

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

JÚLIO SAMUEL SÁVIO BERNARDO

**PRÁTICAS AMBIENTAIS NAS ETAPAS DE GERAÇÃO DE MATÉRIA-
PRIMA E DE PRODUÇÃO EM EMPRESAS PAULISTAS
PROCESSADORAS DE MADEIRA**

**SÃO CARLOS
2009**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

JÚLIO SAMUEL SÁVIO BERNARDO

**PRÁTICAS AMBIENTAIS NAS ETAPAS DE GERAÇÃO DE MATÉRIA-
PRIMA E DE PRODUÇÃO EM EMPRESAS PAULISTAS
PROCESSADORAS DE MADEIRA**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção da
Universidade Federal de São Carlos, para
obtenção do título de Doutor em Engenharia de
Produção.**

Orientação: Prof. Dr. João Alberto Camarotto

**SÃO CARLOS
2009**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

B482pa

Bernardo, Júlio Samuel Sávio.

Práticas ambientais nas etapas de geração de matéria-prima e de produção em empresas paulistas processadoras de madeira / Júlio Samuel Sávio Bernardo. -- São Carlos : UFSCar, 2010.

220 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2009.

1. Engenharia de produção. 2. Gestão ambiental. 3. Impacto ambiental. 4. Ciclo de vida do produto. 5. Processamento de madeira. I. Título.

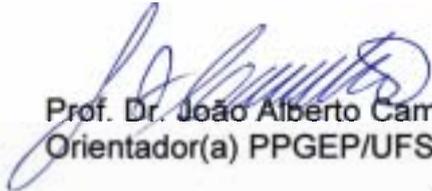
CDD: 658.5 (20^a)

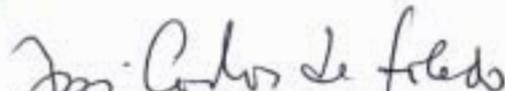


FOLHA DE APROVAÇÃO

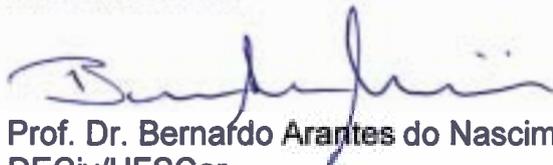
Aluno(a): Júlio Samuel Sávio Bernardo

TESE DE DOUTORADO DEFENDIDA E APROVADA EM 28/09/2009 PELA
COMISSÃO JULGADORA:


Prof. Dr. João Alberto Camarotto
Orientador(a) PPGE/UFSCar

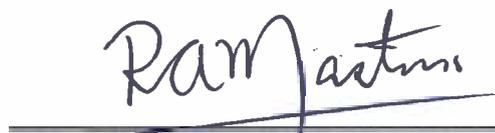

Prof. Dr. José Carlos de Toledo
PPGE/UFSCar


Prof. Dr. Nilton Luiz Menegon
PPGE/UFSCar


Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
DECiv/UFSCar


Prof. Dr. Daniel Capaldo Amaral
EESC/USP


Prof. Dr. Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos
Faculdade de Engenharia/UERJ


Prof. Dr. Roberto Antonio Martins
Coordenador do PPGE/UFSCar

À minha família.

AGRADECIMENTOS

A todos de minha família.

Ao Prof. Dr. João Alberto Camarotto, pelo apoio prestado desde a realização de minha iniciação científica.

Aos professores da banca examinadora, que me auxiliaram no aperfeiçoamento do trabalho.

Aos funcionários das empresas estudadas, pela participação na pesquisa.

A todos da família da Simone, que sempre me apoiaram quando estive em São Carlos.

Enfim, a todos os amigos que contribuíram, de alguma maneira, para o desenvolvimento do trabalho.

RESUMO

As empresas processadoras de madeira são, potencialmente, geradoras de impactos ambientais, como o consumo de madeira, água e energia, e, a poluição do solo, ar, água e sonora. Para a conservação do meio ambiente, é necessário que as empresas adotem práticas ambientais, ou seja, práticas que tem como propósito diminuir ou evitar os impactos ambientais. O objetivo principal deste trabalho foi analisar as práticas ambientais adotadas por empresas paulistas processadoras de madeira, nas etapas de geração e aquisição de matérias-primas e de produção do produto. Os objetivos complementares foram: 1) analisar como as práticas ambientais adotadas influenciam aspectos da produção e os atributos dos produtos; 2) identificar quais as ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental utilizadas; 3) analisar quais são os principais fatores motivadores da adoção das práticas ambientais. Foi realizado um estudo qualitativo em 5 empresas paulistas, que produzem produtos de madeira para escrita, celulose e papel, ou embalagens de papelão reciclado. O método de pesquisa adotado foi o estudo de caso e, como instrumentos de coleta de dados, foram utilizadas entrevistas e análises de documentos, entre eles: Relatórios de Sustentabilidade, Planos de Manejo Florestal e outras informações divulgadas nos sites das empresas. Observou-se que as práticas ambientais adotadas pela maioria das empresas estudadas são referentes ao consumo de madeira, água e energia, e, à poluição do solo, ar e água. Essas práticas são exemplos de soluções reais encontradas pelas empresas, e podem servir de referência para outras empresas processadoras de madeira. Para a melhoria do desempenho ambiental, é recomendado que cada empresa avalie a necessidade e a possibilidade do emprego de práticas correntes na literatura e não adotadas por nenhuma delas. Outra recomendação é que procurem aperfeiçoar algumas das práticas ambientais já adotadas. Na maioria das empresas o custo de produção foi aumentado devido, principalmente, aos investimentos realizados em máquinas e equipamentos. Houve o aumento do preço final do produto em algumas empresas. Apesar disso, aumentou a aceitabilidade dos produtos no mercado corporativo nacional e/ou internacional. A maioria das empresas utiliza ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental, que foram desenvolvidas internamente. Recomenda-se que procurem maior apoio externo para o aperfeiçoamento contínuo das ferramentas existentes e, também, para o desenvolvimento de novas ferramentas. Conclui-se que os principais fatores motivadores da adoção de práticas ambientais são a legislação, regulamentação de mercado e fatores relacionados à competitividade dos negócios, como a melhoria da imagem ambiental e a possibilidade de redução de custos.

Palavras-chave: Gestão ambiental. Práticas ambientais. Impactos ambientais. Ciclo de vida do produto. Processamento de madeira.

ABSTRACT

Wood processing companies can, potentially, generate environmental impacts such as wood, water, and energy consumption, and soil, air, water, and noise pollution. In order to conserve the environment, it is necessary that companies adopt environmental practices, i.e., practices for reducing or avoiding environmental impacts. The objective of this study was to analyze the environmental practices adopted by São Paulo state wood processing companies in the stages of generating and acquiring raw material and product production. The complementary objectives were: 1) investigate how the environmental practices adopted influence aspects of production and products attributes; 2) identify the tools used to support the environmental management; 3) identify the major motivating factors that led the adoption of the environmental practices. A qualitative study was carried out in 5 São Paulo state companies that produce wooden products for writing, cellulose and paper, or recycled corrugated fiberboard packaging. The research methodology adopted was case studies. Several interviews were conducted and documents were analyzed, among which are the Sustainability Reports, the Plan of Forest Handling, and other information disclosed on the companies' websites. It can be said that the environmental practices adopted by the majority of the companies studied refer to the consumption of wood, water, and energy, and to the pollution of the soil, air, and water. These practices are examples of real solutions found by the companies, and can be the frame of reference for other wood processing companies. In order to improve the environmental performance, it is recommended that each company should evaluate the need and possibility of employing practices mentioned in the literature but that have not been adopted by any of them. Another recommendation is that the companies should improve some environmental practices they have already adopted. In most of the companies, the production cost was increased mainly due to the investments in machinery and equipment. In some companies the price of the final product was raised. Nevertheless, the acceptability of the products in the corporative national and/or international market was increased. The majority of the companies use internally developed tools to support the environmental management. It is recommended that the companies make an effort to attract external support for the continuous improving of the existing tools and also for the development of new tools. It could be concluded that the major motivating factors for the adoption of environmental practices are legislation, market regulation, and factors related to business competitiveness such as the improvement of the environmental image and the possibility of costs reduction.

Keywords: Environmental management. Environmental practices. Environmental impacts. Product life cycle. Wood processing.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Apresentação do Tema.....	10
1.2 Problema da Pesquisa.....	11
1.3 Objetivo.....	13
1.4 Justificativa.....	14
1.5 Metodologia.....	15
1.6 Estrutura do Trabalho.....	15
2 IMPACTOS AMBIENTAIS DAS EMPRESAS PROCESSADORAS DE MADEIRA.....	17
2.1 Processos de Produção das Empresas Processadoras de Madeira.....	17
2.2 Impactos Ambientais.....	19
2.2.1 Consumo de recursos naturais.....	21
2.2.2 Poluição.....	28
2.2.2.1 Poluição do solo.....	29
2.2.2.2 Poluição do ar.....	31
2.2.2.3 Poluição da água.....	35
2.2.2.4 Poluição sonora.....	38
2.3 Legislação Ambiental.....	39
3 A QUESTÃO AMBIENTAL NO MEIO EMPRESARIAL.....	45
3.1 O Comportamento Ambiental Histórico das Empresas.....	45
3.2 Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e Certificação Ambiental.....	49
3.3 Fatores Motivadores da Adoção de Práticas Ambientais.....	52
4 PRÁTICAS AMBIENTAIS NO CICLO DE VIDA DO PRODUTO.....	62
4.1 Ciclo de Vida do Produto (CVP).....	62
4.2 A Adoção de Práticas Ambientais no Ciclo de Vida do Produto.....	64

4.3 Ferramentas de Apoio ao Gerenciamento Ambiental nas Etapas do CVP.....	66
4.3.1 Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).....	68
4.3.2 ACV simplificada.....	70
4.3.3 Checklists ambientais.....	71
4.3.4 Diretrizes ambientais.....	79
4.3.5 Outras ferramentas.....	82
4.4 Síntese das Práticas Ambientais.....	84
4.5 Síntese da Revisão Bibliográfica.....	97
5 METODOLOGIA.....	99
5.1 Abordagem da Pesquisa.....	99
5.2 Método de Pesquisa.....	99
6 ESTUDOS DE CASO.....	105
6.1 Empresa A.....	105
6.2 Empresa B.....	110
6.3 Empresa C.....	116
6.4 Empresa D.....	122
6.5 Empresa E.....	129
6.6 Síntese dos Casos.....	132
7 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	134
7.1 Análise das Práticas Ambientais Adotadas pelas Empresas.....	134
7.2 Análise das Influências das Práticas Ambientais sobre Aspectos da Produção e Atributos do Produto.....	144
7.3 Análise da Utilização de Ferramentas de Apoio ao Gerenciamento Ambiental.....	146
7.4 Análise dos Fatores Motivadores da Adoção de Práticas Ambientais.....	148
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	158
REFERÊNCIAS.....	164
APÊNDICE A – Reunião das práticas ambientais por etapa do ciclo de vida do produto....	176

APÊNDICE B – Protocolo da Pesquisa.....	187
APÊNDICE C – Sínteses das principais práticas ambientais adotadas pelas empresas.....	194
ANEXO A – Etapas do processo de produção de celulose, papel e papelão.....	201
ANEXO B – Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal.....	204
ANEXO C – As oito estratégias do ecodesign de Brezet e Hemel (1997).....	206
ANEXO D – As estratégias do Projeto do Ciclo de Vida de Manzini e Vezzoli (2002).....	215

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do Tema

As primeiras discussões internacionais sobre o meio ambiente se iniciaram em 1968, quando foi fundado o Clube de Roma, um grupo de industriais, políticos e acadêmicos, que publicou, em 1972, o Relatório “Limites do Crescimento”, que alertava para a necessidade de limitar o crescimento econômico, para que fossem evitados o esgotamento dos recursos naturais e o aumento da poluição. Ainda em 1972, foi realizada, em Estocolmo (Suécia), a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, na qual foi debatida a necessidade de conservação ambiental.

Na década seguinte, em 1987, foi apresentado o Relatório *Brundtland* (ou Nosso Futuro Comum), elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), chefiada pela então primeira-ministra da Noruega *Gro Harlem Brundtland*, no qual foi ressaltado que o modelo de desenvolvimento adotado mundialmente precisaria ser modificado, em busca do desenvolvimento sustentável, que foi definido como aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades (CMMAD, 1988).

Em 1992, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e o Desenvolvimento (CNUAD), no Rio de Janeiro (Brasil). Esse encontro, também denominado de Cúpula da Terra ou Eco-92, foi uma reunião de chefes de Estado para discutir os problemas ambientais e o papel dos países ricos e pobres no tratamento do tema. Seu principal resultado foi a produção da Agenda 21, documento com 2500 recomendações sobre como alcançar o desenvolvimento sustentável, inclusive com a indicação de auxílio de países ricos a países pobres (FOLHA ONLINE, 2008).

Este trabalho trata da preocupação ambiental no meio empresarial, mais especificamente, da busca da adoção de práticas ambientais nas etapas do ciclo de vida do produto (geração e aquisição de matérias-primas, produção do produto, distribuição, uso e final da vida).

As práticas ambientais são aqui definidas como práticas adotadas com o propósito de diminuir ou evitar os impactos ambientais (consumo de recursos naturais e poluição do solo, ar, água e sonora) gerados nas etapas do ciclo de vida do produto (CVP). Há uma variedade de práticas ambientais, entre elas: a seleção de matérias-primas atóxicas, renováveis e/ou recicláveis; a seleção de tecnologias e/ou de práticas operacionais menos

poluentes; a utilização de fontes energéticas renováveis e/ou mais limpas, entre outras apresentadas no Capítulo 4.

Para possibilitar uma análise mais detalhada da adoção de práticas ambientais pelas empresas, neste trabalho é considerado um recorte. O foco está nas duas primeiras etapas do CVP, a de geração e aquisição de matérias-primas e a de produção do produto, conforme ilustrado na Figura 1.1.

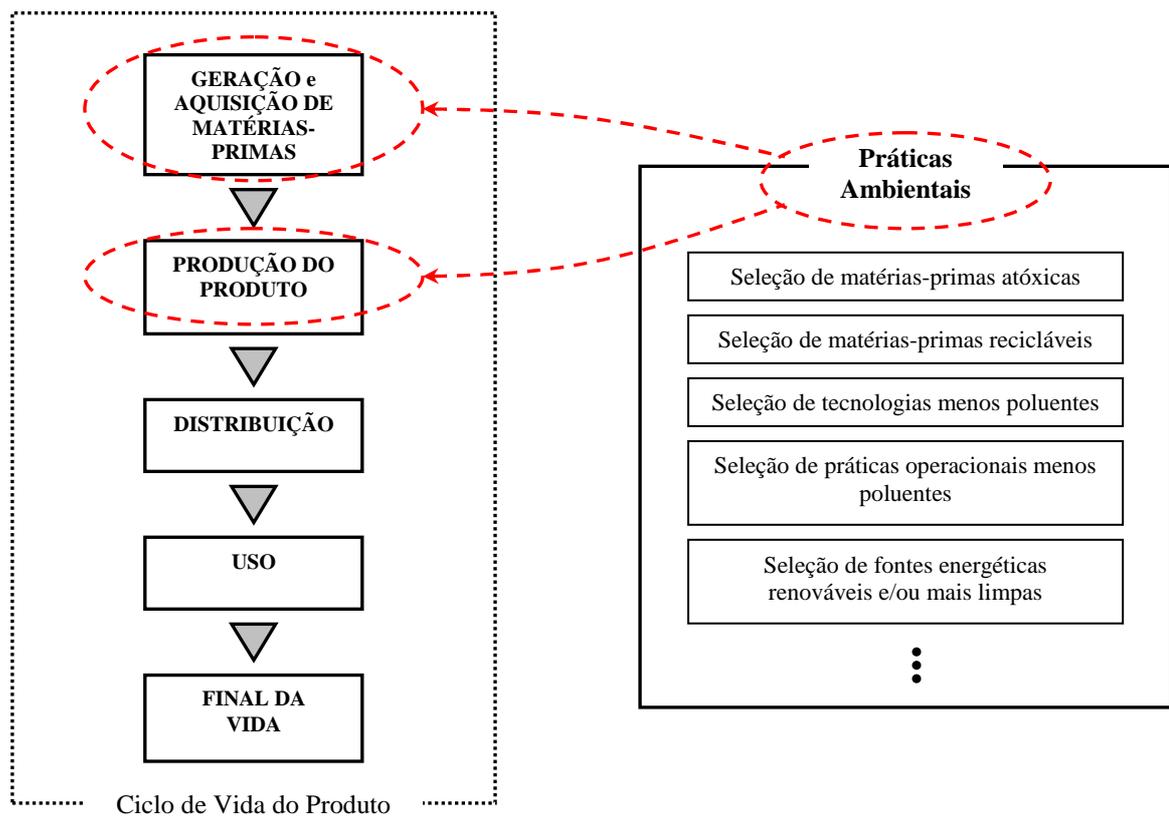


Figura 1.1. Recorte do trabalho.

