimento, denominado Auto-Clave. A seção dispõe de apenas um Auto-Clave. É importante ressaltar que a maior parte das fibras tingidas são utilizadas na fabricação de fios, para os cobertores tecidos.

5.5. Planejamento da Produção

O método utilizado para o planejamento da produção será o de Planejamento Agregado, “que tem como objetivo auxiliar a tomada de decisão do que, quanto e quando produzir, ou como utilizar os recursos produtivos em um horizonte de médio prazo”¹. Este método é denominado Agregado devido à impossibilidade de se trabalhar com maior nível de detalhe, dado o grande número de variáveis, parâmetros e informações.

¹ Extraído de SANTORO, M.C. Planejamento, programação e controle da produção. São Paulo, s.ed., 1992.

O tipo de produção em análise apresenta características de produção contínua e intermitente. No caso dos cobertores e edredons, trabalha-se com reduzido número de produtos diferentes, e quantidade razoável de estoques entre a empresa e o consumidor. No fornecimento de não tecidos industriais, a diversidade de produtos é maior, e os estoques entre a empresa e o consumidor menores. Em ambos os casos as variações no roteiro de fabricação, e as diferenciações entre os produtos, são bem pequenas. Para este tipo de produção, o Planejamento Agregado é o mais adequado.

Em linhas gerais, a aplicação deste modelo fornece, dada a distribuição da demanda dentro do horizonte de planejamento, qual a melhor distribuição da produção dentro deste horizonte. **Para tanto, devem ser avaliados os custos de armazenagem, atrasos, não atendimentos, horas ociosas, horas extras, subcontratação, admissão e demissão. Em função destes custos, obtém-se um plano que otimize os custos de produção, atuando sobre as variáveis de decisão de Planejamento Agregado²:**

1. "contrabalançar os efeitos da flutuação de demanda com oscilações do nível dos ESTOQUES e/ou ATRASOS na entrega e/ou NÃO ATENDIMENTO;
2. variar a força de trabalho, de forma que ela tenha flutuações semelhantes às da demanda, pela ADMISSÃO e DEMISSÃO de pessoal;
3. variar a produção por período, com a utilização da mesma força de trabalho, permitindo OCIOSIDADE em vales e HORAS EXTRAS nos picos de demanda;
4. SUBCONTRATAR produção externamente;
5. moderar a flutuação da demanda agregada por POLÍTICAS DE MERCADO;
6. utilizar combinação das alternativas anteriores."

Foi utilizado, para operacionalizar o Planejamento Agregado proposto, um modelo matemático de Planejamento Linear.

² Extraído de SANTORO, M.C. Planejamento, programação e controle da produção. São Paulo, s.ed., 1992.

Algumas das vantagens para a empresa da utilização deste modelo matemático, no lugar dos modelos empíricos e informais que vinham sendo utilizados, consistem em:

1. redução de custos, considerando que o modelo conduz a uma solução otimizante, e não apenas viável;
2. maior aderência à realidade, uma vez que ele possibilita o trabalho com menor nível de agregação e maior horizonte de planejamento;
3. liberação de tempo, devido à menor participação de funcionários no processo decisório.

Propõe-se a construção do modelo em planilha eletrônica, que disponha de função para Programação Linear (minimização ou maximização de funções sujeito a restrições). A construção desta planilha encontra-se detalhada no Apêndice 1 deste capítulo.

No modelo matemático proposto, a seguinte função deverá ser minimizada:

$$C_{total} = C_{prd} + C_{etq} + C_{fal} + C_{hnmor} + C_{hrex} + C_{hroci} + C_{adm} + C_{dem}$$

onde

C_{prd} : Custo total de produção (sem considerar mão-de-obra);

C_{etq} : Custo total de estocagem;

C_{fal} : Custo total de faltas;

C_{hnmor} : Custo total de mão-de-obra em hora normal;

C_{hrex} : Custo total de mão-de-obra em hora extra;

C_{hroci} : Custo total de mão-de-obra em hora ociosa;

C_{adm} : Custo total de admissões de funcionários;

C_{dem} : Custo total de demissões de funcionários.

A minimização desta função está sujeita às seguintes restrições:

1. $1 \leq \text{Número de Turnos}_{c,m} \leq 3$

c - Centro Produtivo; m - Mês

2. $\text{Número de Turnos}_{c,m} \rightarrow \text{Número Inteiro}$

c - Centro Produtivo; m - Mês

3. $\text{Produção}_{i,m} \geq 0$

i - Família de Produto; m - Mês

4. $\text{Horas Demandadas}_{c,m} \leq \text{Horas Disponíveis}_{c,m}$

c - Centro Produtivo; m - Mês

5. $\text{Volume Estoques Produtos}_{fim\ m} \leq \text{Limite Físico de Estocagem da Fábrica}$

$fim\ m$ - Final do Mês

Algumas considerações devem ser feitas sobre o modelo construído, detalhado no Apêndice 1:

- entre os não tecidos produzidos, alguns serão produzidos exclusivamente pela linha velha (cobertores feitos com resíduos da fábrica), e os demais exclusivamente pela linha nova;
- cada um dos três centros produz apenas um tipo de produto de cada vez (cada um conta com apenas uma linha de produção);
- foi assumido que a diferença entre a produção mais o estoque inicial em cada mês e a demanda, caso negativa, será considerada como falta, e não como atrasos a serem atendidos no mês seguinte;
- deve-se estimar, com base em dados históricos, o tempo médio mensal gasto com *set up* em cada um dos centros. Este tempo será considerado no cálculo da demanda de horas por seção;
- a disponibilidade de horas da Tintutaria não representa a disponibilidade total desta seção. Desta disponibilidade deve ser deduzida a demanda de horas estipulada pelo planejamento da produção da Fiação;

- o modelo não trabalha com a possibilidade de subcontratação de produção externamente. Esta alternativa não foi considerada devido ao ainda pequeno número de empresas que dispõe de processos, de mesmo nível tecnológico e padrões de qualidade da empresa em questão, para fabricação de não tecidos. Um segundo motivo consiste na transferência de *know-how* que a subcontratação de serviços pode trazer, o que faz com que as empresas não recorram a este tipo de recurso, no mercado de não tecidos.

Com a aplicação deste modelo, serão gerados relatórios gerenciais indicando:

1. os volumes mensais de produção para cada família de produto;
2. o número de turnos em que cada um dos três centros produtivos deverá operar, em cada um dos meses que compõem o horizonte de planejamento.

Estes itens, que na verdade representam DECISÕES estabelecidas pelo planejamento, funcionarão como RESTRIÇÕES para a programação, detalhada mais adiante.

5.6. Desagregação da Produção Planejada

O planejamento mensal de produção obtido encontra-se agregado em famílias de produtos. Para a programação da produção, e emissão de ordens de serviço para os centros produtivos, o nível de detalhamento deve ser ampliado, estipulando-se quantidades a serem produzidas para cada produto específico.

Os volumes mensais estabelecidos, para cada família de produto, podem destinar-se a atender os pedidos em carteira, ou a formar estoques para consumo nos próximos meses. Pode-se portanto colocar que:

$$Prd. \text{ mensal}_{fam, i} = Vol. \text{ pedidos em carteira}_{fam, i} + Vol. \text{ formação estoques}_{fam, i} \quad (5.1)$$

A parcela destinada ao atendimento de pedidos é alocada aos produtos, que fazem parte da família, considerando-se o volume de pedidos de cada um.

