

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

André Luís Almeida Bastos

**MODELO DE APOIO À SELEÇÃO DE PRODUTOS PARA
FABRICAÇÃO BASEADO NA PERFORMANCE AMBIENTAL E NOS
OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DA ORGANIZAÇÃO**

Dissertação de Mestrado

Florianópolis

2002

André Luís Almeida Bastos

**MODELO DE APOIO À SELEÇÃO DE PRODUTOS PARA
FABRICAÇÃO BASEADO NA PERFORMANCE AMBIENTAL E NOS
OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DA ORGANIZAÇÃO**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Osmar Possamai, Dr.

Florianópolis

2002

ANDRÉ LUÍS ALMEIDA BASTOS

**MODELO DE APOIO À SELEÇÃO DE PRODUTOS PARA FABRICAÇÃO
BASEADO NA PERFORMANCE AMBIENTAL E NOS OBJETIVOS
ESTRATÉGICOS DA ORGANIZAÇÃO**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Engenharia, Especialidade em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, PhD.
Coordenador do PPGE

Banca Examinadora:

Prof. Osmar Possamai, Dr.
(orientador)

Prof. Gregório Jean Varvakis Rados, Dr.

Prof. José Alexandre Borges Valle, Dr.

Prof. Pedro Carlos Schenini, Dr.

DEDICATÓRIA

Às minhas filhotas,

Júlia Eduarda &

Sarah Johanna

À minha esposa,

Cláudia Helena

Três grandes, lindos e nobres motivos

de minha incessante luta!

AGRADECIMENTOS

*A Deus,
o Criador de todas as coisas e que fornece-me a porção diária da força necessária para a
incessante batalha.*

*A minha família: Dinha, Sarah e Jú,
por contentarem-se com incontáveis momentos de minha ausência.*

*Aos meus pais
por nunca medirem esforços para minha formação profissional*

*Ao prof. Osmar Possamai,
que muitas vezes, mesmo que sob minhas resistências, conduziu-me às reflexões necessárias à
realização deste trabalho.*

*Aos amigos Paulo Duarte, João Bechtold e Valdete Andrade,
pelo entendimento da importância deste trabalho e pelo grande incentivo: jamais
esquecerei...*

*Aos Profs. Schenini, Gregório e José Alexandre
Pelas valiosas contribuições e por me fazerem enxergar que a pesquisa nunca termina.*

*Aos colegas do PPGEP da UFSC e profa. Ingeborg Sell,
com os quais pude amadurecer a idéia inicial do trabalho.*

“OBRIGADAÇO”!!!!

*”No futuro,
o desenvolvimento econômico sustentável será alcançado
a partir da melhoria da produtividade do uso de insumos.
Melhorar a performance ambiental e aumentar a competitividade
são virtualmente sinônimos”.*

*Michel E.Porter
Professor Estrategista da Harvard Business School*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Considerações Iniciais.....	1
1.2 Objetivo Geral.....	3
1.3 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Metodologia.....	3
1.5 Estrutura do Trabalho.....	4
CAPÍTULO 2 - O TRATAMENTO DA QUESTÃO AMBIENTAL NAS ORGANIZAÇÕES.....	5
2.1 A Relação Indústria-Meio Ambiente	5
2.2 Desenvolvimento Sustentável	8
2.3 Sistema de Gestão Ambiental	11
2.4 A ISO 14000	14
2.5 Perfil do Consumidor e <i>Marketing</i> Ambiental.....	18
2.6 Parâmetros Ambientais nos Meios Ar, Água e Solo	21
2.6.1 Parâmetros Ambientais no Meio Atmosférico	21
2.6.2 Parâmetros Ambientais no Meio Hídrico	23
2.6.3 Parâmetros Ambientais no Solo	25
2.7 Legislação Ambiental	26
2.8 Considerações	29
CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DO INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA	31
3.1 Generalidades	31
3.2 Considerações sobre a etapa de Análise do Inventário	33
3.3 Considerações	37

CAPÍTULO 4 – MODELO PROPOSTO	38
4.1 Apresentação do Modelo Proposto	38
4.2 Descrição do Modelo Proposto.....	40
4.2.1- Etapa 1: Identificação dos produtos e dos setores.....	40
4.2.2- Etapa 2: Identificação dos parâmetros ambientais constantes na legislação ambiental pertinente.....	41
4.2.3- Etapa 3: Identificação dos parâmetros ambientais constantes em requisitos contratuais do cliente.....	42
4.2.4- Etapa 4: Identificação dos parâmetros associados ao desempenho interno quanto ao consumo de recursos (eco-eficiência)	42
4.2.5- Etapa 5: Levantamento do inventário (balanço de massa e energia).....	43
4.2.6- Etapa 6: Apresentação do diagnóstico comparativo dos produtos em função dos parâmetros inventariados.....	44
4.2.7- Etapa 7: Ponderação dos objetivos estratégicos da organização frente às exigências legais e exigências contratuais	45
4.2.8- Etapa 8: Avaliação dos produtos de acordo com os parâmetros legais e contratuais identificados	47
4.2.9- Etapa 9: Avaliação dos produtos de acordo com os parâmetros associados ao consumo de recursos identificados	49
4.2.10- Etapa 10: Tomada de decisão	50
4.3 Considerações	51
CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DO MODELO	53
5.1 Apresentação da empresa pesquisada	53
5.2 Descrição da Aplicação	53
5.2.1 Etapa 1: Identificação dos produtos e dos setores.....	53
5.2.2 Etapa 2: Identificação dos parâmetros ambientais constantes em legislação ambiental.....	58
5.2.3 Etapa 3: Identificação dos parâmetros ambientais constantes em requisitos contratuais.....	60
5.2.4 Etapa 4: Identificação dos parâmetros associados ao desempenho interno quanto ao consumo de recursos (eco-eficiência).....	67

5.2.5	Etapa 5: Levantamento do inventário (balanço de massa e energia).....	67
5.2.6	Etapa 6: Apresentação do diagnóstico comparativo dos produtos em função dos parâmetros inventariados.....	83
5.2.7	Etapa 7: Ponderação dos objetivos estratégicos da organização frente às exigências legais e exigências contratuais	86
5.2.8	Etapa 8: Avaliação dos produtos de acordo com os parâmetros legais e contratuais identificados	87
5.2.9	Etapa 9: Avaliação dos produtos de acordo com os parâmetros associados ao consumo de recursos identificados	89
5.2.10	Etapa 10: Tomada de decisão	89
5.3	Considerações sobre a aplicação	90
CAPÍTULO 6 –CONCLUSÕES E SUGESTÕES		92
6.1	Conclusões.....	92
6.2	Sugestões para Trabalhos Futuros.....	95
REFERÊNCIAS		97
BIBLIOGRAFIA.....		100
ANEXO 1 - CARACTERÍSTICAS DAS ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO DA EMPRESA PESQUISADA		102
ANEXO 2 – DESCRIÇÃO DO TINGIMENTO DOS PRODUTOS COMPARADOS		105

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Estrutura do TC 207.....	13
Figura 2.2 – Modelo do SGA baseado na ISO 14001:1996.....	15
Figura 3.1 – Procedimentos simplificados para análise de inventário.	34
Figura 4.1 – Etapas do modelo proposto	41
Figura 4.2 – Exemplo hipotético de quadro para registro de resultados da etapa 6	45
Figura 4.3 – Critérios para pontuação dos objetivos estratégicos da organização.....	46
Figura 4.4 – Exemplo de quadro para avaliação dos grupos de parâmetros pelo produtor	46
Figura 4.5– Fluxograma para pontuação dos parâmetros	48
Figura 4.6– Exemplo de quadro hipotético para pontuação dos parâmetros legais e contratuais por produto	49
Figura 4.7– Exemplo de quadro hipotético para pontuação dos parâmetros associados ao consumo de recursos por produto	50
Figura 5.1 – Características dos produtos selecionados para o estudo e de seus processos	56
Figura 5.2 – Características do equipamento utilizado no estudo.....	58
Figura 5.3– Parâmetros legais de emissão de efluentes líquidos aplicáveis à indústria têxtil.	59
Figura 5.4 – Exigências contratuais do cliente Levi Strauss & Co.	61
Figura 5.5 – Exigências contratuais do cliente Walt Disney Company.	62
Figura 5.6 – Exigências contratuais do cliente Express.	63
Figura 5.7 – Exigências contratuais do cliente Wal-Mart Stores, Inc.	63
Figura 5.8– Exigências contratuais do cliente GAP.	64
Figura 5.9 – Exigências contratuais do Banco Mundial.	65
Figura 5.10 - Parâmetros identificados nos documentos contratuais.	66
Figura 5.11 - Parâmetros associados ao desempenho interno quanto ao consumo de recursos.....	66
Figura 5.12 – Levantamento da quantidade de matéria-prima por produto.....	69
Figura 5.13 – Levantamento da quantidade de produtos químicos e auxiliares.....	70
Figura 5.14 – Volume de água consumido no processamento dos produtos A e B.....	70
Figura 5.15 – Consumo de energia elétrica para processamento dos produtos A e B.....	71
Figura 5.16 – Cálculo do consumo de energia térmica para aquecimento do banho de processamento do produto A.	72
Figura 5.17 – Cálculo do consumo de energia térmica para aquecimento do banho de processamento do produto B.	73
Figura 5.18 – Levantamento total de energia para processamento dos produtos A e B.....	73

Figura 5.19 – Levantamento da massa de produtos.	74
Figura 5.20 – Parâmetros medidos no efluente sem tratamento (laudo interno: laboratório ETE) – Produto A.....	76
Figura 5.21 – Parâmetros medidos em efluentes com tratamento (laudos externos) – Produto A	77
Figura 5.22 – Parâmetros medidos no efluente sem tratamento (laudo interno: laboratório ETE) – Produto B.	78
Figura 5.23 – Parâmetros medidos em efluentes com tratamento (laudos externos) – Produto B.	79
Figura 5.24 – Balanço do produto A.	80
Figura 5.25 – Balanço do produto B.	82
Figura 5.26 – Parâmetros ambientais /m ² de tecido tingido.	83
Figura 5.27 – Parâmetros ambientais de emissão/m ² de tecido tingido.	85
Figura 5.28 – Resultado da avaliação dos parâmetros pelo decisor	86
Figura 5.29 – Pontuação dos parâmetros legais e contratuais por produto	88
Figura 5.30 – Pontuação dos parâmetros associados ao consumo de recursos por produto	89
Figura A.1 – Descrição da purga alcalina P05 (etapa 1) do produto A.....	105
Figura A.2 – Gráfico “Temperatura <i>versus</i> Tempo” da purga alcalina P05 (etapa 1) do produto A.....	106
Figura A.3 – Descrição do tingimento 31 (etapa 2) do produto A.	107
Figura A.4 – Gráfico “Temperatura <i>versus</i> Tempo” do tingimento 31 (etapa 2) do produto A	107
Figura A.5 – Descrição do ensaboamento E02 (etapa 3) do produto A	108
Figura A.6 – Gráfico “Temperatura <i>versus</i> Tempo” do ensaboamento E02 (etapa 3) do produto A.	109
Figura A.7 – Descrição do pré-alveijamento P03 (etapa 1) do produto B.....	109
Figura A.8 – Gráfico “Temperatura X Tempo” do pré-alveijamento P03 (etapa 1) do produto B	110
Figura A.9 – Descrição do tingimento 33 (etapa 2) do produto B.....	111
Figura A.10 – Gráfico “Temperatura X Tempo” do tingimento 33 (etapa 2) do produto B	111
Figura A.11 – Descrição do ensaboamento E01 (etapa 3) do produto B	112
Figura A.12 – Gráfico “Temperatura X Tempo” do ensaboamento E01 (etapa 3) do produto B	112

RESUMO

A proteção ambiental vem assumindo grande importância no cenário empresarial, a ponto das empresas, nos diversos ramos de atividades, incorporarem a variável ambiental na gestão dos negócios.

A fim de tomar ações que venham a eliminar ou minimizar os impactos ambientais, as empresas precisam, primeiramente, identificar os principais parâmetros ambientais pertinentes a suas atividades. Tais parâmetros constituem-se, na verdade, no que as normas ISO série 14000 têm chamado de aspectos ambientais, os quais resumem aos consumos e às saídas indesejáveis para o meio ambiente.

Este trabalho apresenta um modelo de apoio à seleção de produtos para fabricação, baseado numa avaliação dos parâmetros ambientais inerentes ao processo de fabricação dos produtos a serem comparados, os quais constituem-se nas principais exigências do mercado, manifestadas através de legislação ambiental, contratos de clientes e parâmetros associados ao desempenho quanto ao uso de recursos.

Recorre-se a um inventário (*inventory analysis*) dos parâmetros ambientais, de acordo com o que apresenta a norma ISO 14040, a qual padroniza a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida do Produto (*Life Cycle Assessment*), de forma a identificar e quantificar tais parâmetros.

Uma ponderação do produtor, quanto à importância que cada um dos grupos de exigências reflete em seu negócio, é levada em consideração, de forma a auxiliá-lo na tomada de decisão.

Como demonstração da efetividade do modelo, dois produtos têxteis são comparados numa etapa do processo produtivo, onde concluiu-se que o produto B apresenta menor criticidade para a fabricação, em relação ao produto A, levando-se em conta, no estudo comparativo, o seu desempenho quanto aos parâmetros ambientais analisados (decorrentes das exigências citadas) e os objetivos estratégicos da organização.

PALAVRAS-CHAVE: Parâmetros Ambientais, Gestão Ambiental, Exigências Ambientais.

ABSTRACT

The environmental protection has been assuming such a great importance in the business scenery, that the companies, in all areas possible, adopt the environmental variable in the businesses management.

In order to take actions to eliminate or to minimize the environmental impacts, the companies need to identify the principal environmental parameters related to their activities. These parameters are constituted, actually, in that the ISO standards series 14000 defines as environmental aspects, which summarize to the consumptions and the harmful exits for the environment.

This work presents a support model to the selection of products for production, based on an evaluation of the inherent environmental parameters to the production process of the products to be compared, which they are constituted in the main demands of the market, manifested through environmental legislation, customers' contracts and parameters associated to the acting as for the use of resources.

The execution of an inventory (inventory analysis) is looked for of the environmental parameters, in agreement with what it presents the ISO 14040 standard, which systematizes the methodology called Life Cycle Assessment, to identify and to quantify this parameters.

A consideration of the producer, as for the importance that each one of the groups of demands contemplates in the business, it is taken into account, to help him in the decision process.

To illustrate this tool is effectiveness, two textile products are compared in a stage of the productive process, where it was concluded that the product B presents smaller problem for the production, in relation to the product A, being taken into account, in the comparative study, its performance front to the analyzed environmental parameters (current of the mentioned demands) and the strategic objectives of the organization.

KEYWORDS: Environmental Parameters, Environmental Management, Environmental Demands.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Nos últimos tempos, os fabricantes de bens têm deparado-se com inúmeros desafios na gestão empresarial. Um destes desafios é a necessidade de incorporar as variáveis ambientais, decorrentes dos processos de fabricação, na administração de seu negócio.

De forma objetiva, pode-se dizer que o gerenciamento da variável ambiental no processo de fabricação, faz-se necessário à medida que a atuação das organizações não-governamentais (ONG's), ligadas a movimentos ecológicos, tem acentuada relevância para promoção das discussões ambientais na sociedade. Nesse sentido, o governo, movido pelas pressões originadas direta ou indiretamente por essas ONG's, tem participado da elaboração de instrumentos legais de grande repercussão para a indústria, coibindo com isso, a prática da fabricação irresponsável sob a ótica da conservação do meio ambiente. Na cadeia fornecedor-consumidor final, os clientes intermediários, motivados por uma cultura de proteção ambiental, têm repassado suas responsabilidades ambientais aos seus fornecedores. Já não são raros os casos em que o cliente intermediário anexa ao contrato de negociação, uma relação de parâmetros ambientais com respectivos padrões de emissão, a fim de que aquele produtor tome medidas de proteção ambiental em seu processo de fabricação. A julgar pelas estratégias das empresas, principalmente daquelas interessadas no mercado externo, e também pela notoriedade com que a performance ambiental de uma organização tem sido considerada pelo seu cliente no exterior, constata-se a necessidade de se avaliar, com maior profundidade, os parâmetros ambientais decorrentes do processo de fabricação de seus produtos. Por outro lado, o consumidor, ao deparar-se com os efeitos nocivos da degradação ambientais, decorrentes de processos de fabricação não-sustentáveis, vem despertando para uma consciência de consumo sustentável, modificando sua opção de consumo pelo “produto verde”.

Assim, a utilização racional dos recursos naturais e a produção sem desperdícios tornam-se fatores de competitividade para as empresas. Com isso, cresce a necessidade de um gerenciamento mais eficaz sobre tais variáveis. Nesse sentido, são justificáveis medidas internas na organização, visando a utilização de forma racional de matérias-primas, insumos e demais recursos como água e energia associados ao produto.

Na indústria têxtil, por exemplo, o processo de tratamento de efluentes líquidos é responsável por devolver ao rio um efluente dentro dos padrões físico-químicos estabelecidos pela legislação ou exigidos por clientes e sociedade. Logo, conclui-se que este processo é um gerador de custos, provocado pelos rejeitos oriundos do processo de fabricação. É necessário portanto, que o produtor tome medidas de prevenção em seu processo de fabricação, a fim de minimizar os impactos causados pelas saídas indesejadas dos processos e, conseqüentemente, a redução de custos com o tratamento de resíduos.

Em função do exposto, pode-se formular a seguinte pergunta de pesquisa: é possível a proposição de um modelo para subsidiar o processo de tomada de decisão na organização, a fim de selecionar produtos para fabricação, tendo em vista o melhor desempenho frente aos parâmetros ambientais contidos nas principais exigências do mercado?

Esta pergunta de pesquisa está embasada no pressuposto de que é possível, através da avaliação do inventário, uma das etapas da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida – ACV, identificar qualitativa e quantitativamente os parâmetros ambientais ao longo de um processo de fabricação de produto e a partir daí, subsidiar um processo de seleção de produtos para fabricação e/ou melhorias, tendo em vista o alcance de melhor desempenho frente aos parâmetros ambientais constantes nas principais exigências do mercado.

A partir da formulação do problema de pesquisa, pode-se estabelecer os objetivos geral e específicos do trabalho, conforme apresentado a seguir.

1.2 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é a proposição de um modelo que possa subsidiar ao produtor com informações para tomada de decisão, em relação à fabricação de produtos, frente às exigências exercidas pelo mercado, as quais são traduzidas, em última análise, em parâmetros ambientais.

1.3 Objetivos Específicos

- Identificar os principais grupos de exigências do mercado exercidos sobre a organização;
- Estabelecer parâmetros para avaliação de desempenho de produtos/ processos produtivos, decorrentes das exigências do mercado;
- Relacionar os parâmetros de desempenho aos produtos da organização;
- Estabelecer critérios de priorização dos objetivos estratégicos de performance ambiental da organização, frente às exigências do mercado;
- Estabelecer a comparação entre produtos, de acordo com a avaliação quantitativa de parâmetros ambientais associados aos principais grupos de exigências do mercado.

1.4 Metodologia

O levantamento bibliográfico constitui a base do Capítulo 2, referente ao tratamento da questão ambiental nas organizações e do Capítulo 3, referente ao estudo da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida do Produto, constituindo-se, portanto, num estudo exploratório

Segundo Gil (1996), é característica de um estudo exploratório o levantamento bibliográfico com fim a proporcionar maior familiaridade com o problema.

Na construção do modelo de apoio à tomada de decisão, descrita no Capítulo 4 e sua respectiva aplicação, no Capítulo 5, o estudo caracteriza-se como descritivo transversal. Para Gil (1996), o método descritivo é aquele que objetiva descrever as características de determinada população ou fenômeno, envolvendo, para isso, a coleta de dados. Na pesquisa descritiva transversal, as conclusões são tiradas a partir de dados coletados para um determinado momento, não envolvendo a observação dos fatos ao longo de um determinado tempo.

1.5 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está estruturado em seis capítulos.

O Capítulo 2 é resultado de uma revisão bibliográfica sobre como a questão ambiental vem sendo tratada nas indústrias, desde os seus primórdios, bem como avança para a postura atual das empresas em relação a questões tais como: Sistema de Gestão Ambiental, ISO 14000, Desenvolvimento Sustentável, Legislação Ambiental e *Marketing Ambiental*.

O Capítulo 3 aborda a metodologia da ACV, ferramenta da qual foi extraída a etapa de Avaliação de Inventário, elemento fundamental para a elaboração do modelo proposto no Capítulo 4.

O Capítulo 4 apresenta e detalha as etapas da construção do modelo proposto.

No Capítulo 5 é relatada a aplicação do modelo apresentado no Capítulo 4. O capítulo é finalizado com as considerações a partir dos resultados obtidos.

O Capítulo 6 apresenta as conclusões do trabalho e as sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 - O TRATAMENTO DA QUESTÃO AMBIENTAL NAS ORGANIZAÇÕES

2.1 A Relação Indústria-Meio Ambiente

É possível observar que as indústrias foram concebidas sem uma preocupação suficientemente adequada para com o meio ambiente. Observa-se, por exemplo, que até há algumas décadas, as preocupações com o correto tratamento das emissões resultantes dos processos eram mínimas. Cabe lembrar, inclusive, que “há bem pouco, a degradação de um espaço territorial era entendida e aceita como o inevitável preço do desenvolvimento”. (BEM - Brazilian Environmental Mall, 2001)

O pensamento de Capra (1982, p.16), sobre a profundidade da ação desse desenvolvimento sobre o meio ambiente é de que o sistema econômico obcecado com o crescimento e a expansão, e que continua a intensificar sua alta tecnologia numa tentativa de aumentar a produtividade, tem sido o fator criador de “um meio ambiente no qual a vida se tornou física e mentalmente poluída”.

Entretanto, as indústrias são as únicas a poder moldar e reequilibrar o ecossistema no local onde eles provocaram o desequilíbrio (BACKER, 1995). Nesse sentido, segundo o autor, elas devem assumir as conseqüências disso, ou seja, definir objetivos, estratégias e uma gestão que vão além do contexto físico e social, o qual se teve o hábito de tratar até então.

De acordo com Ruschel (2000), a adoção de valores ambientais pela empresa, no entanto, não é um processo simples, que pode ser deliberado através de memorandos. Trata-se, na verdade, de uma mudança cultural. Isso envolve mudanças de mentalidade, de comportamentos e de valores corporativos da empresa.

Neste sentido, Donaire (1995) aponta que a empresa está cada vez mais deixando sua visão tradicional, como uma instituição apenas econômica, onde sua responsabilidade resume-se na busca da maximização dos lucros. Segundo o autor, a empresa está cada vez mais

assumindo sua condição como uma instituição sócio-política, decorrente de uma visão moderna, na qual a relação com o ambiente é mais complexa. Ainda de acordo com este autor, as respostas da indústria a esse novo desafio ocorrem em três fases, muitas vezes superpostas, dependendo do grau de conscientização sobre a questão ambiental dentro da empresa: controle ambiental nas saídas, integração do controle ambiental nas práticas e processos industriais e, por último, a integração do controle ambiental na gestão administrativa. Observando a tendência da inserção da variável ambiental nos processos industriais, decorrentes principalmente de fatores tais como as pressões exercidas pela sociedade, órgãos ambientais, clientes e consumidores, um grande número de empresas já encontra-se, pelo menos, na segunda fase, a qual caracteriza-se pela prevenção da poluição, através da seleção de matérias-primas, desenvolvimento de novos processos e produtos, reaproveitamento de energia, reciclagem de resíduos e a integração com o meio ambiente. É claro que estas ações estão aquém da integração do controle ambiental integrado às mais altas esferas da organização, o que é a realidade de uma minoria das organizações. Entretanto, esta posição tem demonstrado uma mudança positiva das empresas em suas posturas, as quais até então caracterizavam-se pelo emprego único e exclusivo de remediações no fim do processo, com controle de poluição nas saídas, o que caracterizam as chamadas tecnologias *end-of-pipe*.

A fim de exemplificar tais posturas ocorridas nas indústrias francesas, por exemplo, recorre-se aos relatos de Backer (1995 p.28), onde são citados:

- na Renault, assim como na Mercedes-Benz e na Audi-Volkswagen, na Alemanha, foi decidido que os técnicos em equipamentos que eles escolherão no futuro poderão ser capazes de reciclar componentes da sucata dos carros;
- a L'Oreal tinha previsto até 1998, investimentos na ordem de trinta milhões de dólares para substituir o gás CFC nos *sprays* por um sistema que não ataque a camada de ozônio, enquanto que a Du Pont de Nemours, primeiro produtor mundial deste gás, havia previsto a interrupção de sua produção até o final da década de 90.

Conforme ilustra Backer (1995, p.89), em uma pesquisa realizada já na primeira metade da década de 90, a qual contou com uma amostragem de trinta mil executivos da indústria francesa, observou-se que 80% deles estimaram que os problemas do meio ambiente são importantes ou muito importantes.

Na opinião de Donaire (1995), o impacto da variável ecológica na estratégia da organização é diretamente proporcional ao seu potencial de poluição. Ou seja, se esse potencial é alto, sua importância na estratégia é vital e sua correta avaliação torna-se uma questão de sobrevivência. No entanto, se esse potencial é reduzido, a variável ecológica pode ser considerada, mas seu impacto será sempre de importância secundária na formulação da estratégia organizacional.

Conclui-se também, a partir de Donaire (1995), que a variável ecológica passa a influenciar na estratégia da organização a partir de mudanças ocorridas em seu ambiente externo. Essas mudanças são geralmente oriundas, por exemplo, de uma transposição de políticas institucionais das matrizes, que tendo vivenciado problemas ambientais em seus países de origem, procuram antecipar-se a esses problemas com suas filiais, ou ainda do surgimento de exigências ambientais legais, as quais passaram a estabelecer normas de atuação que resultaram em repercussões em nível interno nas organizações interessadas em equacionar seus problemas ambientais. Para o autor, as mudanças que ocorrem diante de uma nova postura estratégica encontram-se basicamente de dois níveis: em nível formal - com a inclusão de funções, atividades, autoridade e responsabilidades específicas em relação à variável ecológica, e em nível informal - através da disseminação e conscientização da participação de cada funcionário e da empresa como um todo, quanto à responsabilidade ambiental.

De acordo com Silva (2001) é possível avaliar o compromisso da empresa com relação a sua postura ambiental de acordo com a sua adequação a três diferentes níveis: o das conformidades, onde se atende a legislações e regulamentos, o do atendimento ao binômio cliente/qualidade, representada pelo EMAS (*Environmental Management and Audit Scheme*, da comunidade europeia) e pelos padrões ambientalistas das normas ISO da série 14.000 e, finalmente o nível dos códigos de lideranças, que têm na Carta de Princípios para o Desenvolvimento Sustentável da Câmara Internacional do Comércio (ICC) suas maiores exigências. Segundo o autor, para se atingir o terceiro nível é necessário que os outros dois tenham sido satisfeitos.

Para Ruschel (2000), as empresas que procuram se alinhar com um tratamento sistemático da questão ambiental em seus processos, acabam descobrindo ganhos importantes de produtividade e competitividade. Quer dizer: ser uma empresa ambientalmente correta

deixou de ser um ato de sensibilidade social para ser uma necessidade institucional e mercadológica urgente.

Numa visão a longo prazo, Porter (1996) aponta que no futuro, o desenvolvimento econômico sustentável será alcançado a partir da melhoria da produtividade do uso de insumos, visto que melhorar a performance ambiental e aumentar a competitividade são virtualmente sinônimos. O autor afirma ser a poluição, uma das formas de desperdício.

Compartilhando da mesma visão quanto a questão ambiental associada à estratégia competitiva, visando a sobrevivência da organização, Pauli (1995, p.152), prescreve que a empresa que quiser ser vencedora no futuro terá que assumir compromissos morais, éticos e ambientais, pois estes constituirão o componente crítico da estratégia competitiva. Segundo este autor, o conceito de competência mudou, incorporando esses fatores ignorados anteriormente e que o consumidor passou a desejar.

2.2 Desenvolvimento Sustentável

De acordo com Starke (1991), o termo Desenvolvimento Sustentável foi citado pela primeira vez em 1980, no documento denominado Estratégia de Conservação Mundial: Conservação dos Recursos Vivos para o Desenvolvimento Sustentável. Este documento foi publicado pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), pelo Fundo Mundial para a Vida Selvagem e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

A Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento define em seu relatório denominado “Nosso Futuro Comum” o seguinte conceito de Desenvolvimento Sustentável: “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades” (CMMAD,1991).

A agenda 21, em seu Capítulo 4, aponta que as principais causas da deterioração ininterrupta do meio ambiente mundial são os padrões insustentáveis de consumo e produção, especialmente nos países industrializados (AGENDA 21, 1992).

No entendimento de Duarte (1997, p.72), implícito ao conceito de Desenvolvimento Sustentável está:

“O reconhecimento de que a pobreza, a deterioração do meio ambiente e o crescimento populacional estão indissoluvelmente ligados, e que nenhum desses problemas fundamentais pode ser resolvido isoladamente na busca dos parâmetros tidos como aceitáveis pelos mais de cem países signatários da Declaração do Rio, de convivência do ser humano numa base mais justa e equilibrada”.

Agravando ainda mais um dos elementos citados pelo autor, a pobreza, é vista como um dos maiores geradores de poluentes do mundo, pelo menos na opinião de Erling Lorentzen, o fundador da Aracruz Celulose, a empresa brasileira que é a maior produtora de pasta de eucalipto do mundo. Segundo ele, citado por Piero (1999, p.31): “Não podemos esperar que quem não come uma refeição decente se preocupe com o ambiente.”

Baroni (*apud* Campos, 1996, p.78), esclarece, por fim, que o Desenvolvimento Sustentável é buscar o fim da pobreza, acrescido da preocupação em reduzir a poluição ambiental e o desperdício no uso de recursos.