1.2 Problema da Pesquisa

Neste trabalho são estudadas empresas paulistas processadoras de madeira, que produzem lápis, celulose, papel ou papelão reciclado. Estas empresas, segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2008), são grandes causadoras de impactos ambientais, caso práticas não sejam adotadas para minimizá-los ou evitá-los.

No processo produtivo desses produtos, é utilizada madeira proveniente de florestas plantadas, como matéria-prima principal (no caso das produções de lápis, celulose e papel) ou como insumo energético (no caso da reciclagem de aparas de papelão). Segundo a

CETESB (2008), o plantio de florestas (de pínus ou eucalipto) pode provocar impactos ambientais como: diminuição da biodiversidade nas áreas de florestas plantadas; grande consumo de água para a irrigação de mudas; possibilidade de incêndios florestais e geração de poluição atmosférica; risco de compactação do solo devido ao uso de máquinas colheitadeiras pesadas; e, utilização de fertilizantes e agrotóxicos, que pode causar poluição do solo e da água.

Em relação ao consumo de água, a indústria de celulose e papel já foi considerada uma das maiores consumidoras de água no processo produtivo. Na reciclagem de aparas, é consumida grande quantidade de água para a lavagem da massa. Na produção do lápis, há consumo de água, principalmente, na etapa de irrigação das mudas.

Sobre o consumo de energia, no processo de produção de celulose e papel é utilizada grande quantidade do recurso. Na produção do lápis, há consumo relevante de energia nas serras utilizadas para o corte da madeira.

Na produção de celulose e papel, segundo a CETESB (2008), é gerado um grande volume de resíduos sólidos, entre eles: casca suja, serragem, cinzas de caldeiras, lodo da estação de tratamento de efluentes, resíduos de serviços de saúde (ambulatório médico), entre outros. Também são gerados estes resíduos sólidos na produção do lápis. Na reciclagem de aparas, são produzidos os seguintes resíduos: papelão contaminado coletado inadequadamente pelos catadores de materiais recicláveis e resíduos das etapas de depuração e lavagem, nas peneiras.

Em relação à poluição do ar, o processo produtivo de celulose e papel gera, de acordo com a CETESB (2008), os seguintes poluentes atmosféricos: material particulado, dióxido de enxofre, compostos de enxofre total reduzido, óxidos de nitrogênio e monóxido de carbono. Na produção de lápis, na caldeira de biomassa, podem ser gerados: material particulado e óxidos de nitrogênio.

A produção de celulose e papel pode, também, causar poluição da água. Segundo a CETESB (2008), os efluentes brutos desse processo contêm: tensoativos (resistentes à biodegradação), resíduos de cloro (nocivos para plantas e animais), soda cáustica (corrosiva), metais pesados (tóxicos), dioxinas e furanos (substâncias formadas da reação entre os compostos clorados e a polpa, consideradas tóxicas e cancerígenas). Na reciclagem de aparas de papelão, há a geração de efluentes na etapa de destintamento, que contêm: resíduos de tintas, soda cáustica e/ou tensoativos. Na produção de lápis, são gerados efluentes sanitários e industriais.

A poluição sonora é outro problema que pode ser ocasionado pelas empresas processadoras de madeira. Ruídos são produzidos pelas máquinas e equipamentos dos processos produtivos, que podem incomodar trabalhadores e moradores vizinhos.

Portanto, as empresas processadoras de madeira podem gerar uma diversidade de impactos ambientais. A adoção de práticas ambientais nas etapas de geração e aquisição de matérias-primas e de produção do produto, para minimizar ou evitar os impactos gerados, seria de grande relevância para a conservação ambiental. Porém, há as seguintes questões:

1) As empresas paulistas processadoras de madeira (produtoras de lápis, celulose, papel ou papelão reciclado) estão adotando práticas ambientais nas etapas de geração e aquisição de matérias-primas e de produção do produto?

2) Se afirmativo, como é esse processo de adoção, ou seja, quais as práticas ambientais adotadas, suas influências sobre o processo produtivo e os atributos dos produtos, e, as ferramentas de apoio utilizadas?

3) Por que as empresas estão adotando as práticas ambientais?

1.3 Objetivo

O **objetivo principal** deste trabalho é analisar as práticas ambientais adotadas por empresas paulistas processadoras de madeira, nas etapas de geração e aquisição de matérias-primas e de produção do produto. São considerados, também, os seguintes **objetivos complementares**:

- analisar como as práticas ambientais adotadas influenciam aspectos da produção e os atributos dos produtos;
- identificar quais as ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental utilizadas para o emprego das práticas ambientais;
- analisar quais são os principais fatores motivadores da adoção das práticas ambientais.

A Figura 1.2 ilustra os objetivos do trabalho.

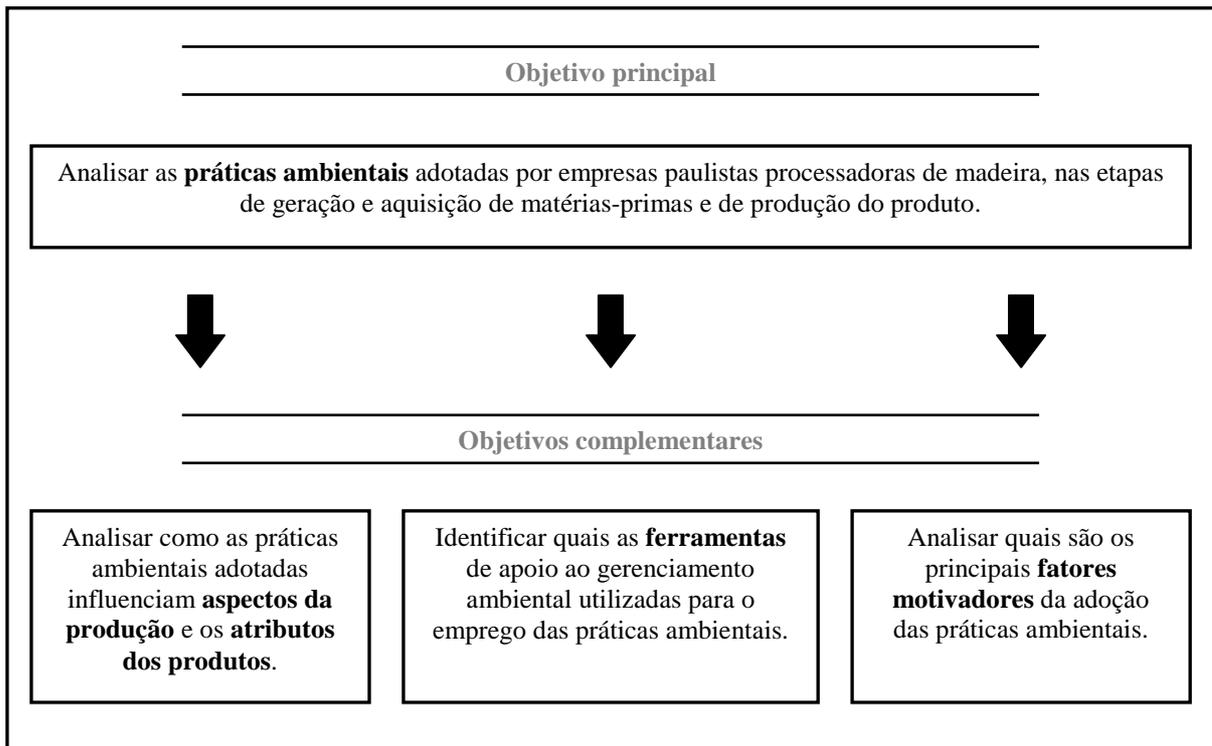


Figura 1.2. Objetivo principal e objetivos complementares do trabalho.

1.4 Justificativa

Este trabalho é relevante porque são identificadas as soluções encontradas por empresas paulistas processadoras de madeira para reduzir ou evitar impactos ambientais nas etapas de geração e aquisição de matérias-primas e de produção do produto, que podem servir de referência para outras empresas que ainda não adotam práticas ambientais nessas etapas.

Também, são conhecidas quais as modificações e investimentos realizados no processo produtivo para buscar a conservação ambiental. Ou seja, se deve ser investido em máquinas, equipamentos, layout, edifícios, entre outros.

Ainda, é verificado como os atributos do produto (tempo de vida útil, qualidade dos materiais, estética, segurança para o usuário, preço final, aceitabilidade no mercado) são afetados quando as empresas procuram reduzir os impactos ambientais.

Outro ponto abordado no trabalho é identificar se as empresas necessitam do apoio de ferramentas (Avaliação do Ciclo de Vida, checklists, diretrizes, entre outras) para adotar práticas ambientais.

E, finalmente, são conhecidos quais os principais fatores motivadores das empresas paulistas, que podem ser os benefícios internos proporcionados ao negócio (a

redução dos custos de matérias-primas e de produção, a obtenção de rendimentos com a comercialização de resíduos, entre outros) ou as exigências de atores externos, como o governo (legislação), organizações não-governamentais (ONGs), consumidores, acionistas e mercados internacionais.

1.5 Metodologia

Para alcançar os objetivos deste trabalho, foi realizado um estudo qualitativo em 5 empresas paulistas processadoras de madeira. As empresas estudadas produzem: produtos de madeira para escrita (empresa A), celulose e papel (empresa B), celulose (empresa C), celulose e papel (empresa D) e embalagens de papelão reciclado (empresa E).

O método de pesquisa adotado foi o estudo de caso e, como instrumentos de coleta de dados, foram utilizadas entrevistas pessoais, entrevistas via internet e análises de documentos (Relatórios de Sustentabilidade, Planos de Manejo Florestal e outras informações ambientais divulgadas nos sites das empresas). Os entrevistados são funcionários de nível gerencial, responsáveis pela área de meio ambiente.

1.6 Estrutura do Trabalho

Os capítulos do trabalho estão organizados da seguinte maneira:

- Capítulo 2 – *Impactos Ambientais das Empresas Processadoras de Madeira*. São abordados os processos de produção das empresas processadoras de madeira. Em seguida, são discutidos os impactos ambientais gerados por essas empresas e a legislação ambiental existente.

- Capítulo 3 – *A Questão Ambiental no Meio Empresarial*. É discutido como é o comportamento histórico das empresas em relação à questão ambiental. São também abordados os seguintes assuntos: a implantação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) e a obtenção de certificações ambientais. Ainda, são apresentados quais são os principais fatores motivadores da adoção de práticas ambientais nas empresas, que serão utilizados como referência para a análise dos resultados da pesquisa de campo.

- Capítulo 4 – *Práticas Ambientais no Ciclo de Vida do Produto*. São apresentados modelos de ciclo de vida do produto (CVP). É elaborada uma discussão sobre a adoção de práticas ambientais nas etapas do CVP. São apresentadas ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental. Além disso, são elaboradas sínteses, para cada etapa do CVP, das principais práticas ambientais sugeridas em 10 das ferramentas apresentadas. Duas das sínteses elaboradas (as referentes às duas primeiras etapas do CVP) serão utilizadas como referência para identificar as práticas ambientais adotadas pelas empresas estudadas.

- Capítulo 5 – *Metodologia*. É apresentada a metodologia adotada na pesquisa, considerando a abordagem e o método da pesquisa.

- Capítulo 6 – *Estudos de Caso*. São apresentados os resultados das pesquisas realizadas nas 5 empresas paulistas processadoras de madeira.

- Capítulo 7 – *Análise dos Resultados*. São analisados os resultados apresentados no capítulo anterior e, também, são discutidos quais são os principais fatores motivadores da adoção de práticas ambientais nas empresas estudadas.

- Capítulo 8 – *Considerações Finais*. É elaborada uma discussão final dos resultados do trabalho, destacando os pontos mais importantes e a relevância do estudo. Além disso, são feitas recomendações de melhoria para as empresas e propostas de estudos futuros.

2 IMPACTOS AMBIENTAIS DAS EMPRESAS PROCESSADORAS DE MADEIRA

Neste capítulo são abordados, inicialmente, os processos de produção das empresas processadoras de madeira, sendo apresentadas as produções de lápis, celulose, papel e papelão. Em seguida, são discutidos os impactos ambientais (consumo de recursos naturais e poluição do solo, ar, água e sonora). Para cada um dos impactos, faz-se uma apresentação geral e uma discussão específica dos impactos gerados pelas empresas processadoras de madeira. E, finalmente, é apresentada a legislação ambiental pertinente.

2.1 Processos de Produção das Empresas Processadoras de Madeira

O processo produtivo do lápis se inicia nas áreas florestais, com o plantio e colheita das árvores. Em seguida, é realizado o processamento da madeira. As toras com tamanho (diâmetro) adequado são selecionadas e cortadas. Depois, passam por um tratamento de secagem e tingimento. Após um período de descanso, é feita a abertura de canaletas e a colagem de minas de grafite ou coloridas. Posteriormente, são realizadas a prensagem, pintura, envernizamento, apontamento, carimbagem e, finalmente, a embalagem. Essa descrição do processo produtivo foi elaborada com base em informações apresentadas no site da Empresa A, estudada neste trabalho. A Figura 2.1 ilustra, de maneira geral, as etapas mencionadas.

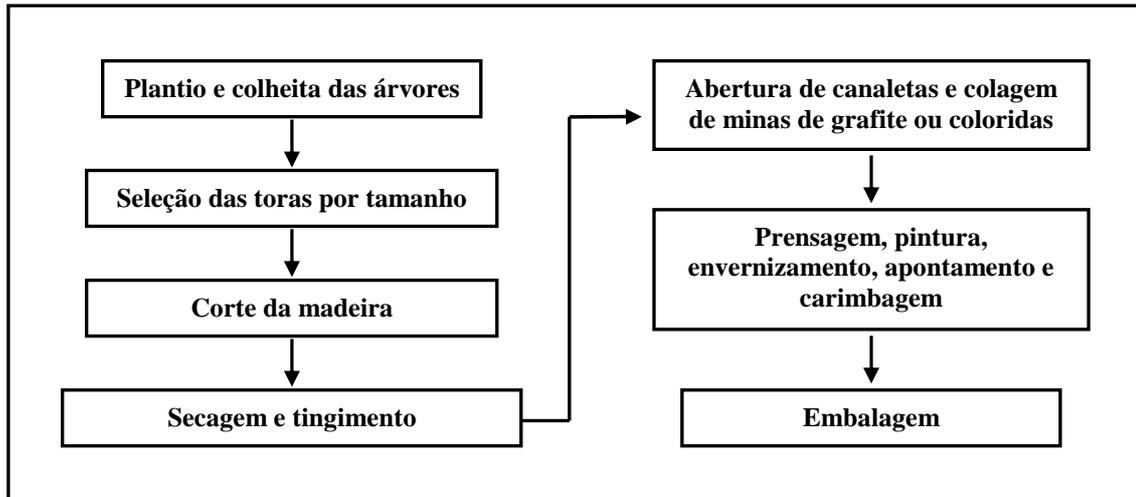


Figura 2.1. Processo de produção do lápis.

Fonte: elaborada com base em informações do site da empresa A.

Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2008), o processo de produção de celulose, papel e papelão é composto, geralmente, de quatro grandes etapas: (1) Extração, seleção e preparação da madeira; (2) Produção da celulose marrom; (3) Produção da celulose branqueada; (4) Produção de papel ou papelão. Na Figura 2.2 são ilustradas as etapas.