Já a desagregação do volume para formação de estoques deve seguir o conceito de procurar manter Coberturas Mensais iguais para os diversos produtos. A Cobertura Mensal de um produto é definida neste trabalho como sendo:

$$Cobertura\ mensa\ l_{prd,i} = \frac{Estoques_{prd,i}}{Vendas\ mensais_{prd,i}} \quad (5.2)$$

A manutenção da mesma Cobertura para os diversos produtos resulta automaticamente em estoques balanceados, evitando faltas de alguns produtos enquanto outros ficam por muito tempo estocados, chegando a se deteriorar ou a sair de moda. Através da equação (5.2) pode-se concluir que:

$$Estoques_{prd,i} = Cobertura\ mensa\ l_{prd,i} * Vendas\ mensais_{prd,i} \quad (5.3)$$

Como estamos desagregando a produção destinada exclusivamente à formação de estoques, pode-se colocar que:

$$Prd.mensa\ l_{prd,i} = Estoques\ fim\ mês_{prd,i} - Estoques\ início\ mês_{prd,i} \quad (5.4)$$

Combinando-se as equações (5.3) e (5.4) tem-se, para um produto i:

$$Prd.mensa\ l = Cobertura\ mensa\ l * Vendas\ mensais - Estoques\ início\ mês \quad (5.5)$$

Sendo iguais as Coberturas de todos os produtos que compõem uma família, a Cobertura da família é igual à cobertura de cada um dos produtos. Assim:

$$Cobertura\ mensa\ l_{prd,i} = Cobertura\ mensa\ l_{fam,i} \quad (5.6)$$

onde

$$Cobertura\ mensa\ l_{fam,i} = \frac{Estoques_{fam,i}}{Vendas\ mensais_{fam,i}} \quad (5.7)$$

A equação (5.7) equivale a:

$$Cobertura\ mensa\!l_{fam.i} = \frac{P_{fam.i} + Ei_{fam.i}}{V_{fam.i}} \quad (5.8)$$

onde

$P_{fam.i}$: Produção mensal - família i;

$Ei_{fam.i}$: Estoques no início do mês - família i;

$V_{fam.i}$: Vendas mensais - família i.

Introduzindo a equação (5.8) em (5.5) tem-se que:

$$P_{prd.i} = (P_{fam.i} + Ei_{fam.i}) * \frac{V_{prd.i}}{V_{fam.i}} - Ei_{prd.i} \quad (5.9)$$

onde

$P_{fam.i}$: Produção mensal - família i;

$Ei_{fam.i}$: Estoques no início do mês - família i;

$V_{fam.i}$: Vendas mensais - família i;

$P_{prd.i}$: Produção mensal - produto i;

$Ei_{prd.i}$: Estoques no início do mês - produto i;

$V_{prd.i}$: Vendas mensais - produto i.

Conhecendo-se o mix de vendas dos produtos que compõem uma família, com base em dados históricos, e os estoques no início do mês da família e de cada produto, pode-se desagregar a produção destinada à formação de estoques para esta família, através da equação acima deduzida.

É importante ressaltar, no entanto, que esta equação assume que os estoques iniciais não apresentam grandes desbalanceamentos, e sua utilização funciona no sentido de evitar que estes aconteçam. Caso os estoques iniciais apresentem distorções significativas, a equação pode resultar em produções negativas para determinados produtos, o que é impossível. Nestes casos, os produtos excessivamente estocados (para os quais o resultado da equação é negativo) não devem ser produzidos, e a produção da família alocada aos demais produtos.

5.7. Programação da Produção

A programação da produção deve determinar a seqüência em que os volumes mensais planejados para cada produto deverão ser processados. A Seqüenciação envolve a especificação das datas de ocorrência de eventos, ou início e término das operações, dentro do horizonte de programação. Propõe-se a princípio a utilização de horizonte de um mês, com reprogramações mensais. No entanto, a introdução do sistema proposto na prática pode sugerir a necessidade de alterações nesta freqüência de reprogramação.

Para a Seqüenciação, propõe-se a construção de um modelo, também em planilha eletrônica com função de Programação Linear. Neste modelo, as variáveis de decisão são representadas pelas quantidades a serem produzidas de cada produto, em cada dia do horizonte de programação, visando minimizar a função a seguir. O modelo proposto encontra-se detalhado no Apêndice 2 deste trabalho.

$$\sum_{i=1}^n x_i * v_i$$

onde

i: número do pedido;

n: número total de pedidos;

$x_i = 1$, se o pedido i foi entregue em atraso;

$x_i = 0$, se o pedido i não foi entregue em atraso;

V_i : volume referente ao pedido i.

A planilha deve ser flexível, permitindo simulações com minimização de outras funções, como a somatória do número de atrasos sem ponderação pelo volume de cada pedido. Mais uma vez, a implantação prática do modelo deve indicar a função mais adequada.

A minimização da função anterior está sujeita às seguintes restrições:

1. **Produção** $_{i,d} \geq 0$

i - Produto; d - Dia útil

2. **Produção Total** $_i + \text{Estoques iniciais}_i \leq \text{Entregas}_i$

i - Produto

(caso tenham sido definidos no Planejamento Agregado volumes de produção para formação de estoques, estes devem ser cadastrados na planilha de Sequenciação como pedidos a serem entregues no último dia útil do horizonte de planejamento).

3. **Horas Demandadas** $_{c,d} \leq \text{Horas Disponíveis}_{c,d}$

c - Centro Produtivo; d - Dia útil

4. **Volume Estoques Produtos** $_{fim\ d} \leq \text{Limite Físico de Estocagem da Fábrica}$

$fim\ d$ - Final do Dia útil

Algumas explicações sobre o modelo devem ser colocadas:

- o tempo de *set up* entre um produto e outro depende da cor das fibras utilizadas nos produtos. Nas linhas de não tecidos, a troca entre produtos de cores diferentes demora mais tempo, pois há a necessidade de uma limpeza na máquina, contaminada com fibras da cor do produto que vinha sendo feito;
- o modelo trabalha com uma folga de 7 dias entre a produção na Tinturaria e nos demais centros. Esta folga é necessária uma vez que a Tinturaria fornece fibras tintas também para a Fiação, o que não está sendo diretamente considerado na sequenciação estabelecida pelo modelo.

Capítulo 5 - Apêndice 1
Planejamento
Agregado
da Produção

5.8.1. Entrada de Dados

| | | Produção | | | | Custo horas homem | | |
|-------------|-----|---|-----|-----|-----|-------------------|--------|-------|
| | | i=1 | i=2 | i=3 | i=4 | normal | ociosa | extra |
| Tinturaria | C=1 | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $Produção \left(\frac{kg}{h} \right)$ <i>Família de Produto i, Centro Produtivo c</i> </div> | | | | | | |
| Linha nova | C=2 | | | | | | | |
| Linha velha | C=3 | | | | | | | |

| | | Custos / funcionário | | | | | |
|-------------|-----|----------------------|----------|---|----------------|--------------------|-----------------|
| | | Admissão | Demissão | Índice de hrs.extra | No func/ turno | Nº turnos iniciais | Tempo de set-up |
| Tinturaria | C=1 | | | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <i>Tempo médio mensal gasto com set-up</i> </div> | | | |
| Linha nova | C=2 | | | | | | |
| Linha velha | C=3 | | | | | | |

| | i=1 | i=2 | i=3 | i=4 |
|-------------------------|---|-----|-----|-----|
| custo unitário produção | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <i>Sem considerar custo de mão-de-obra</i> </div> | | | |
| custo unitário estoque | | | | |
| custo unitário falta | | | | |
| volume unitário | | | | |
| estoques iniciais | | | | |

| | |
|---------------------|--|
| limite de estocagem | |
|---------------------|--|

| Previsão de vendas | | | | | |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|
| | i=1 | i=2 | i=3 | i=4 | Dias úteis do mês |
| out-94 | | | | | |
| nov-94 | | | | | |
| dez-94 | | | | | |
| jan-95 | | | | | |
| fev-95 | | | | | |
| mar-95 | | | | | |
| abr-95 | | | | | |
| mai-95 | | | | | |
| jun-95 | | | | | |
| jul-95 | | | | | |
| ago-95 | | | | | |
| set-95 | | | | | |