Para ajudar as empresas a melhorar seu desempenho ambiental, a ICC – *International Chamber of Commerce* (Câmara do Comércio Internacional) estabeleceu o denominado *Business Charter for Sustainable Development*, conhecido como Carta dos Princípios para o Desenvolvimento Sustentável. Este documento inclui 16 princípios para a Gestão Ambiental que, sob a ótica das organizações, são essenciais para se atingir o Desenvolvimento Sustentável (DONAIRE, 1995, p.60). São eles:

- 1- Prioridade Organizacional: reconhecer a gestão ambiental entre as mais altas prioridades corporativas, como fator determinante para o Desenvolvimento Sustentável e estabelecer políticas, programas e práticas no desenvolvimento das operações que sejam adequadas ao meio ambiente;
- 2- Gestão Integrada: integrar as políticas, programas e práticas ambientais em todos os negócios, como elementos indispensáveis de administração em todas as suas funções;
- 3- Processo de Melhoria: continuar melhorando as políticas corporativas, os programas e a performance ambiental tanto no mercado interno quanto externo, levando-se em conta o

desenvolvimento tecnológico, o conhecimento científico, as necessidades dos consumidores e os anseios da comunidade, tendo como ponto de partida as regulamentações ambientais;

4- Educação do Pessoal: educar, treinar e motivar o pessoal, no sentido de que possam desempenhar suas tarefas de forma responsável em relação ao ambiente;

5- Prioridade de Enfoque: considerar as repercussões ambientais antes de iniciar nova atividade ou projeto e antes de instalar novos equipamentos e instalações ou de abandonar alguma unidade produtiva;

6- Produtos e Serviços: desenvolver e produzir produtos e serviços que não sejam agressivos ao ambiente e que sejam seguros em sua utilização e consumo, que sejam eficientes no consumo de energia e de recursos naturais e que possam ser reciclados, reutilizados ou armazenados de forma segura;

7- Orientação ao Consumidor: orientar e, se necessário, educar consumidores, distribuidores e o público em geral sobre o correto e seguro uso, transporte, armazenagem e descarte de produtos produzidos;

8- Equipamentos e Operacionalização: desenvolver, desenhar e operar máquinas e equipamentos levando em conta o eficiente uso de água, energia e matérias-primas, o uso sustentável dos recursos renováveis, a minimização dos impactos negativos ao ambiente e a geração de poluição e o uso responsável e seguro dos resíduos existentes;

9- Pesquisa: conduzir ou apoiar projetos de pesquisas que estudem os impactos ambientais das matérias-primas, produtos, processos, emissões e resíduos associados ao processo produtivo da empresa, visando a minimização de seus efeitos;

10- Enfoque Preventivo: modificar a manufatura e o uso de produtos e serviços e mesmo os processos produtivos, de forma consistente com os mais modernos conhecimentos técnicos e científicos, no sentido de prevenir as sérias e irreversíveis degradações do meio ambiente;

11- Fornecedores e Subcontratados: promover a adoção dos princípios ambientais da empresa junto dos subcontratados e fornecedores encorajando e assegurando, sempre que possível, melhoramentos em suas atividades, de modo que elas sejam uma extensão das normas da empresa;

- 12- Plano de Emergência: desenvolver e manter, nas áreas de risco potencial, planos de emergência idealizados em conjunto entre os setores da empresa envolvidos, os órgãos governamentais e a comunidade local, reconhecendo a repercussão de eventuais acidentes;
- 13- Transferência de Tecnologia: contribuir na disseminação e transferência das tecnologias e métodos de gestão que sejam amigáveis ao meio ambiente junto aos setores privado e público;
- 14- Contribuição ao Esforço Comum: contribuir no desenvolvimento de políticas públicas e privadas, de programas governamentais e iniciativas educacionais que visem à preservação do meio ambiente;
- 15- Transparência de Atitude: propiciar transparência e diálogo com a comunidade interna e externa, antecipando e respondendo a suas preocupações em relação aos riscos potenciais e impacto das operações, produtos e resíduos;
- 16- Atendimento e Divulgação: medir a performance ambiental, conduzir auditorias ambientais regulares e averiguar se os padrões da empresa cumprem os valores estabelecidos na legislação. Prover periodicamente informações apropriadas para a Alta Administração, acionistas, empregados, autoridades e o público em geral.

Na prática, observa-se que a maioria dos modelos de gestão ambiental praticados nas organizações, baseiam-se nas normas ISO 14001. Neste sentido, comparando-se o conteúdo da norma ISO 14001, conforme exposto no item 2.4, com os 16 princípios apresentados anteriormente, pode-se afirmar que a norma, apesar de alguns requisitos consoantes com este documento, está muito aquém do preconizado pela Câmara do Comércio Internacional para o Desenvolvimento Sustentável.

2.3 Sistema de Gestão Ambiental

De acordo com a NBR ISO 14001, um sistema de gestão ambiental compreende a parte do sistema global que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento,

responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental (ISO 14001, 1996).

A preocupação para sistematização, em forma de normas internacionais, para a abordagem da questão ambiental nas organizações decorre de 1991, e foi deflagrada pelo *Strategic Advisory Group on the Environmental* (SAGE), quando a preocupação com a preservação ambiental já se evidenciava nas grandes corporações. O SAGE havia sido estabelecido pela ISO (*International Organization for Standardization*), juntamente com o IEC (*International Electrotechnical Commission*), para estudar a questão ambiental e fazer recomendações em termos de padronização.

Para reforçar esta preocupação, nessa época, países como Canadá e Inglaterra já dispunham de normas próprias para o gerenciamento ambiental, enquanto que na União Européia, estavam sendo criados dois instrumentos voluntários: a Rotulagem Ambiental (*Ecolabel*) e a Auditoria Ambiental (EMAS). Estas iniciativas isoladas culminaram numa preocupação relativa à possibilidade de barreiras técnicas. Reforçava-se, portanto, a idéia de unificar estas práticas.

A ISO (*International Organization for Standardization*) é uma organização não-governamental e tem como principal missão promover o desenvolvimento da padronização mundial e atividades relacionadas, com uma visão para facilitar o comércio internacional de bens e serviços e, para desenvolver a cooperação nas esferas intelectual, científica, tecnológica e econômica. Os resultados dos trabalhos técnicos da ISO são publicados como Normas Internacionais (*INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION*, 2001).

Para atingir os seus objetivos, esta organização constitui-se de diversos comitês técnicos (TC's), cada um deles visando a normatização em assuntos específicos. Os trabalhos da ISO referentes à elaboração de normas internacionais para gestão ambiental, são efetuados pelo Comitê Técnico número 207 (TC-207). Composto por representantes oficiais de cerca de 40 países, incluindo representantes da indústria, organizações normativas, governamentais e ambientais, o TC-207 assegura que suas atividades estão baseadas na filosofia de que melhorar as práticas de gerenciamento é o melhor caminho para melhorar a performance da organização e de seus produtos (*INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION*, 2001). Para melhor gerenciamento de suas atividades, o TC-207

subdivide-se em sub-comitês (SC) de acordo com dois grandes enfoques de trabalho, a saber: enfoque na organização e enfoque nos produtos e serviços.

A Figura 2.1 ilustra de forma clara, a estrutura do comitê técnico 207, definindo o escopo de trabalho de cada um dos seus seis sub-comitês.

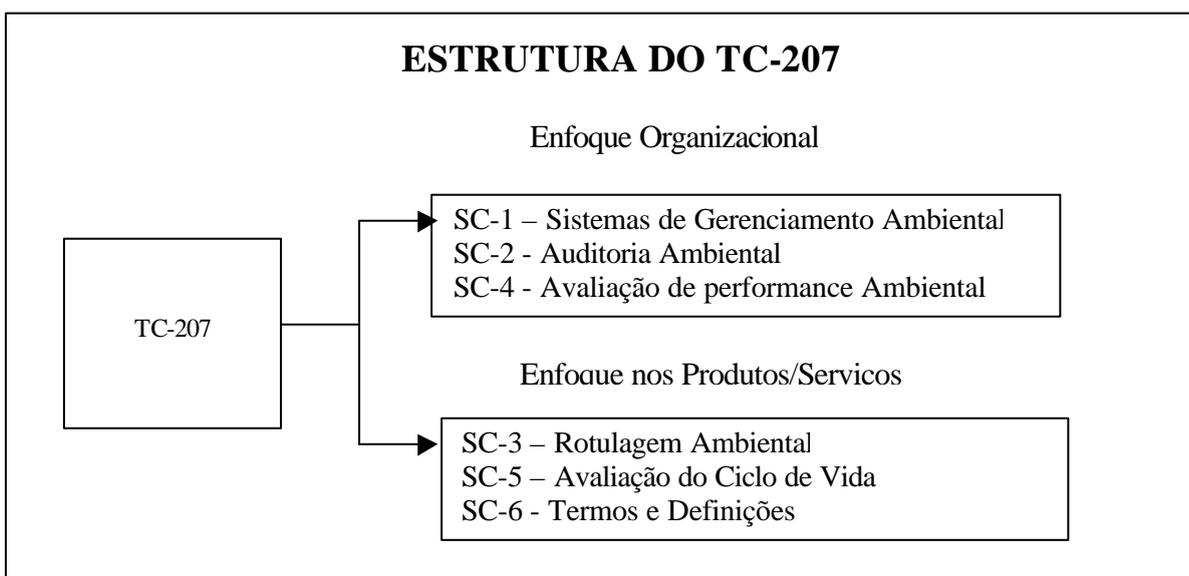


Figura 2.1 – Estrutura do TC 207 (Duarte, 1997).

Observa-se pela Figura 2.1 que o enfoque organizacional das normas visa estabelecer um padrão para implementação, avaliação e manutenção de um sistema de gerenciamento ambiental na organização. Em seu escopo de trabalho, o TC-207, através dos sub-comitês SC-1, SC-2 e SC-4, enfoca tais práticas ambientais sob o aspecto do gerenciamento ambiental na esfera organizacional.

Sob outro enfoque, as normas orientadas para produto preocupam-se em determinar os impactos ambientais de produtos e serviços durante seus ciclos de vida, bem como fornecer diretrizes para processos de rotulagem ambiental. Essas normas ajudarão uma organização a reunir as informações que necessitam para apoiar seu planejamento e decisões, bem como para comunicá-las de forma específica aos consumidores e outras partes interessadas. Esta frente de trabalho, a qual contempla a certificação de produtos e a rotulagem, são realizadas através dos sub-comitês SC-3, SC-4 e SC-6.

De acordo com os objetivos do presente trabalho, cabe chamar atenção para o sub-comitê número 5. O SC-5 trata da Avaliação do Ciclo de Vida e é coordenado pela França. Possui quatro grupos de trabalho: o WG-1 para Código de Prática, o WG-2 para Inventário, o WG-3 para Análise de Impacto e o WG-4 para Análise de Avaliação e Melhoria.

Além destes sub-comitês, o TC-207 ainda agrega diretamente em sua estrutura, três grupos de trabalho: o WG-1, o qual enfoca a inclusão de aspectos ambientais em produtos, o WG-2, que vem trabalhando com a adequação da Gestão Ambiental em organizações de florestas e o WG-3, que tem se destacado por trabalhos relativos à concepção ambiental do produto (*Design for the Environment - DfE*).

2.4 A ISO 14000

A ISO 14000 é uma série de normas internacionais, voluntárias, aplicadas ao gerenciamento ambiental. Este conjunto de normas são voltadas às seguintes aplicações:

- Sistemas de Gerenciamento Ambiental (EMS - *Environmental Management Systems*);
- Auditoria Ambiental e Investigações Relacionadas (EA&RI - *Environmental Auditing and Related Investigations*);
- Declarações e Rotulagem Ambiental (EL - *Environmental Labels and Declarations*);
- Avaliação de Desempenho Ambiental (EPE - *Environmental Performance Evaluation*);
- Avaliação do Ciclo de Vida (LCA - *Life Cycle Assessment*, representada pelas normas ISO 14040, ISO 14041, ISO 14042 e ISO 14043, as quais servem de base para o presente trabalho;
- Termos e Definições (T&D - *Terms and Definitions*).

Alguns dos princípios-chave que têm norteado o desenvolvimento dessas normas, constituem-se na necessidade de que (*INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2001*):

- resultem num melhor gerenciamento ambiental;
- sejam aplicáveis mundialmente;
- promovam interesses amplos do público e dos usuários das normas;
- sejam efetivamente válidas, não-prescritiva e flexível, para satisfazer as diversas necessidades de diversos tipos de organização;
- sejam adequadas à verificação interna ou externa;
- sejam cientificamente fundamentadas;
- acima de tudo, elas sejam práticas, úteis e aplicáveis.

No sentido de obter um sistema de gestão ambiental certificado por um organismo de terceira parte ou independente, as empresas têm buscado o atendimento aos requisitos prescritos na norma ISO 14001, os quais, em sua essência, resumem-se em um modelo de gestão ambiental tal como apresentado na Figura 2.2.

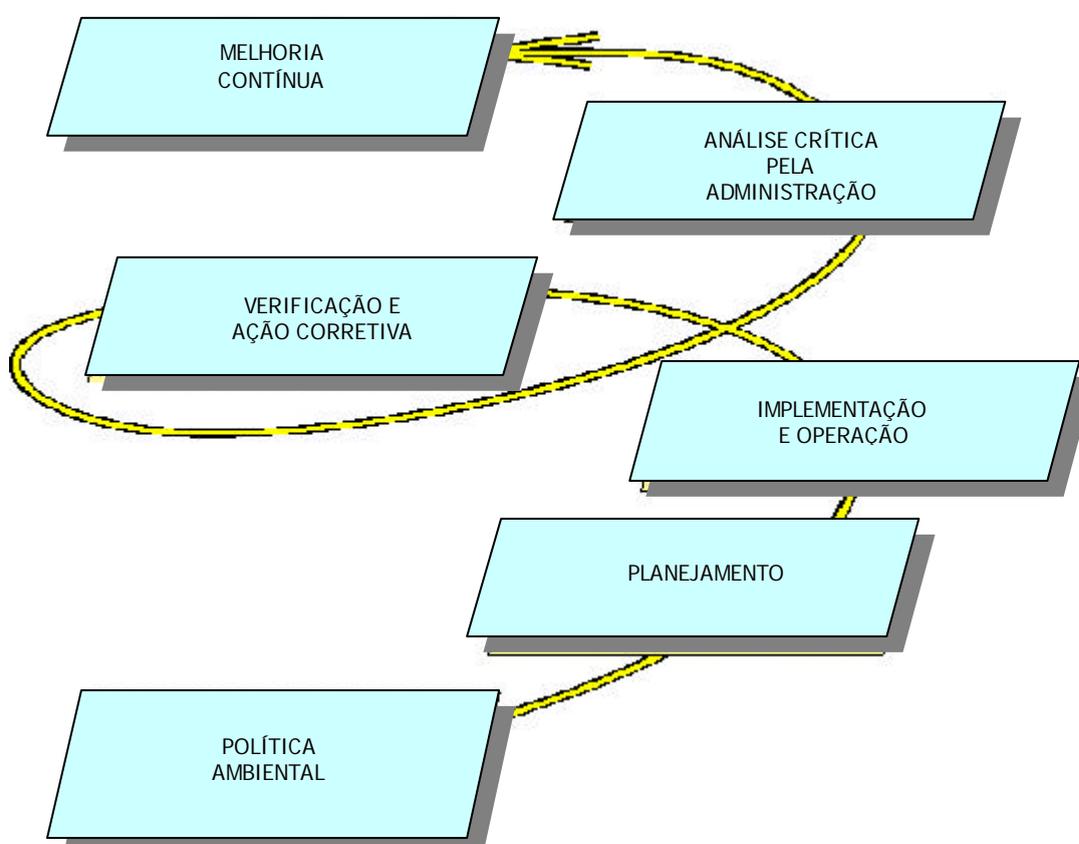


Figura 2.2 – Modelo do SGA baseado na ISO 14001:1996. (ISO 14001:1996)

Uma revisão sobre os elementos da norma NBR ISO 14001:1996, leva a apontar as seguintes exigências:

- Política Ambiental: demonstrar o comprometimento com a melhoria contínua e com a prevenção da poluição, o atendimento à legislação e normas ambientais aplicáveis, e demais requisitos subscritos pela organização. A política deve ser documentada, implementada, mantida e comunicada a todos os empregados e disponível para o público;
- Aspectos Ambientais: estabelecer e manter procedimentos para identificar os aspectos ambientais inerentes às suas atividades, produtos e serviços. Deve-se determinar os impactos significativos e relacioná-los aos objetivos e metas;
- Requisitos Legais e Outros Requisitos: identificar e ter acesso à legislação e outros requisitos aplicáveis às suas atividades, produtos e serviços;
- Objetivos e Metas: estabelecer e manter os objetivos e metas documentados e compatíveis com a política, para cada nível e função da organização. Deve-se considerar, para efeito de definição dos objetivos e metas, os requisitos legais, aspectos ambientais significativos, opções tecnológicas, financeiras, operacionais, comerciais e necessidades apontadas pelas partes interessadas;
- Programa de Gestão Ambiental: estabelecer e manter um programa para atingir seus objetivos e metas. O Programa deve contemplar as responsabilidades, meios e prazos para que sejam atingidos;
- Estrutura e Responsabilidade: definir, documentar e comunicar as funções, responsabilidades e autoridades. Deve-se prever recursos humanos, qualificações específicas, tecnologia e recursos financeiros, bem como nomear representante para assegurar a implementação do sistema e comunicar o seu desempenho;
- Treinamento, Conscientização e Competência: garantir que todas as pessoas envolvidas com tarefas que possam criar impacto significativo devem ter competência (com base em educação, treinamento e/ou experiência apropriados);
- Comunicação: estabelecer procedimentos para comunicações internas com relação aos aspectos ambientais e sistema de gestão ambiental, recebimento, documentação e resposta a comunicações pertinentes das partes interessadas externas;
- Documentação do SGA: descrever os principais elementos do sistema e a interação

entre eles e fornecer orientação sobre a documentação relacionada;

- Controle de Documentos: estabelecer e manter procedimentos para o controle dos documentos a fim de que os mesmos possam ser periodicamente analisados, revisados e aprovados por pessoal autorizado, as versões atualizadas dos mesmos estejam disponíveis onde necessário e os documentos obsoletos sejam retidos;
- Controle Operacional: identificar operações e atividades associadas aos aspectos ambientais significativos e estabelecer e manter procedimentos para situações onde a sua ausência possa provocar desvios;
- Preparação e Atendimento a Emergências: estabelecer e manter procedimentos para atender a acidentes e situações de emergência, bem como para prevenir e mitigar impactos ambientais associados a eles. Deve-se testar os procedimentos de emergência, analisá-los e revisá-los, onde necessário, após a ocorrência de acidentes ou situações de emergência;
- Monitoramento e Medição: estabelecer e manter procedimentos para monitorar e medir as operações e atividades. Deve-se avaliar periodicamente o atendimento à legislação, acompanhar o desempenho e a conformidade com os objetivos e metas ambientais;
- Não-Conformidade e Ações Corretiva e Preventiva: estabelecer e manter procedimentos para o tratamento de não-conformidades e adotar medidas para mitigar impactos e iniciar e concluir ações corretivas e preventivas;
- Registros: estabelecer e manter procedimentos para a identificação, manutenção e descarte de registros relacionados à gestão ambiental. Os registros devem permitir rastrear as atividades, produtos ou serviços envolvidos;
- Auditoria do Sistema de Gestão Ambiental: estabelecer e manter programa para auditorias periódicas do SGA, a fim de determinar se o SGA está em conformidade com as disposições planejadas e os requisitos da norma e se foi devidamente implementado e está sendo mantido;
- Análise Crítica Pela Administração: assegurar a conveniência, adequação e eficácia contínuas e considerar a eventual necessidade de alterar a política, os objetivos e outros elementos do SGA.

Um levantamento dos principais benefícios da implementação de um Sistema de Gestão Ambiental na organização, baseado nas normas ISO 14001, leva a apontar os

seguintes pontos: melhor demonstração do compromisso ambiental, maior facilidade na obtenção de licenças, melhoria nas relações indústria – governo, melhor atendimento às expectativas ambientais do cliente/consumidor, melhoria da imagem pública, acessos facilitados para obtenção de financiamentos, maiores oportunidades de mercado, satisfação dos critérios de certificação, empresas seguradoras mais dispostas a cobrir empresas “limpas”, redução de custos pela implementação de programas de redução e reciclagem de resíduos, racionalização de energia e otimização de recursos hídricos. Entretanto, numa análise mais aprofundada dos requisitos expostos anteriormente, é possível concluir que o modelo baseado na norma ISO 14001 permite uma postura de reação às exigências do mercado. Esta postura pode vir a traduzir-se no tratamento *end-of-pipe* das emissões a fim de adequá-las aos padrões legais, contratuais, bem como demais anseios da comunidade.

Dessa forma, a adoção de um Sistema de Gestão Ambiental, especialmente o que atenda à ISO 14001, representa importante passo para que a empresa possa dispor de vantagens competitivas no mercado, onde predominem indústrias que atuam nos limites da conformidade da legislação ambiental. Entretanto, há ferramentas mais efetivas para proporcionarem maior impulsão aos negócios da empresa, como as ferramentas *Design for Environment - DFE* e a Avaliação do Ciclo de Vida do produto - ACV.

2.5 Perfil do Consumidor e *Marketing Ambiental*

Obcecados com a expansão, com os lucros crescentes e o aumento da produtividade, os Estados Unidos e outros países industrializados desenvolveram sociedades de consumo competitivas, que induzem as pessoas a comprar usar e jogar fora quantidades cada vez maiores de produtos de pouca utilidade (CAPRA, 1982). Entretanto, nos últimos anos observa-se que o consumidor tem tornado-se cada vez mais consciente sobre a problemática que envolve a fabricação de um produto, quando a temática é o meio ambiente.

Segundo Donaire (1995 p.26), “as preocupações com as questões ambientais atingiram o mercado, mudando inclusive o comportamento do consumidor, exigindo produtos menos agressivos ao ambiente e tornando-se tão temíveis quanto os órgãos de controle”.

Pesquisa realizada pelo CNI (Confederação Nacional da Indústria - Conselho Temático Permanente de Meio Ambiente), junto ao IBOPE, em maio de 1998, na qual envolveu 2.000 pessoas de todo o país, de ambos os sexos, com idade de 16 anos ou mais, revelou que 68% destes entrevistados estariam dispostos a pagar mais por um produto que não polui o meio ambiente. (AMBIENTE GLOBAL, 2000a).

Também em recente pesquisa conduzida pelo PROCON – SP (AMBIENTE GLOBAL, 2000b), objetivando definir estratégias para a defesa ambiental, constatou-se que para a maioria dos 415 entrevistados da capital paulista, o produto ecológico é definido como aquele que vem diretamente da natureza (natural ou pode retornar rapidamente a ela - biodegradável) além de reciclável e não prejudicial à saúde. A pesquisa mostra, através desta definição que tal consumidor leva em consideração aspectos tais como desempenho ecológico do produto, não ficando tão evidente, entretanto, a sua preocupação com o processo de fabricação.

Objetivando atender ao comportamento assumido pelo seu consumidor, observa-se uma busca cada vez mais freqüente, por parte dos fabricantes, em desenvolver produtos ditos “ecologicamente corretos” e de comunicar seus benefícios ecológicos, na tentativa de influenciar a decisão de compra de seu produto, em detrimento de um outro. “Na disputa pelos corações verdes, elas (indústrias de embalagens) investem pesado em publicidade, montam equipes para defender a imagem de seus produtos e apoiam recicladores ou campanhas educativas” (GAZETA MERCANTIL, 2000 p.9).

Procurando referenciar cronologicamente mudanças de atitudes em relação a inclusão da variável ecológica nos negócios da organização e ao mesmo tempo destacando a notoriedade do assunto por importantes veículos de comunicação, Ruschel (2000) afirma que:

“Desde que a revista Time escolheu o Planeta Terra como Destaque do Ano, em 1988 e que a revista Fortune anunciou, em matéria de capa, em 1989, que a ‘pressão verde sobre os negócios’ seria o *megatrend* da década de 90, os problemas ambientais deixaram de ser preocupação exclusiva de cientistas e ambientalistas para se transformarem num desafio real para a iniciativa privada”.

De acordo com o autor, na verdade, “a ‘revolução verde’ já vinha acontecendo de maneira progressiva e inexorável desde a década de 60”.

Neste sentido, Makower (1991, p.121) apresenta-nos os dois objetivos-chave do *Marketing Ambiental*:

- Desenvolver produtos que equilibrem necessidades dos consumidores, preço viável e conveniência, com compatibilidade ambiental, que significa exercer um impacto mínimo sobre o meio ambiente; e
- Projetar uma imagem de alta qualidade, incluindo sensibilidade ambiental quanto aos atributos do produto e da embalagem e quanto ao registro de trajetória de seu fabricante no que se refere ao respeito ao meio ambiente.

A Rotulagem ambiental, uma das manifestações mais notórias do *Marketing Ambiental*, tem sido um instrumento de uso cada vez mais freqüente pelas organizações a fim de prestar ao consumidor informação sobre a performance ambiental do produto e dos processos usados na sua fabricação. A verdade é que tais produtores não estão fazendo nada além do que atender ao que estabelece o Código de Defesa do Consumidor, senão vejamos:

“são direitos básicos dos consumidores a educação e divulgação sobre o consumo adequado dos produtos e serviços, asseguradas a liberdade de escolha e a igualdade nas contratações; bem como a informação adequada e clara sobre diferentes produtos e serviços, com especificação correta de quantidade, características, composição, qualidade e preço, bem como sobre os riscos que apresentem” (BRASIL, 1990).

Conforme exposto, a crescente conscientização do consumidor tem exercido papel preponderante na mudança de postura na fabricação de produtos. De uma forma geral, as suas expectativas têm sido explicitadas pelas ONG's, instrumentos legais e em contratos de fornecimento. Neste contexto, o *Marketing Ambiental* assume grande importância, pois tem sido a ferramenta de comunicação da performance ambiental do produtor para o consumidor. Cabe observar, entretanto, que os instrumentos utilizados para a avaliação da performance, nem sempre são suficientemente adequados e cientificamente coerentes para, a partir dos resultados obtidos, promover uma comunicação. As normas ISO 14040, ISO 14041, ISO 10042 e ISO 14043, referentes à Avaliação do Ciclo de Vida procuram preencher esta lacuna, estabelecendo-se como um instrumento padrão para investigação da performance ambiental de produtos.

Torna-se necessário uma avaliação da performance ambiental de produtos, com base na metodologia da Avaliação do Ciclo de Vida, a fim de identificar aqueles produtos que atendem o perfil deste consumidor.

2.6 Parâmetros Ambientais nos Meios Ar, Água e Solo

Há de se levantar os principais parâmetros que têm servido aos órgãos ambientais como referência para avaliação da qualidade ambiental de efluentes (líquidos, sólidos e gasosos) das empresas. Estes parâmetros podem ser tomados como os indicadores de performance ambiental do produtor. A maior ou menor concentração destes agentes de degradação ambiental, que é emitida ao meio, está associada ao processo de fabricação empregado. Os parâmetros relacionados a seguir, são citados nos principais documentos legais e contratuais. São eles:

2.6.1 Parâmetros Ambientais no Meio Atmosférico

Segundo conceitos apresentados por Viterbo Jr. (1998, p.54), existe poluição do ar quando a presença de uma substância estranha, ou a variação importante na proporção dos seus constituintes, tem possibilidade de provocar efeitos prejudiciais ou doenças, tendo em conta os conhecimentos científicos no momento.

Neste sentido, alguns poluentes do ar são especialmente nocivos e devem ter suas emissões controladas para valores mínimos. Entre eles sobressaem:

- Óxidos de enxofre (SO_x): Constituem um dos mais frequentes contaminantes do ar. O SO_2 emitido para a atmosfera, após oxidação, pode ser transformado em trióxido de enxofre (SO_3) que, na presença de umidade do ar, dá origem ao ácido sulfúrico (H_2SO_4) e respectivos sais, contribuindo assim para a formação de chuvas ácidas. O dióxido de enxofre, o H_2SO_4 e os sulfatos são irritantes para as mucosas dos olhos e órgãos respiratórios. A influência tóxica é agravada quando se faz sentir a presença simultânea destes poluentes e de partículas em suspensão;

- Óxidos de nitrogênio (NO_x): São decorrentes da queima, a altas temperaturas, de combustíveis. Os materiais sofrem efeitos nocivos face à presença de óxidos de nitrogênio no ar;
- Monóxido de carbono (CO): Constitui-se num poluente que tem uma ação nociva à saúde humana. Os órgãos que necessitam de grande oxigenação, caso do coração e do sistema nervoso central, são os mais susceptíveis de serem afetados pela presença de CO no ar;
- Dióxido de carbono (CO_2): Influem, consideravelmente, no aumento do efeito estufa. O aumento de CO_2 provoca aquecimento progressivo na atmosfera, modificando o clima, aumentando a incidência de tempestades em determinadas regiões, bem como a incidência de secas. De acordo com Stem (*apud* Fonseca, 1997, p.46), há uma relação direta entre o desenvolvimento econômico e o aumento global dos gases-estufa e isto explica o fato de que os EUA são os maiores responsáveis do mundo pela emissão desses gases;
- Clorofluorcarbonetos (CFC): Estes gases, comercialmente conhecidos como freons, são liberados através de aerossóis, geladeiras, aparelhos de ar condicionado e são usados na fabricação de espumas plásticas e isopor. Estes gases atuam na decomposição das moléculas de ozônio, afetando diretamente a camada de ozônio na atmosfera;
- Partículas em suspensão: A designação de partículas em suspensão inclui uma série de substâncias cuja velocidade de sedimentação é inferior a 10 m/s. As emissões de partículas para a atmosfera decorrentes da indústria são provenientes da queima de combustíveis fósseis, incineração e processos industriais. Estudos epidemiológicos têm associado o aparecimento de doenças crônicas tais como asma, bronquite e outras doenças pulmonares, com os teores de partículas em suspensão no ar.

2.6.2 Parâmetros Ambientais no Meio Hídrico:

A Organização Mundial da Saúde - OMS apresenta a seguinte definição de poluição hídrica:

“Deve-se considerar que uma água está poluída, quando a sua composição ou o seu estado estão de tal modo alterados que já não reúnem as condições necessárias (propriedades físicas, químicas e biológicas) para as utilizações para as quais estava destinada no seu estado natural.” (VITERBO JR., 1998, p.58)

O lançamento de resíduos diretamente em corpos d'água, sem um tratamento prévio, é hoje uma prática condenada. É necessário, portanto, fazer o tratamento das águas usadas, removendo seus contaminantes dentro dos limites impostos pela legislação, antes de lançá-las de volta ao meio ambiente.

Alguns poluentes merecem atenção especial no tratamento das águas usadas: os metais pesados, óleos, graxas, sulfetos, fenóis, cianetos, fluoretos e produtos químicos orgânicos em geral. Além de remoção desses contaminantes, o tratamento das águas usadas deve corrigir alguns parâmetros tais como índices elevados de acidez ou de alcalinidade, cargas orgânicas elevadas e a temperatura, quando essa for muito distinta da temperatura natural do corpo d'água receptor.