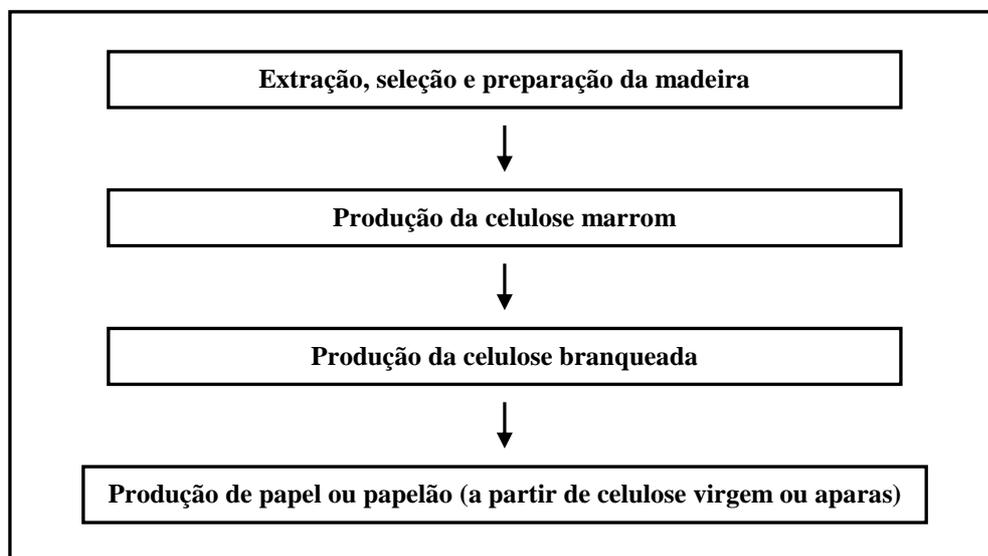


Figura 2.2. Processo de produção de celulose, papel e papelão.

Fonte: CETESB (2008).

Em cada uma dessas etapas, de acordo com a CETESB (2008), há um conjunto de atividades produtivas. Na etapa de extração, seleção e preparação da madeira é realizada a derrubada das árvores, o corte de toras, descascamento, envio para a fábrica, classificação das

toras por tamanho, lavamento, picagem, classificação dos cavacos por tamanho e armazenamento.

Na produção da celulose marrom, inicialmente é feita a digestão dos cavacos. Em seguida, são conduzidas as etapas de separação do licor negro da celulose (por lavagem), concentração do licor negro, queima do licor negro na caldeira de recuperação e formação do licor verde, e, a recuperação de reagentes (filtração ou decantação, caustificação, calcinação e fechamento do ciclo). Para a produção da celulose branqueada, é realizada a lavagem da celulose, a deslignificação, o branqueamento e a secagem da celulose branca.

A produção de papel ou papelão, a partir de celulose virgem ou aparas, é composta das seguintes etapas: pré-seleção em empresas aparistas (só para processo de aparas), recepção e seleção na fábrica (só para processo de aparas), desfibramento e preparação da massa (também se pode usar celulose branca a partir dessa fase), depuração e lavagem, destintamento (opcional – só para processo de aparas), engrossamento (opcional), branqueamento (somente para processo de aparas, uso opcional), refino ou despastilhamento (opcional), depuração fina e acerto do comprimento da fibra, processamento na máquina de papel, rebobinamento, envio para máquinas de confecção dos produtos finais.

É ressaltado pela CETESB (2008) que, para o branqueamento da celulose, a maioria das empresas deixou de utilizar o cloro elementar, causador de problemas ambientais, explicados a seguir. Outros processos que podem ser empregados são os seguintes: (a) processo “ECF” (*Elemental Chlorine Free* – Livre de Cloro Molecular), que utiliza o dióxido de cloro; e, (b) processos totalmente livres do uso de cloro (TCF – *Totally Chlorine Free*), que utilizam oxigênio, peróxido de hidrogênio ou ozônio.

Informações mais detalhadas sobre as etapas do processo de produção de celulose, papel e papelão são apresentadas nos Quadros C.1 a C.4, no anexo A. Recomenda-se consultá-las, para melhor compreender os impactos ambientais mencionados nas próximas seções deste capítulo.

2.2 Impactos Ambientais

Os impactos ambientais são cada vez mais monitorados pelas autoridades, através da criação de leis, e, também, por pesquisadores, que realizam estudos sobre os mesmos. Mourad, Garcia e Vilhena (2002) mencionam que, segundo a Norma ISO 14040, de 1997, que trata dos princípios e da estrutura da Avaliação do Ciclo de Vida do produto, há nove principais categorias de impacto ambiental, sintetizadas no Quadro 2.1.

Categorias de Impacto Ambiental	
Consumo de recursos naturais	Utilização da água e de recursos naturais, como fonte de energia e matéria-prima.
Consumo de energia	A geração de energia, em qualquer das formas de produção (hidrelétrica, nuclear, eólica, etc.), pode causar impactos negativos ao meio ambiente.
Efeito estufa	Aquecimento global provocado pelo aumento das emissões de gases (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, entre outros) à atmosfera.
Acidificação	Substâncias (dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio) lançadas à atmosfera dissolvem-se na água da chuva e combinam-se com outros elementos, ocasionando a formação de ácidos.
Fumaça fotoquímica oxidante	Óxidos de nitrogênio e substâncias orgânicas voláteis reagem através da ação de raios ultravioleta, formando nevoeiros de compostos oxidantes fotoquímicos, causadores de doenças respiratórias.
Redução da camada de ozônio	Diminuição da camada de ozônio provocada pela emissão de poluentes, principalmente os compostos clorofluorcarbono (CFCs). Esta camada protege o planeta dos raios ultravioleta, que podem causar câncer de pele e doenças oculares.
Toxicidade humana	Contaminação do ar, água e solo por substâncias tóxicas (tolueno, benzeno, chumbo, mercúrio, etc.), causando danos à saúde humana.
Ecotoxicidade	Danos causados à natureza (fauna e flora), devido à liberação de substâncias tóxicas.
Nutrificação e eutroficação	Nutrientes (nitrogênio e fósforo, principalmente) adicionados ao solo ou à água, provocam o crescimento de microorganismos, o que diminui a disponibilidade de oxigênio na água.

Quadro 2.1. Principais categorias de impacto ambiental, segundo a Norma ISO 14040.
Fonte: adaptado de Mourad, Garcia e Vilhena (2002).

Neste trabalho, para analisar as práticas ambientais adotadas pelas empresas processadoras de madeira, os impactos são classificados em: (1) consumo de recursos naturais (matérias-primas, água e energia); e, (2) poluição (do solo, ar, água e sonora). Nessa classificação estão consideradas as nove categorias de impacto ambiental mencionadas na Norma ISO 14040, de 1997, conforme mostrado no Quadro 2.2.

Impactos ambientais considerados neste trabalho	Impactos ambientais segundo a Norma ISO 14040 (1997)
Consumo de recursos naturais (matérias-primas, água e energia)	Consumo de recursos naturais, consumo de energia.
Poluição do solo	Toxicidade humana, ecotoxicidade.
Poluição do ar	Efeito estufa, acidificação, fumaça fotoquímica oxidante, redução da camada de ozônio, toxicidade humana, ecotoxicidade.
Poluição da água	Toxicidade humana, ecotoxicidade, nutrificação e eutroficação.
Poluição sonora	-----

Quadro 2.2. Relação entre os impactos ambientais considerados no trabalho e as categorias de impacto da Norma ISO 14040, de 1997.

2.2.1 Consumo de recursos naturais

Os recursos naturais, como matérias-primas em geral, água e energéticos (petróleo, gás natural, carvão, entre outros) são classificados em recursos renováveis e não renováveis. Para os recursos renováveis (como madeira, água e alimentos) recomenda-se o consumo sustentável, ou seja, aquele que possibilita a sua reposição natural. A super exploração desses recursos, pode ocasionar a exaustão dos mesmos, como já ocorreu com espécies de animais, extintas porque o tempo de reprodução foi desrespeitado. Um exemplo está na indústria pesqueira, que verificou a diminuição da disponibilidade de peixes.

Já com os recursos não renováveis (minerais como o ferro, cobre, bauxita, ouro, entre outros), que são finitos ou possuem um processo de renovação muito lento (petróleo, por exemplo), o problema é maior. Recomenda-se um maior controle dos seus consumos. A reciclagem, quando possível, deve ser utilizada para que estejam disponíveis por maior tempo e a pesquisa e desenvolvimento de materiais alternativos são essenciais, para que haja uma possibilidade de substituição quando esgotados.

Helene e Bicudo (1994) destacam que muitos dos recursos naturais utilizados nas cidades, no consumo humano e industrial, são provenientes de regiões distantes. Por isso, as pessoas não têm noção do tamanho da degradação causada ao meio ambiente devido aos seus hábitos de consumo.

Segundo informações da ONG WWF-Brasil (2006), o relatório Planeta Vivo 2006, elaborado pela Rede WWF (antigamente conhecida como Fundo Mundial para a Natureza, de “*World Wide Fund For Nature*”), organização mundial independente dedicada à conservação da natureza, destaca que nos últimos 30 anos ocorreu o desaparecimento de 55% das populações de espécies tropicais devido à transformação de ambientes naturais em

pastagens e lavouras. E, na América Latina, nos últimos 10 anos, 50% dos manguezais, cerca de 2 milhões de hectares, foram destruídos.

Em relação à água, de acordo com informações do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE-SP), 97,3% do total de água existente no planeta são de água salgada e, apenas 2,7%, são de água doce. E o volume de água doce disponível está distribuído na proporção apresentada na Tabela 2.1.

Localização	%
Calotas polares, em forma de geleiras	77,2
Água subterrânea	22,4
Lagos e pântanos	0,35
Atmosfera	0,04
Rios	0,01

Tabela 2.1. Distribuição da água doce do planeta.

Fonte: DAEE-SP (2008).

Segundo a CETESB (2007a), a obtenção de água doce de águas subterrâneas é altamente custosa. Devido a isso, as águas doces superficiais devem ser preservadas e consumidas com o maior controle possível.

Ribeiro (2003) lembra que aproximadamente 20% da população mundial enfrentam o problema da falta de água doce. Na África, 309 milhões de pessoas não têm acesso à água e, na América Latina, são 92 milhões. Além disso, nas próximas décadas, países desenvolvidos como Estados Unidos, França, Itália, entre outros, também passarão por dificuldades decorrentes da escassez de seus recursos hídricos.

É ressaltado pelo autor que a falta de água pode vir a criar um comércio mundial do recurso ou, até mesmo, conflitos entre países. Por exemplo, os países ricos, se não mudarem seus hábitos de consumo, necessitarão comercializar água com outros países, como o Brasil, detentor de grande quantidade do recurso. E disputas poderão surgir, o que já acontece em algumas regiões, como no Oriente Médio, onde está presente apenas 1% dos recursos hídricos do planeta para cerca de 6% da população mundial.

Izique (2007) destaca que aproximadamente um terço da população do planeta possui dificuldade de acesso à água, principalmente no norte da África. Segundo ela, a água potável não está disponível para 1,3 bilhão de pessoas e os serviços de esgotamento sanitário não atendem cerca de 2 bilhões de habitantes.

O Brasil é um país privilegiado, conforme destacado pelo DAEE-SP, porque possui 12% do total de água doce superficial da Terra. O Estado de São Paulo possui 1,6% da

água doce do país. De acordo com Zanardi et al. (2007), o uso de água no Brasil está dividido conforme apresentado na Figura 2.3.

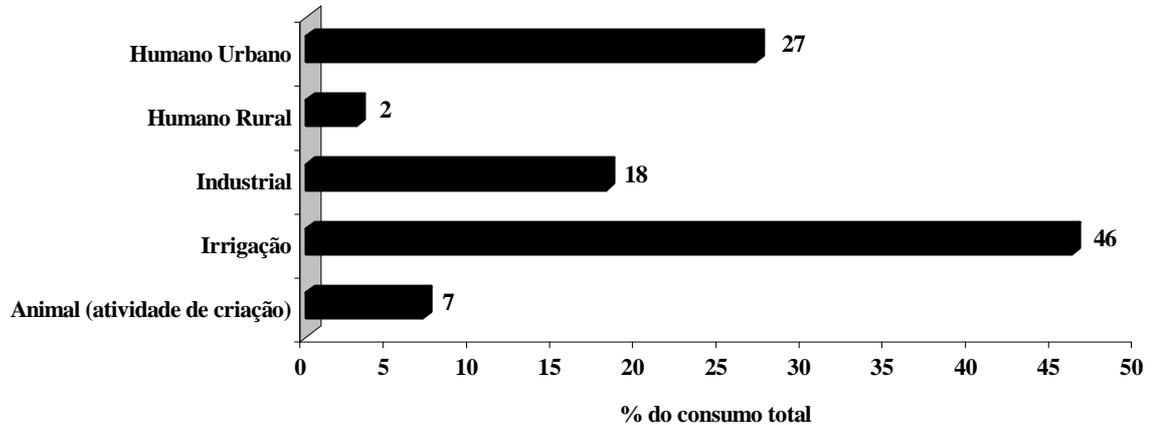


Figura 2.3. Usos de água no Brasil
Fonte: Zanardi et al. (2007).

As informações da Figura 2.3 demonstram que o consumo sustentável de água é responsabilidade tanto dos cidadãos (uso humano urbano e humano rural), como dos empresários, agricultores e criadores de animais.

Em relação ao consumo de energia, também recomenda-se o consumo sustentável, por três motivos:

- para a obtenção de energia oriunda de fontes renováveis, normalmente, são necessários grandes investimentos em infra-estrutura;
- para a produção de energia proveniente de fontes não renováveis, também são realizados altos investimentos e, ainda, essas fontes podem se esgotar com o passar dos anos;
- os processos de geração de energia, seja a partir de fontes renováveis ou de não renováveis, provocam impactos ambientais.

As diferentes formas de energia existentes são originadas de fontes renováveis ou de não renováveis. As energias solar e eólica, por exemplo, são renováveis, pois têm como fontes o sol e o vento, respectivamente. A energia elétrica pode ser produzida a partir de fontes não renováveis (como gás natural, carvão mineral e urânio) ou de fontes renováveis (como a energia hidráulica e a biomassa da cana-de-açúcar). Já a energia fóssil, utilizada principalmente como combustível dos meios de transporte, é oriunda de fontes não renováveis, como o petróleo e seus derivados.

No Brasil, a matriz energética está baseada nas fontes apresentadas na Tabela 2.2, de acordo com dados do Ministério de Minas e Energia do ano de 2006.

Fontes	Participação (%)
Não Renovável	54,9
Petróleo e derivados	37,7
Gás natural	9,6
Carvão mineral e derivados	6
Urânio e derivados	1,6
Renovável	45,1
Hidráulica e eletricidade	14,8
Lenha e carvão vegetal	12,7
Derivados da cana-de-açúcar	14,6
Outras renováveis	3
Total	100

Tabela 2.2. Matriz energética brasileira – 2006.
Fonte: Ministério de Minas e Energia (2006).

É importante destacar que 55% da energia produzida no país são provenientes de fontes não renováveis, o que serve de alerta para as autoridades brasileiras, que deveriam diminuir essa dependência. São necessários investimentos em infra-estrutura para aumentar a obtenção de energia de fontes renováveis, como, por exemplo, a eletricidade gerada por usinas hidrelétricas (aproveitamento da energia hidráulica).

Outro ponto a salientar é que a geração de energia produz impactos ambientais. No Quadro 2.3 são apresentados os principais impactos ambientais provocados por cinco diferentes processos de geração de eletricidade (usina hidrelétrica, usina térmica, usina nuclear, geradores eólicos e geração por energia solar), de acordo com informações da Rio Grande Energia (2008), distribuidora de energia elétrica da região norte-nordeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Processos de Geração	Impactos Ambientais
Usina Hidrelétrica	<ul style="list-style-type: none"> - Inundação de grandes áreas de produção de alimentos e de florestas; - Alteração do ambiente e conseqüente interferência na migração e reprodução de peixes; - Geração de resíduos durante a manutenção dos equipamentos.

“... continua...”.

Usina Térmica (produção de eletricidade a partir da queima de combustíveis, como carvão, óleo combustível e gás natural)	<ul style="list-style-type: none"> - Emissão de gases do efeito estufa; - Usinas térmicas a carvão e óleo emitem óxidos de enxofre e nitrogênio, causadores das chuvas ácidas; - Geração de resíduos durante a manutenção dos equipamentos.
Usina Nuclear	<ul style="list-style-type: none"> - Risco de acidentes e vazamento de radiação para o meio ambiente; - Geração de lixo atômico.
Geradores Eólicos	<ul style="list-style-type: none"> - Geração de ruídos; - Poluição visual devido a seu grande porte.
Geração por Energia Solar	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo de matéria-prima para a construção dos painéis fotovoltaicos.

Quadro 2.3. Principais impactos ambientais provocados por cinco diferentes processos de geração de energia elétrica.

Fonte: Rio Grande Energia (2008).

Consumo de recursos naturais pelas empresas processadoras de madeira

Os principais recursos naturais consumidos pelas empresas processadoras de madeira são os seguintes: madeira, água e energia.