5.8.2. Variáveis de Decisão

| | Produção | | | | Turnos | | |
|--------|----------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|
| | i=1 | i=2 | i=3 | i=4 | C=1 | C=2 | C=3 |
| out-94 | | | | | | | |
| nov-94 | | | | | | | |
| dez-94 | | | | | | | |
| jan-95 | | | | | | | |
| fev-95 | | | | | | | |
| mar-95 | | | | | | | |
| abr-95 | | | | | | | |
| mai-95 | | | | | | | |
| jun-95 | | | | | | | |
| jul-95 | | | | | | | |
| ago-95 | | | | | | | |
| set-95 | | | | | | | |

Quantidade (kg)
 Família de Produto i
 no mês

Nº turnos
 Centro produtivo c
 no mês

- Variáveis de decisão

| | Demissões | | | Admissões | | |
|--------|-----------|-----|-----|-----------|-----|-----|
| | C=1 | C=2 | C=3 | C=1 | C=2 | C=3 |
| out-94 | | | | | | |
| nov-94 | | | | | | |
| dez-94 | | | | | | |
| jan-95 | | | | | | |
| fev-95 | | | | | | |
| mar-95 | | | | | | |
| abr-95 | | | | | | |
| mai-95 | | | | | | |
| jun-95 | | | | | | |
| jul-95 | | | | | | |
| ago-95 | | | | | | |
| set-95 | | | | | | |

$(N^{\circ} \text{turnos}_{m-1} - N^{\circ} \text{turnos}_m) * \frac{\text{Nofunc.}}{\text{turno}}$
 Condição: $N^{\circ} \text{turnos}_m > N^{\circ} \text{turnos}_{m-1}$

$(N^{\circ} \text{turnos}_m - N^{\circ} \text{turnos}_{m-1}) * \frac{\text{Nofunc.}}{\text{turno}}$
 Condição: $N^{\circ} \text{turnos}_m < N^{\circ} \text{turnos}_{m-1}$

5.8.3. Custos de Admissão, Demissão e Fabricação

| | Custo de demissão | | | Custo de admissão | | |
|--------|-------------------|-----|-----|-------------------|-----|-----|
| | C=1 | C=2 | C=3 | C=1 | C=2 | C=3 |
| out-94 | | | | | | |
| nov-94 | | | | | | |
| dez-94 | | | | | | |
| jan-95 | | | | | | |
| fev-95 | | | | | | |
| mar-95 | | | | | | |
| abr-95 | | | | | | |
| mai-95 | | | | | | |
| jun-95 | | | | | | |
| jul-95 | | | | | | |
| ago-95 | | | | | | |
| set-95 | | | | | | |
| total | | | | | | |
| | total geral | | | total geral | | |

$$N^{\circ} \text{admissões} \cdot \frac{\text{Custo admissão}}{\text{funcionário mês}}$$

$$N^{\circ} \text{demissões} \cdot \frac{\text{Custo demissão}}{\text{funcionário mês}}$$

Custo de fabricação

| | i=1 | i=2 | i=3 | i=4 |
|--------|-------------|-----|-----|-----|
| out-94 | | | | |
| nov-94 | | | | |
| dez-94 | | | | |
| jan-95 | | | | |
| fev-95 | | | | |
| mar-95 | | | | |
| abr-95 | | | | |
| mai-95 | | | | |
| jun-95 | | | | |
| jul-95 | | | | |
| ago-95 | | | | |
| set-95 | | | | |
| total | | | | |
| | total geral | | | |

$$\text{Quantidade} \cdot \frac{\text{Custo fabricação}}{\text{kg}}$$

5.8.4. Custos de Armazenagem e Falta

| | Estoques | | | | Volume de Estoques | | | | |
|--------|----------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|-------|
| | i=1 | i=2 | i=3 | i=4 | i=1 | i=2 | i=3 | i=4 | Total |
| out-94 | | | | | | | | | |
| nov-94 | | | | | | | | | |
| dez-94 | | | | | | | | | |
| jan-95 | | | | | | | | | |
| fev-95 | | | | | | | | | |
| mar-95 | | | | | | | | | |
| abr-95 | | | | | | | | | |
| mai-95 | | | | | | | | | |
| jun-95 | | | | | | | | | |
| jul-95 | | | | | | | | | |
| ago-95 | | | | | | | | | |
| set-95 | | | | | | | | | |

$$- \text{Estoque}_{m-1} + \text{Produção}_m - \text{Vendas}_m$$

Condição: $\text{Estoque}_{m-1} > 0$
 $- \text{Produção}_m - \text{Vendas}_m$
 Condição: $\text{Estoque}_{m-1} < 0$

$$\frac{\text{Volume}}{\text{Estoques} \cdot \text{kg}}$$

Condição: $\text{Estoques} > 0$

| | Custo de Armazenagem | | | | Custo de Falta | | | |
|--------|----------------------|-----|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|
| | i=1 | i=2 | i=3 | i=4 | i=1 | i=2 | i=3 | i=4 |
| out-94 | | | | | | | | |
| nov-94 | | | | | | | | |
| dez-94 | | | | | | | | |
| jan-95 | | | | | | | | |
| fev-95 | | | | | | | | |
| mar-95 | | | | | | | | |
| abr-95 | | | | | | | | |
| mai-95 | | | | | | | | |
| jun-95 | | | | | | | | |
| jul-95 | | | | | | | | |
| ago-95 | | | | | | | | |
| set-95 | | | | | | | | |
| total | | | | | | | | |
| | total geral | | | | total geral | | | |