Os principais efeitos de degradação ambiental, causados por alguns poluentes no meio líquido, são descritos a seguir.

- Cor e Turbidez: a coloração na água é causada por corantes, enquanto que a turbidez está associada à presença de substâncias coloidais (gelatinosas) ou por matéria em suspensão (argila, microorganismos etc.). Além do fator estético causado por estes parâmetros, o que causa um efeito repulsivo aos consumidores, eles estão associados à perda da capacidade da realização da fotossíntese no meio aquático, visto que impedem a penetração dos raios solares;
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): corresponde à quantidade consumida de oxigênio durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Os maiores acréscimos de DBO são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática;
- Demanda Química de Oxigênio (DQO): corresponde à quantidade necessária de oxigênio para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial;
- Fenóis: a presença destes compostos orgânicos nos corpos d'água deve-se, principalmente, aos despejos de origem industrial. São compostos tóxicos aos organismos aquáticos, em concentrações bastante baixas, e afetam o sabor dos peixes e a aceitabilidade das águas,

por conferir sabor e odor extremamente pronunciados, especialmente os fenóis do cloro. Têm efeitos extremamente negativos para a saúde humana;

- Nitrogênio Amoniacoal (amônia): é uma substância tóxica que causa odor desagradável, alteração do pH e mortandade de peixes por sufocamento, especialmente em grandes quantidades;
- Nutrientes (Nitrogênio, Fósforo e Potássio): a presença destes nutrientes provoca a eutrofização das águas, isto é, favorece o crescimento descontrolado da flora e fauna aquáticas que, ao se decomporem, consomem grandes quantidades de oxigênio e contribuem, também, para o assoreamento dos corpos d'água. Alguns detergentes são fontes importantes de fosfatos;
- Potencial Hidrogeniônico (pH): as alterações bruscas do pH de uma água podem acarretar o desaparecimento dos seres nela presentes;
- Produtos tóxicos (metais pesados, ácidos, solventes): a presença de produtos tóxicos lançados por indústrias acarreta problemas de toxicidade através da cadeia alimentar, podendo chegar a causar a morte de todas as espécies. Os metais pesados estão associados também a danos renais e ao sistema nervoso e à toxicidade;
- Resíduo Total: os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem sedimentar-se no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia;
- Resíduos orgânicos: os resíduos orgânicos ao serem degradados por bactérias presentes na água acarretam um consumo excessivo do oxigênio dissolvido nessa água e, por consequência, o fenômeno da mortandade de peixes por asfixia, além de produzir odores desagradáveis;
- Sólidos sedimentáveis: correspondem ao volume de sólidos presentes no efluente que se sedimenta após um período de tempo de repouso do líquido (60 minutos). Contribuem para o aumento da DBO, poluição visual e o assoreamento;
- Temperatura: a poluição térmica é causada pelo lançamento de águas de resfriamento em temperaturas superiores a do corpo d'água receptor, o que provoca um aumento da

atividade bacteriana que, por sua vez, acarreta aumento no consumo do oxigênio dissolvido na água. O aumento da temperatura também reduz a solubilidade do oxigênio na água;

- Tensoativos não biodegradáveis: acarretam espumas nos rios, o que é esteticamente indesejável. Também são relacionados ao aumento da DQO e mortalidade de peixes. Outro inconveniente é o fato de não serem removidos pelos tratamentos convencionais;
- Óleos e graxas: óleos e graxas não se misturam na água e tendem a ficar sobre a superfície causando a poluição química e visual. Também aderem nos vegetais que encontram-se às margens do ribeirão comprometendo a flora.

2.6.3 Parâmetros Ambientais no Solo

A contaminação do solo se dá, usualmente, pela disposição, de forma imprópria, de resíduos e produtos contaminados, possibilitando que os agentes poluentes neles contidos se difundam por lixiviação ou solubilização no meio físico.

Os casos mais críticos de poluição do solo são aqueles decorrentes da disposição inadequada e ilegal de resíduos industriais, principalmente daqueles classificados como perigosos, também definidos pela norma brasileira NBR 10004 como Resíduos Classe I (ABNT, 1987). Este tipo de disposição irá requerer, mais tarde, extensos trabalhos de remediação dos solos, através de processos físicos, químicos ou biológicos capazes de remover os contaminantes.

Ao contrário do que ocorreu com a poluição do ar e da água, não foram fixados quaisquer padrões para controle da poluição causada por resíduos sólidos. Assim, esse controle é baseado nos efeitos indesejáveis que os resíduos sólidos causam ou podem causar, sendo as poucas normas existentes publicadas pela ABNT dirigidas mais à aprovação de projetos de acondicionamento, transporte, tratamento e disposição desses resíduos do que à forma como isso deve ser feito (GOUVÊA, 2001).

Numa tentativa de equacionar os seus problemas com resíduos gerados em processo produtivo, algumas indústrias ainda preferem enterrá-los ou despejá-los em rios, lagos ou mares, tais rejeitos, sem nenhum tipo de tratamento, contribuem acentuadamente para a poluição das águas e do solo.

É possível verificar, a partir das descrições apresentadas anteriormente, qual o efeito de cada um dos agentes referenciados como parâmetros de avaliação da qualidade ambiental. Torna-se importante, para o produtor, a identificação qualitativa e quantitativa de cada um destes parâmetros relacionados ao processo de fabricação de seus produtos, a fim de que este possa, a partir de tal informação, intervir na fabricação deste ou daquele produto, de acordo com seus objetivos estratégicos de performance ambiental. Esta avaliação pode ser realizada através da aplicação da ACV.

2.7 Legislação Ambiental

Como abordado anteriormente, na medida em que acentua-se a atuação das ONG's ligadas a movimentos ecológicos, instrumentos legais são criados e a fiscalização de seu cumprimento intensificada, repercutindo, de forma direta, nas atividades industriais. Dessa forma, torna-se importante uma abordagem preventiva ao longo do processo produtivo, tendo em vista a identificação dos principais documentos legais aplicáveis existentes, o conhecimento dos parâmetros contidos em tais documentos, bem como a avaliação quantitativa de tais parâmetros que são resultantes do processo de fabricação.

De forma sintética, o modelo que será proposto no presente trabalho contempla a observação da legislação ambiental, pelos motivos expostos no parágrafo anterior, utilizando-se da ACV para uma avaliação quantitativa dos principais parâmetros contidos nos documentos legais.

No presente capítulo procura-se ilustrar a estrutura e os órgãos relacionados à legislação ambiental no país, bem como apresentar os documentos legais de grande repercussão para os processos produtivos.

A Constituição Federal de 1988 estabelece em seu Art. 225 que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Para o alcance desse intento, o governo federal estabeleceu em 1981, através da Lei nº 6.938/81, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Assim sendo, a PNMA tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. (Art 2º Lei 6938/81).

Entre os objetivos propostos pela PNMA citam-se, entre outros, a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente ecológico e o estabelecimento de critérios e padrões da qualidade ambiental e de normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais (Art. 4º Lei 6938/81)

No sentido prático, a PNMA estabeleceu o SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente), o qual foi incumbido pelo gerenciamento das ações de utilização dos recursos naturais e proteção da qualidade ambiental. O SISNAMA é constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e pelas Fundações instituídas pelo Poder Públicos, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental e tem a seguinte estrutura:

- Órgão Superior: o Conselho de Governo;
- Órgão Consultivo e Deliberativo: o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA;
- Órgão Central: o Ministério do Meio Ambiente – MMA;
- Órgão Executor: o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA;
- Órgãos Seccionais: os órgãos ou entidades da Administração Pública Federal direta ou indireta, as fundações instituídas pelo Poder Público cujas atividades estejam associadas à proteção da qualidade ambiental ou as de disciplinamento do uso dos recursos ambientais, bem como os órgãos e entidades estaduais responsáveis pela execução de programas e projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental;
- Órgãos Locais: os órgãos ou entidades municipais responsáveis pelo controle e fiscalização das atividades referidas no inciso anterior, nas suas respectivas jurisdições.

Em esfera federal, o CONAMA, composto de Plenário e Câmaras Técnicas e presidido pelo Ministro do Meio Ambiente, é incumbido de fixar as resoluções ambientais que regem as

atividades, enquanto que o IBAMA é o responsável pela fiscalização através de multas e infrações.

Ainda pela atuação do SISNAMA, cabem aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios a regionalização das medidas emanadas do SISNAMA, elaborando normas e padrões supletivos e complementares, as quais fixam parâmetros de emissão, ejeção e emanção de agentes polidores.

Uma revisão sobre a legislação ambiental brasileira permite concluir sobre sua relativa grande quantidade de documentos, desenvolvidos em aproximadamente vinte anos. De acordo com Moura (1998), a legislação ambiental é considerada uma das mais bem elaboradas e completas do mundo, graças aos decretos, às leis e aos regulamentos que foram emitidos a partir de 1981.

Sobre a natureza de seu conteúdo, Moura (1998) aponta que tais leis definem as obrigações, responsabilidades e atribuições, tanto dos empreendedores quanto do poder público, nas várias esferas, federal, estadual e municipal.

Até por seu caráter predominantemente punitivo, a Legislação Ambiental ainda tem provocado na prática, com raras exceções, o emprego de tecnologias de tratamento de eliminação dos agentes agressores ao meio ambiente. Os tratamentos de efluentes líquidos, a instalação de filtros, a destinação de resíduos sólidos ao aterro controlado, constituem exemplos concretos da aplicação deste tipo de tecnologia.

Ainda que a maior parte das empresas nacionais caracterize-se por uma postura reativa em seus procedimentos de proteção ambiental e, o que segundo Fonseca (1997), é devido a escassez de recursos tecnológicos e financeiros, os referidos instrumentos legais têm sido úteis para provocar uma reação dessas empresas, no sentido de, ao menos, manterem os padrões de suas variáveis ambientais dentro de padrões legais estabelecidos, sob pena de arcarem com multas e indenizações.

A partir de um levantamento dos principais documentos do Direito Ambiental, elaborados desde 1980, observam-se inúmeras leis, decretos, regulamentos, entre outros tipos, nas diversas esferas do governo: federal, estadual e municipal. Entre estes sobressaem dois que estabelecem os parâmetros de emissão de efluentes para os meios água e ar. Tais documentos têm influenciado as atividades fabris, estabelecendo padrões de emissão que devem ser obedecidos. Tais documentos são:

- Resolução número 20 do CONAMA, de 18 de junho de 1986, a qual estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional, bem como os padrões de efluentes da fonte poluidora a ser lançado nos corpos de água (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1992);
- Decreto estadual número 14250, de 5 de junho de 1981, o qual regulamenta dispositivos da lei no. 5793, de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e a melhoria da qualidade ambiental. Regulamenta e estabelece os padrões para emissão de poluição.

2.8 Considerações

O Capítulo 2 apresentou os principais pontos pertinentes à discussão do tratamento da questão ambiental nas organizações. O item 2.1, por exemplo, fez um tratamento quanto ao descaso quanto aos danos causados pelas atividades fabris, em seus primórdios, e o atual estágio, em que as organizações despertam para uma melhor integração de suas atividades com o meio ambiente. Quanto ao futuro, está a necessidade de um modelo de desenvolvimento que seja sustentável, como única opção para o crescimento das atividades, sem que haja maiores danos ao planeta. Para o alcance de tal modelo, passa a imperar, na organização, o conceito de eco-eficiência, ou seja, aumento da produtividade e da competitividade pela minimização do uso de insumos e, conseqüentemente, desperdício.

Foi visto que a Câmara do Comércio Internacional, numa tentativa de proposição do modelo de desenvolvimento, estabeleceu os dezesseis princípios para a gestão ambiental, o que na verdade, excede em muito, ao conteúdo do modelo de gestão ambiental praticado na maioria das organizações, baseado na norma ISO 14001. É claro que a própria ISO, que sob críticas ao modelo apresentado na ISO 14001, como uma norma que propõe o atendimento aos anseios da legislação e do cliente, mesmo que admitindo um tratamento *end-of-pipe* de seus efluentes, tem proposto outros instrumentos para a melhoria da performance ambiental, entre eles, destaca-se a ACV.

Foi ilustrado também que a discussão quanto à adoção de um sistema de gestão ambiental não se encerra em si, pois as preferências do consumidor, motivadas por uma

crescente preocupação com os impactos ambientais decorrentes do processo produtivo, têm modificado-se profundamente nos últimos tempos, a ponto de existirem intensos investimentos na ramificação do *marketing* empresarial, aqui denominada de *eco-marketing* ou *marketing* ambiental. A consequência, é que há um número crescente de produtos e de fabricantes dispostos a mudar sua postura de produção para atender este novo perfil de consumidor.

Um outro fator relevante levantado, foi a legislação ambiental, que sob críticas ao seu modelo genuinamente punitivo, tem forçado a adoção de medidas de remediação das saídas indesejáveis (parâmetros de poluição apresentados no item 2.6) no processo produtivo. É claro que por si só, tais remediações não são compatíveis com o Desenvolvimento Sustentável, haja vista, a possibilidade de consumo exagerado de recursos e a geração de parâmetros poluidores que são tolerados e dispersos nos meios: água, ar e solo.

Diante de tais abordagens e considerando as justificativas discutidas no Capítulo 1, procura-se, nos próximos capítulos, a proposição de um modelo para comparação de desempenho ambiental entre produtos, baseada numa avaliação quantitativa de parâmetros ambientais incluídos em alguns grupos de exigências do mercado. A saber: exigências legais, exigências contratuais e exigências de desempenho quanto ao consumo de recursos pela organização.

Uma avaliação quantitativa dos parâmetros ambientais associados ao produto torna-se possível através de uma Análise do Inventário do Ciclo de Vida, a qual constitui-se numa das etapas da metodologia da Avaliação do Ciclo de Vida do Produto (ACV). O estudo da Análise do Inventário do Ciclo de Vida do Produto é o tema discutido no Capítulo 3.

CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DO INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA

3.1 Generalidades

A crescente preocupação com a variável ambiental associada à produção de bens e serviços tem induzido o desenvolvimento de técnicas, ferramentas e métodos que visam a auxiliar na compreensão, para atuar na eliminação, minimização ou controle dos parâmetros ambientais ao longo de um processo produtivo. A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) permite identificar e quantificar tais parâmetros, associando-os aos seus respectivos impactos ambientais. Tal prática é realizada ao longo de todo o ciclo de vida do produto: da extração da matéria-prima ao uso e disposição do produto final.

À medida que se observa um crescente grau de conscientização no mercado consumidor, os produtores passam a ter sua sobrevivência ameaçada e condicionada a adaptação de seus processos produtivos a esta nova realidade. Dessa forma, a ACV torna-se de grande importância, tendo em vista que as empresas necessitam de ferramentas, as quais lhes forneçam informações sobre aspectos ambientais e impactos ambientais associados às suas atividades de produção e que lhes respaldem para uma atuação responsável.

Estruturalmente, segundo a ISO 14040:1997, a metodologia da ACV é dividida em quatro etapas, também chamadas de fases, a saber:

- Etapa 1: Definição do Objetivo e Escopo: nesta etapa definidos a razão principal para a condução do estudo, sua abrangência e limites, a unidade funcional, a metodologia e os procedimentos considerados necessários, para a garantia da qualidade do estudo (CHEHEBE, 1998). Também são determinados os propósitos pretendidos, as razões para a condução do estudo e público pretendido
- Etapa 2: Análise do Inventário do Ciclo de Vida: consiste, essencialmente, na coleta de dados e procedimentos de cálculos, a fim de relacionar os parâmetros ambientais ao produto/processo/atividade em estudo.

- Etapa 3: Avaliação do Impacto: etapa que objetiva avaliação da magnitude e significância dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto. Para Almeida (1998, p.53), esta etapa examina os resultados do inventário do ciclo de vida para melhor identificar a relevância e a significância ambiental deles.
- Etapa 4: Interpretação: consiste na identificação e análise dos resultados obtidos nas fases de inventário e/ou avaliação de impacto de acordo com o objetivo e o escopo previamente definidos para o estudo. Os resultados dessa fase podem tomar a forma de conclusões e recomendações aos tomadores de decisão (CHEHEBE,1998).

Utilizada no presente estudo, a aplicação da etapa de Análise do Inventário do Ciclo de Vida permite que a empresa conclua qual ou quais os produtos contribuem, efetivamente, para a elevação de suas emissões de poluentes nos meios líquido, gasoso e sólido, inclusive aqueles parâmetros incluídos em legislação, bem como àqueles exigidos pelos clientes.

Além disso, a fim de apontar a eficiência na utilização dos recursos e os impactos ambientais associados ao seu consumo, o inventário realizado durante o estudo da ACV é capaz de apontar quais produtos consomem mais e quais consomem menos insumos por unidade de produto produzido.

Dessa forma, os resultados obtidos podem servir de uma valiosa fonte de informação para a tomada de decisão para a fabricação desse ou daquele produto, bem como para subsidiar a melhoria de produtos de baixo desempenho relativo, levando-se em consideração a performance almejada pela organização frente aos parâmetros ambientais constantes na legislação, exigidos pela sociedade, pelos consumidores e pelos clientes externos, entre outros.

A melhoria ou ganho ambiental pode ocorrer quando são identificados e avaliados os impactos ambientais passíveis de melhoria. Para Duarte (1997), a melhoria ambiental tem ocorrido, quase sempre, quando uma tentativa de avaliação do ciclo de vida é efetuada. A realização do inventário, por si só, já é o suficiente para que sejam levantados processos ou características de um produto que possam ser modificados para um ganho ambiental, mesmo sem a realização da análise de impacto.

Para melhor compreensão quanto à aplicação da Análise do Inventário do Ciclo de Vida, recorre-se à descrição desta etapa na metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida, de acordo com as normas ISO 14040 e ISO 14041.

3.2 Considerações sobre a Etapa de Análise do Inventário

A Análise do inventário do Ciclo de Vida (*Life Cycle Inventory Analysis*) consiste, essencialmente, na coleta de dados e procedimentos de cálculos. Constitui-se num balanço de massa e energia, onde se aplica o seguinte princípio: “O total que entra no sistema em estudo deve ser igual ao que sai”.

Para Chehebe (1998, p.67), na prática, o inventário é difícil e trabalhoso de ser executado por uma série de razões que vão desde a ausência de dados conhecidos e a necessidade de estimá-los à qualidade do dado disponível. Os passos para a realização da análise do inventário seguem a seqüência da Figura 3.1.

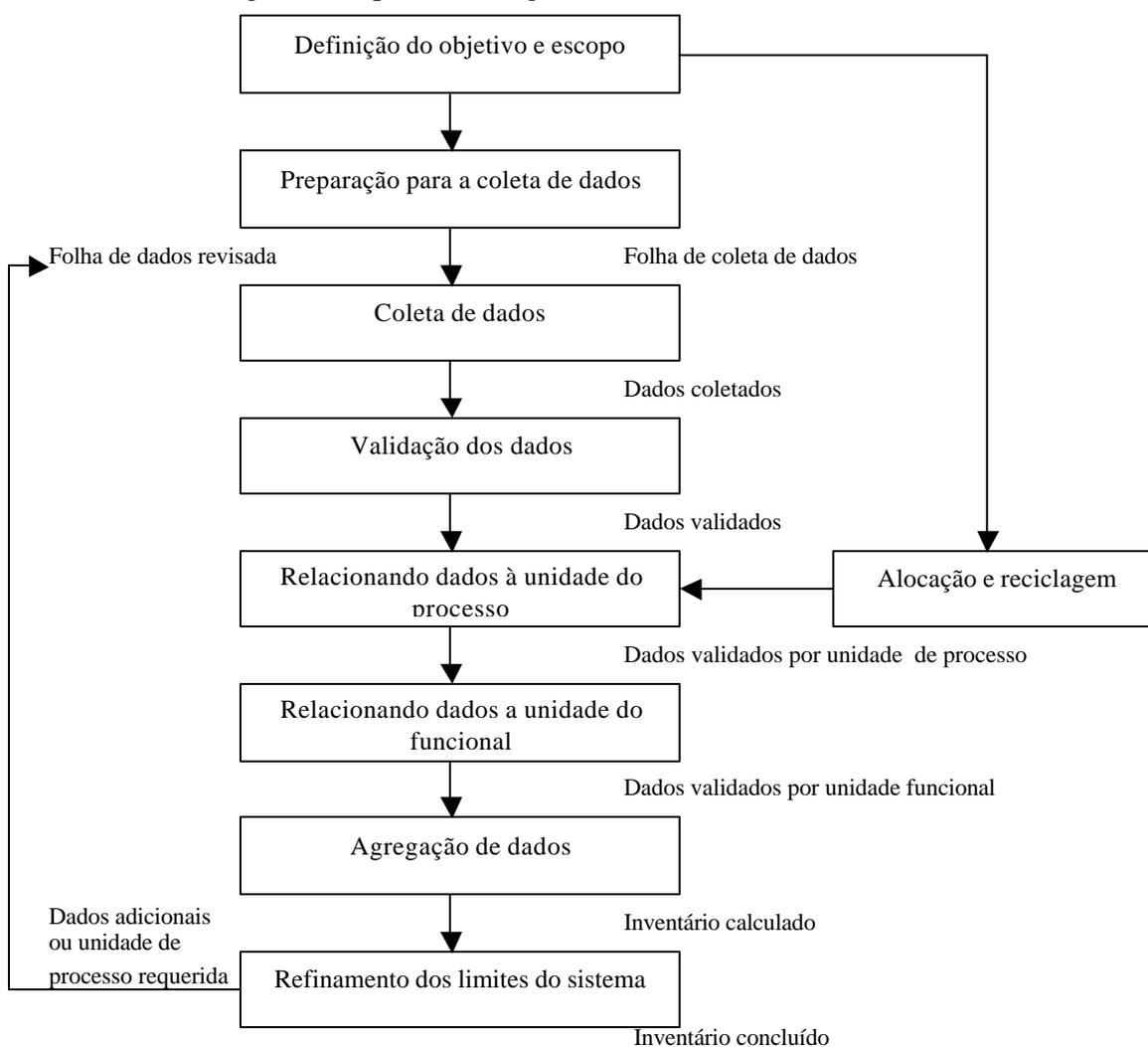


Figura 3.1 – Procedimentos simplificados para análise de inventário (ISO 14041:1998).

3.2.1 Categoria de Dados

Os dados coletados nesta etapa do estudo, alguns medidos, outros calculados ou ainda estimados, são utilizados para quantificar as entradas e saídas de uma unidade de processo. De acordo com a ISO 14041:1998, os títulos principais sob os quais os dados podem ser classificados incluem:

- Energia
- Matérias-primas
- Materiais auxiliares
- Outras entradas físicas
- Produtos
- Emissões para o ar
- Emissões para a água
- Emissões para o solo
- Outros aspectos ambientais

Dentro desses títulos, as categorias individuais podem ser separadamente identificadas para satisfazer os objetivos do estudo. Um exemplo ocorre com o título emissões para o ar, o qual pode conter algumas categorias individuais tais como: monóxido de carbono, dióxido de carbono e óxidos de enxofre.

Para contabilização de entradas e saídas, todos os fluxos energéticos considerados relevantes para a produção, transmissão/transporte e consumo de qualquer tipo de energia/combustível utilizados dentro do sistema em estudo devem ser computados, mostrados e justificados (CHEHEBE, 1998).

3.2.2 Coleta de Dados

Uma observação inicial quanto a essa etapa é que dados de boa qualidade em alguns casos podem ser obtidos somente através de medições locais. Entretanto, fatores como tempo e recursos limitam tais detalhamentos. Sugere-se portanto, a criatividade para identificar a abordagem mais simples.

De acordo com a ISO 14041:1998 e a ISO 14040:1997, os procedimentos utilizados para coletar dados podem variar dependendo do escopo, unidades do processo ou pretensão de aplicação do estudo. Os procedimentos variam também com cada unidade de processo em diferentes sistemas modelados por um estudo de ACV.

Não se descarta a possibilidade da coleta de dados a partir de literaturas publicadas. Chehebe (1998 p.67) menciona, inclusive, algumas dessas e outras fontes de informações para coleta de dados: normas técnicas, estatísticas ambientais, licenças ambientais, literatura técnica, informação interna nas empresas, publicações de associações de classe, fornecedores e bancos de dados de Avaliação do Ciclo de Vida.

3.2.3 Procedimentos de Cálculo

Os procedimentos de cálculo envolvem a validação dos dados, o relacionamento dos dados à unidade de processo, o relacionamento dos dados à unidade funcional, a agregação dos dados e o refinamento dos limites do sistema.

3.2.4 Validação de Dados

A ISO 14041:1998 sugere que uma checagem na validade dos dados deve ser conduzida durante o processo de coleta de dados. A validação pode envolver balanços de massa, balanços de energia e/ou análises comparativas de fatores de emissão.

3.2.5 Relacionamento de Dados à Unidade de Processo

Para cada unidade de processo, um fluxo de referência apropriado deve ser determinado (exemplo: 1kg de material ou 1MJ de energia). A quantificação dos dados de entrada e de saída da unidade devem ser calculadas em relação a este fluxo de referência. (ISO 14041:1998).

3.2.6 Relacionamento de Dados à Unidade Funcional e Agregação dos Dados.

Baseado no fluxograma e limites do sistema, as unidades de processo são interconectadas para permitir cálculos do sistema completo. O cálculo deve resultar em todos os dados de entrada e saída sendo referentes à unidade funcional (ISO 14041:1998).

3.2.7 Refinamento dos Limites do Sistema

Refletindo a natureza interativa da ACV, decisões relativas aos dados a serem incluídos devem ser baseadas na análise de sensibilidade para determinar sua significância.

Os limites do sistema de produto devem ser revisados de acordo com os critérios de corte estabelecidos na definição do escopo. De acordo com a ISO 14041:1998, a análise de sensibilidade pode resultar em:

- exclusão dos estágios do ciclo de vida ou unidades de processo quando a análise de sensibilidade mostrar a falta de significância;
- exclusão de entradas e saídas insignificantes para os resultados do estudo;
- inclusão de novas unidades de processo, entradas e saídas que se mostram significantes na análise de sensibilidade.

3.3 Considerações

Conforme foi abordado no Capítulo 3, a aplicação da análise do inventário tem grande aplicação no processo industrial, na medida em que quantifica os parâmetros ambientais associados à fabricação de um produto, ao longo de todo o seu ciclo de vida ou mesmo quando restringe-se o estudo a etapas específicas do processo produtivo.

Neste sentido, o presente capítulo restringiu-se numa abordagem a apenas uma das etapas da metodologia ACV, a etapa de Análise de Inventário, por julgar suficiente para o atendimento ao modelo proposto no capítulo 4, o fornecimento de informações relativas à quantificação de alguns aspectos ambientais, aqui tomados como parâmetros ambientais relacionados com as principais exigências do mercado.

De acordo com os objetivos do presente trabalho, a aplicação da Análise de Inventário é de extrema utilidade para o levantamento quantitativo dos três grupos de variáveis que são incorporados no modelo proposto. São eles:

- as variáveis decorrentes da legislação ambiental;
- as variáveis decorrentes de exigências contratuais;
- as variáveis decorrentes do consumo de recursos, associados à eco-competitividade.

CAPÍTULO 4 – MODELO PROPOSTO

O objetivo principal deste capítulo é a proposição de um modelo que possibilite ao produtor uma avaliação do desempenho de produtos frente a parâmetros relacionados nos principais grupos de exigências do mercado, quais sejam, aquelas decorrentes da legislação ambiental, contratos com clientes e necessidades de melhoria de desempenho quanto ao consumo de recursos. Além disso, o modelo prevê uma ponderação destas exigências, frente aos objetivos estratégicos da organização.

Em essência, procura-se descrever os passos a serem executados na construção do modelo, visando o atendimento ao objetivo geral do trabalho. O princípio fundamental constitui-se no fornecimento de uma base de informações relativas a alguns aspectos ambientais inerentes ao processo de fabricação de um produto, levando-se ainda em consideração os objetivos estratégicos da organização, quanto a sua performance ambiental. O modelo apresentado, adiante, restringe-se aos grupos de parâmetros ambientais discutidos nos capítulos anteriores, os quais, na prática, as empresas necessitam monitorar regularmente, no sentido de atender a algumas exigências que lhe são imputadas.

4.1 Apresentação do Modelo Proposto

De forma genérica, para construção do modelo, visando a obtenção das informações ambientais relativas ao processo de fabricação de um produto específico para posterior comparação com um ou mais produtos, dentro das perspectivas apontadas na introdução deste capítulo, seguem as seguintes etapas ilustradas na Figura 4.1.

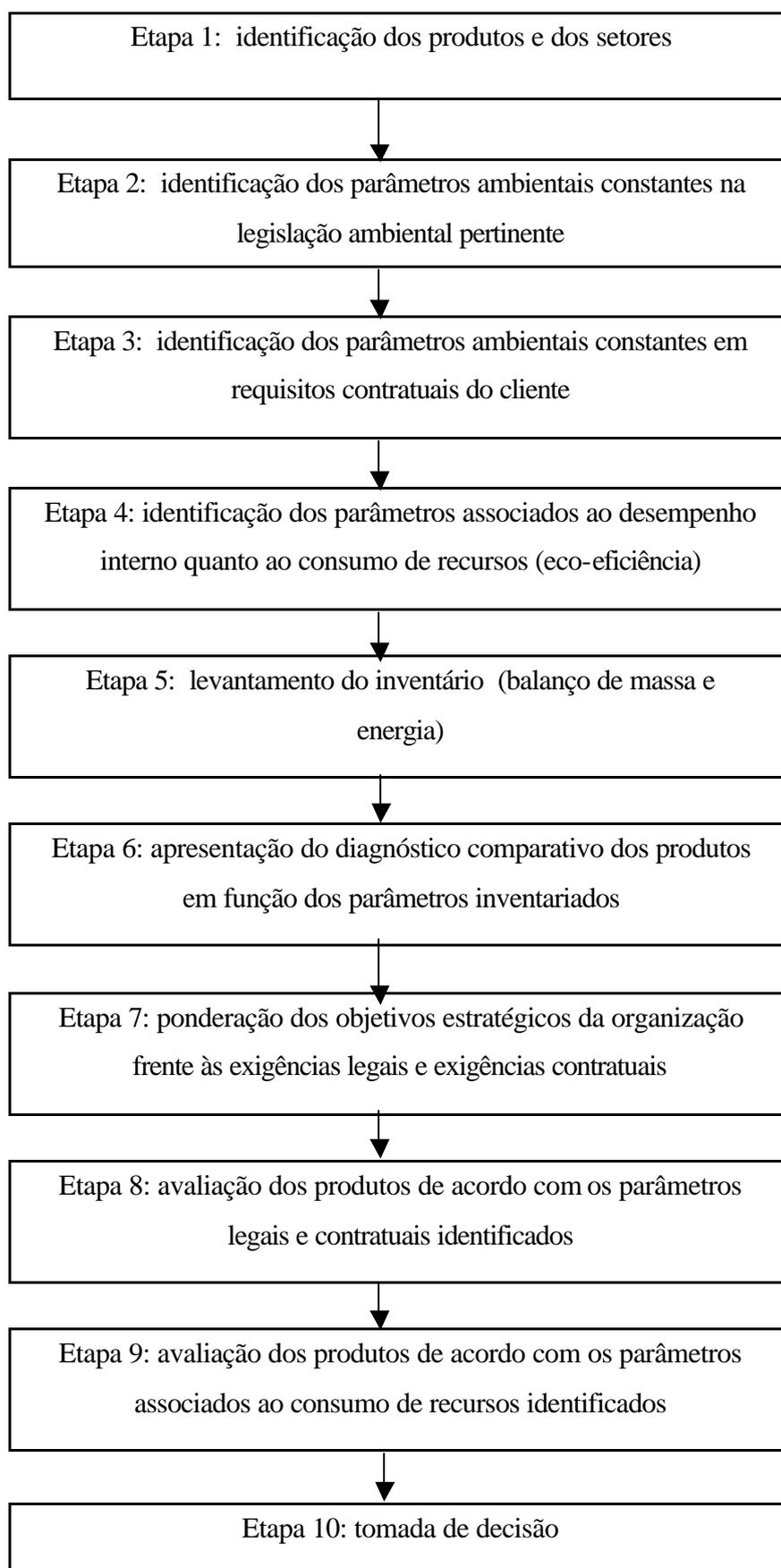


Figura 4.1 – Etapas do modelo proposto.