O consumo de madeira, se realizado de forma descontrolada, representa uma ameaça às florestas brasileiras. Segundo informações do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2009) o Brasil é o quinto país mais poluidor do planeta, principalmente, devido à realização de desmatamentos através de queimadas, que ocasionam: destruição da fauna e flora, empobrecimento e/ou erosão dos solos (no contexto local); poluição atmosférica (no contexto regional); e, aquecimento global e mudanças climáticas (no contexto global).

De acordo com Oliveira e Soares Neto (2008), as queimadas realizadas na Amazônia, para a implantação de áreas de pastagem ou de plantações agrícolas, representam cerca de 70% das emissões brasileiras de gases responsáveis pelo aquecimento global.

A madeira consumida pela maioria das empresas (produtoras de lápis, celulose, papel e papelão) é proveniente de florestas plantadas. Segundo a CETESB (2008), o plantio de florestas também causa impactos ambientais, conforme descrito no Quadro 2.4.

Impactos ambientais nas áreas florestais	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imobilização de amplas áreas para cultivo de eucaliptos e pinus, que poderiam ter outras destinações. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Possibilidade de incêndios florestais e nas pilhas de resíduos de corte de árvores, gerando emissões atmosféricas, resíduos sólidos e possíveis danos a terceiros.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução de biodiversidade nas áreas plantadas (“desertos verdes”). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de maquinário pesado para extração da madeira, com risco de compactação do solo.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alto consumo de água de irrigação pelos cultivares. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amplo uso de fertilizantes e agrotóxicos, com riscos para, fauna, solo e águas subterrâneas.

Quadro 2.4. Principais impactos ambientais nas áreas florestais.

Fonte: CETESB (2008).

Apesar de mencionar a existência desses impactos ambientais, a CETESB (2008) ressalta que os mesmos podem ser minimizados ou evitados através da adoção de melhores práticas de produção (manejo) florestal, que agridem menos o meio ambiente.

Além da madeira, na produção de lápis são consumidas outras matérias-primas: tintas, grafite, minas coloridas, cola, vernizes, papéis para embalagens, entre outras.

As empresas produtoras de celulose e papel consomem, também, outras importantes matérias-primas. De acordo com a CETESB (2008), os principais produtos químicos utilizados na produção de celulose e papel são aqueles apresentados no Quadro 2.5. Cada um deles possui sua função no processo produtivo e causa impactos ambientais específicos.

Produto	Uso	Impactos
Cloro gasoso	Utilizado no branqueamento da massa, em unidades mais antigas.	Apresenta uma série de fatores de risco patrimonial, ocupacional e ambiental.
Dióxido de Cloro	Ampla utilização nos processos de branqueamento de polpa ditos isentos de cloro elementar (descritos pela sigla em inglês ECF).	É um poderoso biocida; é um gás explosivo em concentrações maiores que 12% no ar; corrosivo; altamente tóxico por ingestão; nocivo para plantas e animais.
Enxofre e seus compostos	A fabricação de celulose envolve o uso de grandes quantidades de sais de enxofre, que durante o processo de digestão sofrem reações químicas, transformando-se em compostos de enxofre total reduzido (ETR), responsáveis pelo odor característico das plantas de celulose.	Além de representarem um problema de relacionamento em potencial com a comunidade do entorno da fábrica, certos sulfetos têm a propriedade de “anestésiar” o olfato quando acima de certas concentrações; isso traz o potencial de acidentes com óbitos por intoxicação/sufocamento de operadores.

“... continua...”.

Hidróxido de Sódio (Soda Cáustica)	É uma das bases (substâncias alcalinas) mais fortes. Adicionado ao digestor para extração da lignina.	Agente altamente agressivo. Pode causar: queimaduras severas na pele; cegueira permanente; queimaduras severas na boca, garganta e esôfago, quando ingerido; edema pulmonar, quando inalado; ou, óbito.
Aditivos	Aditivos e produtos auxiliares, para conferir a cada tipo de papel as propriedades necessárias. São incluídos detergentes, destintantes, polímeros, corantes, antiespumantes e resinas.	Várias dessas substâncias podem apresentar propriedades tóxicas e/ou irritantes, o que torna essencial o conhecimento de seus efeitos potenciais sobre a saúde humana e o meio ambiente.

Quadro 2.5. Principais produtos químicos utilizados na produção de celulose e papel.

Fonte: CETESB (2008).

O consumo de água também é uma preocupação das empresas processadoras de madeira. Por exemplo, segundo a CETESB (2008), a indústria de celulose e papel já foi considerada uma das maiores consumidoras de água no processo produtivo. Mas, com a aquisição de tecnologias modernas e o emprego de melhores práticas de produção (fechamento de circuito, por exemplo), as empresas diminuíram o consumo. Na década de 1970, eram utilizados de 100 a 120 m³ de água por tonelada produzida de celulose. Na década de 1990, o consumo foi reduzido para cerca de 32 a 36 m³ por tonelada produzida. As etapas de produção da celulose branqueada (principalmente, a lavagem da celulose) são responsáveis por grande consumo. Também, na reciclagem de aparas, nas etapas de depuração e lavagem, é consumida grande quantidade de água para a lavagem da massa.

Na produção do lápis, há consumo de água, principalmente, na etapa de irrigação das mudas, nos parques florestais.

As empresas processadoras de madeira consomem quantidade significativa de energia. É ressaltado pela CETESB (2008), por exemplo, que o processo de produção de celulose e papel utiliza grande quantidade do recurso. Os equipamentos de maior consumo são os seguintes: caldeiras auxiliares (a biomassa, óleo ou gás), caldeira de recuperação (queima do licor negro), secadoras de celulose e máquinas de papel (consumidoras de grande quantidade de vapor). Ainda, há o consumo de energia elétrica por outros diversos equipamentos (motores, compressores, bombas de vácuo, bombas hidráulicas, misturadores, depuradores e refinadores).

Na produção do lápis, há consumo de energia nas serras utilizadas para o corte da madeira e, também, em diversos outros equipamentos (motores, compressores, entre outros).

2.2.2 Poluição

A poluição pode ocorrer pela quantidade (concentração) ou pelas características das substâncias lançadas no meio ambiente. No primeiro caso, acontece se a taxa de emissão de substâncias (em quantidade) for superior à taxa de transformação pelo ambiente (ar, solo ou água). No segundo caso, a poluição ocorre porque há o lançamento de componentes nocivos, sejam sintéticos ou tóxicos. Substâncias sintéticas são desconhecidas pela natureza e não são facilmente assimiladas e transformadas. E, a substância tóxica, apenas pela sua presença, não importando muito a sua concentração, já causa danos à fauna, flora e à saúde humana.

Segundo Helene e Bicudo (1994), a poluição pode ser definida por três processos:

- a) introdução de substâncias artificiais e estranhas a uma região;
- b) inserção de substâncias naturais estranhas a uma região;
- c) modificação na proporção ou nas características dos elementos componentes de um determinado meio.

Manzini e Vezzoli (2002) explicam que os efeitos da poluição podem afetar três níveis: (1) Local: poluição do próprio local de produção ou de armazenamento; (2) Regional: poluição vizinha às áreas industriais; e, (3) Global: mudanças climáticas no planeta causadas pela poluição do ar.

Para Porter e Van Der Linde (1999) a poluição é um sinal de ineficiência, ou seja, a liberação no meio ambiente de substâncias perigosas, resíduos e de algumas formas de energia indica que as matérias-primas foram utilizadas incompletamente. E, ainda, as empresas são obrigadas a realizar atividades custosas que não agregam valor, como a manipulação, armazenamento e disposição final desses resíduos. Para os autores, a eliminação da poluição pode ser alcançada através do uso das mesmas ações básicas utilizadas nos programas de qualidade, como: eliminar as atividades desnecessárias, utilizar as matérias-primas mais eficientemente e substituir os materiais perigosos e de difícil manipulação.

Caldart e Sant'anna (2003) também ressaltam que a poluição gerada por resíduos sólidos é uma matéria-prima já paga e que não foi aproveitada no produto. E esse material, ainda, ocasionará um segundo gasto, que é o do seu tratamento para a apropriada disposição final. Os autores mencionam a existência da equação industrial linear clássica, que

é baseada na contenção e tratamento da poluição gerada e posterior descarte dos resíduos. Segundo eles, a produção limpa substitui essa equação linear pela equação circular, na qual é proposta a prevenção da geração de resíduos e a recuperação daqueles que forem gerados.

De acordo com Lemos e Nascimento (1999), prevenir a poluição é muito mais vantajoso, tanto financeiramente como ambientalmente, do que restaurar ambientes degradados ou imagens organizacionais depreciadas pelo acontecimento de problemas ambientais.

Um procedimento inadequado, segundo Donaire (1999), adotado por alguns países para resolver a questão da poluição ambiental nas grandes cidades (Cidade do México, Tóquio, São Paulo), é transferir as indústrias para outras regiões menos agredidas, o que não soluciona o problema da poluição, somente a remove para outras áreas. Em alguns casos, os níveis educacionais e de renda dos habitantes de uma determinada comunidade são tão baixos que qualquer empresa que pretenda se instalar no local é aceita, mesmo sendo uma fábrica poluidora.

2.2.2.1 Poluição do solo

Segundo a CETESB (2007c), o solo possui as seguintes funções:

- “sustentação da vida e do “habitat” para pessoas, animais, plantas e outros organismos;
- manutenção do ciclo da água e dos nutrientes;
- proteção da água subterrânea;
- manutenção do patrimônio histórico, natural e cultural;
- conservação das reservas minerais e de matérias primas;
- produção de alimentos; e
- meio para manutenção da atividade sócio-econômica”.(CETESB, 2007c)

Sánchez (2001) ressalta que a poluição do solo acontece devido à presença de substâncias que prejudicam a sua qualidade, tornando-o nocivo à vegetação, aos animais, aos seres humanos e às águas subterrâneas. E, essa poluição pode ser difusa (disseminada) ou pontual (localizada).

De acordo com a CETESB (2007d), a poluição do solo ocorre quando o mesmo tem sua qualidade alterada por causa da acumulação de poluentes atmosféricos em sua

superfície, da utilização de agrotóxicos e fertilizantes nas práticas agrícolas e da disposição inadequada de resíduos sólidos industriais, domiciliares, substâncias tóxicas e radioativas.

Sisinno e Moreira (1996) mencionam que a disposição inadequada de grandes quantidades de resíduos pode ocasionar, além da poluição do próprio solo, a poluição das águas, do ar e a proliferação de vetores. E, a situação pode ser piorada, segundo eles, se o aterro ou lixão estiverem localizados próximos a bairros residenciais ou em zonas de mananciais que deveriam ser legalmente protegidas.

Os autores citam um exemplo de disposição inadequada de resíduos. É o caso do aterro do Morro do Céu, em Niterói – RJ, onde são encontrados problemas como: falta de tratamento do chorume, não drenagem dos gases produzidos, incorreta cobertura dos resíduos e inexistência de ações para o controle da proliferação de vetores.

A CETESB (2007d) explica que a poluição do solo pode acontecer localmente ou regionalmente. O primeiro caso acontece, normalmente, em depósitos de resíduos ou em áreas de armazenagem ou produção de produtos químicos. Também, pelo lançamento proposital de resíduos e efluentes no solo ou pelo vazamento ou derramamento acidentais. Já o caso da poluição regional pode ocorrer por inundações, por distribuição atmosférica ou por técnicas agrícolas inadequadas.

Poluição do solo pelas empresas processadoras de madeira

Segundo a CETESB (2008), no processo de produção de celulose e papel é gerada uma grande quantidade de resíduos sólidos (da Classe IIA ou IIB, de acordo com a norma NBR 10.004/2004, explicada a seguir). Estima-se que nas unidades fabris brasileiras é produzido um volume de aproximadamente 150 Kg por tonelada de produto, com um custo de disposição final em torno de US\$ 2,00 por tonelada. Os principais resíduos sólidos gerados são aqueles apresentados no Quadro 2.6.

Resíduos sólidos da produção de celulose e papel

- *Grits*, gerados no processo de apagamento da cal para produção de licor branco (soda cáustica).
- *Dregs*, gerados na clarificação do licor verde (carbonato de sódio + sulfeto de sódio).
- Lama de cal, gerada nos filtros de lama de cal (carbonato de cálcio).
- Casca suja oriunda do pátio de madeira.
- Serragem proveniente dos picadores.
- Rejeito advindo da digestão da madeira.
- Cinzas oriundas dos precipitadores das caldeiras de biomassa e forno de cal.
- Lodo da estação de tratamento de efluentes.
- Resíduos resultantes da operação e manutenção da caldeira: borras oleosas, cinzas, estopas sujas, embalagens de combustível, entre outros.
- Restos de embalagens, resíduos de serviços de saúde (ambulatório médico, consultório dentário),

resíduos de varrição, de sanitários e de escritórios/refeitório.

- Outros: sobras de aditivos, insumos fora de especificação ou com prazo de validade vencido, cinzas de caldeira, material retido em sistema de controle de poluição atmosférica (filtros).

Quadro 2.6. Principais resíduos sólidos gerados na produção de celulose e papel.

Fonte: CETESB (2008).

Há geração de resíduos sólidos, também, na reciclagem de aparas. De acordo com a CETESB (2008), na coleta seletiva de aparas, realizada por catadores e cooperativas, podem ocorrer erros de classificação ou contaminação por outros tipos de lixo. Com isso, podem ser desperdiçadas aparas que poderiam ser reaproveitadas, além de aumentar a quantidade de resíduos enviados aos aterros sanitários. Ainda, são gerados resíduos sólidos nas etapas de depuração e lavagem, nas peneiras.

Na produção de lápis, são gerados os seguintes resíduos: restos da colheita, cinzas da caldeira de biomassa, serragem do corte da madeira, resíduos considerados perigosos (Ex: de ambulatórios), lodo da estação de tratamento de efluentes, entre outros. Caso não seja usada tinta atóxica para a pintura dos produtos, há, também, a geração de outros resíduos perigosos.

2.2.2.2 Poluição do ar

A poluição do ar está relacionada a problemas como o aquecimento global, mudanças climáticas, redução da camada de ozônio, formação de chuvas ácidas, entre outros. De acordo com a CETESB (2007b), o poluente atmosférico é uma substância presente no ar que, pela sua concentração, pode ocasionar os seguintes problemas: “... torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, causando inconveniente ao bem estar público, danos aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade”.

Segundo Marques (2007), pesquisadores da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) estimam que, anualmente, cerca de 3500 habitantes da cidade de São Paulo são vitimados por problemas de saúde causados pela poluição atmosférica. Peiter e Tobar (1998) mencionam que, segundo a literatura médica, os efeitos da poluição do ar são mais severos em crianças (entre zero e cinco anos de idade) e idosos (maiores de 65 anos de idade).

Outros pesquisadores também constataram efeitos nocivos da poluição atmosférica:

- Bakonyi et al. (2004) investigaram, na cidade de Curitiba-PR, nos anos de 1999 e 2000, os efeitos provocados pela poluição do ar na enfermidade por doenças respiratórias em crianças na faixa etária de 0 a 14 anos. Os resultados do estudo indicaram que a poluição provoca efeitos prejudiciais à saúde das crianças, até mesmo quando os níveis estão abaixo dos padrões legalmente estabelecidos;
- Nascimento et al. (2006) estudaram, na cidade de São José dos Campos-SP, nos anos de 2000 e 2001, as conseqüências da poluição atmosférica à saúde de crianças entre 0 e 10 anos de idade. Foi verificado que, com o aumento da poluição, há um acréscimo no número de internações hospitalares por pneumonias;
- Martins et al. (2002) pesquisaram, no município de São Paulo, entre 1996 e 1998, os efeitos da poluição atmosférica nos atendimentos de idosos (indivíduos com 65 anos de idade ou mais) por pneumonia ou gripe. Constatou-se que existe relação entre aumento da poluição e maior número de atendimentos de idosos.
- Freitas et al. (2004) verificaram, na cidade de São Paulo, entre 1993 e 1997, a associação entre aumento da concentração de poluentes atmosféricos e acréscimo no número de internações de crianças (menores de 15 anos de idade) por doenças respiratórias e na mortalidade de idosos.

Segundo a CETESB (2007b), as substâncias poluentes são divididas em duas categorias: (1) poluentes primários, aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão, e, (2) poluentes secundários, aqueles formados na atmosfera através da reação química entre poluentes primários e componentes naturais da atmosfera. Essa divisão é feita para facilitar a classificação das muitas substâncias presentes no ar e a posterior medição do nível de poluição atmosférica.