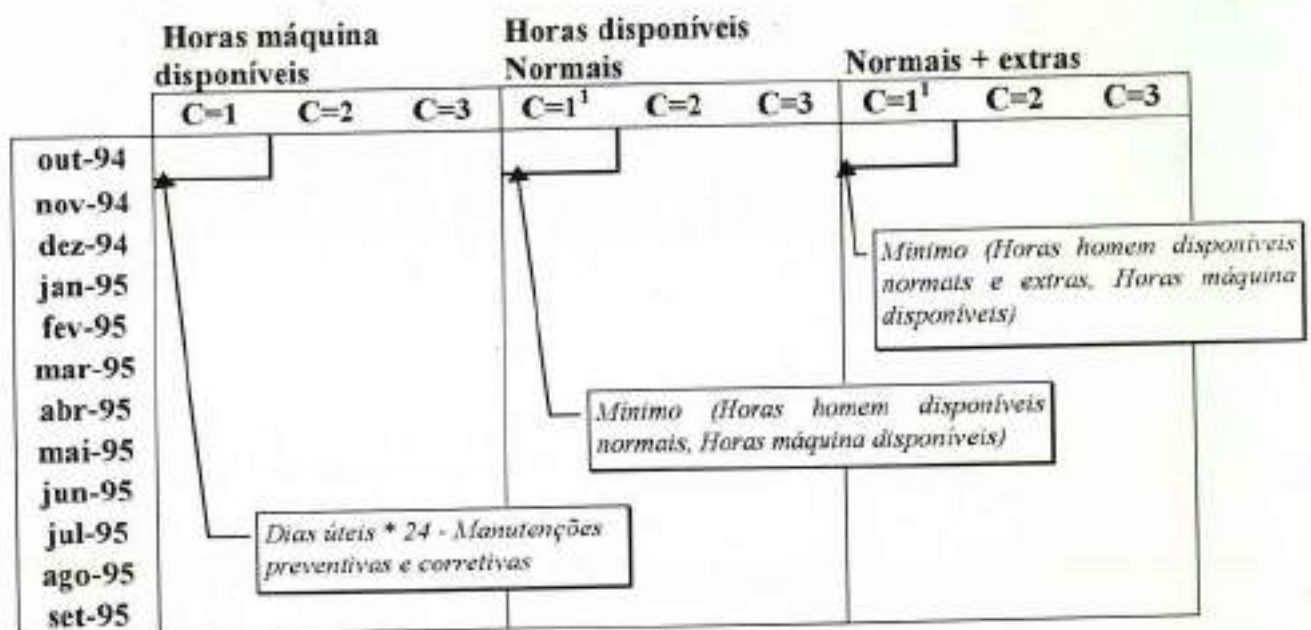
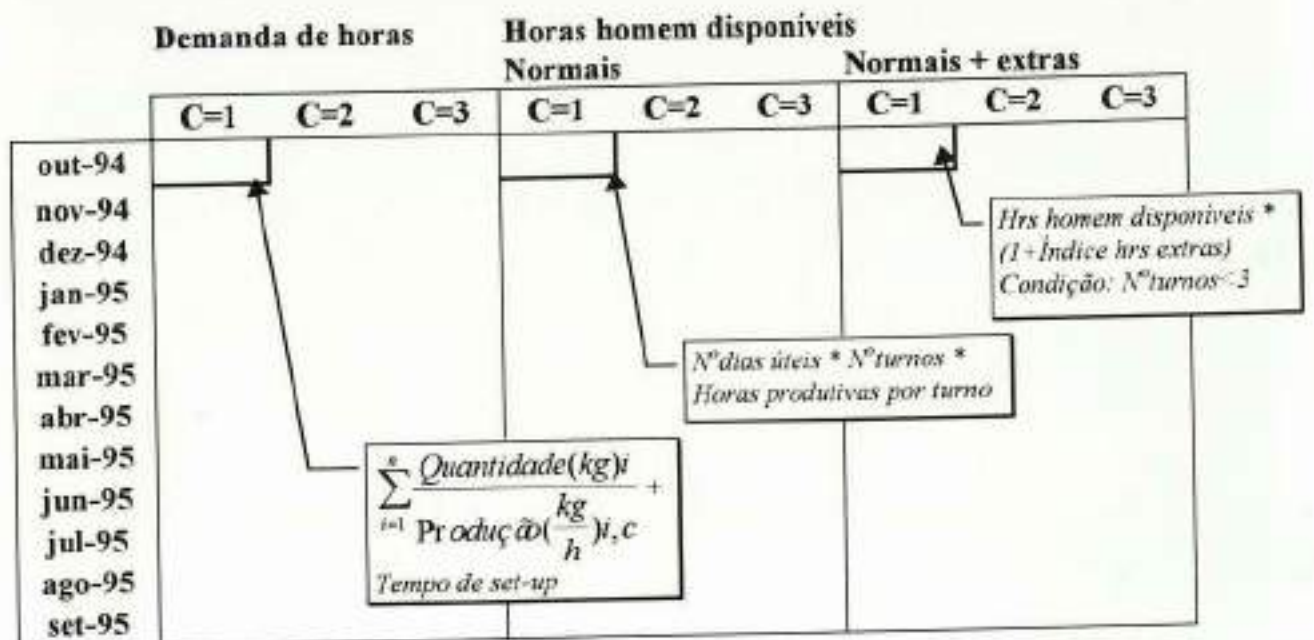
$$\frac{\text{Custoarmazenagem}}{\text{Estoques} \cdot \text{kg}}$$

Condição: $\text{Estoques} > 0$

$$\frac{\text{Custofalta}}{\text{Estoques} \cdot \text{kg}}$$

Condição: $\text{Estoques} < 0$

5.8.5. Demanda e Disponibilidade de Horas



¹ Para a Tinturaria, deve ser deduzida, do número de horas disponíveis encontrado, a quantidade de horas em que esta seção deve estar disponível para atender a Fiação.

5.8.6. Custo de Horas Normais e Extras

| | Horas normais | | | Custos de horas normais | | |
|--------|---------------|-----|-----|-------------------------|-----|-----|
| | C=1 | C=2 | C=3 | C=1 | C=2 | C=3 |
| out-94 | | | | | | |
| nov-94 | | | | | | |
| dez-94 | | | | | | |
| jan-95 | | | | | | |
| fev-95 | | | | | | |
| mar-95 | | | | | | |
| abr-95 | | | | | | |
| mai-95 | | | | | | |
| jun-95 | | | | | | |
| jul-95 | | | | | | |
| ago-95 | | | | | | |
| set-95 | | | | | | |
| | total | | | total geral | | |

$$\text{Horas normais} \times \frac{\text{Nofunc.}}{\text{turno}} \times$$

Custo hora homem normal

Mínimo (Horas Demandadas,
Horas normais disponíveis)

| | Horas Extras | | | Custos de horas extras | | |
|--------|--------------|-----|-----|------------------------|-----|-----|
| | C=1 | C=2 | C=3 | C=1 | C=2 | C=3 |
| out-94 | | | | | | |
| nov-94 | | | | | | |
| dez-94 | | | | | | |
| jan-95 | | | | | | |
| fev-95 | | | | | | |
| mar-95 | | | | | | |
| abr-95 | | | | | | |
| mai-95 | | | | | | |
| jun-95 | | | | | | |
| jul-95 | | | | | | |
| ago-95 | | | | | | |
| set-95 | | | | | | |
| | total | | | total geral | | |

$$\text{Horas extras} \times \frac{\text{Nofunc.}}{\text{turno}} \times$$

Custo hora homem extra

Mínimo (Horas Demandadas-Horas normais,
Horas extras disponíveis)
Condição: Horas demandadas > Horas normais

5.8.7. Custo de Horas Ociosas

| | Horas Ociosas | | | Custos de horas ociosas | | |
|--------|---------------|-----|-----|-------------------------|-----|-----|
| | C=1 | C=2 | C=3 | C=1 | C=2 | C=3 |
| out-94 | | | | | | |
| nov-94 | | | | | | |
| dez-94 | | | | | | |
| jan-95 | | | | | | |
| fev-95 | | | | | | |
| mar-95 | | | | | | |
| abr-95 | | | | | | |
| mai-95 | | | | | | |
| jun-95 | | | | | | |
| jul-95 | | | | | | |
| ago-95 | | | | | | |
| set-95 | | | | | | |
| | total | | | total geral | | |

$$\text{Horas ociosas} \times \frac{\text{Nofunc.}}{\text{turno}} \times \text{Custo hora homem ociosa}$$

$$\text{Horas normais disponíveis} - \text{Horas Demandadas}$$

Condição: Horas demandadas < Horas normais disponíveis

Capítulo 5 - Apêndice 2
Seqüenciação
da Produção

5.9.1. Entrada de Dados

| | | Produção | | | | Índice | N° | Índice |
|-------------|-----|---|-----|-----|-----|--------------------------------------|--------|--------|
| | | i=1 | i=2 | i=3 | i=4 | hrs.extra | turnos | perdas |
| Tinturaria | C=1 | <div> <div>Produção ($\frac{kg}{h}$)</div> <div>Produto i, Centro Produtivo c</div> </div> | | | | | | |
| Linha nova | C=2 | | | | | | | |
| Linha velha | C=3 | | | | | | | |
| | | | | | | <div>% Perdas de matéria-prima</div> | | |

| | i=1 | i=2 | i=3 | i=4 |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| volume unitário | | | | |
| estoques iniciais | | | | |
| cor | | | | |

| | |
|---------------------|--|
| limite de estocagem | |
|---------------------|--|

| | C=1 | C=2 | C=3 | |
|-----------------|-----|-----|-----|--|
| tempo de set-up | | | | <div> <div>fibras mesma cor</div> <div>fibras cor diferente</div> </div> |

| | | Composição dos Produtos | | | |
|-----|--|--|-----|-----|-----|
| | | i=1 | i=2 | i=3 | i=4 |
| F=1 | | <div> <div>% em massa</div> <div>Fibra f, Produto i</div> </div> | | | |
| F=2 | | | | | |
| F=3 | | | | | |
| F=4 | | | | | |
| F=5 | | | | | |
| F=6 | | | | | |
| F=7 | | | | | |
| F=8 | | | | | |
| T=1 | | <div> <div>% em massa</div> <div>Corante c, Produto i</div> </div> | | | |
| T=2 | | | | | |
| T=3 | | | | | |
| T=4 | | | | | |
| T=5 | | | | | |