A seguir, as etapas serão detalhadas, visando melhor compreensão do modelo.

4.2 Descrição do Modelo Proposto

O modelo, constituído das nove etapas apresentadas anteriormente, visa constituir-se num instrumento de apoio ao produtor, à medida que se estabelece critérios para a seleção de produtos a serem fabricados, tendo em vista a avaliação da performance ambiental destes produtos em relação aos parâmetros incluídos no estudo comparativo. Para um melhor entendimento, as etapas do modelo são descritas, a seguir.

4.2.1- Etapa 1: Identificação dos produtos e dos setores

Esta etapa do modelo visa delimitar a abrangência do trabalho, através da seleção inicial dos produtos a serem comparados, bem como os limites do sistema produtivo a ser estudado.

Tal etapa pode ser realizada através de reunião do grupo de trabalho (representantes dos departamentos) e tem como resultado esperado (saída) a indicação de dois ou mais produtos a serem comparados, bem como a definição dos setores da produção a serem inventariados.

Sugere-se que a seleção dos produtos seja realizada pelo produtor, aqui representado por um grupo de pessoas, legítimos representantes das funções da organização, que estão diretamente envolvidas com o assunto. Assim, este grupo pode conter pessoas de diversos departamentos/funções da organização, tais como: Engenharia Industrial, Produção, Utilidades, Planeamento da Produção, Qualidade, Meio Ambiente e *Marketing*. A seleção de produtos a serem incluídos no estudo pode estar embasada nas seguintes questões: representatividade em termos de tecnologias empregadas, volume produzido, participação em mercados específicos e de interesse da empresa.

A delimitação do sistema produtivo, ou seja, a indicação dos setores em que o produto será inventariado é a segunda decisão que esta comissão tomará. Sugere-se que o Departamento de Produção faça uma breve apresentação dos detalhes dos setores produtivos ao grupo de trabalho, de forma a facilitar a seleção dos setores críticos a serem estudados. De acordo com o fluxo dos produtos selecionados, os representantes das funções de Utilidades e de Meio Ambiente, em consenso com os demais representantes do grupo de trabalho, devem identificar as etapas do processo produtivo, consideradas as mais críticas à performance ambiental dos produtos, ou seja, aquelas que originam maiores impactos ambientais.

4.2.2- Etapa 2: Identificação dos parâmetros ambientais constantes na legislação ambiental pertinente

Para efeito de consideração das variáveis que envolvem a legislação ambiental no modelo proposto, sugere-se que o grupo de trabalho verifique quais os parâmetros ambientais estão contidos nos principais documentos legais e quais destes parâmetros são aplicáveis às atividades da organização. De forma objetiva, recomenda-se analisar os documentos legais que estabeleçam padrões para emissão de poluentes, nos três âmbitos de governo: federal, estadual e municipal.

A característica de tais documentos legais, e que por isso contribuem significativamente para o modelo proposto, é que eles identificam os parâmetros decorrentes dos processos produtivos e estabelecem os padrões de emissão para os meios líquido e atmosférico. O levantamento das informações, obtidas a partir dos documentos legais, resulta numa lista de parâmetros aplicáveis ao processo em estudo, relacionados num quadro, que serão inventariados, tais como: DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), detergentes, fósforo, sólidos sedimentáveis, pH, temperatura, entre outros.

4.2.3- Etapa 3: Identificação dos parâmetros ambientais constantes em requisitos contratuais do cliente

As exigências relacionadas a parâmetros de performance ambiental, explicitamente especificadas em contratos com clientes têm sido cada vez mais uma constante nas relações comerciais entre organizações. O cumprimento de tais exigências é regularmente verificado, seja através de relatórios encaminhados ou de auditorias realizadas periodicamente.

A julgar pelas estratégias das empresas em ampliar a participação de seus produtos no mercado externo e também pela notoriedade com que a performance ambiental de uma organização tem sido considerada pelo seu público consumidor, principalmente no exterior, constata-se a necessidade de se avaliar com maior profundidade os impactos relacionados com tais variáveis pertinentes ao processo de fabricação.

Para observação de tais parâmetros no modelo proposto, sugere-se, inicialmente, que o produtor, representado pela equipe de representantes dos departamentos, faça o levantamento de todos os parâmetros contidos em exigências contratuais submetidas à organização, bem como seus respectivos padrões.

O levantamento das informações obtidas a partir dos documentos contratuais, resultará numa lista de parâmetros, relacionados num quadro, que serão inventariados, tais como: volume de efluentes, DBO, detergentes, fósforo, sólidos sedimentáveis, pH, temperatura, entre outros, conforme os parâmetros exigidos.

4.2.4- Etapa 4: Identificação dos parâmetros associados ao desempenho interno quanto ao consumo de recursos (eco-eficiência)

O modelo também contempla a inclusão daqueles parâmetros associados à melhoria da eficiência interna quanto à utilização dos recursos na fabricação de produtos. Neste grupo estão incluídos os parâmetros associados ao aspecto ambiental de consumo de recursos, quais sejam: consumo de água, consumo de energia, consumo de matéria-prima, consumo de insumos, entre outros. Por questão de monitoramento da eficácia operacional interna (eco-

eficiência), decorrente da busca de uma boa performance ambiental na utilização de recursos, estes parâmetros devem ser observados.

O levantamento destas informações é realizado pelo grupo de trabalho identificado anteriormente e, resulta numa lista de parâmetros, relacionados num quadro, que serão inventariados.

4.2.5- Etapa 5: Levantamento do inventário (balanço de massa e energia)

Esta etapa consiste na aplicação da ACV, visando a quantificação dos parâmetros identificados nas etapas anteriores, relacionando-os à unidade funcional, por exemplo, metro quadrado (m^2) de tecido tingido.

Para efeitos do modelo proposto, julga-se suficiente, a realização da Análise do Inventário (balanço de massa e energia), cabendo, entretanto, a definição de alguns elementos citados na fase do Objetivo e Escopo. Os elementos a serem identificados, que facilitam a realização da Análise do Inventário são:

- o sistema de produto a ser estudado: compreende todas as operações relacionadas aos produtos em análise;
- as funções do sistema de produto: a função compreende a definição clara das características de performance do produto a ser modelado;
- a unidade funcional: compreende a unidade básica do produto relacionado à sua função, por exemplo: metro quadrado (m^2) de tecido tingido, grama (g) de papel consumido.

O balanço de massa e energia deve ser aplicado individualmente a cada produto envolvido no estudo e envolve a avaliação das variáveis levantadas nas etapas anteriores: parâmetros ambientais constantes em legislação aplicável, parâmetros ambientais constantes em requisitos contratuais e parâmetros tidos como fatores críticos de desempenho da empresa quanto ao consumo de recursos. Os dados coletados no balanço devem ser separados em categorias individuais tais como:

- matérias-primas;

- materiais auxiliares;
- água;
- energia;
- produtos;
- emissões.

A partir da identificação dessas categorias, o grupo de trabalho passa a coletar os dados. Tal coleta é realizada, seja através de medições locais, seja através de cálculos, literaturas publicadas, informações disponíveis na empresa, banco de dados, entre outros recursos. A partir da coleta dos dados, estes devem ser relacionados à unidade funcional definida.

O resultado esperado ao final desta etapa consiste na disposição dos dados obtidos num conjunto de quadros, cada um representando uma das categorias individuais descritas anteriormente.

4.2.6- Etapa 6: Apresentação do diagnóstico comparativo dos produtos em função dos parâmetros inventariados

Objetivamente, a importância desta etapa no presente modelo reside no fato de se oferecer ao produtor uma comparação entre os produtos quanto a sua performance entre os parâmetros inventariados. A realização desta etapa facilita a realização das etapas seguintes, à medida em que organiza os dados inventariados, de tal forma a estabelecer a comparação entre os produtos, bem como facilitar a atribuição de pesos.

O resultado da aplicação desta etapa toma a forma de um quadro, tal como a ilustrada na Figura 4.2, onde a primeira coluna apresenta o parâmetro estudado e as duas colunas seguintes apresentam os dados coletados pela equipe de trabalho, para os produtos selecionados (A e B). Os valores apresentados são hipotéticos.

PARÂMETROS	PRODUTO A	PRODUTO B
Consumo total de água no processo (kg)	45.000,0	66.560,0
Consumo de água (kg)/ unidade de garrafa limpa	78,0090	98,0493

Figura 4.2 – Exemplo hipotético de quadro para registro de resultados da etapa 6.

4.2.7- Etapa 7: Ponderação dos objetivos estratégicos da organização frente às exigências legais e exigências contratuais.

Nesta etapa do modelo procede-se a uma avaliação dos objetivos estratégicos da organização quanto ao seu desempenho ambiental, frente às exigências legais e contratuais. Esta avaliação reflete, na verdade, a postura da organização quanto ao atendimento às exigências ambientais, decorrentes da legislação ambiental e dos contratos com clientes.

Assim, o produtor poderá, dentro da realidade da organização, ponderar o que melhor reflete os objetivos estratégicos da organização, quanto ao atendimento a tais grupos de exigências. Na prática, pode-se ponderar se o atendimento a parâmetros legais é de alta importância para a organização, pois isto implica em evitar despesas com pagamento de indenizações impostas pelos órgãos fiscalizadores e manter uma imagem positiva junto a seus consumidores ou se o atendimento a tais requisitos não reflete uma grande preocupação no momento, pois os órgãos fiscalizadores não têm atuado na sua região ou mesmo se o lucro com a fabricação de um determinado produto pode superar as eventuais multas impostas por tais órgãos. Em outro grupo de requisitos, os contratuais, pode ocorrer, por exemplo, que a empresa não queira submeter-se a severas exigências, pois o retorno com a venda de seus produtos para este cliente não lhe é satisfatória. Por outro lado, a empresa poderia preocupar-se ao máximo com o atendimento a tais requisitos se à sua boa performance estivessem vinculados os financiamentos obtidos com bancos ou mesmo pela sua estratégia de atuação em mercado europeu, a qual estaria vinculada à obtenção de um selo ecológico em seu produto, entre outras situações de maiores exigências.

Espera-se que ao final desta avaliação, procedida pelo grupo de trabalho, e respondida por uma ou mais pessoas que ocupem cargos de direção na empresa, responsáveis pelas principais decisões estratégicas, a organização estabeleça uma pontuação, conforme o seu grau de interesse em atender aos parâmetros legais e aos parâmetros contratuais, o que será traduzida, ao se conferir uma pontuação 3, 2 ou 1, conforme a Figura 4.3, mostrada a seguir.

PONTOS	PARÂMETROS VINCULADOS ÀS EXIGÊNCIAS CONTRATUAIS
3	Este grupo de variáveis tem alto grau de importância para o alcance dos objetivos estratégicos da organização quanto ao seu desempenho ambiental, haja vista que se deseja alcançar/ manter relações comerciais com mercados extremamente exigentes, rentáveis e de alta conscientização ecológica.
2	Este grupo de variáveis tem médio grau de importância para o alcance dos objetivos estratégicos da organização quanto ao desempenho ambiental, haja vista que a maioria dos atuais clientes tem manifestado-se de forma incipiente ou mesmo porque o mercado alvo do produto apresenta poucas exigências quanto ao desempenho ambiental dos produtos.
1	Este grupo de variáveis tem baixo grau de importância dentro dos objetivos estratégicos de performance ambiental da empresa, haja vista que o mercado em que atua no presente não tem dado nenhuma importância ou mesmo porque não se tem exigido nenhuma postura de melhoria da performance ambiental.
PONTOS	PARÂMETROS VINCULADOS ÀS EXIGÊNCIAS LEGAIS
3	Este grupo de variáveis tem alto grau de importância para o alcance dos objetivos estratégicos da organização quanto ao seu desempenho ambiental, haja vista que se deseja associar à empresa a uma excelente imagem junto à comunidade local e a seus mercados, além de se evitar despesas com multas e indenizações.
2	Este grupo de variáveis tem médio grau de importância para o alcance dos objetivos estratégicos da organização quanto ao seu desempenho ambiental, haja vista que a fiscalização quanto ao cumprimento da legislação é muito esporádica ou quase nula. A comunidade local raramente manifesta preocupação com os impactos ambientais.
1	Este grupo de variáveis tem baixo grau de importância para o alcance dos objetivos estratégicos da organização quanto ao seu desempenho ambiental, haja vista que não se tem sofrido com a atuação dos órgãos fiscalizadores na região ou mesmo a comunidade local nunca manifestou qualquer reclamação contra a empresa.

Figura 4.3 – Critérios para pontuação dos objetivos estratégicos da organização.

Ao final desta etapa, obtém-se uma nota para cada um dos grupos de parâmetros, a qual servirá para a avaliação dos parâmetros inventariados. A disposição das notas do decisor pode tomar a forma de um quadro, tal como ilustrado na Figura 4.4.

ITENS AVALIADOS	NOTAS
PARÂMETROS VINCULADOS ÀS EXIGÊNCIAS CONTRATUAIS	
PARÂMETROS VINCULADOS ÀS EXIGÊNCIAS LEGAIS	

Figura 4.4 – Exemplo de quadro para avaliação dos grupos de parâmetros pelo produtor.

4.2.8- Etapa 8: Avaliação dos produtos de acordo com os parâmetros legais e contratuais identificados

Esta etapa consiste na avaliação de cada um dos parâmetros identificados e inventariados, classificando-o conforme a sua origem (legal ou contratual) e atribuindo-lhes a pontuação referente ao peso correspondente ao estabelecido pelo produtor na etapa 7, e a um fator de multiplicação que reflete a diferença numérica de desempenho entre os produtos no parâmetro avaliado.

O fator de multiplicação compreende a razão entre o valor obtido do parâmetro do produto com melhor desempenho e o valor obtido do parâmetro do produto com pior desempenho, assim é um valor que pertence ao intervalo $[0,1]$, ou seja, entre 0 a 1, inclusives.

Para estabelecer a comparação entre os produtos, a pontuação máxima deve ser conferida ao produto de pior performance naquele parâmetro. Para o produto de melhor performance, a pontuação correspondente resulta do produto entre o peso do parâmetro (atribuído pelo produtor, conforme a etapa 7) e o fator de multiplicação.

Supondo que o grupo de parâmetros legais tenha recebido pontuação igual a 2 e que o produto A tenha pior desempenho em relação ao produto B, em um determinado parâmetro legal, como por exemplo, temperatura, a pontuação 2 será atribuída ao produto A para o parâmetro temperatura. Entretanto, para o mesmo exemplo, se o parâmetro temperatura também for uma exigência contratual e se esta recebeu pontuação igual a 3, pelo decisor da organização, o produto A receberá esta pontuação, pois o decisor considera que, para a realidade de sua organização, o peso dos parâmetros contratuais é superior ao peso dos parâmetros legais.

De acordo com o exposto no parágrafo anterior, para os casos apresentados, a pontuação do produto B, tido, hipoteticamente, como produto de melhor performance no parâmetro temperatura, terá sua pontuação obtida pela relação entre o valor de desempenho de A e o seu valor de desempenho, multiplicado pelo peso 2 ou 3, conforme os casos apresentados.

Cabe observar que quando da ocorrência de um parâmetro pertencer a mais de um grupo de exigência, o parâmetro será avaliado pelo grupo de exigência de maior peso atribuído pelo produtor. O fluxograma representado, na Figura 4.5, estabelece a sistemática para pontuação dos produtos pelo grupo de trabalho.

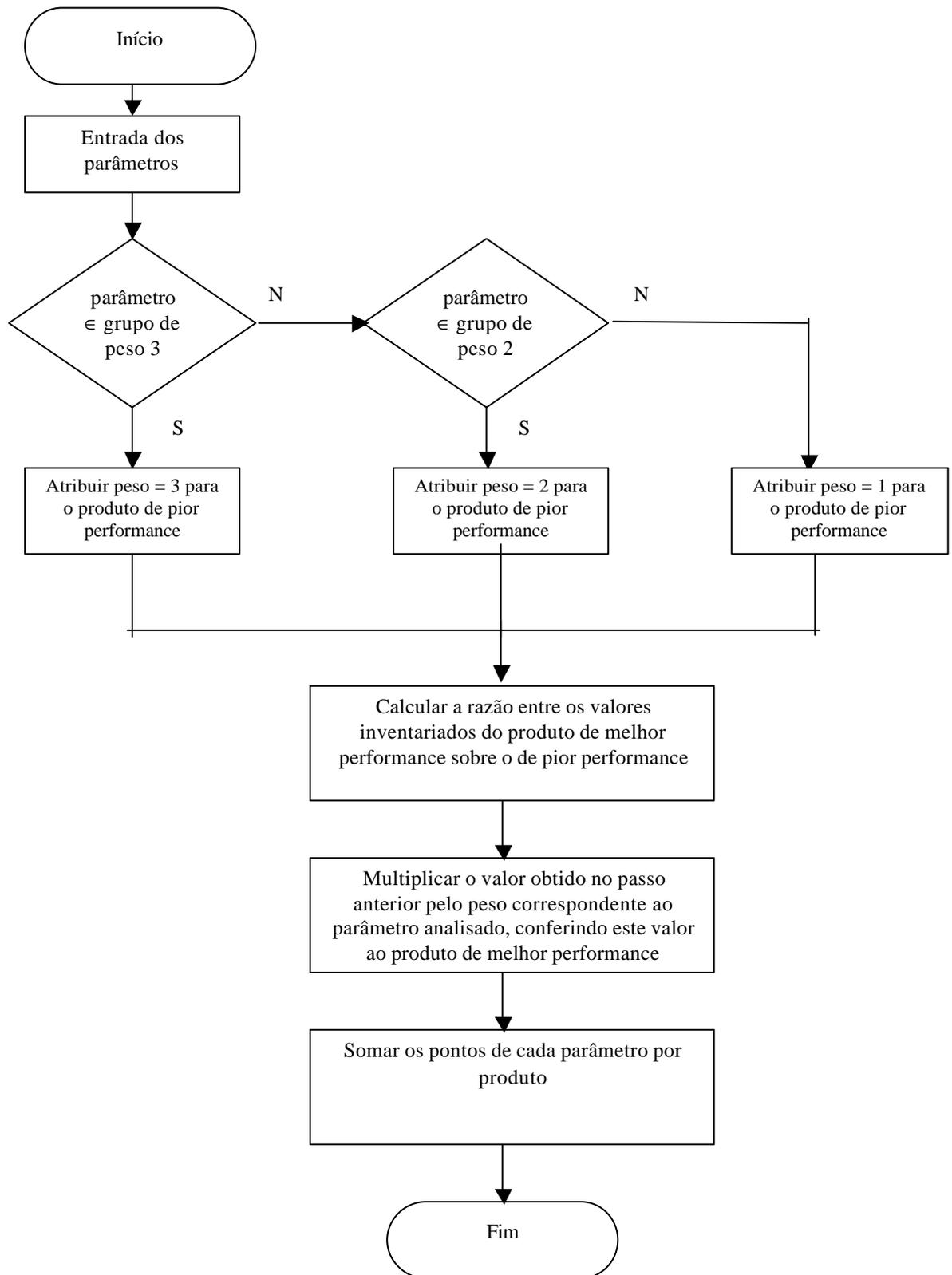


Figura 4.5– Fluxograma para pontuação dos parâmetros.

Ao final desta etapa, o grupo de trabalho deve contabilizar a soma dos pontos atribuídos a cada produto, em função da avaliação dos parâmetros legais e contratuais quantificados.

Os resultados desta etapa devem ser registrados num quadro, tal como ilustrado na Figura 4.6, onde os dados mostrados são hipotéticos.

Parâmetros	Peso Atribuído*		Valores inventariados		Razão menor maior	Razão x Peso parâmetro		Pontuação	
	L 1	C 3	Produto A	Produto B		Produto A	Produto B	Produto A	Produto B
kg de Nitrogênio total/litro de bebida engarrafada		X	0,2541	0,1214	0,48	3	0,48*3	3,0	1,4
kg de DBO/ litro de bebida engarrafada		X	0,0595	0,1063	0,56	0,56*3	3	1,7	3,0
kg de Detergentes/ litro de bebida engarrafada		X	10,9088	7,7969	0,71	3	0,71*3	3,0	2,1
kg de efluente/ litro de bebida engarrafada		X	10,5998	7,5684	0,71	3	0,71*3	3,0	2,1
kg de Fósforo total/ litro de bebida engarrafada	X	X	7,67E-08	3,10E-08	0,40	3	0,40*3	3,0	1,2
SOMATÓRIO								13,7	9,8

* L = Legal C= contratual

Figura 4.6– Exemplo de quadro hipotético para pontuação dos parâmetros legais e contratuais por produto.

4.2.9- Etapa 9: Avaliação dos produtos de acordo com os parâmetros associados ao consumo de recursos identificados

Concluída a avaliação dos produtos de acordo com os parâmetros ambientais decorrentes de legislação ambiental aplicável e de exigências contratuais, ambas atreladas à ponderação do produtor sobre a importância de atendimento, procede-se a uma segunda etapa de avaliação, com a qual pretende-se apontar o produto de melhor performance quanto aos parâmetros associados ao consumo de recursos (identificados na etapa 4).

Para a avaliação de cada um dos parâmetros associados ao consumo de recursos, leva-se em consideração, apenas o fator de multiplicação, obtido de forma similar à etapa anterior.

Para estabelecer a comparação entre os produtos, em relação a cada um dos parâmetros, a pontuação máxima (igual a 1) deve ser conferida ao produto de pior performance naquele parâmetro. Para o produto de melhor performance, a pontuação

correspondente à fração entre os resultados de desempenho, ou seja igual ao próprio fator de multiplicação. A Figura 4.7 ilustra uma avaliação hipotética.

Parâmetros	Valores inventariados		Razão <u>menor</u> maior	Pontuação	
	Produto A	Produto B		Produto A	Produto B
Kg MP/litro de bebida engarrafada	0,2541	0,1214	0,48	1,00	0,48
kg de água/ litro de bebida engarrafada	0,0595	0,1063	0,56	0,56	1,00
MJ de energia/ litro de bebida engarrafada	10,9088	7,7969	0,71	1,00	0,71
Kg de produtos químicos/ litro de bebida engarrafada	10,5998	7,5684	0,71	1,00	0,71
SOMATÓRIO				3,56	2,80

Figura 4.7– Exemplo de quadro hipotético para pontuação dos parâmetros associados ao consumo de recursos por produto.

4.2.10- Etapa 10: Tomada de decisão

A última etapa do modelo tem o objetivo de apresentar os resultados finais do estudo comparativo aos decisores da organização, para a tomada de decisão final. A partir dos resultados apresentados, ilustrados em quadros tais como as figuras 4.6 (resultados obtidos a partir da avaliação dos parâmetros legais e contratuais) e 4.7 (resultados obtidos a partir da avaliação dos parâmetros associados ao desempenho interno), os decisores têm identificado o produto de melhor desempenho relativo, frente aos parâmetros identificados, os quais consistem em algumas das exigências do mercado que são imputadas à organização.

A etapa consiste na apresentação dos resultados aos decisores pelo grupo de trabalho. A informação a ser passada aos decisores, fundamenta-se na soma dos pontos atribuídos a cada produto, conforme as figuras 4.6 e 4.7, identificando-se dessa forma, aquele de maior pontuação como o produto de pior desempenho, em cada uma das duas avaliações.

Após a conclusão dos trabalhos, os decisores da organização, apoiados por todos os departamentos da organização, devem decidir pelo incentivo à fabricação daquele produto que apresenta uma melhor conveniência para fabricação, levando-se em consideração os

resultados da primeira avaliação (referente ao desempenho dos produtos em relação aos parâmetros legais e contratuais) e da segunda avaliação (relativa ao consumo de recursos pela organização). Além disso, o produto considerado de pior desempenho, deverá ser submetido ao grupo de trabalho para discussão sobre oportunidades de melhorias, visando melhorias em seu desempenho em relação aos parâmetros analisados.

No exemplo hipotético, ilustrado na figura anterior, considerando as ponderações de acordo com os objetivos estratégicos, o produto B possui melhor desempenho que o produto A em relação ao conjunto de parâmetros avaliados. Entretanto, pode ser possível que, quando da aplicação do modelo, o produtor depara-se com situações tais como: um produto X possuir melhor desempenho relativo em relação aos grupos de exigências legais e contratuais e pior desempenho relativo, em relação ao grupo de exigências quanto ao consumo de recursos, ou vice-versa. Nestes casos, a decisão do produtor deverá ser tomada através de uma ponderação entre os resultados das duas avaliações, julgando aquilo que for melhor para a organização: se incentivar a fabricação do produto de melhor desempenho nas exigências legais e contratuais, se incentivar a fabricação do produto de melhor desempenho em termos de recursos, ou ainda trabalhar sobre as oportunidades de melhorias nos produtos, de tal forma a melhorar o desempenho em características gerais ou específicas.

4.3 Considerações

O Capítulo 4 apresentou e descreveu as etapas do modelo proposto, visando atender o objetivo geral do trabalho. Há de se chamar atenção para alguns detalhes importantes para futura aplicação do modelo.

O primeiro ponto refere-se à escolha dos produtos a serem estudados. Como abordado anteriormente, os produtos a serem comparados devem, para fins de minimização de custos na etapa do inventário, ser representativos, em termos de tecnologia empregada, de um grupo de produtos. Dessa forma, quando se desejar estender o modelo a todos os outros produtos, o número de itens a serem comparados será reduzido, minimizando, dessa forma, tempo e custos com inventários.

Para fins de levantamento da legislação ambiental pertinente, há de se considerar a legislação nos âmbitos federal, estadual e municipal, quando existente.

O Levantamento de dados, ou seja, o inventário, é uma etapa que precisa ser ponderada quanto à precisão de dados. É recomendável que, na medida do possível, os dados sejam coletados diretamente no processo, minimizando erros com as aproximações e dados estimados pelos departamentos da empresa.

Os diagnósticos dos produtos são apontados com base no levantamento dos parâmetros inventariados. Não faz parte do modelo proposto, apontar qual produto é “ambientalmente mais correto” em relação a um outro, haja vista as limitações do sistema que são feitas, principalmente em função do número reduzido de parâmetros inventariados. Além disso, o modelo não contempla a realização da etapa de Análise do Impacto, a qual seria capaz de relacionar os principais danos ao meio ambiente, decorrentes destes parâmetros (aspectos ambientais). Assim, o presente modelo restringe-se a uma comparação de performance entre dois ou mais produtos, segundo parâmetros relacionados a aspectos ambientais, levantados na organização e constante nas exigências do mercado, já discutidas, as quais podem estar forte ou fracamente vinculadas aos objetivos da organização.

CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DO MODELO

5.1 A empresa pesquisada

A empresa pesquisada é uma tradicional e centenária indústria têxtil catarinense, situada mais especificamente no Vale do Itajaí e que possui marcas e produtos de prestígio, e uma liderança em seu segmento de mercado, no Brasil e em outros países.

O seu foco de mercado está voltado para produtos que oferecem melhor percepção de posicionamento junto ao consumidor. Atualmente, são produzidas mais de 5 milhões de peças por mês, entre jeans, moletons, blusas, bermudas, camisas e peças íntimas, com etiquetas próprias e de clientes no exterior, utilizando-se para isso de cerca de 4.100 funcionários.

O procedimento da empresa em relação ao meio ambiente, concilia o respeito à natureza com o desenvolvimento econômico. Tal diretriz culminou na certificação ISO 14001, ainda nos anos 90.

5.2 Descrição da Aplicação

A descrição da aplicação do modelo segue a seqüência das etapas, apresentada no capítulo anterior.

5.2.1 Etapa 1: Identificação dos produtos e dos setores a ser aplicado o modelo

A primeira ação nesta etapa compreende à escolha dos produtos a serem comparados na aplicação do modelo. Para tanto, o Departamento de Engenharia Industrial, ao apresentar os produtos para o estudo, levou em conta fatores ou características que implicassem em

processamentos diferentes, procurando, dessa forma, ressaltar a representatividade dos produtos indicados. São eles:

- produtos com intensidades de cores diferentes. Por exemplo, cores claras e cores médias;
- produtos com composições de fibras diferentes. Por exemplo, tecido 100 % algodão, tecido misto (mistura de fibras de algodão com outros tipos de fibras);
- produtos de estruturas físicas diferentes. Por exemplo, moleton e meia-malha.

Além disso, os produtos indicados foram ponderados pelo Departamento de Planejamento, o qual constatou que os mesmos contam com um alto volume de fabricação, podendo ser considerados os carros-chefes da empresa. Mercadologicamente, os produtos escolhidos possuem penetração em mercados como: América Latina, EUA, Alemanha, Inglaterra, Espanha, Suíça, entre outros países da Europa, além de um grande volume produzido para o mercado interno.

Visando facilitar a segunda decisão pelo grupo de trabalho, que tem como objetivo a determinação dos processos de fabricação, o Anexo 1 apresenta as características dos setores que compõem o processo produtivo.