Somente para um pequeno número de poluentes é realizada a medição do nível de poluição. De acordo com a CETESB (2007b), os poluentes utilizados como indicadores de qualidade do ar são os seguintes: material particulado (MP); dióxido de enxofre (SO₂); monóxido de carbono (CO); oxidantes fotoquímicos, como o ozônio (O₃); hidrocarbonetos (HC) e óxidos de nitrogênio (NO_x). O Quadro 2.7 apresenta as principais características dessas substâncias.

Poluente	Descrição	Fontes de emissão	Efeitos
Material particulado (MP)	Conjunto de poluentes constituídos de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera por causa de seu pequeno tamanho.	Veículos automotores; processos industriais; queima de biomassa; ressuspensão de poeira do solo.	Problemas à saúde; redução da visibilidade na atmosfera.
Dióxido de enxofre (SO₂)	Resulta principalmente da queima de combustíveis que contêm enxofre. Pode reagir com outras substâncias presentes no ar formando partículas de sulfato.	Queima de combustíveis como: óleo diesel, óleo combustível industrial e gasolina.	Chuva ácida; redução da visibilidade na atmosfera.
Monóxido de carbono (CO)	É um gás incolor e inodoro que resulta da queima incompleta de combustíveis de origem orgânica (combustíveis fósseis, biomassa).	Veículos automotores; processos industriais.	Doenças respiratórias.
Oxidantes fotoquímicos (O₃)	Denominação que se dá à mistura de poluentes secundários formados pelas reações entre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, na presença de luz solar. O principal produto desta reação é o ozônio.	Queima incompleta e evaporação de combustíveis e solventes.	Prejuízos à saúde humana e à flora; formação da névoa fotoquímica; redução da visibilidade na atmosfera.
Hidrocarbonetos (HC)	São gases e vapores resultantes da queima incompleta e evaporação de combustíveis e de outros produtos orgânicos voláteis.	Queima incompleta e evaporação de combustíveis e de outros produtos orgânicos voláteis.	Muitos deles (Ex: benzeno) são cancerígenos; participam da formação da névoa fotoquímica.
Óxidos de nitrogênio (NO_x)	São formados durante processos de combustão. O NO, sob a ação de luz solar se transforma em NO ₂ e tem papel importante na formação de oxidantes fotoquímicos como o ozônio.	Veículos automotores; queima de combustíveis em usinas térmicas.	Dependendo das concentrações, o NO ₂ causa prejuízos à saúde; formação da chuva ácida.

Quadro 2.7. Características dos poluentes atmosféricos utilizados como indicadores da qualidade do ar, segundo a CETESB.

Fonte: CETESB (2007b).

Além dos poluentes apresentados anteriormente no Quadro 2.7 (que são os considerados pela Resolução CONAMA N^o 03/90), outros parâmetros são monitorados pela CETESB. Trata-se dos compostos de Enxofre Total Reduzido (ETR). A descrição, fontes de emissão e efeitos desses compostos são abordados a seguir, no Quadro 2.8.

Poluente	Descrição	Fontes de emissão	Efeitos
Enxofre Total Reduzido (ETR)	Sulfeto de hidrogênio, metil-mercaptana, dimetil-sulfeto, dimetil-dissulfeto são os compostos de enxofre reduzido mais freqüentemente emitidos.	Refinarias de petróleo, fábricas de celulose, plantas de tratamento de esgoto, entre outras.	Odor desagradável.

Quadro 2.8. Características dos compostos de Enxofre Total Reduzido (ETR).

Fonte: CETESB (2007b).

O dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄) são outros gases nocivos ao meio ambiente, pois provocam o efeito estufa. Hill (2001) menciona que a principal fonte de emissões de CO₂ é a queima (combustão) de combustíveis fósseis, seja nas instalações industriais geradoras de energia (fontes pontuais) ou nos meios de transporte (fontes móveis). Outra importante fonte é a queimada de florestas. Em relação ao metano, o autor cita que as principais fontes de emissões são os gasodutos, a agricultura, minas de carvão e a disposição final de resíduos.

Poluição do ar pelas empresas processadoras de madeira

De acordo com a CETESB (2008), o processo de produção de celulose gera, principalmente, os seguintes poluentes atmosféricos: material particulado, dióxido de enxofre, compostos de enxofre total reduzido (ETR), óxidos de nitrogênio (NO_x) e monóxido de carbono. Essas substâncias causam os impactos mencionados anteriormente e são geradas, principalmente, nos equipamentos descritos no Quadro 2.9.

Equipamento	Descrição das principais emissões
Caldeira de recuperação	Altas emissões de dióxido de enxofre, materiais particulados e compostos de enxofre total reduzido (ETR), demandando a utilização de equipamentos de controle adequados.
Forno de cal	Geralmente queimando óleo, com um alto potencial de emissão de material particulado e outras substâncias (óxidos de nitrogênio, por exemplo). Na calcinação da lama calcária (CaCO ₃) é liberado CO ₂ .
Caldeiras a óleo combustível	É comum o uso em empresas pequenas e, nesses casos, é essencial o controle rígido da queima, de modo a minimizar as emissões de monóxido de carbono, óxidos de enxofre (SO _x) e material particulado.
Caldeiras a gás	Demandam medidas de controle das emissões, principalmente para que sejam evitadas emissões de óxidos de nitrogênio (NO _x).
Digestor e evaporadores	Apresentam emissões fugitivas de compostos de enxofre total reduzido (ETR).
Caldeira de biomassa	Estas caldeiras emitem material particulado e óxidos de nitrogênio (NO _x).

Quadro 2.9. Principais emissões atmosféricas dos equipamentos do processo de produção de celulose.

Fonte: CETESB (2008).

Na produção de lápis, podem ser gerados poluentes (CO₂, principalmente) caso ocorram incêndios nas florestas. Também, na caldeira de biomassa, podem ser emitidos: material particulado e óxidos de nitrogênio (NO_x).

2.2.2.3 Poluição da água

De acordo com Zampieron e Vieira (2008), há diversas formas de poluição da água, entre elas:

- poluição térmica: emissão de efluente em alta temperatura;
- poluição física: lançamento de material em suspensão;
- poluição biológica: liberação de vírus e bactérias patogênicas;
- poluição química: ocorrida pela insuficiência de oxigênio, toxicidade e eutroficação.

Segundo a CETESB (2007a), os principais causadores da poluição das águas são:

- emissões domésticas, constituídas de contaminantes orgânicos biodegradáveis, nutrientes e/ou bactérias;
- emissões industriais, que podem ser compostas de contaminantes orgânicos e/ou inorgânicos;
- poluentes provenientes da drenagem de áreas urbanas e agrícolas, como fertilizantes, agrotóxicos, fezes de animais e materiais em suspensão.

Aguiar e Scharf (2003) apresentam uma descrição mais detalhada dos poluentes da água, conforme mostrado no Quadro 2.10.

Poluentes	
Esgotos	Despejados no solo ou em corpos d'água. É necessária a implantação de um sistema de coleta e de tratamento do esgoto.
Resíduos químicos	Normalmente emitidos por indústrias e pela mineração. Metais pesados, como o chumbo, mercúrio, cádmio, cromo e níquel, são os mais perigosos, pois podem provocar problemas de saúde.
Nitratos	Esgotos domésticos e emissões industriais e de pecuaristas contêm nitratos, que são prejudiciais à saúde humana e podem estimular o crescimento de algas (eutrofização).
Vinhoto	Derivado da produção de açúcar e álcool e pode ser utilizado como fertilizante. É frequentemente lançado nos corpos d'água, mesmo existindo a proibição legal.
Poluição física	Provocada, por exemplo, pela emissão de água em alta temperatura, o que é nocivo aos ecossistemas. Também, pelo despejo de material radioativo.
Detergentes	No Brasil é proibida a produção de detergentes não biodegradáveis. Mas eles ainda contêm fosfatos, estimuladores do crescimento de algas, que quando morrem, são decompostas por bactérias que consomem o oxigênio da água.

“... continua...”.

Organoclorados	São compostos originados de processos industriais ou agrícolas (aplicação de agrotóxicos). Podem ocasionar problemas de saúde, como alguns tipos de câncer.
Chorume	É o líquido contaminado escorrido dos aterros de lixo e dos cemitérios, que deveriam ter seus solos impermeabilizados, para evitar a contaminação dos lençóis freáticos.
Poluição da agropecuária	Na agricultura, ocorre a poluição devido ao uso de fertilizantes e agrotóxicos. Na pecuária, os excrementos dos animais possuem altas concentrações de nitratos.
Poluição dos mares	Ocorre, também, pelas emissões domésticas, industriais, agrícolas e da pecuária, mas, principalmente, pelo derramamento de óleo nas atividades de exploração, processamento e transporte do petróleo.

Quadro 2.10. Poluentes da água.

Fonte: adaptado de Aguiar e Scharf (2003).

Muller (2008) menciona os seguintes problemas provocados pelo lançamento de matéria orgânica (nutrientes) no meio aquático:

- diminuição do oxigênio disponível devido ao aumento do número de seres aquáticos;
- redução do oxigênio presente na água, provocada pela decomposição de algas (cujo número foi aumentado pelo fornecimento de nutrientes) e da própria matéria orgânica lançada;
- alguns compostos químicos combinam-se com o oxigênio dissolvido, diminuindo sua concentração na água;
- turvamento da água, originando um sombreamento que dificulta a atividade de fotossíntese das plantas subaquáticas;
- cobertura de organismos pela precipitação de partículas, o que dificulta a respiração e outras trocas com o meio (por exemplo, a obstrução das brânquias dos peixes).

Ainda é destacado pelo autor que o assoreamento dos solos contribui para o turvamento da água, dificultando a fotossíntese das plantas e a respiração dos peixes.

Morelli (2005) cita o relatório “O Estado Real das Águas do Brasil”, trabalho resultante do estudo realizado, em 2003 e 2004, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a Defensoria da Água e a instituição religiosa Cáritas, no qual foi constatado que a poluição das águas brasileiras aumentou cinco vezes nos dez anos anteriores à pesquisa, podendo ser verificada em 20 mil áreas do país.

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) menciona algumas técnicas de controle da poluição da água, apresentadas no Quadro 2.11.

Técnicas
Implantação de sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários e industriais.
Controle de focos de erosão.
Recuperação de rios, restaurando suas condições naturais (do sedimento, do escoamento, da geometria do canal, da vegetação ciliar e da biota nativa).
Recuperação de lagos e represas, através de processos mecânicos, químicos ou biológicos.

Quadro 2.11. Técnicas de controle da poluição da água.
Fonte: SABESP (2008).

Zampieron e Vieira (2008) destacam que a preservação da boa qualidade da água proporciona benefícios a população, pois são evitados os gastos com seu tratamento e os problemas de saúde. Entretanto, é mencionado que a preocupação da maioria dos técnicos está em desenvolver novas formas de tratamento da água poluída e não em evitar a poluição.

Poluição da água pelas empresas processadoras de madeira

Segundo a CETESB (2008), os efluentes brutos do processo de produção de celulose e papel contêm os componentes apresentados no Quadro 2.12.

Componentes, características e impactos ambientais	
Tensoativos	Não apresentam alta toxicidade, mas são resistentes à biodegradação. Suas propriedades lipossolventes lhes conferem efeito bactericida, prejudicando processos biológicos importantes ao bom funcionamento dos ecossistemas aquáticos. Suspeita-se que alguns detergentes pesados de uso industrial sejam disruptores hormonais, que afetam a reprodução de organismos aquáticos, alterando o equilíbrio da biota.
Resíduos de cloro (AOX)	A tendência é de aparecimento de certa quantidade no efluente, até mesmo quando a planta não utiliza branqueamento a cloro, pois a presença de matérias-primas como celulose ou aparas assim branqueadas é quase que uma garantia da sua existência no efluente, em certo teor.
Cor	Uma das características mais “ofensivas” do efluente das plantas de celulose. Basicamente, tem origem nos licores escuros resultantes do processo de cozimento. Também nas indústrias de papel pode ser um problema, pois com o destintamento da massa é comum a presença de cor residual no efluente.
Soda Cáustica (NaOH)	Quando presente em quantidades significativas, apresenta efeitos corrosivos e biocidas. Altera o equilíbrio ecológico através da alteração do pH dos corpos d’água.
Metais pesados	Oriundos do processo (aditivos) de produção do papel. Podem promover efeitos tóxicos e tendem a se acumular nos organismos. Normalmente são tratados por via biológica e/ou físico-química, com resultados satisfatórios em termos de remoção de carga orgânica, inorgânica e toxicidade.
Dioxinas e furanos	Família de substâncias químicas que ocorrem, de forma não intencional, no processo produtivo. São originados da reação entre os compostos clorados (usados no branqueamento da celulose) e a polpa. Recebem, também, as denominações de compostos organoclorados ou poluentes orgânicos persistentes (POP’s). A Convenção de Estocolmo, realizada em 2001, objetivou o seu banimento, pois são substâncias altamente tóxicas, cancerígenas, prejudiciais ao sistema imunológico e reprodutor, e que apresentam um alto potencial de bioacumulação.

Quadro 2.12. Componentes dos efluentes brutos do processo de produção de celulose e papel.
Fonte: CETESB (2008).

Na reciclagem de aparas, de acordo com a CETESB (2008), há a geração de efluentes na etapa de destintamento. Esses efluentes contêm resíduos de tintas, soda cáustica e/ou tensoativos. E, nas etapas de depuração fina e acerto do comprimento da fibra, são gerados efluentes que contêm fibras de tamanho pequeno, que necessitam de tratamento.

Na produção de lápis, são gerados efluentes sanitários e industriais nas fábricas. Nas unidades florestais, o uso inadequado de fertilizantes e agrotóxicos pode ocasionar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

2.2.2.4 Poluição sonora

A poluição sonora ocorre através do ruído. Mourão (2007) explica que os ruídos perturbadores podem provocar prejuízos à saúde, à qualidade de vida e aos ecossistemas. As conseqüências negativas para os seres humanos e os animais são dependentes, segundo o autor, da intensidade do ruído e do tempo de exposição ao mesmo. O homem pode perceber efeitos como: insônia, irritabilidade, depressão e problemas auditivos passageiros ou permanentes. Nos ecossistemas é comum notar a fuga de algumas espécies de animais.

O autor também menciona alguns dos principais causadores da poluição sonora, apresentados no Quadro 2.13.

Causador	Exemplos
Fonte mecânica pontual	Máquinas, usinas, eletrodomésticos.
Fonte mecânica móvel	Carros, caminhões, trens, aviões, helicópteros.
Manifestações e eventos públicos	Festas, fogos de artifício, festivais, concertos.

Quadro 2.13. Causadores da poluição sonora.

Fonte: Mourão (2007).

De acordo com pesquisa realizada por Lacerda et al. (2005) na cidade de Curitiba-PR, no ano de 2001, com 892 indivíduos, as fontes de ruído que mais incomodam os cidadãos em seus lares são as seguintes: trânsito (66,8% dos entrevistados), vizinhos (33,1%), sirenes (23,3%), animais (21,4%) e construção civil (20,9%).

Também foi perguntado aos entrevistados quais são os efeitos provocados pelo ruído. As respostas foram as seguintes: irritabilidade (54,6%), baixa concentração (28%), insônia (19,8%) e dor de cabeça (19,2%). Os autores recomendam que a prevenção da

poluição sonora seja melhor tratada pelas autoridades, pois o ruído é um poluente perigoso que pode causar prejuízos permanentes à saúde dos cidadãos.

Outro exemplo de poluição sonora está no estudo de Zannin e Szeremetta (2003), realizado no parque Jardim Botânico da cidade de Curitiba-PR. Os autores verificaram, em 90,5% dos pontos de medição, níveis sonoros acima do limite máximo de 55dB(A) estabelecido para áreas verdes pela legislação municipal. Também foi constatado que, em 47,6% dos pontos analisados, há níveis sonoros superiores ao limite de 65dB(A), que é considerado, pela medicina, como o máximo aceitável para não oferecer riscos à saúde.

Poluição sonora pelas empresas processadoras de madeira

As máquinas e equipamentos utilizados pelas empresas processadoras de madeira (na produção de lápis, celulose, papel ou papelão) podem produzir ruídos, que incomodam trabalhadores, moradores ou outras unidades fabris vizinhas.

2.3 Legislação Ambiental

A legislação ambiental brasileira exige que as empresas processadoras de madeira evitem ou reduzam a geração de impactos ambientais. Há leis sobre a proteção de áreas florestais e sobre o controle da poluição, conforme explicado a seguir.