5.9.2. Entrada de Pedidos

Produto i

| Data Entrega | Quantidade (kg) | Data Disponível |
|--------------|-----------------|-----------------|
| 15-out | 2,000 | 13-out |
| 16-out | 1,500 | 13-out |
| 20-out | 3,000 | 20-out |
| 20-out | 1,500 | 20-out |

Data → Produção acumulada, +
Estoques, - Pedidos Entregues \geq Pedido

Pedidos em ordem crescente de data de entrega (1º critério) e
decrecente de quantidade (2º critério).
Para modificação dos critérios alterar ordem de entrada dos pedidos.

- Área de Entrada de Pedidos

5.9.3. Variáveis de Decisão

Produção - Não tecidos

| | i=1 | i=2 | i=3 | i=4 |
|--------|-----|-----|-----|-----|
| 04-out | | | | |
| 05-out | | | | |
| 06-out | | | | |
| 07-out | | | | |
| 10-out | | | | |
| 11-out | | | | |
| 13-out | | | | |
| 14-out | | | | |

Quantidade (kg)
Produto i no mês

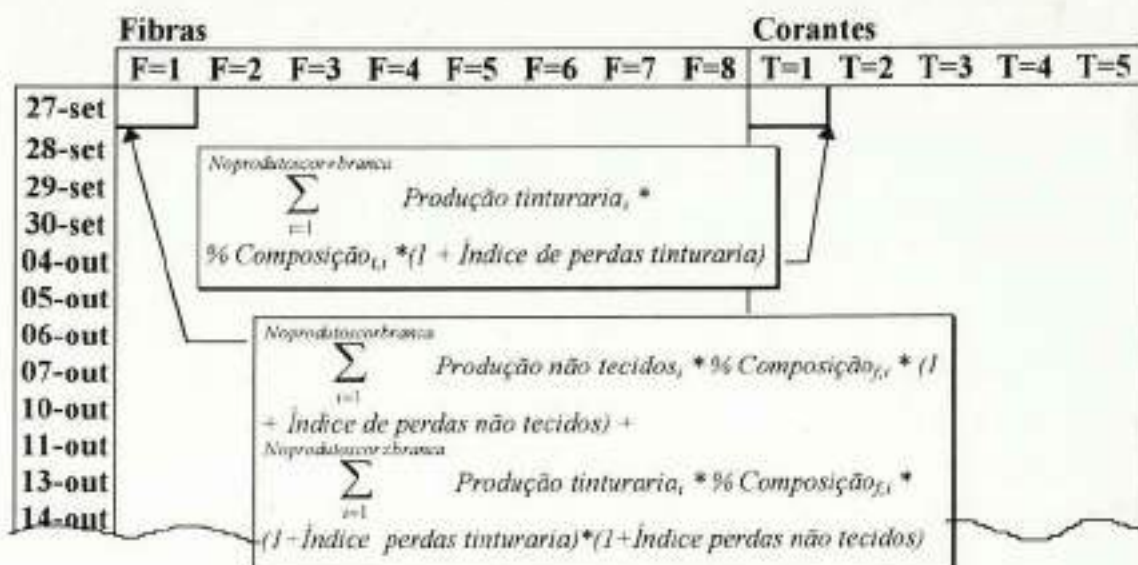
- Variáveis de Decisão

Produção - Tinturaria

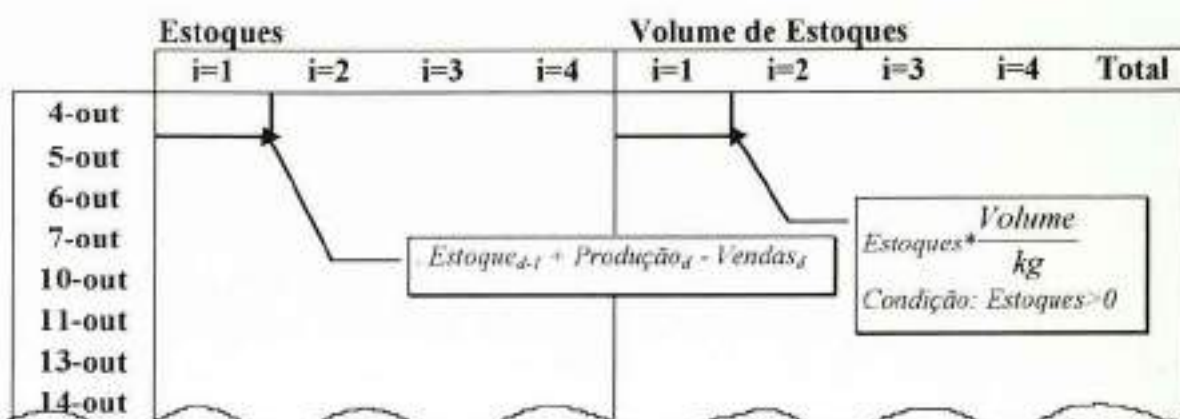
| | i=1 | i=2 | i=3 | i=4 |
|--------|-----|-----|-----|-----|
| 27-set | | | | |
| 28-set | | | | |
| 29-set | | | | |
| 30-set | | | | |
| 4-out | | | | |
| 5-out | | | | |
| 6-out | | | | |
| 7-out | | | | |

Produção não tecidos, em data + folga (7 dias) *
(1 + índice de perdas não tecidos)
Condição: cor, ≠ branca