A fim de delimitar o presente estudo, reduzindo-se dessa forma, tempo e recursos financeiros, o modelo será aplicado em apenas um setor produtivo, a Tinturaria, a qual, conforme visto anteriormente, compreende a etapa mais crítica do processo de fabricação do tecido de malha, em termos de geração de aspectos ambientais.

Conforme visto na descrição das etapas do processo de fabricação da empresa em estudo, no Anexo 1, para obter-se um artigo confeccionado, o material têxtil passa por vários processos, desde a obtenção do fio à embalagem do artigo. Entretanto, como um dos objetivos específicos do presente trabalho concentra-se na identificação de parâmetros ambientais decorrentes do processo de fabricação de um produto, restringiu-se a investigação àquele processo que é considerado o mais crítico, entre todos os outros que compõem a cadeia de fabricação do produto têxtil, em termos de degradação ambiental, qual seja, o processo de tingimento. Tal iniciativa tem como objetivo simplificar a aplicação do modelo proposto no capítulo anterior.

O processo de tingimento compreende, na verdade, um conjunto de três etapas: A primeira delas denominada purga (quando para artigos com tecido de composição mista,

como por exemplo, algodão/poliéster/acrílico) ou pré-alveijamento (quando o tecido a ser tingido é de composição 100% algodão). De ambas as formas, o objetivo é a preparação do tecido para o recebimento dos corantes. Na segunda etapa, realizada ainda no mesmo equipamento da tinturaria, ocorre o tingimento propriamente dito, onde o tecido será impregnado com o corante na cor desejada. A última etapa do processo compreende o ensaboamento, cuja finalidade básica consiste na remoção de excesso de produtos químicos do tecido.

Estas três etapas envolvem um complexo estudo de avaliação de receitas, tempos de processos, pH e temperaturas de banhos a que o tecido é submetido, objetivando alcançar a cor desejada pelo cliente.

Sabe-se que as características do efluente gerado por uma tinturaria variam principalmente em função das fibras processadas. Carmo (1991, p.121) descreve de forma genérica, algumas características dos efluentes do beneficiamento de tecidos de algodão, afirmando, por exemplo, que o efluente produzido pelo alveijamento apresenta uma pequena concentração de alvejante empregado (peróxido de hidrogênio), é alcalino e possui DBO baixa. O tingimento, propriamente dito, resulta em efluente altamente colorido, concentração de eletrólitos dissolvidos (cloreto de sódio e sulfato de sódio) e pode apresentar ainda igualizantes, oxidantes e redutores. A etapa de ensaboamento resulta em um efluente com considerável quantidade de detergente, alcalino e com alta concentração de DBO. De forma geral, a composição do efluente gerado por todos os processos de beneficiamento têxtil apresenta as seguintes características: o pH varia de 8 a 13, a cor depende do corante a ser utilizado com predominância, o teor de sólidos totais varia entre 1.000 a 1.600 mg/L, a DBO, de 150 a 800 mg/L, o teor de sólidos suspensos, de 50 a 200 mg/L, o teor de cromo é, às vezes, superior a 3 mg/L. O volume de água é muito grande, podendo variar de 12.000 a 380.000 litros por 1.000 metros de tecido processado. Assim, comprova-se por estas observações, a relevância do setor para a concentração do presente estudo.

Reunindo as informações desta primeira etapa do modelo, levantadas até o momento, a Figura 5.1 descreve as principais características dos produtos comparados no presente estudo e suas respectivas condições de processamento.

CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS SELECIONADOS PARA O ESTUDO E DE SEUS RESPECTIVOS PROCESSOS		
ESPECIFICAÇÕES	PRODUTO A	PRODUTO B
Denominação comercial (Estrutura)	Moletom	Meia Malha
Gramatura (g/m ² de tecido)	280 g/m ²	185 g/m ²
Intensidade de cor	Média	Clara
Perdas de massa no processo	4,10%	7,67%
Largura do Tecido acabado	189 cm	182 cm
Composição do tecido (em % de fibras)	Algodão: 60% Acrílico: 25% Poliéster: 15%	Algodão: 100%
Etapas de processo (tempo)	Etapa 1: Purga alcalina – P05 (0,83 h) Etapa 2: Tingimento – 31 (2,98 h) Etapa 3: Ensaboamento – E02 (1,05 h)	Etapa 1: Pré-alveamento padrão - P03 (1,82 h) Etapa 2: Tingimento – 33 (2,98 h) Etapa 3: Ensaboamento – E01 (0,62 h)
Tempo total de processo	4,86 horas	5, 42 horas
Temperatura máxima do processo	95° C	95° C

Figura 5.1 – Características dos produtos selecionados para o estudo e de seus processos.

As diferenças apresentadas na composição dos produtos (tecidos A e B), relativas ao tipo de fibra utilizada, bem como à intensidade da cor, justificam, tecnicamente, que tais produtos sejam beneficiados com processos diferentes. Tal como pode ser observado na figura anterior, especificamente na linha referente a “Etapas de processo”, o produto A é iniciado com uma purga alcalina denominada internamente de P05, com duração de 0,83 horas, seguido de um tingimento, denominado 31, com duração de 2,98 horas e por fim uma etapa de ensaboamento, E02, com duração de 1,05 horas. O produto B recebe um pré

alveamento, classificado como P03, com duração de 1,82 horas, seguido de um tingimento, 33, com duração de 2,98 horas e é finalizado com um ensaboamento, E01, que dura 0,62 horas. A denominação de cada processo é própria da empresa e é obtida em função de curvas “Temperatura *versus* Tempo”, das intensidades de cores processadas e de produtos químicos adicionados no banho do processo.

Durante o processo, o produto A, com intensidade de cor média tem uma perda de massa de 4,10%, enquanto o produto B, de cor clara, tem uma perda de massa de 7,67 %. Tais percentuais são considerados para efeitos de planejamento de produção e em função das intensidades de cores. Estes valores são informados pelo Departamento de Engenharia Industrial, como uma média histórica obtida ao longo do tempo. No presente estudo, esta informação será considerada na unidade de produto na saída, no balanço que será apresentado posteriormente.

Com o objetivo de verificar alguns aspectos relevantes ao presente estudo, as figuras A.1, A.3, A.5, A.7, A.9 e A.11, no Anexo 2, que descrevem em detalhes as etapas de processo dos produtos A e B, ilustram ocorrências como, por exemplo, adição de água e de produtos químicos, elevação de temperatura, que permitem a extração de diversas informações úteis visando o atendimento aos objetivos do trabalho. Cada figura é acompanhada de um gráfico “Temperatura *versus* Tempo”, figuras A.2, A.4, A.6, A.8, A.10 e A.12, respectivamente, a fim de melhor ilustrar os processos estudados.

A fim de garantir que a comparação entre os produtos ocorresse numa mesma tecnologia e que as diferenças entre as variáveis estudadas para cada produto, tais como consumo de energia elétrica, consumo de energia térmica, capacidade da máquina, consumo de água, volume de efluentes etc. fossem conseqüências apenas do tipo de processamento a que estes são submetidos, procurou-se processar os produtos em um mesmo tipo de equipamento, ou seja, equipamentos que possuíssem especificações técnicas idênticas.

A Figura 5.2 ilustra as principais características do equipamento utilizado no estudo.

CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO
Denominação: Thies Eco
Quantidade de equipamentos utilizados: 2
Fabricante: Thies
Ano de Fabricação: 1994
Capacidade máxima de tecido: 300 kg
Consumo nominal energia elétrica: 36 kWh

Figura 5.2 – Características do equipamento utilizado no estudo.

5.2.2 Etapa 2: Identificação dos parâmetros ambientais constantes em legislação ambiental

Um levantamento do conteúdo dos principais documentos legais citados no Decreto estadual (SC) 14250, de 05/06/1981 e na Resolução 20 do CONAMA, de 18/06/1986, permite apontar os principais parâmetros ambientais e seus respectivos padrões, aos quais a organização em estudo está submetida.

Dos documentos legais citados, extraiu-se alguns parâmetros ambientais e seus respectivos padrões aplicáveis às atividades da empresa. Tais parâmetros relacionados na Figura 5.3 são tidos como os mais frequentes nas indústrias têxteis em geral, segundo o órgão ambiental estadual do Estado de Santa Catarina: FATMA - Fundação do Meio Ambiente e também segundo o Laboratório de Análises de Efluentes Industriais Têxteis, localizado no Estado do Rio de Janeiro e reconhecido como um dos mais bem equipados da América Latina: SENAI/ CETIQT – Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil.

Do Decreto estadual 14.250, considerando o corpo receptor como classe III (águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e da flora e à dessedentação de animais).

foram identificados, para efeito de emissão de efluentes pelo produtor, especificamente, no presente estudo, o produtor têxtil, os padrões para os parâmetros ambientais de emissão de efluentes líquido, decorrentes do Decreto 14.250 estão listados na segunda coluna da Figura 5.3. Os padrões da Resolução CONAMA 20/86, estão listados na terceira coluna da mesma figura.

PARÂMETROS DE EMISSÃO DE EFLUENTES		
PARÂMETRO	PADRÃO DECRETO 14250	PADRÃO RESOLUÇÃO CONAMA 20/86
Arsênio total	0,1 mg/L	0,5 mg/L
Cádmio total	0,1 mg/L	0,2 mg/L
Chumbo total	0,5 mg/L	0,5 mg/L
Cianetos	0,2 mg/L	0,2 mg/L
Cobre total	0,5 mg/L	1,0 mg/L
Cromo hexavalente	0,1 mg/L	0,5 mg/L
DBO 5 dias (80%)	60 mg/L	-
Fenóis	0,2 mg/L	0,5 mg/L
Fósforo total	1,0 mg/L	-
Materiais flutuantes	Ausência	-
Materiais sedimentáveis	até 1,0 mL/L	até 1,0 mL/L
Merúrio total	0,005 mg/L	0,01 mg/L
Níquel total	1,0 mg/L	2,0 mg/L
Nitrogênio total	10,0 mg/L	-
pH	entre 6,0 a 9,0	entre 5,0 a 9,0
Temperatura	inferior a 40°C	inferior a 40°C
Zinco total	1,0 mg/L	5,0 mg/L

Figura 5.3 – Parâmetros legais de emissão de efluentes líquidos aplicáveis à indústria têxtil.

É oportuna a comparação entre estas duas referências legais, no que tange à definição de parâmetros e padrões, aqui já descritos como os mais comuns de serem identificados nos processos têxteis. Verifica-se, por exemplo, que para a maioria dos parâmetros relacionados na Figura 5.3, os padrões de emissão determinados pela legislação estadual são mais restritivos que a legislação federal, a exemplo do que acontece com o limite tolerável de concentração de arsênio, cobre, cromo, mercúrio, pH, entre outros. Além disso, a legislação federal não contempla parâmetros como fósforo, materiais flutuantes e nitrogênio.

Nesse sentido, de forma objetiva, em se tratando dos parâmetros legais aqui relacionados, o produtor precisaria preocupar-se apenas com os limites de tolerância exigidos pela legislação estadual, conforme o decreto estadual 14.250, mostrados na figura anterior.

5.2.3 Etapa 3: identificação dos parâmetros ambientais constantes em requisitos contratuais

Para listar os diversos parâmetros ambientais exigidos por clientes, recorre-se aos contratos feitos com estes. Nesse sentido, foram identificados os principais clientes com os quais a empresa em estudo mantém relações comerciais, bem como um banco, o qual a mesma submeteu seu programa de gestão ambiental com a finalidade de obtenção de financiamentos. A partir daí foram levantadas as suas respectivas exigências, as quais a empresa em estudo tem denominado “exigências ambientais contratuais”.

As figuras 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 e 5.9 ilustram alguns códigos de conduta, os quais contêm os principais pontos exigidos por cada um dos principais clientes identificados na empresa.

Observa-se, através da Figura 5.4, que o cliente Levi Strauss torna explícito ao seu fornecedor (aqui, a empresa em estudo) os seus parâmetros ambientais de emissão de efluentes, os quais são, em muitos casos, mais rigorosos que os parâmetros estabelecidos pelas legislações aplicáveis. Exemplos disso são: temperatura, DBO, Níquel, Cádmio, Chumbo, Arsênico e Cobre.

Para este cliente, em especial, são encaminhados relatórios mensais de monitoramento dos parâmetros relacionados. Os relatórios são compostos de laudos emitidos por laboratórios de organismos de terceira parte.

CLIENTE: LEVI STRAUSS & CO.		
PRINCIPAIS EXIGÊNCIAS (CITAÇÕES EXTRAÍDAS DO DOCUMENTO):		
Diretrizes Mundiais de Efluentes - Despejo Direto:		
Nós, intencionalmente, não usaremos nenhuma instalação de lavanderia que despeje a água utilizada em rios ou riachos - direta ou indiretamente, sem o tratamento necessário para que esteja de acordo com os padrões para despejo de efluentes.		
Nos países onde os padrões para o despejo de efluentes em rios não estão estabelecidos, ou são menos restritos, poderão ser aplicados os padrões a seguir.		
Parâmetros Tradicionais		
pH.....	6,0 – 9,0	
Temperatura.....	37° C	
SST (Sólidos Suspensos Totais).....	30 mg/L	
DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio).....	30 mg/L	
DQO (Demanda Química de Oxigênio).....	Resultados Monitorados	
Cor :	Enquanto a cor é apenas esteticamente poluente; nós não aceitaremos cor que for considerada agressiva - através de resultados monitorados.	
Espuma:	Não poderá haver o despejo visível de sólidos flutuantes ou espuma persistente.	
Metais:		
Mercúrio 0,01 mg/L	Chumbo 0,10 mg/L	Cobre 0,25 mg/L
Níquel 0,20 mg/L	Zinco 1.00 mg/L	Cobalto 0,02 mg/L
Cádmio 0,01 mg/L	Arsênico 0.01 mg/L	Antimônio: Resultados
Cromo 0,10 mg/L	Cianeto 0,20 mg/L	Monitorados

Figura 5.4 – Exigências contratuais do cliente Levi Strauss & Co.

Observa-se, de acordo com a Figura 5.5, que a Walt Disney Company explicita ao seu fornecedor (aqui, a empresa em estudo), a necessidade do cumprimento dos parâmetros ambientais exigidos pelas legislações pertinentes às suas atividades, bem como deixa claro o seu compromisso em excelência com respeito ao meio ambiente. Além disso, a Walt Disney Company propõe-se a fiscalizar o cumprimento de tais leis pelos seus fabricantes.

CLIENTE WALT DISNEY COMPANY

Documento Nº 478-01/N – Código de Conduta para Licenciados e Fabricantes

PRINCIPAIS EXIGÊNCIAS (CITAÇÕES EXTRAÍDAS DO DOCUMENTO):**- Proteção ao Meio Ambiente:**

Os Fabricantes deverão cumprir todas as leis e normas meio ambientais pertinentes.

-Na Walt Disney Company, estamos empenhados para com:

- Um padrão de excelência em todos os aspectos de nossas atividades e em todas as partes do mundo;
- Uma conduta ética e responsável em todas as nossas atuações;
- Respeito ao direito de todo indivíduo; e
- Respeito ao meio ambiente.

Esperamos que esses mesmos compromissos sejam assumidos por todos os Fabricantes de produtos Disney. Exigimos dentro de um padrão mínimo que todos os Licenciados Disney cumpram com os seguintes padrões:

- Fiscalização e Cumprimento da Lei:

Os Licenciados deverão tomar todas as medidas necessárias, em consulta com a Disney, no sentido de desenvolver, implementar e manter métodos destinados a avaliar e fiscalizar os fabricantes de mercadorias Disney e assegurar o cumprimento do Código de Conduta dos Fabricantes Disney, inclusive através da fiscalizações não programadas das instalações de manufatura e acomodações fornecidas aos funcionários; exame de livros e registros relacionados com questões de contratação; entrevistas privadas com funcionários.

Os Licenciados autorizarão a Disney e seus representantes designados (inclusive terceiros) para participar de atividades de fiscalização similares a fim de confirmar o cumprimento dos termos do Código de Conduta por parte dos Licenciados. Os Licenciados deverão manter nas instalações toda documentação que possa ser necessário para demonstrar tal cumprimento.

Figura 5.5 – Exigências contratuais do cliente Walt Disney Company.

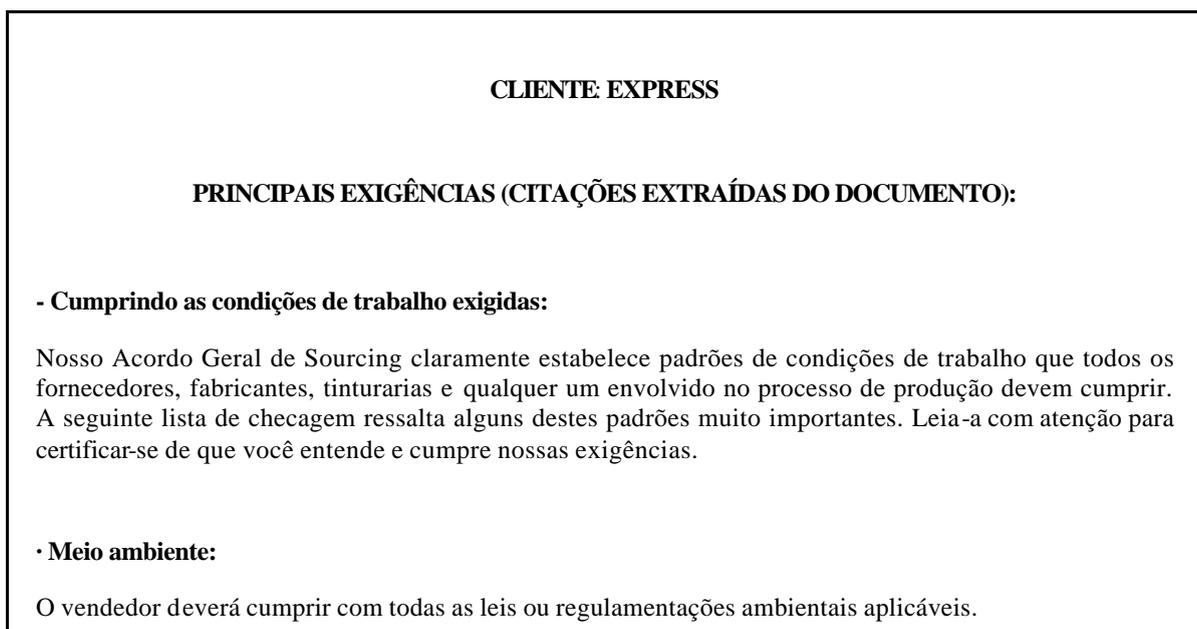


Figura 5.6 – Exigências contratuais do cliente Express.

Entre inúmeras exigências, o cliente inclui a questão ambiental no documento. Tal como o cliente Walt Disney Company, os padrões ambientais exigidos pelo cliente Express são aqueles relacionados na legislação pertinente.

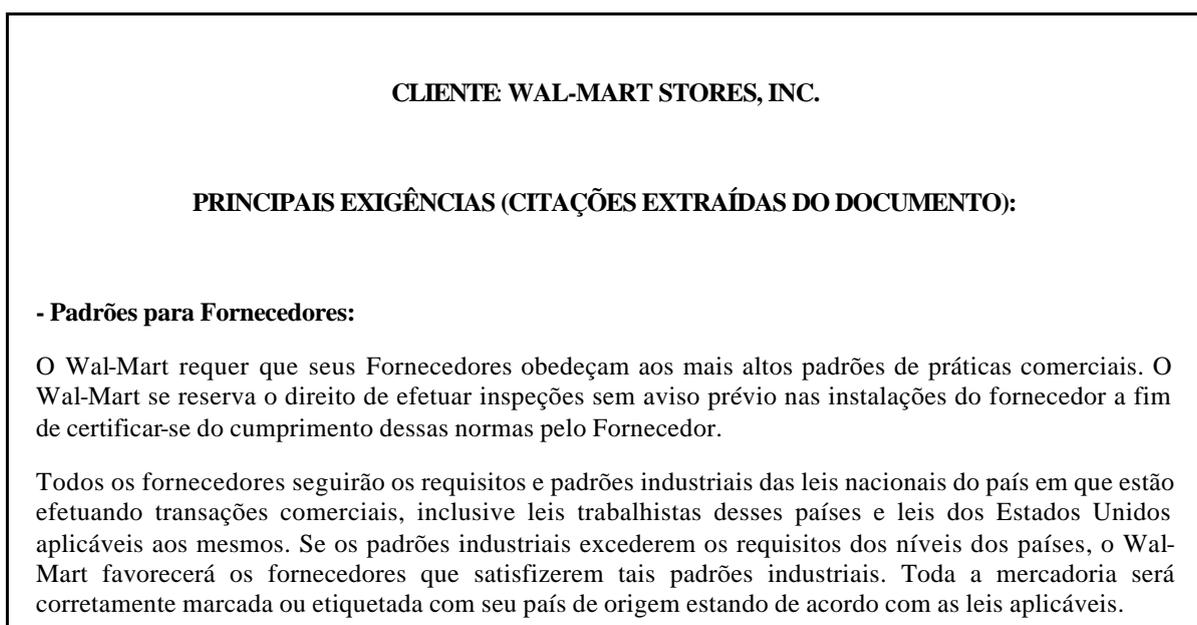


Figura 5.7 – Exigências contratuais do cliente Wal-Mart Stores, Inc.

O Wal-Mart relaciona em seu documento, de forma genérica, a necessidade de seu fornecedor seguir os requisitos e padrões industriais das leis nacionais.

<p style="text-align: center;">CLIENTE: GAP</p> <p style="text-align: center;">PRINCIPAIS EXIGÊNCIAS (CITAÇÕES EXTRAÍDAS DO DOCUMENTO):</p> <p>Embora a Gap reconheça que existem diferentes ambientes legais e culturais em cada fábrica com as quais opera em todo o mundo, este Código determina as exigências básicas que todas devem cumprir para fazer negócios com a Gap.</p> <p>I - Princípios Gerais</p> <p>Fábricas que produzem mercadorias para a Gap devem operar em total acordo com as leis de seus respectivos países e todas as outras leis aplicáveis, regras e regulamentações.</p> <p>A fábrica opera totalmente de acordo com todas as leis aplicáveis, regras e regulamentações, incluindo aquelas relativas ao trabalho, saúde e segurança do trabalhador e ao meio ambiente.</p> <p>A fábrica permite a Gap e/ou a qualquer de suas representantes ou agentes acesso irrestrito a suas dependências e a quaisquer outros registros relevantes a qualquer momento, sendo ou não notificados anteriormente.</p> <p>II - Meio Ambiente</p> <p>As fábricas devem obedecer a todas as leis e regulamentações ambientais aplicáveis. Nos lugares onde tais exigências são menos estritas que as da Gap, as fábricas são encorajadas a cumprir as normas descritas na declaração de princípios ambientais da Gap.</p> <p>A. A fábrica tem um sistema de administração ou plano ambiental.</p> <p>B. A fábrica tem procedimentos para notificar as autoridades da comunidade local em caso de descarga, liberação ou qualquer outra emergência ambiental.</p> <p>Monitoramento e Implementação</p> <p>Como condição de fazer negócios com a Gap, cada fábrica deve cumprir com este Código de Conduta do Fornecedor. A Gap continuará desenvolvendo sistemas de monitoramento para avaliar e garantir seu cumprimento.</p> <p>Se a Gap determinar que alguma fábrica violou este Código, pode tanto terminar sua relação de negócios como requerer que a fábrica implemente um plano de ação corretiva. Se a ação corretiva for sugerida mas não efetivada, a Gap suspenderá os pedidos futuros e pode cancelar a produção em andamento.</p>
--

Figura 5.8– Exigências contratuais do cliente GAP.

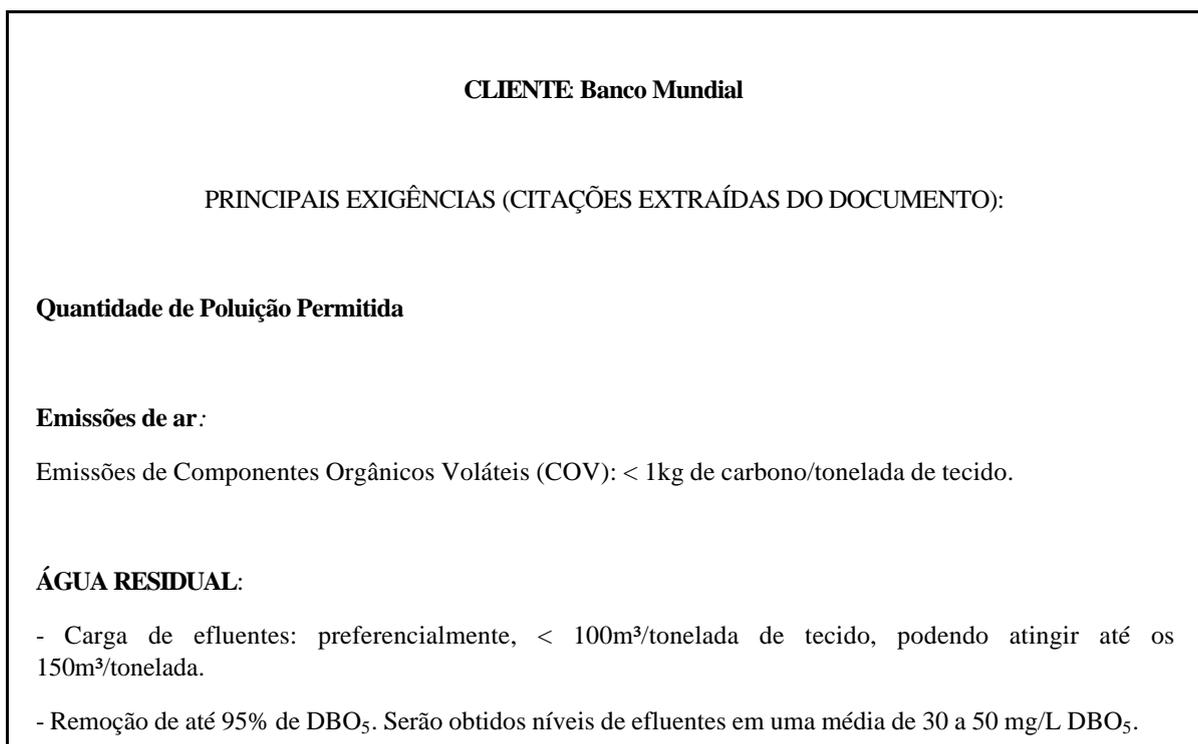


Figura 5.9 – Exigências Contratuais do Banco Mundial.

Observa-se que de uma forma geral, os principais clientes da empresa têm demonstrado preocupação com as questões de fabricação sob condições ambientais controladas, em termos de padrões de emissão de efluentes, principalmente, os líquidos.

Em uma investigação mais profunda em relação a este assunto, observa-se que a incidência de tais exigências é recente e tem crescido de forma significativa nos últimos dois anos na empresa. Cabe frisar que tais exigências, em alguns casos, têm sido mais rigorosas que a legislação ambiental nacional.

Para finalização desta etapa, os parâmetros identificados nos documentos contratuais, para o presente estudo, são reunidos na Figura 5.10, com seus respectivos valores máximos permitidos.

PARÂMETROS RELACIONADOS ÀS EXIGÊNCIAS CONTRATUAIS	
PARÂMETROS	VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS
Volume de efluente	100m ³ /tonelada de tecido
DBO	30 mg/L
Detergentes	Espuma ausente
DQO	Resultados monitorados
Fósforo total	1,0 mg/L
Nitrogênio total	10,0 mg/L
Sólidos sedimentáveis	1,0 mg/L
Sólidos suspensos totais	30,0 mg/L
Cor	Resultados monitorados
PH	5 a 9
Temperatura (°C)	37°
Fenol	0,2 mg/L
Zinco total	1,0 mg/L
Antimônio	Resultados monitorados
Arsênio total	0,01 mg/L
Cádmio total	0,01 mg/L
Chumbo total	0,1 mg/L
Cianeto	0,2 mg/L
Cobalto	0,02 mg/L
Cobre	0,25 mg/L
Cromo total	0,1 mg/L
Mercúrio total	0,01 mg/L
Níquel total	0,20 mg/L

Figura 5.10 - Parâmetros identificados nos documentos contratuais.

5.2.4 Etapa 4: Identificação dos parâmetros associados ao desempenho interno quanto ao consumo de recursos (eco-eficiência)

Os parâmetros associados ao desempenho quanto ao consumo de recursos, pelos processos internos, são objetos de concentração de esforços no sentido de minimizá-los e assim, melhorar a performance ambiental, reduzindo desperdícios e custos. Neste sentido, eles estão incluídos nos Objetivos e Metas do Programa de Gestão Ambiental da empresa e como tais, são monitorados mensalmente através de um grupo de trabalho, denominado Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE).

Tais parâmetros, identificados como objetos de monitoramento na empresa em estudo, são ilustrados na Figura 5.11.

PARÂMETROS RELACIONADOS ÀS EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO EM CONSUMO DE RECURSOS PELOS PROCESSOS INTERNOS
Consumo de água (l/kg de produto)
Consumo de matéria-prima (kg/kg de produto)
Consumo de produtos químicos e auxiliares (kg/kg de produto)
Consumo de energia térmica (MJ/kg de produto)
Consumo de energia elétrica (kW/kg de produto)

Figura 5.11 - Parâmetros associados ao desempenho interno quanto ao consumo de recursos.

5.2.5 Etapa 5: levantamento do inventário (balanço de massa e energia)

Considera-se como indispensável para a execução do balanço, a definição prévia de alguns elementos, conforme descritos no Capítulo 3, referente à abordagem da metodologia da ACV empregada no estudo. Tais elementos compreendem:

- O sistema de produto a ser estudado: Entendendo que um sistema compreende todas as operações relacionadas aos produtos em análise e como já fora descrito anteriormente, o processo a ser estudado envolve apenas a etapa de tingimento de tecidos de malha

(definição dos limites do sistema), torna-se claro que o sistema compreende o próprio processo de tingimento;

- As funções do sistema de produto: A função compreende a definição clara das características de performance do produto a ser modelado, no caso presente, a função é tingir tecido de malha (moletom e meia malha), em toda a sua extensão;
- A unidade funcional: Para o presente estudo, foi adotada a unidade metro quadrado de tecido tingido. Após a coleta dos dados, estes foram relacionados a esta unidade funcional.