Áreas florestais protegidas

Segundo o Informe Nacional sobre Áreas Protegidas no Brasil (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007), os principais pontos da legislação são os seguintes:

- Lei N° 4.771, de 15 de setembro de 1965: instituiu o novo Código Florestal e criou as Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal;
- Lei N° 6.001/1973 (Estatuto do Índio): protege as terras indígenas;
- Constituição Federal de 1988: além de proteger as terras indígenas, também reconhece a propriedade da terra aos remanescentes das comunidades Quilombolas;
- Lei N° 9.985, de 18 de julho de 2000: criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), que é composto de 12 categorias de Unidades de Conservação.

A manutenção de áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal é exigida nos incisos II e III do parágrafo 2º do artigo 1º da Lei Nº 4.771/1965, conforme apresentado no Quadro 2.14.

Incisos II e III do parágrafo 2º do artigo 1º da Lei Nº 4.771
<p>II - área de preservação permanente: área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas; <u>(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)</u></p> <p>III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas; <u>(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001).</u></p>

Quadro 2.14. Incisos II e III do parágrafo 2º do artigo 1º da Lei Nº 4.771/1965.

Fonte: Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.

Nos Quadros D.1 e D.2, no anexo B, são apresentados os artigos 2º, 3º e 16 da Lei Nº 4.771/1965. Os artigos 2º e 3º definem as florestas e formas de vegetação natural consideradas de preservação permanente. E, o artigo 16, estabelece as proporções das áreas de Reserva Legal, de acordo com as regiões do país.

Outro ponto importante, ressaltado no artigo 12 da Lei Nº 4.771/1965, é que nas florestas plantadas, não consideradas de preservação permanente, é livre a extração de produtos florestais. E, o artigo 21 estabelece que as empresas utilizadoras de matéria-prima florestal devem manter florestas próprias para a exploração racional.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), criado pela Lei Nº 9.985/2000, é formado por dois grupos de unidades de conservação, com 12 categorias de manejo. Segundo o Informe Nacional sobre Áreas Protegidas no Brasil (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007), o primeiro grupo é o das Unidades de Proteção Integral, que tem como objetivo preservar o meio ambiente, sendo permitido somente o uso indireto de recursos naturais. Já o segundo grupo é o das Unidades de Uso Sustentável, que tem como propósito conciliar a preservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais. No Quadro 2.15, são apresentados os grupos e categorias de manejo.

Grupo de manejo	Categoria de manejo	Objetivos
Unidades de proteção integral	Estação Ecológica	Preservar a natureza e realizar pesquisas científicas.
	Reserva Biológica	Preservar a biota e os demais atributos naturais existentes em seus limites.
	Parque Nacional	Preservar ecossistemas naturais de relevância ecológica e beleza cênica e realizar: pesquisas científicas, atividades de educação e interpretação ambiental, recreação e turismo ecológico.
	Monumento Natural	Preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.
	Refúgio de Vida Silvestre	Proteger ambientes naturais de forma a assegurar condições para a existência e a reprodução de espécies ou comunidades da flora e fauna residente ou migratória.
Unidades de uso sustentável	Área de Proteção Ambiental	Proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.
	Área de Relevante Interesse Ecológico	Manter ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.
	Floresta Nacional	Uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e pesquisa científica, com ênfase em métodos de exploração sustentável de florestas nativas.
	Reserva Extrativista	Proteger os meios de vida e a cultura das populações extrativistas tradicionais e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais.
	Reserva de Fauna	Área natural com populações animais nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência se baseia em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, adaptados às condições ecológicas locais e que desempenhem papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica.
	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Conservar a diversidade biológica, sendo permitida: a pesquisa científica e a visitação com objetivos turísticos, recreativos ou educacionais.

Quadro 2.15. Grupos e categorias de manejo do SNUC.

Fontes: Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, e Informe Nacional sobre Áreas Protegidas no Brasil (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007).

A Lei Nº 9.985/2000 também define, no inciso XIX do artigo 2º, o que são corredores ecológicos:

“porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais”.

Outra importante área protegida é a Reserva da Biosfera, que, segundo o artigo 41 do Decreto Federal N° 4.340, de 22 de agosto de 2002, é:

“um modelo de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, que tem por objetivos básicos a preservação da biodiversidade e o desenvolvimento das atividades de pesquisa científica, para aprofundar o conhecimento dessa diversidade biológica, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações”.

Legislação ambiental sobre poluição

De acordo com o artigo 54 da Lei N° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, é considerado crime: “causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora”.

Legislação ambiental e Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) sobre poluição do solo

Para evitar a poluição do solo e, conseqüentemente, a da água, as empresas devem coletar e devolver as embalagens vazias de agrotóxicos aos seus vendedores. Isso é estabelecido no parágrafo 2° do artigo 6° da Lei N° 7.802, de 11 de julho de 1989.

Outra obrigação legal das empresas é a aplicação de agrotóxicos de forma controlada, para evitar a poluição do solo e da água. A Lei N° 7.802, no seu artigo 7°, inciso II, alíneas “b” e “c”, exige que os fabricantes de agrotóxicos forneçam as instruções para o uso adequado desses produtos. E, a alínea “b” do artigo 14 dessa mesma lei, responsabiliza as empresas por danos causados aos seres humanos e ao meio ambiente, por não seguirem as recomendações de uso do fabricante do agrotóxico.

Segundo a legislação ambiental do Estado de São Paulo, mais especificamente o artigo 14 da Lei Estadual N° 12.300/2006, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, os resíduos devem ser dispostos adequadamente, sendo proibidas algumas formas de destinação e utilização, conforme apresentado no Quadro 2.16.

Artigo 14 da Lei Estadual N° 12.300

Artigo 14 - São proibidas as seguintes formas de destinação e utilização de resíduos sólidos:

- I - lançamento "in natura" a céu aberto;
- II - deposição inadequada no solo;
- III - queima a céu aberto;
- IV - deposição em áreas sob regime de proteção especial e áreas sujeitas a inundação;
- V - lançamentos em sistemas de redes de drenagem de águas pluviais, de esgotos, de eletricidade, de telecomunicações e assemelhados;
- VI - infiltração no solo sem tratamento prévio e projeto aprovado pelo órgão de controle ambiental estadual competente;
- VII - utilização para alimentação animal, em desacordo com a legislação vigente;
- VIII - utilização para alimentação humana;
- IX - encaminhamento de resíduos de serviços de saúde para disposição final em aterros, sem submetê-los previamente a tratamento específico, que neutralize sua periculosidade.

Quadro 2.16. Artigo 14 da Lei Estadual N° 12.300/2006.

Fonte: Lei Estadual N° 12.300, de 16 de março de 2006.

A Norma ABNT NBR 10.004/04, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), apresenta uma classificação dos resíduos sólidos em relação aos seus riscos ao meio ambiente e à saúde humana, auxiliando no gerenciamento adequado dos mesmos. Os resíduos sólidos são classificados em: perigosos (resíduos classe I) e não perigosos (resíduos classe II). Estes são divididos em: não inerte (classe II A) e inerte (classe II B).

Segundo a Norma, os resíduos perigosos possuem uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade. Os resíduos não inertes são aqueles que possuem propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Já os resíduos inertes são aqueles que apresentam as características mencionadas no Quadro 2.17.

Resíduos inertes (classe II B)

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G.

Quadro 2.17. Características dos resíduos inertes.

Fonte: Norma ABNT NBR 10.004/04.

A Norma ABNT NBR 10.007/04, mencionada no Quadro 2.17, trata da amostragem de resíduos sólidos. E, a Norma ABNT NBR 10.006/04, aborda o procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.

Outra Norma importante para as empresas processadoras de madeira é a ABNT NBR 15.236/05, que trata da segurança de artigos escolares. São definidos limites de

conteúdo de antimônio, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio e selênio no revestimento de produtos pintados.

A legislação ambiental paulista, nos artigos 32 e 35 da Lei Estadual N° 12.300/2006, citada anteriormente, responsabiliza as indústrias geradoras de resíduos perigosos pelo seu gerenciamento e tratamento diferenciado. No Quadro 2.18 são apresentados os artigos.

Artigos da Lei Estadual N° 12.300
<p>Artigo 32 - Compete aos geradores de resíduos industriais a responsabilidade pelo seu gerenciamento, desde a sua geração até a sua disposição final, incluindo:</p> <p>I - a separação e coleta interna dos resíduos, de acordo com suas classes e características;</p> <p>II - o acondicionamento, identificação e transporte interno, quando for o caso;</p> <p>III - a manutenção de áreas para a sua operação e armazenagem;</p> <p>IV - a apresentação dos resíduos à coleta externa, quando cabível, de acordo com as normas pertinentes e na forma exigida pelas autoridades competentes;</p> <p>V - o transporte, tratamento e destinação dos resíduos, na forma exigida pela legislação pertinente.</p> <p>Artigo 35 - Os resíduos perigosos que, por suas características, exijam ou possam exigir sistemas especiais para acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento ou destinação final, de forma a evitar danos ao meio ambiente e à saúde pública, deverão receber tratamento diferenciado durante as operações de segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final.</p>

Quadro 2.18. Artigos 32 e 35 da Lei Estadual N° 12.300/2006.

Fonte: Lei Estadual N° 12.300, de 16 de março de 2006.

Legislação ambiental sobre poluição do ar

A Resolução CONAMA N° 003, de 28 de junho de 1990, estabelece padrões de qualidade do ar. De acordo com o artigo 1° dessa resolução: “são padrões de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral”.

Legislação ambiental sobre poluição da água

O tratamento de efluentes é exigido pelo artigo 24 da Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

3 A QUESTÃO AMBIENTAL NO MEIO EMPRESARIAL

Este capítulo tem como propósito discutir como é o comportamento histórico das empresas em relação à questão ambiental. São também abordadas algumas das formas utilizadas pelas empresas para gerenciar e divulgar a busca de práticas ambientais, como: a implantação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) e a obtenção de certificações ambientais. Finalmente, são discutidos quais são os principais fatores motivadores da adoção de práticas ambientais nas empresas, que serão utilizados como referência para a análise dos resultados da pesquisa realizada em empresas paulistas processadoras de madeira.

3.1 O Comportamento Ambiental Histórico das Empresas

A consideração da questão ambiental pelas empresas teve início, basicamente, após a Segunda Guerra Mundial. Inicialmente, o fator motivador era o atendimento à legislação ambiental. Com o decorrer dos anos, a preocupação foi evoluindo e passou a ser introduzida nas decisões gerenciais e estratégicas das organizações. Uma análise histórica do comportamento ambiental das empresas, no contexto mundial, é apresentada por Maimon (1994), conforme descrito no Quadro 3.1.

Período	Comportamento Ambiental
Até o início da década de 70	Nesse período verificou-se um comportamento ambiental reativo das empresas. A preocupação, principalmente das empresas de países desenvolvidos, era somente estar em conformidade com a legislação ambiental. Objetivava-se o lucro em curto prazo e os investimentos em equipamentos antipoluentes eram vistos como custos adicionais que deveriam ser repassados para o preço final dos produtos. A responsabilidade ambiental e o bom desempenho financeiro da empresa eram considerados incompatíveis, assim como a existência de uma política ambiental e o desenvolvimento econômico do país.
Fase de transição (após choques do petróleo)	Em decorrência das duas crises do petróleo, em 1973 e 1979, as <i>commodities</i> tiveram seus preços elevados. Isso levou os gestores à necessidade de economizar água, energia e matérias-primas em geral. Para tanto, as empresas que já eram obrigadas a obedecer à legislação antipoluição, passaram a procurar inovações tecnológicas, remodelando seus produtos e processos.

“... continua...”.

Década de 80	<p>O comportamento ambiental reativo passa a ser visto como uma ameaça à sobrevivência das empresas, exigindo uma mudança de atitude, porque um novo contexto ambiental começara a surgir, envolvendo fatores como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - aumento da valorização dos consumidores e dos acionistas por empresas ambientalmente responsáveis, podendo, inclusive, oferecer resistência àquelas que não se adequarem; - crescimento dos mercados de produtos ambientalmente favoráveis; - difusão dos movimentos ambientalistas, que passam a apoiar os projetos de produtos ambientalmente favoráveis e a exigir o desenvolvimento de tecnologias de produção mais limpa e a realização de Estudos de Impactos Ambientais (EIAs); - surgimento de inovações tecnológicas, em produtos e processos, que minimizam a contaminação ambiental; - aumento de pressões internacionais para a preservação do meio ambiente.
---------------------	---

Quadro 3.1. Análise histórica do comportamento ambiental das empresas mundiais.

Fonte: adaptado de Maimon (1994).

No Brasil, segundo a autora, o comportamento ambiental das empresas teve características diferentes das ocorridas nos países desenvolvidos, conforme é apresentado no Quadro 3.2.

Período	Comportamento Ambiental
Década de 70	Já na primeira Conferência da ONU sobre Meio Ambiente, realizada em 1972 em Estocolmo, na Suécia, as autoridades brasileiras demonstraram o interesse de convidar as indústrias poluidoras estrangeiras a se instalarem no Brasil, pois aqui havia grande quantidade de recursos naturais, um abundante espaço para ser poluído e não existia uma política de controle ambiental. Na visão das autoridades, o maior problema para o Brasil era a pobreza, e não a poluição. Portanto, o desenvolvimento econômico era necessário, mesmo com conseqüências negativas para o meio ambiente.
Fase de transição	Durante a crise energética, enquanto os países se esforçaram para desenvolver tecnologias economizadoras de recursos e energia, no Brasil, a ação tomada não visava a racionalização, mas sim o desenvolvimento de fontes energéticas alternativas.

“... continua...”.

Década de 80	Nesse período o país passava por recessão econômica e as empresas não estavam estimuladas a investir na conservação ambiental, mesmo com a criação da Política Nacional do Meio Ambiente e com o crescimento das pressões dos movimentos ambientalistas.
Anos 90	Após a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e o Desenvolvimento (CNUAD), em 1992, no Rio de Janeiro, os empresários brasileiros passaram a demonstrar uma maior preocupação com a questão ambiental.

Quadro 3.2. Análise histórica do comportamento ambiental das empresas brasileiras.
Fonte: adaptado de Maimon (1994).

Na primeira década dos anos 2000, notou-se uma preocupação cada vez maior das empresas brasileiras em divulgar, na mídia, as práticas ambientais adotadas. Isso mostra que as empresas começam a tratar o assunto de maneira estratégica, considerando-o como uma oportunidade de melhoria de suas imagens ambientais frente à sociedade em geral (comunidade, entidades ambientalistas e consumidores).

A análise histórica evidencia que a busca de práticas ambientais no meio empresarial passa por estágios evolutivos. Alguns autores, inclusive, sugerem uma classificação desses estágios. Por exemplo, para Donaire (1994), a consideração da questão ambiental por uma empresa, geralmente, ocorre em três fases:

- (1) controle ambiental nas saídas: instalação de dispositivos de controle da poluição no final do processo, por exemplo, em chaminés. Esses equipamentos são considerados caros e, normalmente, vistos como um empecilho pelas empresas;
- (2) integração do controle ambiental nas práticas e processos industriais: o controle da poluição, apenas, além de ser considerado custoso, também deixa dúvidas sobre a sua eficiência. Então, as empresas passam a tratar a questão ambiental de forma preventiva, considerando-a como uma função da produção, e abrangendo atividades como o projeto de novos produtos e processos, a substituição de matérias-primas, a economia de recursos naturais (energia, água) e a reciclagem de materiais;
- (3) integração do controle ambiental na gestão administrativa: com o tempo, a proteção ambiental deixou de ser vista pelas empresas apenas como o cumprimento de uma exigência legal e passou a ser considerada como uma questão estratégica de mercado. Ou seja, a sobrevivência do negócio

depende das ameaças e oportunidades surgidas em um novo mercado ambiental, no qual os consumidores, acionistas e a sociedade em geral valorizam as atitudes empresarias de conservação do meio ambiente. Nesta fase, a questão ambiental não é uma função somente da produção, mas também da administração, estando inserida no planejamento estratégico da empresa.

Outra classificação é sugerida por Miles e Covin (2000). Para os autores, existem duas abordagens diferentes de gerenciamento ambiental nas empresas: (1) modelo de gestão baseado na conformidade ambiental; e (2) modelo estratégico de gestão ambiental.