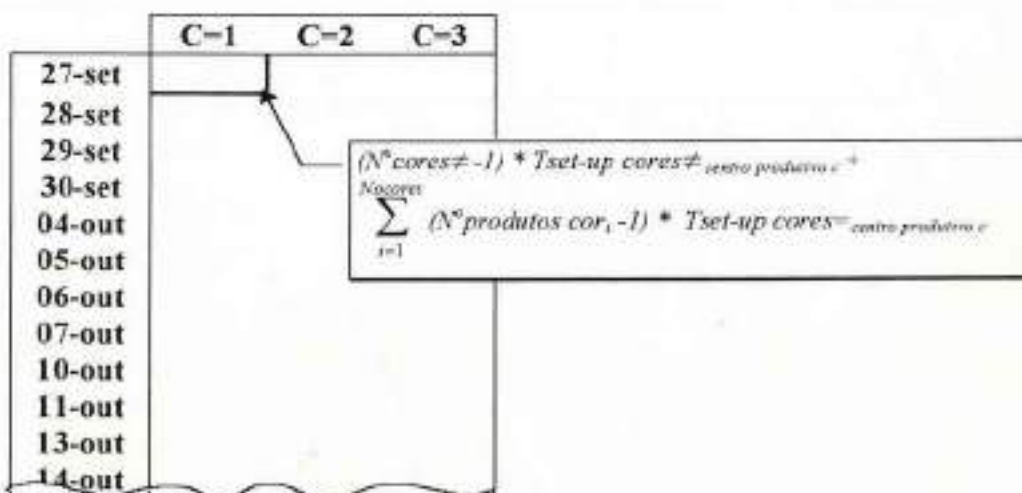
5.9.4. Consumo de Matérias-primas



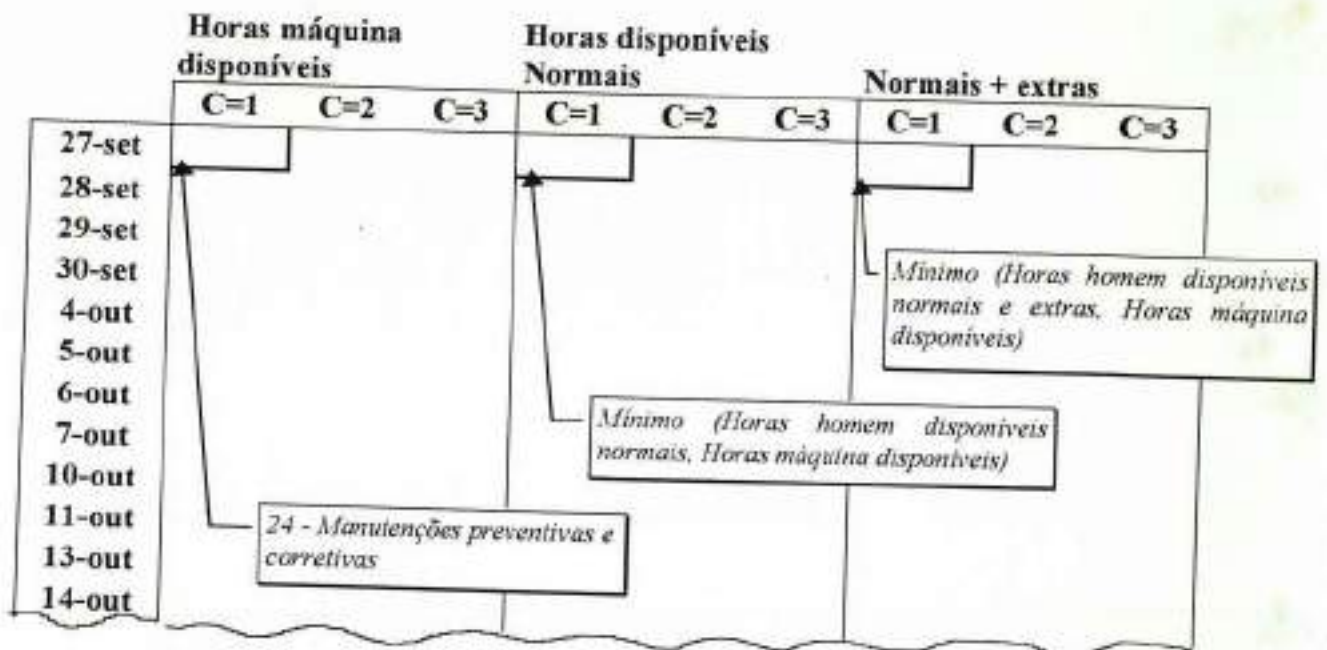
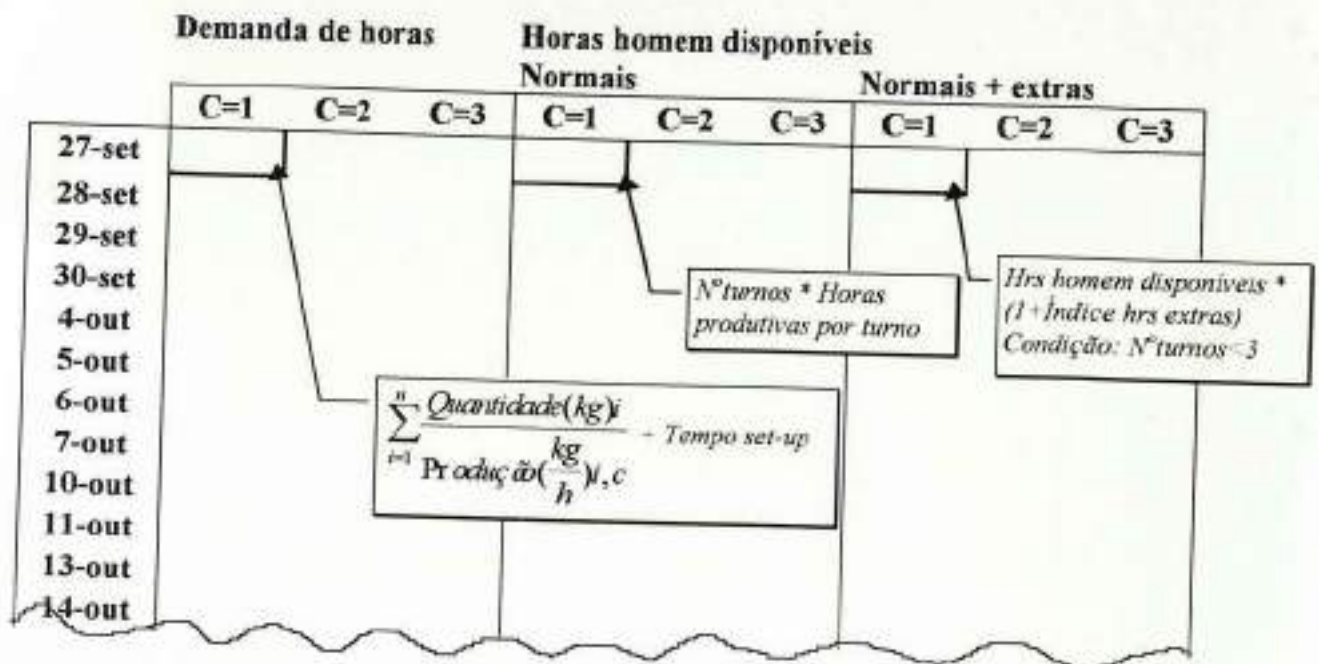
5.9.5. Estoques de Produtos Finais



5.9.6. Tempo de Set-up



5.9.7. Demanda e Disponibilidade de Horas



Capítulo 6
Conclusão

6.1. Introdução

O principal benefício deste trabalho é a sua decisiva contribuição no sentido de capacitar a empresa para o fornecimento de produtos industriais.

A justificativa do projeto será elaborada no sentido de comprovar esta contribuição, através das melhorias que sua implantação plena trará para os processos-chave da unidade de negócios de não tecidos.

Em seguida, será estimado o impacto sobre os resultados da empresa da penetração nos mercados industriais de não tecidos. A melhoria nos resultados, que em grande parte pode ser atribuída à implantação do projeto, será confrontada com os custos estimados do mesmo, verificando-se assim a sua viabilidade.

6.2. Melhorias dos Processos-chave Trazidas pelo Projeto

O projeto atua basicamente sobre os processos-chave de Desenvolvimento de Produtos e Garantia de Qualidade, além de propor melhorias no sistema de planejamento e programação da produção existente. As melhorias vinculadas à sua total implantação são:

1. Garantia de que os produtos em desenvolvimento estarão inseridos em um plano estratégico, estabelecido para a unidade de negócios.

O projeto ressalta a importância da definição clara de critérios para a seleção das idéias de produtos a serem desenvolvidas. Estes critérios devem ser aplicados pelo grupo encarregado da seleção, direcionando os recursos utilizados no desenvolvimento para produtos que façam sentido dentro do plano estratégico. Este direcionamento é de vital importância no caso em análise, uma vez que o leque de aplicações dos não tecidos é extremamente amplo, e os recursos para desenvolvimento, escassos.

Sendo o principal critério de seleção, levantado junto à direção da empresa, a rentabilidade objetivada para os produtos, o projeto propõe meios para estimá-la com maior precisão. Isto envolve principalmente alterações no sistema de custos, onde foram encontradas algumas distorções (como as presentes nos Centros de Custos dos Processos de Fabricação) e propostas soluções.

2. Maior precisão na determinação dos custos dos produtos, possibilitando o estabelecimento de uma política de preços adequada.