O levantamento de informações para o balanço foi realizado de acordo com as seguintes categorias:

- a) matérias-primas
- b) produtos químicos e auxiliares
- c) água
- d) energia
- e) produtos
- f) emissões

A seguir são ilustradas as obtenções das informações para o balanço, de acordo com as categorias apontadas:

- a) Matérias-primas

Esta categoria corresponde à quantidade de tecido cru que foi processada no equipamento. Esta informação é disponibilizada na Ordem de Produção de Tinturaria e sua origem é de alta qualidade, já que é proveniente da pesagem do lote de tecido de malha, realizado no setor de Preparação, o qual antecede o processo de Tinturaria. As informações obtidas nesta etapa estão ilustradas na Figura 5.12.

QUANTIDADE DE MATÉRIA-PRIMA PROCESSADA POR PRODUTO NO LOTE ESTUDADO		
Características/Produto	PRODUTO A	PRODUTO B
Quantidade a ser processada	247 kg	259 kg

Figura 5.12 – Levantamento da quantidade de matéria-prima por produto.

b) Produtos químicos e auxiliares

Esta categoria trata dos corantes e demais produtos químicos utilizados no processo em estudo. Esta informação é disponibilizada na Ordem de Produção de Tinturaria e sua origem é de alta qualidade (segundo a nomenclatura utilizada na metodologia da ACV), ou seja, de alta confiabilidade, já que a quantidade pesada de cada um dos itens listados como produtos químicos e auxiliares corresponde à quantidade informada na respectiva ordem de produção emitida. As informações obtidas nesta etapa estão ilustradas na Figura 5.13.

	PRODUTO A		PRODUTO B	
Produtos químicos e auxiliares	Goldpal (kg)	0,8750	Cibafluid (kg)	3,6000
	Lufibrol (kg)	5,2500	Goldpal (kg)	0,9000
	Soda cáustica líq.(kg)	5,3725	Lufibrol (kg)	3,6000
	Ácido acético glacial (kg)	2,6250	Soda cáustica líq.(kg)	5,4000
	Ladiquest (kg)	1,7500	Interox H ₂ O ₂ (kg)	2,5200
	Sal refinado (kg)	70,0000	Quimipour (kg)	3,4200
	Corante (kg)	3,1090	Ácido acético glacial (kg)	2,1600
	Barrilha leve (kg)	5,2500	Ladiquest (kg)	0,9000
	Sidertex (kg)	0,8750	Sal refinado (kg)	36,0000
		Corante (kg)	177,4200	
		Barrilha leve (kg)	5,1000	

Figura 5.13 – Levantamento da quantidade de produtos químicos e auxiliares.

c) Água

Corresponde à quantidade de água utilizada em todo o estágio do processo de fabricação em estudo. Esta informação é calculada a partir da relação de banho utilizada e o volume de água retido no tecido em cada deságüe. A princípio, a quantidade de água utilizada no processo é de sete litros para cada kg de malha a ser processada (relação de banho igual a 1:7). Entretanto, a informação disponibilizada na ordem de produção para o volume de água na máquina apresenta pequena variação em relação ao cálculo da relação de banho, vindo a comprometer a precisão do balanço, pois, adota-se o valor teórico.

Outras questões que depõem contra a qualidade do dado obtido para consumo de água, são que este, de fato, não é medido e que ao longo do processo ocorrem alguns deságües, permanecendo água retida no tecido. A empresa disponibiliza a informação de retenção teórica de água no tecido de 2 litros de água para cada 1 kg de tecido de malha, independente da estrutura e composição do tecido, o que pressupõe uma estimativa não acurada.

Uma outra estimativa utilizada neste estudo é que considera-se que 1 litro de água, na verdade, solução água + produtos químicos, tenha exatamente 1 kg, ou seja, considera-se a massa específica da solução igual a 1 g/mL.

Para obtenção dos dados referentes ao consumo de água nos estágios do processo, consideram-se as ocorrências de carregamento e descarregamento de água das máquinas, conforme descritos anteriormente. A Figura 5.14 totaliza o volume de água consumido nos processos de tingimento dos produtos A e B.

VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO NO PROCESSAMENTO DOS PRODUTOS A E B					
ESTÁGIOS Produto A	Entrada (litros)	Saída (litros)	ESTÁGIOS Produto B	Entrada (litros)	Saída (litros)
P05	3006	2512	P03	4.364	3.846
31	9412	9412	33	9.464	9.464
E02	5024	5024	E01	3.846	3.846
TOTAL	17.442	16.948	TOTAL	17.674	17.156

Figura 5.14 – Volume de água consumido no processamento dos produtos A e B.

d) Energia

Corresponde à quantidade de energia consumida para a operação da máquina (energia elétrica) e para o processamento do produto (energia térmica).

A energia elétrica consumida pela máquina decorre do seu consumo em kWh. Para a obtenção da energia consumida leva-se em conta a multiplicação de seu consumo nominal pelo tempo que a máquina está em funcionamento (em horas), conforme ilustra a Figura 5.15.

	PRODUTO A	PRODUTO B
Tempo total de processo	4,86 horas	5,42 horas
Consumo nominal da máquina	36 kWh	36 kWh
Consumo energia elétrica	174,96 kWh	195,12 kWh

Figura 5.15 – Consumo de energia elétrica para processamento dos produtos A e B.

A quantidade de energia térmica informada no balanço é obtida a partir do cálculo da quantidade de calor (Q) necessária para aquecimento da água, conforme a descrição do processo ilustrado anteriormente. Convém ressaltar que como o valor obtido é calculado, através de uma equação apropriada para uma transferência de calor por convecção, num regime turbulento, a quantidade de calor demandada para manter o banho aquecido durante um tempo t, não foi contemplado. Assim, a quantidade de calor considerada no presente inventário é calculada pela equação (1):

$$Q = \rho \times C_p \times V \times (T_{\text{maior}} - T_{\text{menor}}) \quad (1)$$

Onde:

$$\rho = m/V \rightarrow [\text{kg/m}^3]$$

$$C_p \rightarrow [\text{kJ/kg}^\circ\text{C}]$$

$$T \rightarrow [^\circ\text{C}]$$

$$V \rightarrow [\text{m}^3]$$

$$Q \rightarrow [\text{kJ}]$$

- admitir $C_p = C_p$ água;
- para consultar o C_p água, consultar tabela de propriedades físicas de líquido saturador (Özisik, 1990) e entrar o T da película que é $(T_1 + T_2)/2$;
- observar que a massa específica da água varia conforme a temperatura da película.

Os cálculos para demanda de energia térmica são ilustrados na Figura 5.16, para o processamento do produto A e na Figura 5.30, para o processamento do produto B.

RAMPAS DE AQUECIMENTO DO PRODUTO A						
T1 (°C)	T2 (°C)	T película	massa específica. (kg/m ³)	Cp (kJ/kg°C)	V (m ³)	Q (kJ)
30,0	95,0	62,5	984,04	4,1858	1,75	468.535,6
30,0	60,0	45,0	992,31	4,1798	1,75	217.752,0
30,0	80,0	55,0	987,74	4,1828	1,75	361.507,9
35,0	95,0	65,0	982,61	4,1873	1,75	432.020,7
45,0	80,0	62,5	984,04	4,1858	1,75	252.288,4
40,0	60,0	50,0	990,02	4,1813	1,75	144.885,0
Q total (kJ): 1.876.989,6						

Figura 5.16 – Cálculo do consumo de energia térmica para aquecimento do banho de processamento do produto A.

Conforme ilustrado na Figura 5.16, T1 e T2 correspondem à temperatura inicial e à temperatura final, respectivamente, em cada rampa de aquecimento do banho de processamento (com volume de 1,75 m³). Por fim, identificado o Cp da água (tabelado em função de T película), calcula-se Q, de acordo com a equação apresentada, para cada rampa de aquecimento, cujos respectivos tempos de processo estão ilustrados nas figuras A2, A4 e A6.

De forma análoga calcula-se a quantidade de calor para aquecimento do banho de processamento do produto B.

RAMPAS DE AQUECIMENTO DO PRODUTO B						
T1 (°C)	T2 (°C)	T película	dens.(kg/m ³)	Cp (kJ/kg°C)	V (m ³)	Q (kJ)
30,0	55,0	42,5	993,45	4,1791	1,80	186.827,7
55,0	95,0	75,0	976,92	4,1933	1,80	294.949,3
30,0	50,0	40,0	994,59	4,1784	1,80	149.608,6
30,0	60,0	45,0	992,31	4,1798	1,80	223.973,5
30,0	80,0	55,0	987,74	4,1828	1,80	371.836,7
35,0	80,0	57,5	986,60	4,1836	1,80	334.330,7
40,0	60,0	50,0	990,02	4,1813	1,80	149.024,5
Q total (kJ): 1.710.551,1						

Figura 5.17 – Cálculo do consumo de energia térmica para aquecimento do banho de processamento do produto B.

Fazendo-se a conversão do consumo de energia para mesma unidade (MJ), a partir da relação de $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$, a energia total consumida para os dois produtos é a que segue na Figura 5.18.

	PRODUTO A	PRODUTO B
Consumo energia elétrica	174,96 kWh = 629.856,00 MJ	195,12 kWh = 702.432,00 MJ
Consumo energia térmica	1.876,99 MJ	1.710,55MJ
Consumo energia total	631.732,99 MJ	704.142,55 MJ

Figura 5.18 – Levantamento total de energia para processamento dos produtos A e B.

e) Produtos

O produto resultante do processo é um tecido de malha com uma perda percentual de massa relativa à massa de entrada antes do processo, acrescida de um volume de água.

Para cálculo desta massa de produto obtido, buscou-se informações relativas a estudos de perda de massa no processo em estudo, a qual, segundo dados da empresa, varia conforme

a intensidade da cor. Além deste fator, a empresa acrescenta à massa do produto recém saído da máquina, uma massa de 2 litros de líquido por cada quilograma de tecido de malha.

Cabe lembrar que, por desconhecimento da massa específica deste líquido, trabalhou-se com a massa específica igual a 1grama de líquido em cada 1 mililitro de seu volume.

Dessa forma, obteve-se a massa de tecido através de cálculos, a partir de fatores aproximados, com os quais a empresa tem trabalhado, a fim de atender suas necessidades de cálculo de produção, elaboração de receitas, previsões de consumo de matérias-primas, entre outras. A Figura 5.19 ilustra os resultados do levantamento de massa do produto.

	PRODUTO A	PRODUTO B
Massa de tecido na entrada do processo	247 kg	259 kg
Dado de perda de massa decorrente do processo	4,10%	7,67%
Adição de efluente ao tecido	2 kg de efluente/kg de tecido	2 kg de efluente/kg de tecido
Massa do produto (tecido molhado)	710,6190 kg	717, 4041 kg

Figura 5.19 – Levantamento da massa de produtos.

f) Emissões

As emissões correspondem à quantidade de água residual do processo e que é totalmente emitida para a Estação de Tratamento de Efluentes. Tal como abordado na alínea “c” deste item, o cálculo da quantidade de emissões, em kg de efluente, decorre de aproximações tais como massa específica igual a 1g/mL de efluente, retenção no tecido de uma massa igual a 2 kg por cada kg de tecido de malha.

Para obter-se o volume de efluente emitido para a ETE, recorre-se à Figura 5.14, tratado na alínea “c”. Assim, os volumes de efluentes gerados são: 16.948 litros para o produto A e 17.156 litros para o produto B.

Para se atingir os objetivos principais deste trabalho, procede-se a uma avaliação das características deste efluente, no que diz respeito à concentração de determinados parâmetros

relativos às exigências que a empresa em estudo está submetida. É evidente, entretanto, que o objetivo maior é o de relacionar estes parâmetros à unidade funcional determinada, qual seja, metro quadrado do tecido de malha produzido. Mas, entende-se que esta seja uma etapa posterior ao presente item.

Entretanto, por questões econômicas, restringiu-se a avaliação a alguns parâmetros, quais sejam: DBO, Detergentes, DQO, Fósforo total, Nitrogênio total, Sólidos sedimentáveis, Sólidos suspensos totais, Cor, pH, Temperatura, Antimônio, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto, Cobalto, Cobre, Cromo total, Fenol, Mercúrio total, Níquel total, Zinco total. Algumas análises realizadas em laboratórios para itens como óleos e graxas, para cada uma das amostras, de cada um dos dois produtos, seriam de grande dispêndio de recursos financeiros.

Também com o propósito de minimizar tais recursos e partindo do princípio que o tratamento biológico não remove metais pesados, exceto pela parte (concentração) que ficaria retida no próprio lodo, bem como para o fenol, substância orgânica que possui uma cadeia carbônica muito difícil de ser quebrada quando submetida ao tratamento biológico empregado na empresa em estudo, foram adotadas informações de laudos assinados por laboratórios externos, os quais constituem-se em prestadores de serviços da empresa. Tais laudos são os mesmos que são encaminhados regularmente para os clientes externos.

As análises de Antimônio, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto, Cobalto, Cobre, Cromo total e Mercúrio total são realizadas no Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/FURB, enquanto que a análise de Fenol é realizada no Centro Ambiental – SENAI Blumenau.

As análises quanto aos parâmetros DBO, Detergentes, DQO, Fósforo total, Nitrogênio total, Sólidos sedimentáveis, Sólidos suspensos totais, Cor, pH e Temperatura foram realizadas no laboratório interno da empresa (Laboratório da ETE) e assinados por um técnico com graduação e experiência adequadas.

Dadas as análises de concentração realizadas no laboratório da empresa para cada um dos deságües, obteve-se os resultados apresentados na Figura 5.20 para os parâmetros estudados relativos ao produto A. A Figura 5.21 apresenta os parâmetros obtidos a partir da informação dos laudos emitidos por laboratórios externos, conforme citados anteriormente.

Parâmetros		V ₁ (l)=	V ₂ (l)=	V ₃ (l)=	V ₄ (l)=	V ₅ (l)=	V ₆ (l)=	V ₇ (l)=	V ₈ (l)=
		1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
DBO	mg/L	1862	876	68	361	257	98	47	23
	kg	3,2585	1,5330	0,1190	0,6318	0,4498	0,1715	0,0823	0,0403
Detergentes	mg/L	0	0	0	0	0,0701	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0,0001	0	0	0
DQO	mg/L	4650	2280	215	828	551	227	114	40
	kg	8,1375	3,9900	0,3763	1,4490	0,9643	0,3973	0,1995	0,0700
Fósforo total	mg/L	19,44	16,95	13,41	4,04	24,3	7,72	5,63	1,62
	kg	0,0340	0,0297	0,0235	0,0071	0,0425	0,0135	0,0099	0,0028
Nitrogênio total	mg/L	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	0,03	0
	kg	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0
Sólidos sedimentáveis	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Sólidos suspensos totais	mg/L	10	8	14	12	7	6	6	3
	kg	0,0175	0,0140	0,0245	0,0210	0,0123	0,0105	0,0105	0,0053
Cor	PtCo	2090	745	6340	2940	1800	626	383	286
pH		11,4	5,6	10,2	5,1	5,1	5,6	6,2	6,3
Temperatura	°C	95	30	60	80	95	80	60	30

Figura 5.20 – Parâmetros medidos no efluente sem tratamento (laudo interno: laboratório ETE) – Produto A.

A Figura 5.20 mostra a concentração de parâmetros que foram analisados no laboratório da empresa. Nesse caso, foram coletadas amostras de cada um dos oito deságües da máquina, durante o processamento do produto A. A partir da concentração verificada, obteve-se a quantidade em kg dos parâmetros no referido efluente, dado um volume de banho total e constante de 1.750 litros ($V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5 = V_6 = V_7 = V_8 = 1.750$ l).

Os valores dos parâmetros Cor, pH e Temperatura, apresentados na figura anterior, independem do volume do banho para sua medição no produto.

A Figura 5.21 mostra os resultados dos parâmetros do efluente, através medições realizadas por laboratórios externos

Parâmetros		V ₁ (l)= 1750	V ₂ (l)= 1750	V ₃ (l)= 1750	V ₄ (l)= 1750	V ₅ (l)= 1750	V ₆ (l)= 1750	V ₇ (l)= 1750	V ₈ (l)= 1750
Fenol	mg/L	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
	kg	0,000014	0,000014	0,000014	0,000014	0,000014	0,000014	0,000014	0,000014
Zinco total	mg/L	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	kg	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antimônio	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Arsênio total	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Cádmio total	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Chumbo total	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Cianeto	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Cobalto	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Cobre	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Cromo total	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Mercúrio total	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Níquel total	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 5.21 – Parâmetros medidos em efluentes com tratamento (laudos externos) – Produto

A.

Nos dos laudos emitidos por laboratórios externos, conforme os resultados mostrados na figura anterior, os parâmetros Antimônio, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto, Cobalto, Cobre, Cromo total, Mercúrio total e Níquel total não foram detectados em amostras de efluentes.

De forma similar, a figura 5.22 apresenta as informações de composição do efluente gerado no processamento do produto B.

Parâmetros		V ₁ (l)= 1800	V ₂ (l)= 1800	V ₃ (l)= 1800	V ₄ (l)= 1800	V ₅ (l)= 1800	V ₆ (l)= 1800	V ₇ (l)= 1800	V ₈ (l)= 1800
DBO	mg/L	700	1512	3064	101	946	338	107	24
	kg	1,2600	2,7216	5,5152	0,1818	1,7028	0,6084	0,1926	0,0432
Detergentes	mg/L	0	0	0	0	0	0,0390	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0,0001	0	0
DQO	mg/L	1540	3780	6620	234	189	674	209	56
	kg	2,7720	6,8040	11,9160	0,4212	0,3402	1,2132	0,3762	0,1008
Fósforo total	mg/L	23,07	15,99	12,03	14,65	3,62	2,43	1,05	0,81
	kg	0,0415	0,0288	0,0217	0,0264	0,0065	0,0044	0,0019	0,0015
Nitrogênio total	mg/L	0,01	0,02	0,07	0,03	0,05	0,03	0,02	0,01
	kg	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000
Sólidos sedimentáveis	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Sólidos suspensos totais	mg/L	7	8	6	6	3	3	1	1
	kg	0,0126	0,0144	0,0108	0,0108	0,0054	0,0054	0,0018	0,0018
Cor	PtCo	1325	662	329	310	92	94	89	82
pH		10,9	10,6	6,8	10,0	4,8	5,1	6,2	6,4
Temperatura	°C	95	30	50	60	80	80	60	30

Figura 5.22 – Parâmetros medidos no efluente sem tratamento (laudo interno: laboratório ETE) – Produto B.

A Figura 5.23 apresenta os parâmetros obtidos a partir da informação dos laudos emitidos por laboratórios externos.

Parâmetros		V ₁ (l)= 1800	V ₂ (l)= 1800	V ₃ (l)= 1800	V ₄ (l)= 1800	V ₅ (l)= 1800	V ₆ (l)= 1800	V ₇ (l)= 1800	V ₈ (l)= 1800
Fenol	mg/L	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
	kg	0,000014	0,000014	0,000014	0,000014	0,000014	0,000014	0,000014	0,000014
Zinco total	mg/L	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	kg	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antimônio	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Arsênio total	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Cádmio total	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Chumbo total	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Cianeto	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Cobalto	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Cobre	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Cromo total	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Mercúrio total	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Níquel total	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
	kg	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 5.23 – Parâmetros medidos em efluentes com tratamento (laudos externos) – Produto

B.

Ainda para finalizar este item, cabe sintetizar o balanço das informações inventariadas, a fim de facilitar a apresentação de diagnósticos. Os balanços dos produtos A e B são mostrados nas figuras 5.24 e 5.25, respectivamente.

BALANÇO DO PRODUTO A: MOLETON F22CCMO2					
Entradas	Quantidade	Quantidade	Saídas	Quantidade	Quantidade
	Total	/m ²		Total	/m ²
Tecido cru (kg)	247,0000	0,1545	Tecido molhado (kg)	710,6190	0,4444
Água (kg)	17.442,0000	10,9088	Efluente (kg)	16.948,0000	10,5998
Goldpal (kg)	0,8750	0,0005	Perdas de massa (kg)	10,1270	0,0063
Lufibrol (kg)	5,2500	0,0033			
Soda cáustica liq.(kg)	5,3725	0,0034			
Ácido acético glacial (kg)	2,6250	0,0016			
Ladiquest (kg)	1,7500	0,0011			
Sal refinado (kg)	70,0000	0,0438			
Corante (kg)	3,1090	0,0019			
Barrilha leve (kg)	5,2500	0,0033			
Sidertex (kg)	0,8750	0,0005			
	17.784,1065	11,1228		17.668,7460	11,0506
Energia elétrica (MJ)	629.856,00	393,9326			
Energia térmica (MJ)	1.876,99	1,1739			
Total Energia (MJ)	631.173,99	395,1065			

Figura 5.24 – Balanço do produto A.

A Figura 5.24 ilustra o balanço do produto A, relacionando todas os dados das categorias, dispostos na coluna “Quantidade Total”, com a quantidade de tecido processado, em metros quadrados.

Visto que a gramatura do tecido acabado e seco é de 280 gramas/m² e a largura do mesmo é de 1,89 m, é possível concluir que uma massa inicial de 247 kg e que perdeu, ao longo do processo um percentual de 4,10 % e sua massa, tenha um extensão de 1.598,9 metros quadrados. A equação (2) ilustra os cálculos:

$$m^2 \text{ de tecido} = \left[\frac{\text{massa em cru} \times (1 - \text{fator de perda}) \times 1000}{\text{gramatura em acabado}} \right] \times \text{largura} \quad (2)$$

Substituindo os valores na equação (2), para o tecido A, tem-se:

$$m^2 \text{ do tecido A} = \left[\frac{247 \text{ kg} \times 0,959 \times 1000 \text{ g}}{280 \text{ g/m}^2} \right] \times 1,89 \text{ m}$$

Dessa forma, as leituras que podem ser feitas, a partir da coluna “Quantidade/m²”, são as seguintes: para cada 1 metro quadrado de tecido A na saída, é necessário uma massa de 0,1545 kg de tecido cru na entrada; 10,9088 kg de água (admitindo massa específica da água = 1g/mL); 0,0005 de goldpal, entre outras. Também para consumos de energia, a leitura pode ser feita da seguinte forma: para processamento de 1 metro quadrado de tecido A, é necessário dispor de 393,9326 MJ de energia elétrica, bem como 1,1739 MJ de energia térmica. Nas saídas, as leituras podem ser feitas da seguinte forma: para cada metro quadrado de tecido A tem-se produzido, 0,4444 kg de tecido molhado (tecido + água, utilizando-se a relação de 2 kg de água por kg de tecido); são gerados 10,5998 kg de efluente para cada metro quadrado de tecido produzido. Quanto ao fator de perda de massa, este é diluído em 0,0063 kg de tecido perdido para cada metro quadrado produzido.

Há de se fazer um comentário relativo ao total de massa que entra e o que sai no sistema estudado. O total de massa que entra no sistema é de 11,1228 kg por metro quadrado de tecido A, o que diverge de 11,0506 por metro quadrado de tecido A. Nesse sentido, há de se considerar que as aproximações e considerações utilizadas, visando facilitar a obtenção dos dados, não tenha ocorrido de forma tão precisa, o que contribui significativamente para tal divergência. Alguns exemplos de aproximações e considerações feitas no presente estudo:

- massa específica da solução de processo (banho) igual a 1g/mL;
- massa específica do efluente igual a 1g/mL;
- percentual de perda do tecido processado igual a 4,10 %;

- cálculo de retenção de água no tecido igual a 2 litros por kg de tecido;
- volume do banho em processo constante e igual a 1.750 litros.

De forma análoga, pode-se extrair as mesmas informações para o produto B, através da Figura 5.25.

BALANÇO DO PRODUTO B: MEIA MALHA J02OEY0C					
Entradas	Quantidade	Quantidade	Saídas	Quantidade	Quantida
	Total	/m ²		Total	de/m ²
Tecido cru (kg)	259,00	0,1143	Tecido molhado (kg)	717,40	0,3165
Água (kg)	17.674,00	7,7969	Efluente (kg)	17.156,00	7,5684
Cibafluid	3,60	0,0016	Perdas de massa (kg)	19,86	0,0088
Goldpal (kg)	0,90	0,0004			
Lufibrol (kg)	3,60	0,0016			
Soda cáustica liq.(kg)	5,40	0,0024			
Interox H ₂ O ₂	2,52	0,0011			
Quimipour (kg)	3,42	0,0015			
Ácido acético glacial (kg)	2,16	0,0010			
Ladiquest (kg)	0,90	0,0004			
Sal refinado (kg)	36,00	0,0159			
Corante (kg)	177,42	0,0783			
Barrilha leve (kg)	5,10	0,0022			
	18.174,02	8,0175		17.893,27	7,8936
Energia elétrica (MJ)	702.432,0	309,8786			
Energia térmica (MJ)	1.710,5	0,7546			
Total Energia (MJ)	704.142,5	310,6332			

Figura 5.25 – Balanço do produto B.

Cabe lembrar que os cálculos realizados para o tecido B, leva-se em conta uma extensão de tecido igual a 2.266,8 metros quadrados. Este número é obtido através da equação (2), tendo em consideração que a gramatura do tecido acabado e seco é de 192 gramas/m², a largura do mesmo é de 1,82 m e a massa inicial é de 259 kg. Considera-se também um percentual de perda de massa deste tecido, ocorrido durante o processo. Este percentual de perda é de 7,67 %.

Dessa forma, substituindo-se os valores na equação (2), para o tecido B, tem-se:

$$\text{m}^2 \text{ do tecido B} = \left[\frac{259 \text{ kg} \times 0,9233 \times 1000 \text{ g}}{192 \text{ g/m}^2} \right] \times 1,82 \text{ m}$$

5.2.6 Etapa 6: Apresentação do diagnóstico comparativo dos produtos em função dos parâmetros inventariados

Os diagnósticos comparativos dos produtos são apontados com base nos parâmetros inventariados e relacionados à unidade funcional utilizada no estudo (m^2). Assim, as figuras 5.26 e 5.27 ilustram a relação dos dados obtidos de cada categoria com a unidade funcional, a fim de apontar os diagnósticos dos produtos.

	PRODUTO A	PRODUTO B
Quantidade de tecido de malha processado (kg)	247	259
Quantidade de tecido tingido na saída (m^2)	1598,9	2266,8
kg matéria prima/ m^2 de tecido tingido	0,1545	0,1143
Total (kg) de produtos químicos e auxiliares	95,11	241,02
kg produtos químicos e auxiliares consumidos/ m^2 de tecido tingido	0,0595	0,1063
Consumo total de água no processo (kg)	17.442	17.674
Consumo de água (kg) / m^2 de tecido tingido	10,9088	7,7969
Consumo de energia total (térmica + elétrica) (MJ)	631.173,99	704.142,55
Consumo energia total (MJ)/ m^2 de tecido tingido	395,1065	310,6332
Quantidade de efluente emitido a ETE (kg)	16.948	17.156
Quantidade de efluente (kg) / m^2 de tecido tingido	10,5998	7,5684

Figura 5.26 – Parâmetros ambientais/ m^2 de tecido tingido.

De acordo com a figura anterior, pode-se diagnosticar que:

- a) Consumo de matéria-prima/m² de tecido tingido

Considerando-se a relação percentual entre os resultados do produto de melhor performance sobre o produto de pior performance por parâmetro, obtida a partir da equação (3), observa-se que a performance do produto B é 26,02% superior em relação ao produto A, tendo em vista o consumo de matéria-prima para produção de 1 metro quadrado de tecido tingido.

$$\text{Relação \% de performance} = \left(\frac{\text{melhor parâmetro} - \text{pior parâmetro}}{\text{pior parâmetro}} \right) \times 100 \quad (3)$$

- b) Consumo de produtos químicos e auxiliares/m² de tecido tingido

Em se tratando de consumos dos diversos produtos químicos e auxiliares necessários à produção de um metro quadrado de tecido tingido, observa-se, segundo a equação (3), que a performance do produto A é 44,05% superior ao produto B.

- c) Consumo de água /m² de tecido tingido

Quanto ao consumo de água relativo ao metro quadrado de tecido tingido, observa-se que a performance do produto B é 28,53% superior ao produto A.

- d) Consumo de energia/m² de tecido tingido

Para o consumo de energia térmica e energia elétrica relativo ao metro quadrado de tecido tingido, observa-se que a performance do produto B é 21,38% superior ao produto A.

- e) Quantidade de efluente emitido a ETE/ m² de tecido tingido

Quanto à quantidade de efluente destinado a Estação de Tratamento de Efluentes, verifica-se que a performance do produto B é 28,60% superior ao produto A.

f) Parâmetros de emissão/ m² de tecido tingido

Os dados mostrados na figura 5.27 decorrem da aplicação do inventário, na etapa 5 do modelo, mais especificamente, na alínea “F”, referente a emissões.

PARÂMETROS*	PRODUTOS	QUANTIDADE PRODUZIDA/PARÂMETRO	PARÂMETRO/m ² TECIDO
DBO (kg)	A	6,2860	3,9315E-03
	B	12,2256	5,3933E-03
Detergentes (kg)	A	0,0001	7,6725E-08
	B	0,0001	3,0969E-08
DQO (kg)	A	15,5838	9,7466E-03
	B	23,9436	1,0563E-02
Fósforo total (kg)	A	0,1629	1,0191E-04
	B	0,1326	5,8483E-05
Nitrogênio total (kg)	A	0,0003	1,6418E-07
	B	0,0004	1,9058E-07
Sólidos sedimentáveis (kg)	A	0	0,0000E+00
	B	0	0,0000E+00
Sólidos suspensos totais (kg)	A	0,1155	7,2237E-05
	B	0,0630	2,7793E-05
Cor (PtCo)	A	6340	6340
	B	1325	1325
PH	A	11,4	11,4
	B	10,9	10,9
Temperatura (°C)	A	95,0	95,0
	B	95,0	95,0
Fenol (kg)	A	0,0001	7,0048E-08
	B	0,0001	5,0821E-08
Zinco total (kg)	A	0,0006	3,5024E-07
	B	0,0006	2,5410E-07

* Os parâmetros Antimônio, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto, Cobalto, Cobre, Cromo total, Mercúrio total e Níquel total não foram detectados no inventário dos produtos A e B.

Figura 5.27 – Parâmetros ambientais de emissão/m² de tecido tingido

De acordo com a figura anterior, observa-se que o produto B tem performance ambiental superior ao produto A em sete dos vinte e dois parâmetros analisados (Detergentes, Fósforo total, Sólidos suspensos totais, Cor, pH, Fenol e Zinco total). O produto A tem

performance superior ao produto B apenas em três parâmetros (DBO, DQO e Nitrogênio total) e, nos demais parâmetros há um empate na performance dos dois produtos.