O primeiro deles é adotado em empresas cujos produtos são commodities e a competição é baseada no preço das mercadorias. Nesse caso, os dirigentes consideram ser necessário apenas cumprir a legislação ambiental para evitar a aplicação de multas, pois para eles não é possível alcançar outros benefícios competitivos, devido às especificidades do seu mercado.

O segundo modelo é adotado em empresas cuja competição não é baseada somente no preço, mas também na diferenciação dos produtos. Nessa situação, na estratégia de marketing ambiental da empresa podem ser consideradas, além das variáveis relacionadas ao preço, outras como produto, promoção e distribuição.

As classificações dos estágios evolutivos são úteis para avaliar o comportamento ambiental das empresas. Um ponto importante a esclarecer é que evoluir de uma gestão ambiental de atendimento à legislação para uma gestão ambiental estratégica é uma tarefa trabalhosa para a maioria das empresas. Essa colocação é corroborada por Rosen (2001), que menciona a necessidade de uma mudança cultural por parte de todos os funcionários da empresa, além da implementação de mudanças técnicas, como a introdução de sistemas de gerenciamento ambiental e de novas metodologias de contabilidade, de projeto de produtos sustentáveis e de análise do ciclo de vida dos produtos. Essas mudanças, além de implementadas, devem, ainda, ser melhoradas continuamente.

Para Jabbour e Santos (2006), esses estágios evolutivos apresentados na literatura (controle nas saídas, controle preventivo nas práticas e processos produtivos e inserção da variável ambiental no planejamento estratégico), que indicam a maturidade da empresa em relação à questão ambiental, não necessariamente são tratados de forma progressiva. Uma determinada empresa pode permanecer em um dos estágios, avançar ou, até mesmo, retroceder.

No Brasil, segundo Rohrich e Cunha (2004), a preocupação predominante das empresas é, somente, adotar tecnologias de controle da poluição com o objetivo de atender a legislação. Entretanto, os autores lembram que muitos empresários já estão mudando essa mentalidade e passando a considerar a questão de maneira mais ampla, o que é demonstrado pelo aumento do número de empresas que estão implementando sistemas de gestão ambiental.

3.2 Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e Certificação Ambiental

A implantação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) e a obtenção de certificações ambientais são formas utilizadas pelas empresas para gerenciar e divulgar a busca de práticas ambientais.

Segundo a empresa certificadora BSI Brasil (2008), um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é uma estrutura que auxilia as empresas no controle de seus impactos ambientais. Florida e Davison (2001) argumentam que o SGA é uma ferramenta útil para gerenciar as relações com a comunidade e com outras partes interessadas (governo, consumidores, fornecedores, funcionários, entre outros), diminuindo, assim, a tensão normalmente existente no momento das discussões.

A ISO, Organização Internacional para Padronização, publicou, em 1996, a norma ISO 14001, reconhecida mundialmente, que apresenta os requisitos para o estabelecimento e operação de um SGA. Félix (2005) destaca que as empresas procuram a certificação de seus sistemas de gestão ambiental para divulgarem e manterem suas imagens ambientais positivas, visando, assim, ampliar os seus mercados.

O Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE) apresenta outras normas da série ISO 14000, que podem ser implementadas isoladamente. Elas são apresentadas no Quadro 3.3.

Série	Identificação	Objetivo
Série 14020	Selos e declarações ambientais	Informações sobre aspectos ambientais dos produtos.
Série 14030	Avaliação do desempenho ambiental	Descrição do desempenho ambiental do SGA.
Série 14040	Análise do Ciclo de Vida	Descrição do desempenho ambiental dos produtos.
ISO 14062	Design	Integração de aspectos ambientais no projeto de produto.

“... continua...”.

Série 14063	Comunicações ambientais	Comunicação do desempenho ambiental
Série 19011	Auditorias do Sistema de Gestão Ambiental	Informações sobre o desempenho do SGA.

Quadro 3.3. Principais normas da série ISO 14000.

Fonte: adaptado de CEMPRE (2005).

Um exemplo de obtenção da certificação ISO 14001 é o do Banco Nossa Caixa. A instituição obteve a certificação do sistema de gestão ambiental de seu edifício sede, localizado na cidade de São Paulo. As práticas apresentadas no Quadro 3.4 contribuíram para a certificação do Banco.

Principais Práticas
Coleta seletiva de resíduos sólidos para reciclagem;
Programa especial de coleta de lâmpadas fluorescentes, com descontaminação do mercúrio e reaproveitamento dos seus componentes na fabricação de novos produtos;
Programa especial de coleta de cartuchos de <i>tonner</i> ;
Incorporação do uso de papel reciclado na impressão de documentos;
Programa de monitoramento e controle da qualidade do ar interno e prevenção de riscos ambientais;
Uso de indicadores ambientais relacionados às instalações, como o consumo de água, energia e papel impresso.

Quadro 3.4. Práticas adotadas pelo Banco Nossa Caixa que contribuíram para a obtenção da certificação ISO 14001.

Fonte: Banco Nossa Caixa (2008).

Para empresas processadoras de madeira, uma importante certificação ambiental existente é a certificação florestal FSC (*Forest Stewardship Council*), que identifica que os produtos da empresa são produzidos a partir de matérias-primas provenientes de florestas manejadas de forma ambientalmente, socialmente e economicamente responsável.

Segundo informações do Conselho Brasileiro de Manejo Florestal – CBMF (2008), organização não governamental, sem fins lucrativos, que promove essa certificação no Brasil, o FSC (em português, Conselho de Manejo Florestal) foi fundado no Canadá, em 1993. Trata-se de uma organização independente, com o objetivo de conservar as florestas nativas e de estabelecer princípios e critérios para o bom manejo florestal. No Brasil, os princípios e critérios são aplicados em florestas nativas e/ou em florestas plantadas. Nas florestas plantadas, é ressaltada a necessidade de recuperação e conservação das florestas nativas ainda existentes.

De acordo com o CBMF (2008), recebe a certificação a empresa que, além de cumprir a legislação ambiental existente, também adotar os princípios e critérios do FSC, que garantem que a obtenção da matéria-prima foi realizada de forma ambientalmente correta (conservação dos recursos naturais), socialmente benéfica (respeito aos direitos dos trabalhadores e comunidades tradicionais) e economicamente viável (viabilidade econômica do empreendimento). No Quadro 3.5, são apresentados os 10 princípios do FSC.

Princípios do FSC	
1	Obediência às leis e aos tratados internacionais e princípios do FSC.
2	Garantia sobre posse e uso da terra.
3	Respeito aos direitos dos Povos Indígenas e tradicionais.
4	Manutenção ou ampliação do bem-estar de comunidades e trabalhadores.
5	Uso múltiplo dos produtos e serviços da floresta.
6	Manutenção das funções ecológicas e integridade da floresta.
7	Elaboração de Plano de Manejo apropriado à escala e intensidade das operações propostas.
8	Monitoramento e Avaliação do manejo florestal e seus impactos.
9	Manutenção de áreas de alto valor de conservação.
10	Florestas plantadas devem complementar o manejo, reduzir a pressão e promover a conservação de florestas naturais.

Quadro 3.5. Os 10 princípios do FSC.

Fonte: Conselho Brasileiro de Manejo Florestal – CBMF (2008).

Além da certificação do manejo florestal, o CBMF (2008) menciona que há, também, a certificação da cadeia de custódia. Trata-se de um sistema de controle que possibilita o rastreamento da matéria-prima certificada ao longo do processo de produção do produto. Toda empresa que participa do processamento do produto deve ser auditada e certificada. Por exemplo, um livro, para receber o selo FSC, deve possuir a certificação dos papéis e da indústria gráfica.

Outra maneira de gerenciar a busca de práticas ambientais, além da implantação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) e da obtenção de certificações ambientais, é a criação de mecanismos de auto-regulação. Segundo Sanches (2000), os mecanismos de auto-regulação são atitudes realizadas por empresas ou por alguns setores industriais com o objetivo de implantar e difundir práticas ambientais, através da determinação de padrões, monitorações, metas de redução da poluição, entre outros.

A autora apresenta algumas formas de auto-regulação. A primeira citada são os acordos voluntários, normalmente ocorridos em países desenvolvidos com a intenção de fortalecer as regulamentações já existentes. São contratos entre empresas (ou uma associação de empresas) e autoridades públicas (Secretaria do Meio Ambiente, por exemplo) ou associações de moradores, nos quais as empresas firmam compromissos de realizar melhorias ambientais.

Mais uma forma de auto-regulação mencionada são os princípios e códigos de condutas empresarias internacionais. Na indústria química, por exemplo, há o Programa Atuação Responsável (*Responsible Care*), criado no Canadá, em 1985, e difundido para outros países, inclusive para a indústria química brasileira.

As parcerias entre empresas são outro mecanismo de auto-regulação destacado pela autora. É citado o exemplo do Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), do qual são participantes empresas brasileiras e multinacionais com o objetivo de estimular a reciclagem no país. Corazza (2003) ressalta que é importante para as empresas organizarem parcerias para tratar das questões ambientais, compartilhando informações e recursos para o desenvolvimento de produtos e processos ambientalmente favoráveis. Além disso, a autora destaca que as parcerias entre as empresas podem fortalecer o poder de negociação no momento de discutir com as autoridades a criação de futuras leis ambientais. É citado o caso da legislação europeia sobre pesticidas, no qual a união das empresas conseguiu influenciar os poderes públicos para a definição de leis ambientais menos rigorosas.

3.3 Fatores Motivadores da Adoção de Práticas Ambientais

O objetivo desta seção é discutir porque as empresas adotam práticas ambientais. São apresentados os principais fatores motivadores mencionados na literatura, abordando os benefícios ao negócio proporcionados pela consideração ambiental e o papel de atores externos, como o governo, legislação, organizações não-governamentais (ONGs), consumidores, acionistas e mercados internacionais, no estímulo à adoção de práticas ambientais. No final, é feita uma síntese dos principais fatores motivadores, que servirá de base para a análise dos resultados da pesquisa realizada em empresas paulistas processadoras de madeira.

O emprego de práticas ambientais pelas empresas é uma tendência mundial, pois elas estão notando, cada vez mais, a importância estratégica do tema. Ou seja, como

ressaltado por Donaire (1999), a consideração ambiental não representa apenas um custo adicional para as empresas, mas, também, pode proporcionar benefícios ao negócio, como:

- redução de custos em consequência do menor consumo de água, energia e outros recursos;
- economia de recursos devido à reciclagem de materiais;
- geração de lucro através do reaproveitamento de resíduos;
- descoberta de novas matérias-primas e processos de produção;
- venda de patentes de tecnologias de produção “limpas” desenvolvidas pela empresa;
- melhoria da imagem da empresa e aumento das vendas, devido ao desenvolvimento de produtos ambientalmente favoráveis;
- possibilidade de entrada no mercado internacional, cada vez mais rígido em relação às restrições ambientais;
- maior facilidade de recebimento de financiamentos estrangeiros;
- maior aceitabilidade de acionistas que priorizam empresas que consideram a responsabilidade ambiental e social nos seus investimentos;
- menor gasto com as multas aplicadas pelos órgãos ambientais.

Outros autores que ressaltam os benefícios alcançados com a adoção de práticas ambientais são Porter e Van Der Linde (1999). Eles argumentam que os custos provenientes do atendimento às regulamentações ambientais podem ser minimizados ou eliminados através das inovações resultantes, que proporcionam benefícios à empresa. O Quadro 3.6 apresenta alguns exemplos citados pelos autores.

Setor	Celulose e papel	Tintas para impressão	Baterias (pilhas)
Problemas	O processo de branqueamento com cloro libera dioxina (substância tóxica).	Compostos orgânicos voláteis (poluentes do ar) presentes nas tintas à base de petróleo.	Cádmio, mercúrio, chumbo, níquel, cobalto, lítio e zinco liberados nos aterros sanitários.
Soluções	Melhoria nos processos de cozimento e lavagem. Substituição do uso do cloro por outras substâncias (oxigênio, ozônio e peróxido).	Produção de tintas à base de água.	Desenvolvimento de baterias de níquel (ou lítio) recarregáveis.
Benefícios	Menor custo operacional devido ao uso de fontes de energia oriundas de subprodutos. Preço final ao consumidor do papel sem cloro é 25% mais alto.	Maior eficiência, cores mais brilhosas e melhor qualidade de impressão.	Cerca de duas vezes mais eficiente, ao mesmo custo.

Quadro 3.6. Exemplos de inovações ambientais adotadas em alguns setores industriais e seus respectivos benefícios.

Fonte: Porter e Van Der Linde (1999).

As inovações (soluções) adotadas para atender à regulamentação ambiental podem, segundo os autores, ser classificadas em duas categorias:

(1) Novas tecnologias e metodologias que reduzem o custo de lidar com a poluição já ocorrida: a idéia principal é tentar aproveitar os recursos incorporados na poluição gerada e transformá-los em algo de valor, por exemplo, através da reciclagem de resíduos sólidos e do melhoramento das tecnologias de tratamento das emissões;

(2) Inovações que eliminam a poluição na fonte, através da maior produtividade dos recursos produtivos: além de resolver o problema da poluição antes que ela aconteça, pode-se alcançar diversos benefícios como, por exemplo, a utilização mais eficiente de matérias-primas.

Para exemplificar a primeira categoria de inovações, os autores citam o caso da empresa francesa Rhone-Poulenc. Na sua planta, normalmente, subprodutos do nylon

conhecidos como “diácidos” eram incinerados. Entretanto, foi instalado um novo equipamento para recuperar e comercializar essas substâncias como aditivos para tinta e agentes de coagulação. Foi realizado um investimento de 76 milhões de francos, porém, a empresa tem rendimentos anuais de aproximadamente 20 milhões de francos.

Já em relação à segunda categoria de inovações ambientais, os autores mencionam que é possível alcançar tanto benefícios para o processo como para o produto. O Quadro 3.7 apresenta os principais ganhos.

Benefícios para o Processo
<ul style="list-style-type: none"> - Economias de material, resultantes do processamento mais completo, substituição, reuso ou reciclagem de matérias-primas (ou componentes); - Aumento nos rendimentos do processo; - Menor número de paradas devido a mais cuidadosos monitoramentos e manutenções; - Melhor utilização de subprodutos; - Conversão de resíduos em materiais de valor; - Menor consumo de energia durante o processo de produção; - Redução dos custos de armazenamento e de manipulação de materiais; - Economias derivadas das condições mais seguras dos locais de trabalho; - Eliminação ou redução do custo das atividades envolvidas na manipulação, transporte e disposição final de resíduos; - Melhorias no produto devido a mudanças nos processos.
Benefícios para o Produto
<ul style="list-style-type: none"> - Maior qualidade, produtos mais consistentes; - Menores custos do produto (por exemplo, devido à substituição de materiais); - Menor custo de embalagens; - Mais eficiente uso de recursos por produto; - Produtos mais seguros; - Menor custo, para os consumidores, com a disposição final dos produtos; - Maior valor para a revenda de resíduos do produto.

Quadro 3.7. Benefícios para o processo produtivo e o produto proporcionados pela adoção de inovações ambientais.

Fonte: Porter e Van Der Linde (1999).

Reduzir a poluição na fonte e projetar produtos e processos levando-se em consideração a melhoria ambiental podem, segundo Fiksel e Wapman (1994), ocasionar redução de custos operacionais, aumento de produtividade e maior participação no mercado. Os autores citam, por exemplo, os benefícios alcançados quando é diminuído o número de diferentes tipos de materiais constituintes de um produto:

- possibilidade de redução do custo de matérias-primas, pois passa a ser comprada uma maior quantidade de um número menor de materiais, o que pode reduzir o custo unitário de compra;
- redução da área necessária para armazenamento e menor gasto com movimentação interna de materiais;
- menor custo de mão-de-obra porque é facilitado o trabalho de separação de materiais para a recuperação ou reciclagem, no fim da vida útil do produto.

A adoção de inovações ambientais por uma determinada empresa também pode, de acordo com Porter e Van Der Linde (1995), criar vantagens competitivas sobre empresas de outros países que ainda não estão sujeitas a legislações semelhantes. Os autores mencionam que algumas empresas estão utilizando as inovações ambientais para entrar em novos mercados. É citado que, na Alemanha, um dos primeiros países a criar normas sobre reciclagem, as empresas obtiveram uma vantagem pioneira em desenvolver produtos com menor conteúdo de embalagens, o que lhes proporcionou ganhos de mercado. Também é mencionado que, na Escandinávia, os produtores de equipamentos do setor de celulose e papel desenvolveram processos de branqueamento ambientalmente menos agressivos, aumentando, assim, o número de unidades vendidas no mercado internacional.