As alterações propostas no sistema de custos, além de viabilizarem a estimativa da rentabilidade dos novos produtos, permitem o estabelecimento de uma política de preços mais adequada, para os produtos já desenvolvidos. A aplicação do *mark-up* sobre custos distorcidos resulta em preços diferentes dos necessários, para garantir a margem com que a empresa deseja trabalhar.

Nos mercados mais competitivos, onde o preço é definido pelo mercado e não pela fórmula custo + *mark-up*, o funcionamento adequado do sistema de custos tem importância gerencial. O controle do custo, e da margem definida pelo preço de mercado, permite identificar, por exemplo, quando a atuação em determinado mercado deixa de ser interessante.

3. Garantia de que os produtos serão desenvolvidos de acordo com as especificações dos clientes.

O projeto procura identificar os tipos de entradas que originam o desenvolvimento de produtos, e destaca a importância de encaminhar o desenvolvimento com base nestas entradas (requisições de clientes, amostras e fichas técnicas de produtos concorrentes).

Neste sentido, são atribuídas as responsabilidades pelas diversas atividades envolvidas, e a documentação a ser utilizada para registro padronizado das entradas.

4. Redução do tempo para desenvolvimento de um novo produto, através do estabelecimento de método para ajuste das variáveis do processo de fabricação.

O método para ajuste das variáveis prevê que, em função do estabelecimento de três parâmetros de fabricação do produto (tipo de consolidação, densidade de agulhagem, número de camadas de véus na manta), a maioria das variáveis do processo possam ser calculadas.

Com este método, que resulta de uma análise detalhada do processo de Fabricação, o tempo para desenvolvimento é reduzido, e a agilidade no atendimento aos clientes ampliada.

5. Ampliação da participação dos clientes no desenvolvimento.

A questão da melhor comunicação com os clientes durante e após o desenvolvimento, e a redução do tempo de resposta às reclamações, é abordada pelo projeto.

Buscando solucioná-la, são estabelecidas responsabilidades pelo controle e registros padronizados das amostras enviadas, e das reclamações recebidas. O projeto coloca ainda a importância da formação de grupos interdepartamentais compostos pelos envolvidos no desenvolvimento, utilizando ferramentas da qualidade (Gráficos de Pareto, Espinhas de Peixe, etc.) que auxiliem na solução dos problemas.

6. Redução do risco do consumidor para as matérias-primas utilizadas, ampliando a conformidade com as especificações.

O subprocesso de Garantia da Qualidade das matérias-primas foi revisto, sendo encontradas distorções nos planos de amostragem utilizados, com risco do consumidor muito alto (risco de aceitar lote fora das especificações).

Sugere-se no projeto a utilização da norma N.B.R.5425 da A.B.N.T. para o estabelecimento de planos de amostragem, procurando-se reduzir, de forma negociada com os fornecedores, os riscos de aceitação de produtos com baixa qualidade. Os planos de amostragem devem ainda ser modificados, tornando-se mais ou menos severos, de acordo com a qualidade observada nas entregas anteriores.

7. Evolução do relacionamento com fornecedores, reduzindo os custos de inspeção das matérias-primas.

O projeto propõe a priorização dos fornecedores de matérias-primas, utilizando como critérios o valor consumido de cada item e a qualidade apresentada nas últimas entregas. Através desta priorização, deve ser estabelecido um plano de trabalho para contactação dos fornecedores, visando promover relacionamento de parceria e redução dos custos de inspeção, através do aumento de produtos certificados (com qualidade garantida pelo fornecedor).

8. Ampliação da garantia de qualidade dos produtos finais, através da introdução de métodos estatísticos, e de melhorias nos procedimentos de inspeção.

O projeto aponta a importância da utilização de Gráficos de Controle para monitorização dos parâmetros do processo de Fabricação e atributos do produto final. Com a utilização destes gráficos, ampliam-se as possibilidades de que os produtos sejam fabricados em conformidade com as especificações, uma vez que os gráficos indicam quando de fato há uma causa especial atuando sobre o processo.

As melhorias nos procedimentos de inspeção envolvem principalmente a utilização de um instrumento mais adequado para medição da espessura dos materiais, possibilitando maior exatidão, repetibilidade e reprodutibilidade.

9. Redução do número de pedidos aceitos com limites de especificação que não poderão ser cumpridos, através de análises de capacidade do processo de Fabricação.

A Análise de Capacidade do processo de Fabricação permite um maior conhecimento das possibilidades deste processo, permitindo dizer ao cliente quão estreitos os limites de especificação podem ser. Eliminando-se a aceitação de pedidos que não poderão ser cumpridos, elimina-se um motivo de insatisfação dos clientes e amplia-se a confiança destes na empresa.

10. Redução dos custos totais, com a implantação de um novo sistema de Planejamento Agregado da Produção .

O sistema proposto visa a otimização dos custos de produção, e estabelece meios para encontrar a melhor combinação entre as variáveis de decisão do planejamento. Com a aplicação sistemática do modelo de otimização presente neste trabalho, os custos relacionados às decisões de planejamento devem ser reduzidos.

11. Redução do volume de produtos entregues em atraso.

O modelo de programação da produção estabelece a seqüenciação de fabricação dos diversos pedidos ao longo do mês, de forma a minimizar o volume de produtos entregues em atraso. A utilização deste modelo deve contribuir para a eliminação deste importante fator de insatisfação dos clientes.

12. Redução dos estoques ou faltas de matérias-primas, através da maior integração entre Compras e Fabricação.

O sistema de programação da produção proposto promove maior integração entre Compras e Fabricação, uma vez que estabelece uma previsão de consumo dos diversos materiais ao longo do mês. Com isto, o departamento de Compras recebe as requisições de matérias-primas em tempo ábil de serem atendidas.

As melhorias trazidas pelo projeto visam eliminar importantes fatores de insatisfação dos clientes, o que possibilita a penetração com sucesso nos mercados industriais de não tecidos.

6.3. Impacto sobre os Resultados da Empresa

No primeiro capítulo foi avaliada a ociosidade da linha de produção de não tecidos, caso esta atenda exclusivamente a produção interna de cobertores e edredons. A ociosidade foi estimada em 45%, o que corresponde a aproximadamente 2,500 horas por ano.

Supondo que a rentabilidade utilizada para seleção dos produtos a serem desenvolvidos seja atingida, e considerando a produção horária média de não tecidos que vem sendo verificada, temos que uma redução de 1% na ociosidade representa um aumento da ordem de R\$ 11,000 no resultado anual da empresa. Caso a ociosidade da linha seja totalmente eliminada, este aumento será da ordem de grandeza de R\$ 500,000. Este número fornece apenas uma idéia, porém caso esta redução de ociosidade ocorra, a melhoria do lucro da empresa deve ser ainda mais expressiva. Isto porque a rentabilidade dos produtos deve aumentar, uma vez que alguns custos fixos, como a depreciação das máquinas, mantêm-se constantes, o que não foi considerado.

A eliminação da ociosidade da linha de não tecidos envolveria, em termos de volume, um incremento bastante significativo no total de não tecidos comercializados. A comprovação de que a colocação deste volume incremental no mercado é viável exige análises setoriais dos diversos mercados consumidores - indústria automobilística, calçados, construção civil, entre outros. Uma avaliação das demais empresas que já produzem não tecidos no Brasil, procurando quantificar o número de competidores em cada mercado, a fatia de mercado de cada um e a tecnologia disponível, é também necessária. Esta análise envolve uma coleta de dados bastante ampla e demorada, dada a falta de divulgação deste tipo de informação.

Alguns elementos porém indicam o potencial do mercado industrial de não tecidos para esta empresa. Entre eles podem ser citados: o interesse, das empresas visitadas, pelas amostras de produtos apresentadas; e a melhor qualidade destes produtos, em comparação com alguns produtos concorrentes, indicando que o processo de fabricação disponível conta com tecnologia bastante avançada - o que confere plenas condições de competir com fabricantes nacionais, e adquirir fatias de seus mercados.