5.2.7 Etapa 7: Ponderação dos objetivos estratégicos da organização frente às exigências legais e exigências contratuais

Para a ponderação dos objetivos estratégicos da organização, procedeu-se a uma avaliação dos objetivos estratégicos da organização quanto ao seu desempenho ambiental, de tal forma que esta avaliação refletisse, na prática, a postura da organização quanto à priorização ao atendimento às exigências ambientais decorrentes dos grupos de parâmetros: legal ou contratual.

A avaliação foi realizada através de entrevistas com um dos decisores da empresa, mais especificamente com o Representante da Administração, o qual, entre outras funções, é o responsável pela implementação de ações de proteção ambiental na organização, avaliação ambiental dos projetos implementados e avaliação geral do SGA e encaminhamento do relatório de desempenho à presidência. A pergunta feita ao decisor foi a seguinte: Considerando a necessidade de atendimento às exigências de performance ambiental provenientes de clientes específicos (os quais têm estabelecido parâmetros a serem cumpridos, algumas vezes mais rigorosos que a legislação vigente) e da própria legislação ambiental (cujos órgãos fiscalizadores têm atuado severamente contra as práticas irregulares das indústrias), estabeleça uma pontuação em função do grau de prioridade para cada um dos grupos de exigências, conforme o que melhor traduz os objetivos estratégicos da organização. As opções mostradas ao decisor compreendem a Figura 4.3 e as respostas obtidas estão ilustradas na Figura 5.28.

ITENS AVALIADOS	NOTAS
PARÂMETROS VINCULADOS ÀS EXIGÊNCIAS CONTRATUAIS	2
PARÂMETROS VINCULADOS ÀS EXIGÊNCIAS LEGAIS	3

Figura 5.28 – Resultado da avaliação dos parâmetros pelo decisor.

5.2.8 Etapa 8: Avaliação dos produtos de acordo com os parâmetros legais e contratuais identificados.

Nesta etapa, cada parâmetro inventariado foi avaliado, recebendo uma pontuação conforme as respostas dadas pelo decisor para os grupos de parâmetros (pesos atribuídos aos parâmetros) e um fator de multiplicação que reflete a diferença numérica de desempenho entre os produtos no parâmetro avaliado. Assim, conforme ilustra o fluxograma representado na Figura 4.5, apresentada no capítulo anterior, para estabelecer a comparação entre os produtos A e B, a pontuação máxima foi conferida ao produto de pior performance naquele parâmetro, conforme comparação estabelecida na etapa 6. Para o produto de melhor performance, foi atribuído uma pontuação correspondente ao produto entre o peso do parâmetro e um fator, tal que $0 < \text{fator} < 1$, dado pela razão entre o melhor desempenho e o pior desempenho.

A Figura 5.29 ilustra os resultados obtidos na avaliação de cada um dos parâmetros. Observa-se, com muita frequência, a incidência de um parâmetro pertencer aos grupos de exigências legais e contratuais ao mesmo tempo. Nestes casos, o parâmetro será avaliado pelo grupo de exigência de maior peso atribuído pelo produtor, conforme ilustra o fluxograma mostrado na Figura 4.5, no capítulo anterior, para solução da etapa 8.

Para exemplificação do procedimento de avaliação do produto diante os parâmetros identificados, pode-se citar o parâmetro efluente, em kg, por m^2 de tecido tingido. Para este parâmetro contratual, foi atribuído um peso igual a 2, de acordo com a avaliação do produtor, conforme ilustrado na Figura 5.28. Assim, o produto A, que possui pior desempenho, recebe uma pontuação igual a 2, ou seja, pontuação máxima. A pontuação do produto B é dada pelo produto entre o fator de multiplicação, que compreende a razão entre o seu valor de desempenho (7,5684) e o valor do desempenho do produto A (10,5998) e o peso atribuído ao parâmetro, no caso, 2. Neste caso, a pontuação do produto B é 1,42 ($0,71 \times 2$).

De forma análoga calcula-se a pontuação dos produtos A e B para o parâmetro DBO, em kg por m^2 de tecido tingido. Entretanto, observa-se que este parâmetro foi identificado como uma parâmetro decorrente das exigências legais e também das exigências contratuais. Neste caso, a pontuação é calculada tendo em vista o maior peso atribuído pelo produtor, no caso 3 (parâmetro legal).

PARÂMETROS	Peso Atribuído		Valores inventariados		Razão <u>menor</u> / <u>maior</u>	Razão x Peso parâmetro		Pontuação	
	L 3	C 2	Produtos			Produtos		Produtos	
			A	B		A	B	A	B
Efluente(kg)/ m ² de tecido tingido		X	10,5998	7,5684	0,71	2	0,71*2	2,00	1,42
DBO (kg)/ m ² de tecido tingido	X	X	3,93E-03	5,39E-03	0,73	0,73*3	3	2,19	3,00
Detergentes (kg)/ m ² de tecido tingido	X	X	7,67E-08	3,10E-08	0,4	3	0,40*3	3,00	1,2
DQO (kg)/ m ² de tecido tingido		X	9,75E-03	1,06E-02	1,08	0,92*2	2	1,84	2,00
Fósforo (kg)/ m ² de tecido tingido	X	X	1,02E-04	5,85E-05	0,57	3	0,57*3	3,00	1,71
Nitrogênio (kg)/ m ² de tecido tingido	X	X	1,64E-07	1,91E-07	0,86	0,86*3	3	2,58	3,00
Sólidos sedimentáveis (kg)/ m ² de tecido tingido	X	X	0,00E+00	0,00E+00		-	-	0	0
Sólidos suspensos (kg)/ m ² de tecido tingido	X	X	7,22E-05	2,78E-05	0,38	3	0,38*3	3,00	1,14
Cor (PtCo)		X	6340	1325	0,21	2	0,21*2	2,00	0,42
pH	X	X	11,4	10,9	0,96	3	0,96*3	3,00	2,88
Temperatura (°C)	X	X	95	95		-	-	0	0
Fenol (kg)/ m ² de tecido tingido	X	X	7,00E-08	5,08E-08	0,73	3	0,73*3	3,00	2,19
Zinco (kg)/ m ² de tecido tingido		X	3,50E-07	2,54E-07	0,73	2	0,73*2	2,00	1,46
Antimônio (kg)/ m ² de tecido tingido		X	0,00E+00	0,00E+00		-	-	0	0
Arsênio (kg)/ m ² de tecido tingido	X	X	0,00E+00	0,00E+00		-	-	0	0
Cádmio (kg)/ m ² de tecido tingido	X	X	0,00E+00	0,00E+00		-	-	0	0
Chumbo (kg)/ m ² de tecido tingido	X	X	0,00E+00	0,00E+00		-	-	0	0
Cianeto (kg)/ m ² de tecido tingido	X	X	0,00E+00	0,00E+00		-	-	0	0
Cobalto (kg)/ m ² de tecido tingido		X	0,00E+00	0,00E+00		-	-	0	0
Cobre (kg)/ m ² de tecido tingido	X	X	0,00E+00	0,00E+00		-	-	0	0
Cromo (kg)/ m ² de tecido tingido	X	X	0,00E+00	0,00E+00		-	-	0	0
Mercurio (kg)/m ² de tecido tingido	X	X	0,00E+00	0,00E+00		-	-	0	0
Níquel (kg)/m ² de tecido tingido	X	X	0,00E+00	0,00E+00		-	-	0	0
L = legal C= Contratual								SOMATÓRIO	
								27,61	20,42

Figura 5.29 – Pontuação dos parâmetros legais e contratuais por produto.

Os parâmetros não pontuados correspondem ao empate no desempenho entre os produtos.

5.2.9 Etapa 9: Avaliação dos produtos de acordo com os parâmetros associados ao consumo de recursos identificados

Nesta etapa, cada parâmetro associado ao consumo de recursos foi avaliado, recebendo uma pontuação conforme a seguir:

- Produto com pior desempenho: pontuação máxima (igual a 1);
- Produto com melhor desempenho: pontuação dada pela fração entre o melhor e o pior desempenho (fator de multiplicação da etapa 8).

A Figura 5.30 ilustra os resultados obtidos na avaliação de cada um dos parâmetros.

Parâmetros	Valores inventariados		Razão <u>menor</u> maior	Pontuação	
	Produto A	Produto B		Produto A	Produto B
Consumo de matéria-prima(kg)/ m ² de tecido tingido	0,1545	0,1143	0,74	1,00	0,74
Consumo de produtos químicos(kg) / m ² de tecido tingido	0,0595	0,1063	0,56	1,68	1,00
Consumo de água(kg)/ m ² de tecido tingido	10,9088	7,7969	0,71	1,00	0,71
Consumo de energia total(MJ)/ m ² de tecido tingido	395,1065	310,6332	0,79	1,00	0,79
SOMATÓRIO				4,68	3,24

Figura 5.30– Pontuação dos parâmetros associados ao consumo de recursos por produto.

5.2.10 Etapa 10: Tomada de decisão.

A Figura 5.29 ilustra os resultados do estudo comparativo entre os produtos A e B, no que tange à avaliação quantitativa de um universo limitado de parâmetros relacionados em exigências legais e contratuais, identificadas nas etapas anteriores e que, dessa forma, são imputadas à organização. Observa-se que o produto B possui melhor desempenho que o produto A, de acordo com os parâmetros inventariados e a ponderação estratégica do produtor frente aos dois grupos de exigências, a qual deixou clara que o produtor julga que o

atendimento aos parâmetros legais (com pontuação igual a 3) é mais importante que o atendimento aos parâmetros contratuais (com pontuação igual a 2).

De forma similar, a Figura 5.30 ilustra os resultados do estudo comparativo entre os produtos, de acordo com os parâmetros associados ao consumo de recursos, identificados nas etapas anteriores. Observa-se que, de acordo com o universo de parâmetros identificados na organização, o produto B possui melhor desempenho que o produto A.

Dessa forma, torna-se evidente que a decisão a ser tomada pela empresa seria o incentivo à produção do produto B, em detrimento ao produto A, ou ainda, melhorar o desempenho do produto A, através de ações no processo produtivo, ou mesmo na engenharia do produto, buscando por exemplo, uma otimização nas receitas de banho, um estudo sobre a possibilidade na minimização do consumo de água, redução do tempo de processo e minimização de aquecimento de água.

5.3 Considerações sobre a aplicação

Fundamentalmente, o modelo proposto propõe-se a fornecer informações sobre o desempenho de produtos frente a um universo delimitado de parâmetros identificados como principais exigências de mercado, aqui delimitada em três grupos: exigências legais, exigências contratuais e exigências relacionadas ao consumo de recursos pelos processos internos, com os quais a empresa pode demonstrar maior ou menor preocupação.

Um benefício obtido a partir de sua aplicação, consiste em considerar alguns grupos de exigências do mercado, trazendo-os para uma avaliação destas exigências no processo de fabricação do produto, possibilitando intervir, dessa forma, na seleção e/ou modificação de produtos a serem fabricados, a fim de atender tais exigências.

Uma outra vantagem é que a partir dos resultados coletados na etapa do diagnóstico de performance, torna-se possível uma avaliação de quais parâmetros possuem uma quantificação crítica, o que pode conduzir o grupo de trabalho estudar oportunidades de melhorias, realizando-as através de ações no processo produtivo ou mesmo na engenharia do produto, tendo em vista a otimização de receitas de banho durante o processo, minimização

do consumo de água, minimização da demanda de energia para o aquecimento previsto na curva temperatura *versus* tempo, minimização do tempo de processo, entre outros.

Uma restrição do modelo apresentado consiste no fato de que o produtor tomará a decisão, baseado apenas, na avaliação quantitativa dos parâmetros ambientais. Dessa forma, não são considerados, para a tomada de decisão, os impactos ambientais associados a tais parâmetros identificados no processo de fabricação do produto. Assim, o modelo não contempla a distinção entre, por exemplo, os danos causados ao meio ambiente pela emissão de DBO (em kg/m² de tecido tingido) e os danos causados pela emissão de detergente (em kg/m² de tecido tingido).

Uma outra observação é que se desconhece a existência de correlação entre tais parâmetros. Um estudo para averiguações destas correlações tornar-se-ia um estudo mais extenso. Dessa forma, por conveniência, considera-se que todas as variáveis são independentes.

O fator de multiplicação (razão melhor/pior desempenho), utilizado para o cálculo das pontuações dos parâmetros por produto, é um fator que acaba trazendo para uma escala centesimal todas as diferenças numéricas dos parâmetros. Dessa forma, ao utilizar-se deste artifício na aplicação do modelo, o tomador de decisão deve estar ciente de que oculta-se, por exemplo, a real diferença de demanda de esforços para sair de um patamar de pontuação para outro, tendo em vista as diferenças absolutas medidas no inventário de cada um dos parâmetros. Dessa forma torna-se questionável, por exemplo, qual diferença de esforços empregados para sair de uma pontuação de 1,14 para 3,00 no parâmetro Sólidos Suspensos e sair de 2,88 e alcançar a pontuação igual a 3 em pH.

Operacionalmente, há de se considerar como ponto crítico do modelo, o alto volume de trabalho na realização do inventário, justamente na coleta de dados, bem como os recursos financeiros investidos na avaliação dos parâmetros dos efluentes. Além disso, exige-se cuidado no tratamento dos dados, a fim de minimizar os erros com os mesmos, principalmente, quando utilizam-se dados estimados (considerados dados de baixa qualidade), baseados em médias, estatísticas, bibliografias e/ou experiência de profissionais. Tais erros podem conduzir a informações incorretas, comprometendo, de forma acentuada, na decisão tomada a partir da aplicação do modelo. O ideal, a fim de minimizar este problema, é a coleta dos mesmos diretamente no processo, o que muitas vezes torna-se uma tarefa árdua e onerosa.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES

6.1 Conclusões

As chamadas “pressões verdes” exercidas pelo mercado sobre os fabricantes de produtos, as quais, de forma geral, são resultantes de um maior envolvimento da sociedade e preocupação despertada com as problemáticas ambientais, têm gerado uma mudança de postura dos gestores de processos de fabricação, rumo à adoção de medidas de proteção ambiental efetivas, a fim de atender novas exigências impostas por este mercado.

Diante de tal realidade, torna-se relevante que o produtor pondere as exigências que lhe são imputadas, avaliando se os seus objetivos estratégicos convergem para o atendimento a tais exigências e em que grau de importância cada uma dessas incide sobre as decisões no processo produtivo.

A partir daí, é importante também que os produtos sejam avaliados conforme o seu desempenho frente a tais exigências, o que na prática, o presente estudo reduziu a uma avaliação do desempenho de produtos frente a exigências decorrentes de legislação ambiental, contratos com clientes e consumo de recursos (eco-competitividade).

Através do resultado de tal avaliação, pretende-se subsidiar o produtor com informações para o processo de tomada de decisão, com vistas à melhoria do desempenho de tais produtos frente aos parâmetros ambientais identificados no processo produtivo.

De acordo com o modelo proposto para a avaliação de desempenho de produtos, discutidas no item 5.2 (Descrição da Aplicação) e, considerando as suas restrições discutidas no item 5.3 (Considerações sobre a Aplicação), numa aplicação envolvendo o processo de tingimento de dois produtos têxteis: A e B, o produto B apresentou melhor desempenho que o produto A na primeira etapa da avaliação, onde os produtos foram avaliados de acordo um delimitado número de parâmetros legais e contratuais, ponderando-se também a importância que cada um dos dois grupos de exigências incidiam sobre os objetivos estratégicos da

organização na qual o modelo foi aplicado. Numa segunda etapa de avaliação, onde comparou-se o desempenho dos produtos frente aos parâmetros ambientais associados ao consumo de recursos identificados pela organização, o produto B voltou a apresentar melhor desempenho.

Dessa forma, considerando os objetivos propostos pelo presente trabalho, a decisão a ser tomada seria o incentivo à fabricação do produto B, em detrimento ao produto A, além de oportunizar, através da avaliação destes resultados, uma discussão do grupo, utilizando-se para isso de ferramentas tais como: *brainstorming*, técnica nominal de grupo, diagrama de causa e efeito, entre outras, de forma a buscar um melhor desempenho para o produto A, frente aos parâmetros identificados.

Desse modo, o presente trabalho alcançou seu objetivo geral, ao propor, no Capítulo 4, um modelo que possa subsidiar ao produtor com informações para tomada de decisão, em relação à fabricação de produtos, frente às exigências exercidas pelo mercado, as quais são traduzidas, em última análise, em parâmetros ambientais.

Quanto aos objetivos específicos propostos, pode-se dizer que:

- A identificação dos principais grupos de exigências do mercado: exigências decorrentes do atendimento à legislação ambiental, exigências decorrentes de contratos com clientes e exigências associadas ao consumo de recursos, as quais são exercidas sobre a organização, foram contextualizadas na introdução do trabalho, discutidas no capítulo 2 e apresentadas no capítulo 4 como os principais grupos da etapa 2 (Identificação dos parâmetros ambientais constantes na legislação ambiental pertinente), da etapa 3 (identificação dos parâmetros ambientais constantes em requisitos contratuais do cliente) e finalmente, da etapa 4 (identificação dos parâmetros associados ao desempenho interno quanto ao consumo de recursos – eco-eficiência) do modelo proposto;
- O estabelecimento dos parâmetros para avaliação de desempenho de produtos/ processos produtivos, decorrentes das exigências do mercado foram feitos à medida que, nas etapas 2, 3 e 4 do modelo, identificou-se quais seriam os parâmetros associados a tais exigências. Dessa forma, na aplicação do modelo para os produtos têxteis, A e B, as exigências legais, por exemplo, traduziram-se nos seguintes parâmetros para avaliação de desempenho do produto/processo produtivo: DBO, Fósforo, Chumbo, Fenol, Cádmiio, Temperatura, entre outros. As exigências contratuais traduziram-se nos seguintes

parâmetros: Efluente emitido, DBO, DQO, Fósforo, Sólidos suspensos, entre outros. As exigências quanto a desempenho interno traduziram-se nos parâmetros: Consumo de água, Consumo de energia, Consumo de matéria-prima e Consumo de matéria-prima.

- A associação dos parâmetros de desempenho aos produtos da organização foi obtido através da etapa 5 do modelo (Levantamento do inventário – balanço de massa e energia), quando cada um dos parâmetros identificados no processo de fabricação foi quantificado para uma unidade funcional do produto (metro quadrado de tecido tingido). Dessa forma, identificou-se por, exemplo, a quantidade de DBO para o produto A ($3,93E-03 \text{ kg/m}^2$ de tecido tingido) e para o produto B ($5,39E-03 \text{ kg/m}^2$ de tecido tingido), bem como os demais parâmetros. Há de se ressaltar que a quantificação dos parâmetros associados ao produto, etapa fundamental para aplicação do modelo, só foi possível mediante a aplicação de uma das etapas da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida do Produto. Esta fase é denominada, de acordo com a ISO 14040, Análise de Inventário (*Inventory Analysis*) e, por este motivo, foi apresentada como ferramental, no capítulo 3.
- O modelo proposto oportunizou o estabelecimento de critérios de priorização dos objetivos estratégicos de performance ambiental da organização, frente às exigências do mercado. Neste sentido, a etapa 7 (Ponderação dos objetivos estratégicos da organização frente às exigências legais e exigências contratuais) contemplou, através de parâmetros pré-estabelecidos, a ponderação do produtor sobre o grau de importância que, efetivamente, as exigências legais e contratuais assumem sobre o seu negócio. Há de se ressaltar que esta ponderação interfere, sensivelmente, nos resultados do diagnóstico comparativo dos produtos devido à atribuição de um peso a cada um dos grupos de parâmetros. Na aplicação do modelo, observou-se a incidência de alguns parâmetros pertencerem aos dois grupos de exigências simultaneamente. Neste caso, o modelo propõe que o parâmetro seja avaliado pelo grupo de exigência de maior peso atribuído pelo produtor.
- Por fim, as etapas 8 (Avaliação dos produtos de acordo com os parâmetros legais e contratuais identificados) e 9 (Avaliação dos produtos de acordo com os parâmetros associados ao consumo de recursos identificados) estabeleceram a comparação entre os produtos A e B, de acordo com a avaliação quantitativa de parâmetros ambientais

associados aos principais grupos de exigências do mercado, subsidiando, dessa forma o processo de tomada de decisão ocorrido na etapa 10 (Tomada de decisão).

Algumas contribuições do presente trabalho são:

- a identificação de alguns grupos de exigências de desempenho ambiental do mercado, aprofundando-as em parâmetros específicos para a realidade empresarial;
- o estabelecimento de um modelo para comparação de produtos com bases nos parâmetros exigidos pelo mercado;
- o modelo proporciona ao fabricante, a possibilidade de lançar mão de um modelo que lhe permita identificar aqueles produtos que melhor se comportam frente às exigências do mercado, considerando, inclusive, as suas ponderações para cada uma dos grupos de exigências que lhe são imputadas.
- O modelo é capaz de apontar aqueles produtos que poderiam ser submetidos a grupos de trabalho, grupos de melhorias, grupos de qualidade, enfim, a fim de identificar as eventuais melhorias em seu desempenho frente aos parâmetros ambientais constantes nas exigências do mercado.

6.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

Para futuros temas de pesquisa tem-se as seguintes sugestões:

- Sugere-se o aprofundamento do modelo, de tal forma a contemplar a ponderação dos impactos ambientais associados aos parâmetros identificados no processo produtivo.
- Sugere-se a elaboração de procedimentos para consideração das oportunidades de melhorias detectadas na aplicação do presente modelo, para o desenvolvimento de produtos, com melhor performance ambiental.
- Sugere-se o estudo de identificação de impactos ambientais associados a processos de fabricação de produtos, tendo em vista a alteração de algumas variáveis específicas deste

processo tais como: tipo de matéria-prima, o emprego de determinada tecnologia para produtos de mesma função, ou mesmo idênticos.

- Admitindo o conceito de eco-eficiência, cabe um estudo relacionando a performance ambiental do produto e os custos da “não-qualidade ambiental”, associando a isso os custos para tratamento de efluentes, custo de energia elétrica e energia térmica e custos com matéria-prima e insumos.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21. *United national conference on environmental and development*. Rio de Janeiro, 1992.

ALMEIDA, Stella M. G. **Estudo da técnica de análise do ciclo de vida e sua implicação como ferramenta de gestão ambiental nas empresas**. 1998. Dissertação (Mestrado em planejamento energético) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

AMBIENTE GLOBAL. **Pesquisa CNI/IBOPE - meio ambiente/1998**. Disponível em: <http://www.uol.com.br/ambienteglobal/site/consumidor_verde/consumidor_pesquisa1.htm> acesso em: 08 nov. 2000a.

AMBIENTE GLOBAL. **Pesquisa feita pelo procon, em São Paulo, revela população preocupada com consumo sustentável**. Disponível em: <http://www.uol.com.br/ambienteglobal/site/consumidor_verde/consumidor_pesquisa2.htm> acesso em: 08 nov. 2000b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação, 1987.

BACKER, Paul de. **Gestão ambiental**: a administração verde. Tradução de Heloisa Martins Costa. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1995.

BEM - Brazilian Environmental Mall – Disponível em: <<http://www.bem.com.br>>. Acesso em: 19 mar. 2001.

BRASIL. **Lei nº. 8.078, de 11 de setembro de 1990**. Dispõe sobre a proteção do consumidor. Rio de Janeiro: Gráfica Auriverde, 1990.

CAMPOS, Lucila Maria de Souza. **Um estudo para definição e identificação dos custos da qualidade ambiental**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC – Florianópolis.

CAPRA, Fritjof. **O ponto de mutação**. São Paulo: Editora Cultrix, 1982.

CARMO, Deyse Lucidi do. **Tratamento de efluentes têxteis**, Rio de Janeiro, SENAI/CETIQT, 1991.

CHEHEBE, José Ribamar B. **Análise do ciclo de vida dos produtos**: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1998.

CMMAD. **Nosso futuro comum**. 2ed. Rio de Janeiro: Editora da FGV, 1991.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resoluções CONAMA:1984/1991**. IBAMA. Brasília, 1992.

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo: Atlas, 1995.

DUARTE, Marcos Daniel. **Caracterização da rotulagem ambiental de produtos**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC – Florianópolis.

FONSECA, Luiz Gonzaga. **Apostila de planejamento estratégico para a área ambiental**– UFSC – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Florianópolis, 1997.

GAZETA MERCANTIL. **A guerra das embalagens**. São Paulo, 22 nov. 2000.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3^a ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GOUVÊA, Yara Maria Gomide. **Seminário nacional de resíduos sólidos**. São Paulo, 2001.1 CD-ROM.

GRAEDEL, J. E. ALLENBY, B. R. **Industrial ecology**. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14001**: sistemas de gestão ambiental – especificação e diretrizes para uso, 1996.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14040**: environmental management – life cycle assessment – principles and framework, 1997.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14041**: environmental management – goal and scope definition and inventory analysis, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Site**. Disponível em: <<http://www.iso.ch>> Acesso em: 20 jun. 2001.

MAKOWER, Hohn et al. *The green consumer supermarket guide*. Peguin Books, Inc., USA, 1991.

MOURA, Luiz Antônio Abdalla de. **Qualidade e gestão ambiental**: sugestões para implantação das Normas ISO 14000 nas empresas. São Paulo: Oliveira Mendes, 1998.

ÖZISIK, M. Necati. **Transferência de calor**: um texto básico. Rio de Janeiro: Guanabara, 1990.

PAULI, Gunter. *Industrial Clusters of the Twenty-first Century*. *Environmental Journal*, 1995.

PIERO, Dal **50 medidas simples que aplicadas podem contribuir para salvar o mundo**, 1999.

PORTER Michel E. **Competitividade na América central**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1996.

RUSCHEL, Rogerio R. **Os dez mandamentos da empresa verde**. Disponível em: <<http://www.uol.com.br/ambienteglobal.htm>> Acesso em: 29 nov. 2000.

SILVA, Eduardo R. Ferreira. **O desenvolvimento sustentável, as normas ambientais e a produção limpa**. Disponível em: <<http://www.vanzolini/artigos.htm>> Acesso em: 29 mar. 2001.

STARKE, Linda. **Lutando por nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

VITERBO JR., Ênio– **Sistema integrado de gestão ambiental**: como implementar a ISO 14000 a partir da ISO 9000, dentro de um ambiente de GQT. São Paulo: Aquariana, 1998.

BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, Mário de. **Manual de engenharia têxtil**, v. II, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1994.

BASTOS, André Luís Almeida. **Cia. Hering e o gerenciamento dos aspectos ambientais**. Artigo elaborado como avaliação da disciplina Avaliação de Impacto Ambiental, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção /UFSC, 2000.

BORN, Rubens Harry. **Grandes desafios para a gestão ambiental**. Boletim informativo da FCAV. São Paulo: Departamento de Engenharia de Produção - Escola Politécnica – USP, Ano IX - No 42 - Mar/Abr. 2000.

GAZETA MERCANTIL. **Série gestão ambiental**: Compromisso da Empresa. A conformidade ambiental segundo a ICC. Fascículo 3, São Paulo, 03 abr. 1996.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Sistema internacional de unidades**. 3a. ed. Duque de Caxias: INMETRO, 1984.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14042**: environmental management – life cycle assessment – life cycle assessment, 2000.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14043**: environmental management – life cycle assessment – life cycle interpretation, 2000.

LEGE, Klaus-Wilhel. **Guia de tecnologias ambientais do mercosul 2000/2001**. São Paulo – Brasil. Publicação da Câmara de Comércio e Indústria Brasil-Alemanha, 2001.

MAIMON, Dalia. **Eco estratégia nas empresas brasileiras: realidade ou discurso**. RAE, São Paulo, v.34, n.4, jul/ago, p.119-130, 1994.

ODUM, Eugene P. **Ecologia**. Editora Guanabara. Rio de Janeiro, 1986.

PEARCE, D. *Economics of natural resources and the environment*. Baltimore, The Hopkins University Press, 1990.

PEDLER, M., BURGOUENE, J., BOYDELL, T. *The learning company: a strategy for sustainable development*. McGraw-Hill Book Company(UK) Limited. England, 1991.

ROMM, Joseph J. **Um passo além da qualidade**: como aumentar seus lucros e produtividade através de uma administração ecológica; tradução Caetano M.F. Pimentel. - São Paulo: Futura, 1996.

SETAC FOUNDATION FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION. *LCA news. Evolution and Development of the Conceptual Framework and Methodology of Life Cycle Impact Assessment By the SETAC North American and SETAC-Europe Work Groups on Life Cycle Impact Assessment*, v. 18, n. 3, nov. 1997.

SETAC(North American). *Evolution and development of the conceptual framework and methodology of life-cycle impact assessment*. Disponível em: < <http://www.setac.org>> Acesso em: 15 jun. 2001.

SEWEKOW, U. *How to meet the requirements for eco-textiles*. In: *The magazine of the wet processing industry*. jan.1996.

SOUZA, Helga Bernhard & DERÍSIO, José Carlos. **Guia técnico de coleta de amostras de água**. São Paulo: CETESB, 1977

TOLBA, M.K. *Salvemos el planeta: problemas e esperanzas*. Londres: chapman & Hall, 1992.

ANEXO 1 - CARACTERÍSTICAS DAS ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO DA EMPRESA PESQUISADA

A seguir, são apresentadas as características das etapas do processo produtivo da empresa pesquisada. São relacionados os equipamentos, a capacidade produtiva, a tecnologia do processo, bem como os aspectos ambientais inerentes ao processo.