Além disso, após uma fase de desenvolvimento e teste dos produtos pelos clientes, as primeiras vendas de não tecidos para aplicações industriais vêm ocorrendo. Foram comercializados, à partir de agosto de 1994, não tecidos para as seguintes aplicações:

- substrato de couro sintético, para a indústria de calçados;
- revestimento de teto moldado de automóveis;
- filtro de óleo de máquinas utilizadas na indústria automobilística;
- enchimento de edredons, para outras indústrias têxteis;
- fabricação de chapéus.

Considerando os fatores mencionados, e o crescimento do número de aplicações de não tecidos, é possível afirmar que há grandes possibilidades de redução significativa da ociosidade e melhoria nos resultados da empresa, por este caminho.

6.4. Custos de Implantação e Confrontação com os Resultados

Os custos de implantação do projeto são predominantemente representados pelos custos de treinamento de pessoal. As melhorias propostas não serão plenamente postas em prática sem um trabalho que vise a conscientização e informação de todos os envolvidos nos processos-chave.

Para a avaliação destes custos, foi consultada uma empresa especializada em consultoria para obtenção da certificação ISO 9000. O custo total obtido para treinamento de pessoal e implantação da documentação em uma empresa de médio porte foi de R\$ 9,000. Este número será utilizado, como referência, para estimativa dos custos de treinamento e de implantação da documentação envolvida neste projeto, embora a obtenção da certificação ISO 9000 seja um processo mais abrangente e custoso.

Além do treinamento, os itens a seguir compõem o custo total do projeto.

- **Instalação de micro-computador = R\$ 2,800**

Para implantação das melhorias propostas pelo projeto, é necessária a instalação de um micro-computador dentro da fábrica, com capacidade de memória e velocidade que possibilitem a utilização de versões recentes de planilhas eletrônicas e gerenciadores de banco de dados.

O micro seria utilizado para diversas atividades relacionadas ao projeto, como: funcionamento de planilhas que dêem suporte ao sistema de planejamento e programação da produção, realizando cálculos e gerando relatórios; construção de Gráficos de Controle e realização dos cálculos relacionados; manutenção de registros atualizados da configuração dos processos para cada produto.

- **Compra de software = R\$ 700**

Este custo envolve a instalação de *softwares*, principalmente uma versão recente de planilha eletrônica, para as atividades acima mencionadas.

- **Horas de Programador = R\$ 2,400**

A montagem de planilhas e alguns programas para gerenciamento de banco de dados, dando suporte à implantação do projeto, exige a contratação por aproximadamente um mês de um programador voltado a esta tarefa. Os custos envolvidos são:

custo por hora de programador = R\$ 15;

total de horas = $20 * 8 = 160$ horas;

custo total = R\$ 2,400.

- **Instrumento para medir espessura dos produtos finais = R\$ 150**

- **Custo total de implantação do projeto = R\$ 15,050**

Estas estimativas permitem a realização da análise de sensibilidade a seguir, onde o tempo de retorno do projeto é estimado para diferentes reduções de ociosidade na linha de não tecidos.

| Redução de ociosidade | Incremento do resultado mensal (R\$) | Tempo de retorno * (meses) |
|-----------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 2% | 1,800 | 11 |
| 20% | 18,500 | 1 |
| 45% | 41,600 | 1 |

* considerando custo de oportunidade igual 4,2%a.m. - taxa dos C.D.B.s em Novembro/94

Tabela 6.1: Tempo de Retorno do Projeto para Diferentes Níveis de Redução da Ociosidade
Elaborado pelo Autor

A análise desta tabela indica que, caso a empresa reduza em apenas 2% sua ociosidade, o tempo de retorno é inferior a um ano. Considerando-se que, pelos motivos apresentados, o projeto contribui de maneira decisiva para a penetração nos novos mercados, a sua implantação é fortemente aconselhável.

Bibliografia

Bibliografia

1. BIANCHINI, T.C. **Gestão à vista: inovações na estrutura de gerenciamento de uma unidade de negócios.** São Paulo, 1992. 212p. Trabalho de Formatura - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
2. BOUER, G. **Gerenciamento por processos.** s.l., s.ed., 1992.
3. COSTA NETO, P.L.O. - **Estatística.** 1ªed. São Paulo, Edgard Blücher, 1990.
4. CURY, A. **Organização e métodos, perspectiva comportamental e abordagem contingencial.** 5ª ed. São Paulo, Atlas, 1991.
5. FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI **Confiabilidade metrológica.** São Paulo, s.d..
6. FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI **Controle estatístico do produto.** São Paulo, s.d..
7. FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI **Gráficos de controle de variáveis.** São Paulo, s.d..
8. GENERAL MOTORS DO BRASIL **Manual de avaliação de fornecedores.** São Paulo, 1993.
9. ISHIKAWA, K. **Controle de qualidade total à maneira japonesa.** Trad. de Iliana Torres 2ª ed. Rio de Janeiro, Campus, 1993.
10. JURAN, J.M.; GRYNA, F.M. **Controle da qualidade.** Trad.de Maria Cláudia de Oliveira Santos. São Paulo, Makron Books, 1993. Vol.8: Qualidade em Diferentes Sistemas de Produção.
11. KOTLER, P. **Administração de marketing - análise, planejamento, implementação e controle.** 2ª ed. São Paulo, Atlas, 1993.
12. MARTINS, E. **Contabilidade de custos.** 4ª ed. São Paulo, Atlas, 1992.
13. REWALD, F.G. **Tecnologia de não tecidos.** s.l., s.ed., 1991.

14. SANTORO, M.C. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. São Paulo, s.ed., 1992.
15. SCHONBERGER, R.J. **Construindo uma corrente de clientes: unindo as funções organizacionais para criar a empresa de classe universal**. São Paulo, Pioneira, 1992.
16. SERSON, S.M. **Tinta ou cor? a qualidade total como instrumento para reconceituar uma unidade de negócios**. São Paulo, 1991. 340p. Trabalho de Formatura - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
17. TOLEDO, N.N. **Metodologia para o desenvolvimento de produtos para serem fabricados em série**. São Paulo, 1994. 132p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

Anexo
Normas para Ensaio
de Fibras Têxteis

Normas para Ensaio de Fibras Têxteis

1. Análise do título (densidade linear) da fibra

A.S.T.M. (*American Society for Testing the Materials*)

Norma D 1577-90

Procedimento básico:

1. recolher uma amostra de fibras paralelizadas, e cortá-las, com o auxílio de um dispositivo, de forma que todas as fibras da amostra tenham o mesmo comprimento;
2. retirar a umidade da amostra e pesá-la;
3. contar o número de fibras presente na amostra;
4. a densidade linear da fibra (d) será

$$d = \frac{m}{l * n}$$

onde

m - massa da amostra;

l - comprimento das fibras após o corte;

n - número de fibras na amostra.

2. Análise de uma mistura de fibras

A.A.T.C.C. (*American Association of Textile Chemicals and Colorists*)

Norma 20 A

Procedimento básico:

1. recolher uma amostra da mistura e pesá-la, após ser extraída sua umidade;
2. aplicar à amostra reagente ao qual apenas um dos componentes da mistura é solúvel, extrair novamente a umidade da amostra e pesá-la, sem o componente solubilizado. A norma traz uma tabela dos reagentes a serem utilizados;
3. a porcentagem do componente solubilizado presente na amostra (P) será

$$P = \frac{m_i - m_f}{m_i}$$

onde

m_i - massa da amostra antes da solubilização;

m_f - massa da amostra após a solubilização.

4. repetir o procedimento para os demais componentes da amostra.