- Malharia: o setor de Malharia da empresa pesquisada está equipado com 164 teares, dos mais diversos modelos. Esses equipamentos são os responsáveis pelo processo em que os fios são entrelaçados, formando um tecido de malha em estado cru, ou seja, ainda sem beneficiamento. Os principais aspectos ambientais relacionados a esta etapa do processo são: consumo de energia elétrica, consumo de matéria-prima (fios), emissão de resíduo líquido (óleo e graxa usada), emissão de resíduo sólido (resíduos de tecido/malha, varreduras diversas - lixo, plástico, papel e papelão) e emissão de ruído;

- Tinturaria: o tingimento é uma operação destinada a colorir uniformemente os materiais têxteis. Fundamentalmente, o processo de tingimento é baseado em cinco elementos fundamentais: material a tingir, corante, água, produtos auxiliares e tipo de tecnologia (maquinário). O setor de Tinturaria da empresa está equipado com equipamentos na sua maioria, automatizados. A produção mensal é em torno de 1.300 toneladas para as 52 máquinas existentes. Para que se processe uma “partida” de tingimento, é essencial que haja agitação mecânica, que a temperatura seja suficiente e que o banho possua produtos auxiliares adequados ao sistema corante/fibra. Os principais aspectos ambientais relacionados a esta etapa do processo são: consumo de água, consumo de produtos químicos, consumo de energia térmica proveniente de lenha ou gás natural, consumo de energia elétrica, derramamento de produtos químicos, emissão de resíduos sólidos como papel e papelão, resíduos de tecido/malha, plástico, varreduras diversas - lixo, emissão de ruído, emissão de efluentes com carga poluidora (diversos elementos), exposição a agentes químicos (aerodispersóides) exposição ao calor e manuseio de produtos químicos;

- Acabamento: a etapa denominada Acabamento constitui-se numa série de processos empregados no tecido que visam conferir ou modificar o aspecto, toque, brilho, caimento, resistência, estabilidade dimensional e outras propriedades do material, de tal forma a adaptá-lo às exigências da moda ou à finalidade a que se destinam. Pode-se dividir as operações de Acabamento em dois grandes grupos: acabamentos mecânicos (aqueles em que há alteração das propriedades da malha apenas por ações mecânicas incluindo a própria secagem) e acabamentos químicos (aqueles que baseiam-se na aplicação de substâncias que vão reagir ou não com as fibras ou cuja simples presença atua sobre as propriedades do tecido de malha). O setor de Acabamento da empresa é equipado com 3 hidroextratores, 3 abridores de malha, 4 secadores, 5 calandras, 1 Rama e 3 compactadeiras de malhas abertas. Sua capacidade instalada é de 50 toneladas/dia. Os principais aspectos ambientais relacionados a esta etapa do processo são: consumo de energia térmica, consumo de energia elétrica, emissão de resíduo sólido (papel e papelão, resíduos de tecido/malha, resíduos sólidos outros, plástico, varreduras diversas - lixo), emissão de ruído e exposição ao calor;

- Talharia/ Corte: esta etapa é responsável por cortar o tecido beneficiado de acordo com moldes previamente elaborados, conforme o *design* do artigo final. Antes de se proceder ao corte propriamente dito há necessidade de fazer uma planificação de modo a obter o máximo de aproveitamento do tecido. O estendimento e corte do tecido realizado na empresa é totalmente automático. Os principais aspectos ambientais relacionados a esta etapa do processo são: consumo de energia elétrica e emissão de resíduo sólido (papel e papelão, resíduos de tecido/malha, sucata de plástico e varreduras diversas - lixo);

- Estamparia: é o setor responsável por imprimir figuras ao tecido, através da impregnação de pastas coloridas que formam uma película que adere ao tecido. Atualmente a capacidade de produção da estamparia está entre 30 e 40 mil estampas/dia. Os principais aspectos ambientais relacionados a esta etapa do processo são: consumo de produtos químicos, consumo de energia elétrica, consumo de água, derramamento de produto químico, emissão de resíduo sólido (papel e papelão, resíduos de tecido/malha, sucata de plástico e varreduras diversas - lixo), exposição a agentes químicos (aerodispersóides) e exposição ao calor;

- Confecções: as unidades de Confecção da empresa, responsáveis pela manufatura dos artigos, estão localizadas nas cidades de Rodeio, Ibirama, Indaial e Anápolis (GO). Cada filial divide suas produções com as fábricas que lhe prestam serviços. Os principais aspectos ambientais relacionados a esta etapa do processo são: consumo de energia elétrica, consumo

de produtos químicos, emissão de resíduo líquido (óleo e graxa usada), emissão de resíduos sólidos (papel e papelão, resíduos de tecido/malha, sucata de plástico, varreduras diversas - lixo), emissão de ruído e exposição a agentes químicos (aerodispersóides);

- Estação de Tratamento de Efluente (ETE): a empresa produz dois tipos de efluentes líquidos: os esgotos sanitários e as águas residuais, provenientes dos processos industriais. O setor responsável pela geração da maior parte dos efluentes líquidos é a Tinturaria. O destino dos efluentes é o encaminhamento a um corpo receptor de águas. Se o lançamento for feito sem os tratamentos necessários, é possível que haja mortalidade de peixes, mau odor, prejuízos a saúde pública, entre outros.

ANEXO 2 – DESCRIÇÃO DO TINGIMENTO DOS PRODUTOS COMPARADOS

As principais ocorrências durante o processamento da malha na etapa de tingimento são descritas a seguir. A Figura A.1 ilustra alguns detalhes do processo, conforme descritos na coluna “OCORRÊNCIAS”. Pode-se verificar que tais ocorrências estão descritas em ordem cronológica, de acordo com os intervalos de tempo mostrados.

PRODUTO A	
ETAPA 1: PURGA ALCALINA – P05	
CRONOLOGIA	OCORRÊNCIAS
]0 ; 5[	<ul style="list-style-type: none"> - Início: primeiro carregamento da máquina com água (1.750 litros) e adição dos seguintes produtos: Goldpal e Lufibrol; - Manutenção da temperatura de banho em 30° C.
[5 ; 12[	<ul style="list-style-type: none"> - Elevação da temperatura do banho de 30° C a 55° C durante os 7 minutos.
[12 ; 23[	<ul style="list-style-type: none"> - Início: adição de soda cáustica líquida no banho; - Elevação da temperatura de 55° C a 95° C durante os 11 minutos.
[23 ; 38[	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção da temperatura em 95° C; - Final: primeiro deságüe da máquina (1.256 litros, visto que a retenção no tecido é de 494 litros).
[38 ; 40[	<ul style="list-style-type: none"> - Início: segundo carregamento com água (1.256 litros, visto que o tecido possui 494 litros retidos) e adição de ácido acético glacial; - Manutenção da temperatura em 30° C.
[40 ; 50[	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção da temperatura em 30° C; - Final: segundo deságüe da máquina (1.256 litros).

Figura A.1 – Descrição da purga alcalina P05 (etapa 1) do produto A.

Para uma correta leitura do intervalo recorre-se às notações utilizadas na linguagem matemática. Assim, para o intervalo “[12 ; 23[“ (lê-se: 12 inclusive e 23 exclusive), por exemplo, verifica-se que ocorre adição de soda cáustica líquida no banho de purga logo no décimo segundo minuto do processo. Verifica-se também que a partir desse mesmo instante, ocorre também uma elevação da temperatura do banho de 55° C a 95° C, até o instante em que o processo atinge seu vigésimo terceiro minuto.

No primeiro ciclo da etapa 1, ou seja, no intervalo “]0 ; 5[“, verifica-se o carregamento da máquina com um volume de 1.750 litros de água. Já no intervalo “[23 ; 38[“, ocorre um

deságüe desse líquido num volume de 1.256 litros. Este volume foi calculado, dada a informação fornecida pela empresa de que há retenção no tecido de 2 litros por cada kg de material processado, o que no presente caso, corresponde a 494 litros de água para 247 kg de tecido na máquina. Cabe observar que teoricamente o volume de banho na máquina é de 1.750 litros, o que corresponde ao volume inicial.

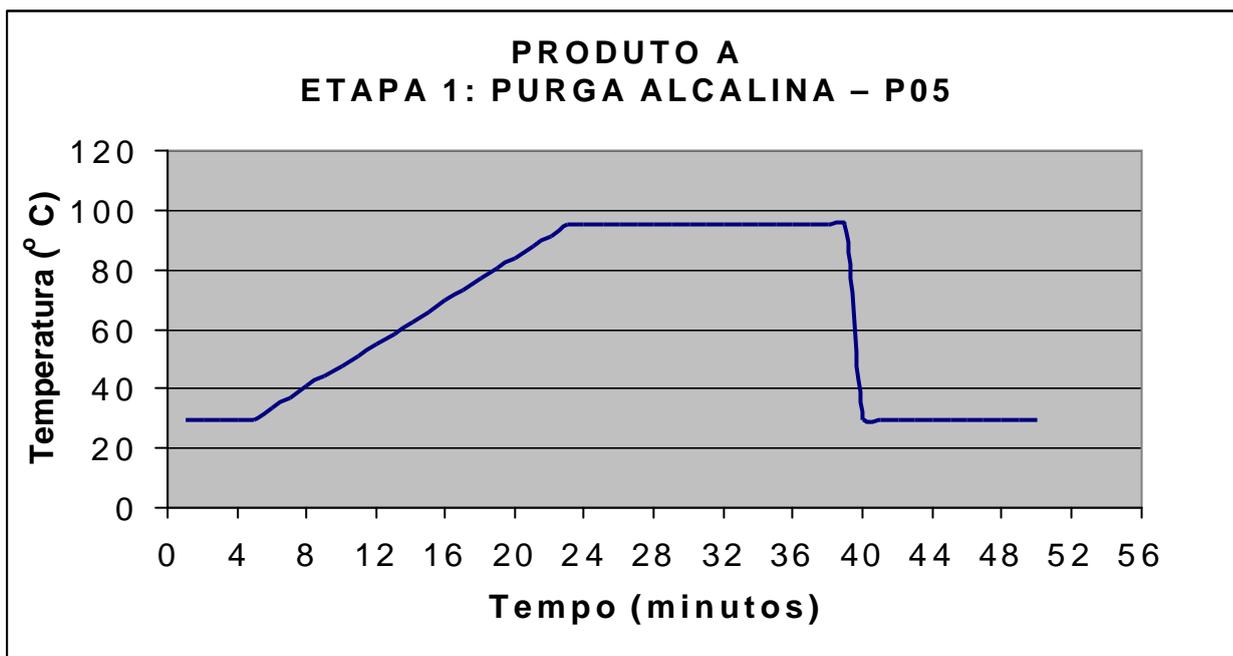


Figura A.2 – Gráfico “Temperatura *versus* Tempo” da purga alcalina P05 (etapa 1) do produto A.

A Figura A.2 ilustra o comportamento da temperatura ao longo do tempo, durante toda a etapa 1. Esta informação é de grande valia quando do cálculo de consumo de energia térmica, obtido a partir das rampas de aquecimento, que será visto posteriormente.

A notação de intervalos também é utilizada para interpretação das ocorrências descritas nas figuras A.3, A.5, A.7, A.9 e A.11, mostradas a seguir, acompanhadas de seus respectivos gráficos “Temperatura *versus* Tempo”, figuras A.4, A.6, A.8, A.10 e A.12.

PRODUTO A	
ETAPA 2: TINGIMENTO – 31	
CRONOLOGIA	OCORRÊNCIAS
]0 ; 5[	- Início: terceiro carregamento com água (1.256 litros) e adição de Ladiquest; - Manutenção da temperatura em 30° C.
[5 ; 15[	- Início: adição de sal refinado; - Elevação da temperatura de 30° C a 60° C durante os 10 minutos.
[15 ; 20[	- Manutenção da temperatura em 60° C;
[20 ; 25[	- Início: verificação da concentração de sal e do pH; - Manutenção da temperatura em 60° C.
[25 ; 45[	- Início: adição de corantes; - Manutenção da temperatura em 60° C.
[45 ; 55[	- Manutenção da temperatura em 60° C.
[55 ; 115[	- Início: adição de barrilha leve e soda cáustica líquida; - Manutenção da temperatura em 60° C.
[115 ; 145[	- Manutenção da temperatura em 60° C;
[145 ; 155[	- Início: transbordo da máquina (entrada e saída de água ocorrendo simultaneamente) envolvendo um volume de 6.900 litros durante 10 minutos; - Final: quarto deságüe da máquina (1.256 litros).
[155 ; 169[	- Início: quinto carregamento com água (1.256 litros) e adição de ácido acético glacial; - Elevação da temperatura de 30° C a 80° C durante os 14 minutos.
[169 ; 179[	- Manutenção da temperatura em 80° C; - Final: quinto deságüe da máquina (1.256 litros).

Figura A.3 – Descrição do tingimento 31 (etapa 2) do produto A.

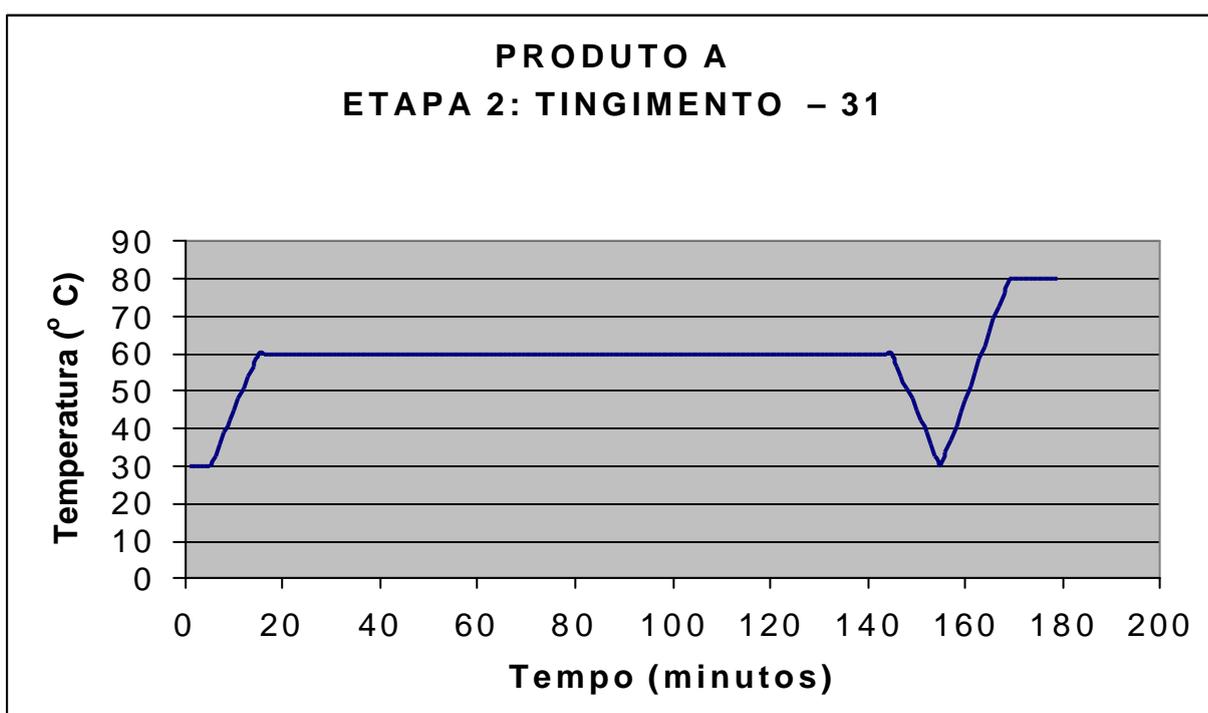


Figura A.4 – Gráfico “Temperatura *versus* Tempo” do tingimento 31 (etapa 2) do produto A.

Uma ocorrência que merece comentário adicional é a descrita no intervalo “[145;155]“, a qual contempla um transbordo da máquina (entrada e saída de água ocorrendo simultaneamente) envolvendo um volume de 6.900 litros durante 10 minutos. A informação do volume de água, envolvido no transbordo, foi obtida através de entrevistas com profissionais do Desenvolvimento de Processos. Para fins didáticos, considerou-se que durante o transbordo, ocorre o terceiro deságüe (6.900 litros) e quarto carregamento (também 6.900 litros). Após a realização do transbordo, no 155º minuto, a máquina é totalmente descarregada, o que compreende o quarto deságüe, com 1.256 litros.

PRODUTO A	
ETAPA 3: ENSABOAMENTO – E02	
CRONOLOGIA	OCORRÊNCIAS
]0 ; 18[	<ul style="list-style-type: none"> - Início: sexto carregamento com água (1.256 litros) e adição de Sidertex; - Elevação da temperatura de 35° C a 95° C durante os 18 minutos.
[18 ; 28[	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção da temperatura em 95° C; - Final: sexto deságüe da máquina (1.256 litros).
[28 ; 38[	<ul style="list-style-type: none"> - Início: sétimo carregamento com água (1.256 litros); - Elevação da temperatura de 45° C a 80° C durante os 10 minutos.
[38 ; 48[	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção da temperatura em 80° C; - Final: sétimo deságüe da máquina (1.256 litros).
[48 ; 53[	<ul style="list-style-type: none"> - Início: oitavo carregamento com água (1.256 litros); - Elevação da temperatura de 40° C a 60° C durante os 5 minutos.
[53 ; 58[	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção da temperatura em 60° C; - Final: oitavo deságüe da máquina (1.256 litros).
[58 ; 63[	<ul style="list-style-type: none"> - Início: nono carregamento com água (1.256 litros); - Manutenção da temperatura em 30° C; - Final: nono deságüe da máquina (1.256 litros).

Figura A.5 – Descrição do ensaboamento E02 (etapa 3) do produto A.

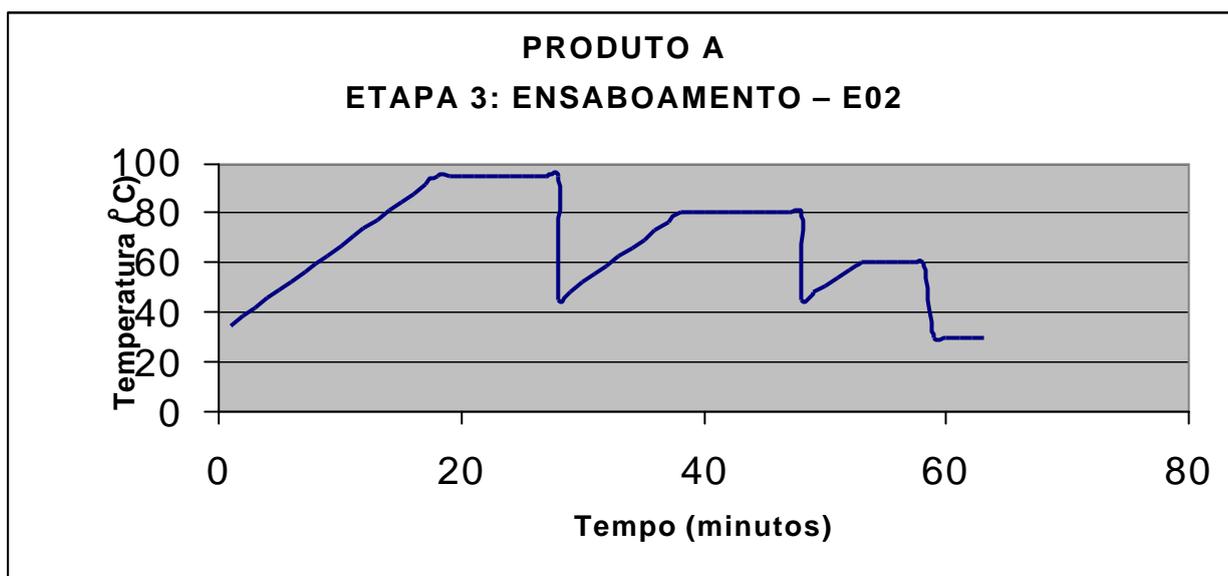


Figura A.6 – Gráfico “Temperatura versus Tempo” do ensaboamento E02 (etapa 3) do produto A.

PRODUTO B	
ETAPA 1: PRÉ-ALVEJAMENTO – P03	
CRONOLOGIA	OCORRÊNCIAS
[0 ; 5[	- Início: primeiro carregamento da máquina com água (1.800 litros) e adição de Goldpal, Cibafluid e Lufibrol; - Manutenção da temperatura em 30° C.
[5 ; 12[	- Elevação da temperatura de 30° C a 55° C durante os 7 minutos.
[12 ; 17[	- Início: adição de soda cáustica líquida; - Manutenção da temperatura em 55° C.
[17 ; 28[	- Início: adição de Interlox H ₂ O ₂ ; - Elevação da temperatura de 55° C a 95° C durante os 11 minutos.
[28 ; 58[	- Manutenção da temperatura em 95° C.
[58 ; 63[	- Início: adição de Quimipour; - Manutenção da temperatura em 95° C.
[63 ; 78[	- Manutenção da temperatura em 95° C; - Final: primeiro deságüe da máquina (1.282 litros, pois a retenção é de 518 litros)..
[78 ; 88[	- Início: segundo carregamento com água (1.282 litros, o tecido retém 518 litros); - Manutenção da temperatura em 30° C; - Final: segundo deságüe da máquina (1.282 litros).
[88 ; 90[	- Início: terceiro carregamento com água (1.282 litros); - Manutenção da temperatura em 30° C.
[90 ; 95[	- Início: adição de ácido acético glacial; - Manutenção da temperatura em 30° C.
[95 ; 99[	- Elevação da temperatura de 30° C a 50° C durante os 4 minutos.
[99 ; 109[	- Manutenção da temperatura em 50° C; - Final: terceiro deságüe da máquina (1.282 litros).

Figura A.7 – Descrição do pré-alvejamento P03 (etapa 1) do produto B.

No processo do produto B, o volume de água carregado na máquina é de 1.800 litros, conforme descrito na Figura A.7. Nesse caso, a quantidade de tecido processada é de 259 kg, o que permite uma retenção do banho no tecido de 518 litros.

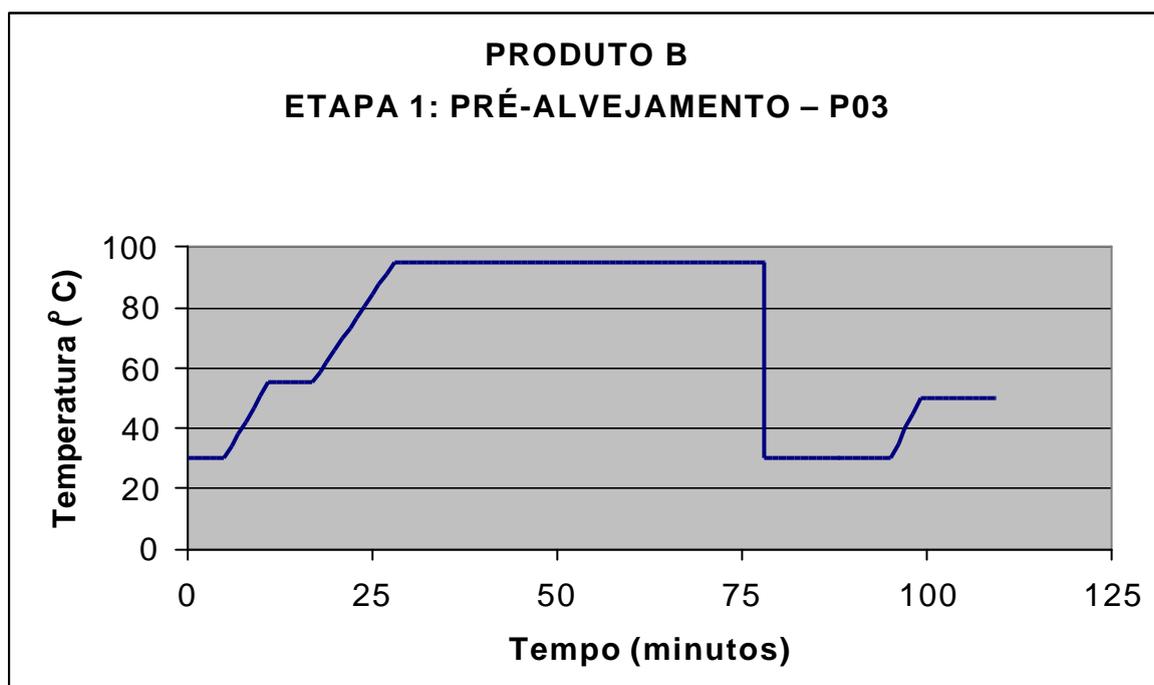


Figura A.8– Gráfico “Temperatura *versus* Tempo” do pré-alvejamento P03 (etapa 1) do produto B.

PRODUTO B	
ETAPA 2: TINGIMENTO – 33	
CRONOLOGIA	OCORRÊNCIAS
]0 ; 5[	- Início: quarto carregamento com água (1.282 litros) e adição de Ladiquet e Cibaf fluid; - Manutenção da temperatura em 30° C.
[5 ; 15[	- Início: adição de sal refinado; - Elevação da temperatura de 30° C a 60° C durante os 10 minutos.
[15 ; 20[	- Manutenção da temperatura em 60° C;
[20 ; 25[	- Início: verificação da concentração de sal e do pH; - Manutenção da temperatura em 60° C.
[25 ; 45[	- Início: adição de corantes; - Manutenção da temperatura em 60° C.
[45 ; 55[	- Manutenção da temperatura em 60° C.
[55 ; 115[	- Início: adição de barrilha leve e soda cáustica líquida; - Manutenção da temperatura em 60° C.
[115 ; 145[	- Manutenção da temperatura em 60° C;
[145 ; 155[	- Início: transbordo da máquina (entrada e saída de água ocorrendo simultaneamente) envolvendo um volume de 6.900 litros durante os 10 minutos; - Final: quinto deságüe da máquina (1.282 litros).
[155 ; 169[	- Início: sexto carregamento com água (1.282 litros) e adição de ácido acético glacial; - Elevação da temperatura de 30° C a 80° C durante os 14 minutos.
[169 ; 179[	- Manutenção da temperatura em 80° C; - Final: sexto deságüe da máquina (1.282 litros).

Figura A.9 – Descrição do tingimento 33 (etapa 2) do produto B.

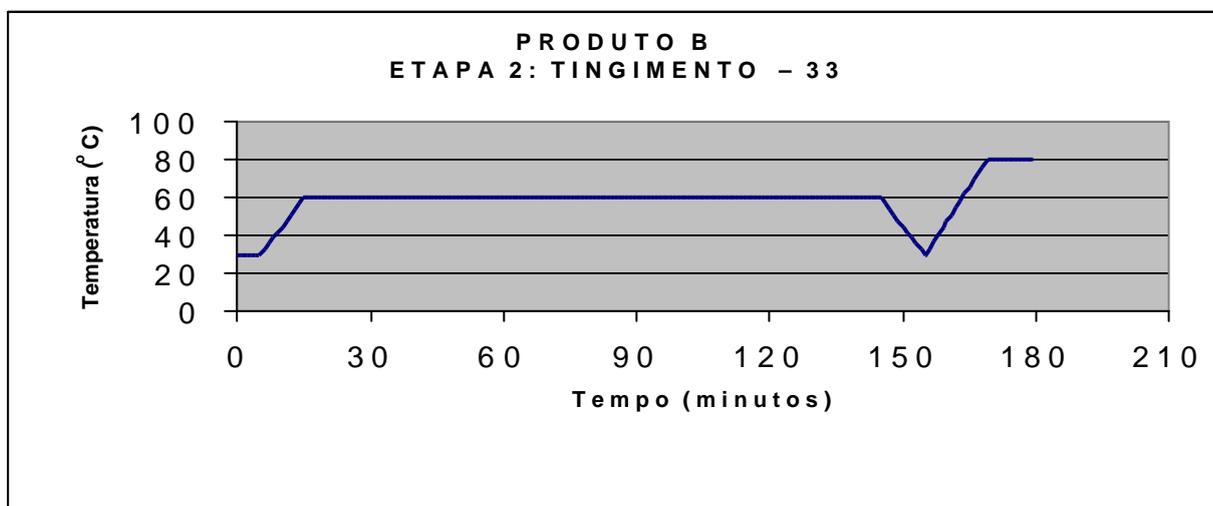


Figura A.10 – Gráfico “Temperatura versus Tempo” do tingimento 33 (etapa 2) do produto B.

PRODUTO B	
ETAPA 3: ENSABOAMENTO – E01	
CRONOLOGIA	OCORRÊNCIAS
]0 ; 12[	- Início: sétimo carregamento com água (1.282 litros); - Elevação da temperatura de 35° C a 80° C durante os 12 minutos.
[12 ; 22[	- Manutenção da temperatura em 80° C; - Final: sétimo deságüe da máquina (1.282 litros).
[22 ; 27[	- Início: oitavo carregamento com água (1.282 litros); - Elevação da temperatura de 45° C a 60° C durante os 5 minutos.
[27 ; 32[	- Manutenção da temperatura em 60° C; - Final: oitavo deságüe da máquina (1.282 litros).
[32 ; 37[	- Início: nono carregamento com água (1.282 litros); - Manutenção da temperatura em 30° C; - Final: nono deságüe da máquina (1.282 litros).

Figura A.11 – Descrição do ensaboamento E01 (etapa 3) do produto B.

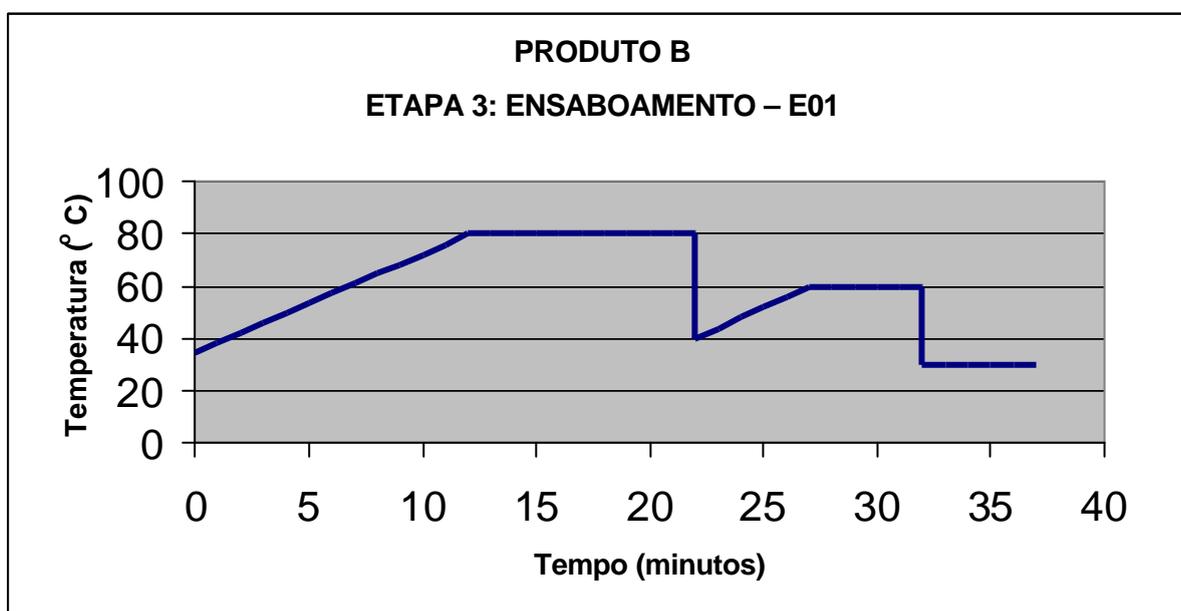


Figura A.12 – Gráfico “Temperatura *versus* Tempo” do ensaboamento E01 (etapa 3) do produto B.