Alguns autores apresentam uma classificação dos fatores motivadores da adoção de práticas ambientais pelas empresas. Por exemplo, Schenini (2005) os classifica em fatores externos e internos, conforme mostrado no Quadro 3.8.

Fatores Externos	Fatores Internos
<ul style="list-style-type: none"> - Pressão da comunidade local; - Atendimento à legislação ambiental; - Novas regulamentações, regras e normas; - Redução das despesas com multas e descontaminações; - Evitar ações judiciais; - Consumidores; - Prevenção de acidentes ecológicos; - Pressões de agências ou bancos financiadores; - Pressões de seguradoras; - Pressão de ONGs. 	<ul style="list-style-type: none"> - Custos de reciclagem, remoção, tratamento e disposição de resíduos; - Custos de matérias-primas e de produção; - Atualização tecnológica; - Otimização da qualidade dos produtos acabados.

Quadro 3.8. Fatores externos e internos motivadores da adoção de práticas ambientais.

Fonte: Schenini (2005).

Muitas empresas adotam práticas ambientais estimuladas pelas autoridades públicas (governos). Segundo Wilkinson, Hill e Gollan (2001), os governos exercem o papel principal para a difusão da preservação ambiental, pois são eles que definem as normas ambientais e os mecanismos reguladores para a conservação dos recursos naturais e da qualidade de vida. Wu e Dunn (1995) explicam que os governos podem desempenhar três funções fundamentais para a conservação ambiental: a de regulador, facilitador e/ou comprador. Como regulador, estabelece normas e políticas ambientais. No papel de facilitador, apóia pesquisas na área e providencia investimentos e incentivos regulatórios para as empresas desenvolverem tecnologias menos agressivas ao meio ambiente. Como comprador, ao adquirir produtos ambientalmente mais favoráveis, pode estimular o crescimento desse mercado, pois, normalmente, é um dos maiores compradores individuais de mercadorias.

O relacionamento de uma empresa com as autoridades pode ser melhorado quando são consideradas práticas ambientais. Por exemplo, Miles e Covin (2000) mencionam que empresas já reconhecidas pela sociedade como ambientalmente responsáveis podem vir a ser convidadas, pelas autoridades governamentais, a participar da elaboração de regulamentações e políticas ambientais, o que pode evitar a criação de uma legislação muito rígida e inviável para a realidade das empresas. Além disso, segundo eles, uma boa reputação ambiental e a construção de uma relação de confiança com as autoridades podem agilizar a avaliação de pedidos de concessão feitos futuramente pelas empresas.

As ONGs também são atores importantes que exigem das empresas uma maior preocupação com o meio ambiente. No Brasil, algumas delas surgiram, nos últimos anos, com o intuito de fornecer informações aos cidadãos e às empresas sobre a importância da responsabilidade social e ambiental. São exemplos: o Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social e o Instituto Akatu pelo Consumo Consciente.

Algumas empresas adotam práticas ambientais, também, para melhorar suas imagens frente aos seus consumidores. Divulgam as melhorias através do marketing verde. De acordo com Ottman (1994), o marketing verde tem dois objetivos principais: (1) desenvolvimento de produtos que atendam as necessidades dos consumidores com preço acessível e praticidade, oferecendo baixo impacto ambiental; (2) criar uma boa imagem da empresa, divulgando a qualidade de seus produtos e sua preocupação com o meio ambiente. Uma outra forma de manter uma boa imagem ambiental da empresa, segundo Wu e Dunn (1995), é a adoção de práticas ambientais nas atividades de logística, desenvolvendo sistemas logísticos menos agressivos ao meio ambiente. Donaire (1994) destaca que as possibilidades

de melhoria da imagem da organização frente à sociedade, devido à consideração ambiental, têm levado até mesmo empresas com baixo potencial de poluição a considerar o tema.

Os acionistas também podem incentivar as empresas a adotarem práticas ambientais. De acordo com Rosen (2001), muitos acionistas estão percebendo que a valorização de questões ambientais pode aumentar o retorno financeiro. Então, eles estão premiando, através da compra de ações, as empresas que demonstrem possuir um bom desempenho ambiental.

As exigências ambientais internacionais estão cada vez mais severas e estimulando as empresas exportadoras a considerarem a questão. Por exemplo, Lemos e Nascimento (1999) mencionam que países europeus e os Estados Unidos, importadores de produtos do agronegócio brasileiro, fazem exigências referentes à conformidade ambiental das mercadorias importadas. Ou seja, são criadas barreiras protecionistas não-tarifárias que são vistas, por grande parte dos produtores brasileiros, como um risco à sobrevivência dos negócios.

As barreiras não-tarifárias ambientais criadas pelos países desenvolvidos também são citadas por Young e Lustosa (2001). Segundo os autores, a justificativa para a criação é a possibilidade dos países em desenvolvimento praticarem preços menores de seus produtos no mercado internacional porque possuem uma legislação ambiental menos severa, o que diminui seus custos de produção.

Pesquisas realizadas na década de 1990, no Brasil e no exterior, constataram alguns fatores que estimularam a adoção de práticas ambientais pelas empresas. Por exemplo, Arraes, Diniz e Diniz (2001) apresentam os resultados da pesquisa realizada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Confederação Nacional da Indústria (CNI) e Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), em agosto e setembro de 1998, denominada de “Gestão Ambiental na Indústria Brasileira”, na qual foram estudadas 1451 empresas. Foi constatado que o licenciamento e a legislação ambiental eram os principais fatores motivadores da adoção de práticas ambientais pelas grandes e médias empresas. Mas foi destacado, também, que as grandes empresas já reconheciam a importância do atendimento das exigências ambientais dos consumidores nacionais e dos mercados internacionais.

Outra pesquisa é mencionada por Kassaye (2001). Foi realizada em 290 empresas nos Estados Unidos e examinou quais as principais razões que as levaram a adotar programas ambientais. As grandes empresas citaram, em ordem preferencial, os seguintes motivos: pressão dos consumidores; desejo de melhor relacionamento com a comunidade; e

questões de custo. As pequenas empresas mencionaram: questões de custo; pressão dos consumidores; medo de multas e intervenção governamental; e objetivo de redução de lixo. As médias empresas citaram: desejo de uma postura pró-ativa dentro da comunidade; razões competitivas; e regulação de países estrangeiros.

Os resultados de uma pesquisa realizada entre setembro de 1998 e fevereiro de 1999, com 214 empresas americanas, são apresentados por Florida e Davison (2001). Do total de empresas estudadas, 62 (29%) tinham adotado um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e um programa de prevenção da poluição. Foi verificado que as empresas desse grupo implantaram um SGA motivadas por: compromisso com a melhoria ambiental (91,9% delas), metas e objetivos corporativos (88,7%), benefícios econômicos (87,1%), melhoria das relações com a comunidade (85,5%), legislações estaduais (85,5%) e legislações federais (83,9%).

Em outro estudo realizado nos Estados Unidos, entre 1987 e 1992, Stanwick e Stanwick (1998) observaram que o desempenho ambiental (medido pela quantidade de poluição liberada pela empresa) é uma das variáveis que afetam o desempenho social de uma empresa. Altos níveis de emissões poluentes são prejudiciais aos cidadãos, tendo uma relação inversa ao bom desempenho social. Então, para evitar a pressão da opinião pública, é recomendado que as empresas procurem minimizar a emissão de poluição.

Mais um caso foi estudado por Epstein (1996). Foi analisada a experiência da *Hyde Tool*, uma pequena empresa americana fabricante de ferramentas, que estava preocupada com as possíveis multas e com os efeitos negativos à saúde da comunidade, devido à liberação de águas residuais. Foi desenvolvido um sistema de ciclo fechado para reduzir as emissões. Para evitar o contato das águas residuais com a rede de esgoto da cidade, foram fechadas tubulações de esgoto. Para limpar e reciclar a água poluída, foram instalados filtros. Refrigeradores foram utilizados para controlar a temperatura da água de alguns processos produtivos. Com essas iniciativas, a empresa reduziu em 95% a quantidade de água residual produzida anualmente. Também, o consumo anual de água diminuiu de 29 milhões para 1 milhão de galões (um galão equivale a 3,8 litros). O projeto teve o custo de 100 mil dólares e a empresa economiza, a cada ano, aproximadamente 200 mil dólares.

Após o estudo do caso da Fazenda Cerro do Tigre, em Alegrete, Rio Grande do Sul, Lemos e Nascimento (1999) ressaltam que as questões ambientais, muitas vezes entendidas como uma ameaça, podem transformar-se em oportunidades, gerando vantagem competitiva para as empresas. Na pesquisa eles constataram que a adoção de estratégias de

produção mais limpa proporcionou a geração de inovações e maior competitividade para a empresa.

Como exemplo, é citado o aumento de preço alcançado pelo arroz orgânico, em relação ao arroz tipo *commodity*. Nos supermercados de Porto Alegre, em dezembro de 1997, o preço final ao consumidor do quilo do arroz tipo *commodity* variava de R\$ 0,75 a R\$ 0,99. Já o quilo do arroz diferenciado (orgânico) tinha o preço entre R\$ 1,75 e R\$ 2,76.

Em outro estudo foi observado que o emprego de práticas ambientais pelas empresas pode proporcionar benefícios tanto para o meio ambiente como para o próprio negócio, como a economia de energia e de água. O estudo, citado por Mourad, Garcia e Vilhena (2002), foi realizado por três universidades australianas e analisou a reciclagem de papel. Denominado de *Life Cycle Assessment for Paper and Packaging Waste Management in Victoria* (Avaliação do Ciclo de Vida para o Gerenciamento de Resíduos de Papel e Embalagem em Vitória), o trabalho mostrou a diminuição de impactos ambientais proporcionada pela reciclagem. Foi observado que, a cada semana, em cada casa da cidade, obtém-se:

- diminuição da liberação de aproximadamente 3 Kg de gases responsáveis pelo efeito estufa;
- economia de eletricidade capaz de conservar uma lâmpada de 40 W acesa por 72 horas;
- menor emissão de poluentes atmosféricos, em quantidade semelhante à liberada por um carro ao percorrer a distância de 4,5 km;
- economia de água, em cerca de 90 litros;
- os resíduos sólidos são reduzidos em 3,6 Kg.

Outro exemplo de adoção de práticas ambientais que proporcionou oportunidades de negócio foi divulgado no jornal Folha de São Paulo. É o caso da empresa americana Boeing, que apresentou, em julho de 2007, um novo modelo de avião denominado de *787 Dreamliner*. Trata-se de um avião ambientalmente mais favorável, com redução, de cerca de 50%, do alumínio utilizado no seu corpo. O alumínio foi substituído pela fibra de carbono, considerada mais durável, leve e resistente ao fogo. Assim, a necessidade de manutenção e o consumo de combustível são menores. Antes mesmo do lançamento, 640 unidades foram vendidas (FOLHA DE SÃO PAULO, 2007).

Portanto, levando-se em conta o que foi exposto anteriormente, pode-se considerar que as empresas procuram adotar práticas ambientais porque obtêm benefícios para os seus negócios ou porque são motivadas por atores externos. No Quadro 3.9, é elaborada uma síntese dos principais fatores motivadores mencionados, que será considerada na análise dos resultados da pesquisa realizada em empresas paulistas processadoras de madeira.

Fatores Motivadores	
Benefícios proporcionados ao negócio	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução dos custos de produção (devido ao menor consumo de água, energia e/ou outras matérias-primas). ▪ Redução dos custos de produção (através do aproveitamento energético de resíduos do processo produtivo). ▪ Redução dos custos de tratamento e disposição final de resíduos (devido à menor geração, reaproveitamento ou reciclagem dos mesmos). ▪ Redução dos custos de matérias-primas (devido à economia de materiais proporcionada pela reciclagem ou pela sua reutilização). ▪ Obtenção de rendimentos com a recuperação e comercialização de subprodutos e/ou resíduos com outras empresas. ▪ Redução do preço final do produto e possibilidade de aumento das vendas (preço reduzido devido ao menor consumo de matérias-primas por produto produzido). ▪ Possibilidade de vender o produto por um preço maior devido às inovações ambientais (em um segmento de mercado ambientalmente mais exigente). ▪ Aumento da segurança do produto ao usuário e possibilidade de aumento das vendas (devido a não utilização de materiais tóxicos no produto). ▪ Melhoria da qualidade do produto e possibilidade de aumento das vendas (devido à substituição de matérias-primas, por exemplo). ▪ Aumento das vendas no mercado de atuação (devido à melhoria da imagem ambiental da empresa). ▪ Aumento das vendas (devido à entrada em novos segmentos de mercado, nacionais ou internacionais). 	
Atendimento a atores externos	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atendimento à legislação ambiental brasileira (evitar multas, gastos com reparações ambientais, entre outros). ▪ Atendimento à legislação ambiental internacional (para empresas exportadoras). ▪ Melhoria das relações com a comunidade e/ou entidades ambientalistas (ONGs). ▪ Atendimento às exigências ambientais dos consumidores nacionais e/ou internacionais. ▪ Cumprimento das exigências ambientais de acionistas. ▪ Atendimento às exigências (barreiras protecionistas não-tarifárias ambientais) dos mercados internacionais. ▪ Cumprimento dos requisitos ambientais exigidos por bancos financiadores nacionais e/ou internacionais. 	

Quadro 3.9. Síntese dos principais fatores motivadores da adoção de práticas ambientais.
Fonte: elaborado pelo autor, com base nos comentários dos autores mencionados nesta seção.

4 PRÁTICAS AMBIENTAIS NO CICLO DE VIDA DO PRODUTO

O capítulo apresenta, inicialmente, alguns modelos de ciclo de vida do produto (CVP). Em seguida, é feita uma discussão sobre a adoção de práticas ambientais nas etapas do CVP. Além disso, são apresentadas ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental (Avaliação do Ciclo de Vida – ACV, ACV simplificada, checklists, diretrizes ambientais, entre outras).

Ainda, são elaboradas sínteses, para cada etapa do CVP, das principais práticas ambientais sugeridas em 10 das ferramentas apresentadas. Duas das sínteses elaboradas (as referentes às etapas de geração e aquisição de matérias-primas e de produção do produto) serão utilizadas como referência para identificar as práticas ambientais adotadas por empresas paulistas processadoras de madeira.

Finalmente, é feita uma síntese da revisão bibliográfica apresentada nos capítulos 2, 3 e 4, esclarecendo qual é a sua contribuição para a realização da pesquisa.

4.1 Ciclo de Vida do Produto (CVP)

Na literatura são sugeridos alguns modelos de ciclo de vida do produto. Por exemplo, para Manzini e Vezzoli (2002), o ciclo de vida de um sistema-produto (conjunto integrado de produto e serviço) é composto das fases apresentadas no Quadro 4.1.

Fase 1: Pré-produção
Produção das matérias-primas (materiais) necessárias para a fabricação dos componentes do produto.
Etapas
(1) Aquisição dos recursos; (2) transporte até o local de produção dos materiais; (3) transformação dos recursos em materiais (ou energia).
Observações
Os recursos podem ser primários (virgens) ou secundários (reciclados). Os primários são oriundos da natureza e podem ser renováveis ou não-renováveis. Os secundários são provenientes de atividades de pré-consumo (descartes e refugos do processo produtivo) ou de pós-consumo (produtos e embalagens descartados pelos consumidores, que podem ser reciclados).
Fase 2: Produção
Fabricação do produto final.
Etapas
(1) Transformação dos materiais em componentes do produto; (2) montagem dos componentes; (3) acabamento final.

“... continua...”.

Fase 3: Distribuição
Entregar o produto acabado, em bom estado, ao consumidor.
Etapas
(1) Embalagem do produto final; (2) transporte até um distribuidor intermediário ou o consumidor final; (3) armazenamento.
Fase 4: Uso
Utilização (ou consumo) do produto e dos serviços de apoio (conserto, manutenção, atualização).
Etapas
(1) Uso ou consumo; (2) serviço.
Fase 5: Descarte
Possibilidades de destinação final do produto.
Alternativas
(1) Recuperação do produto ou dos seus componentes; (2) valorização do material utilizado ou do conteúdo energético do produto; (3) não aproveitamento do produto.
Observações
A recuperação pode ocorrer através da: (1) reutilização do produto (ou de suas partes) para a mesma ou uma diferente utilidade; ou, (2) refabricação do produto, por meio de processamentos que possibilitem que ele seja reutilizado como um produto novo. A valorização do material se dá pela reciclagem, compostagem ou incineração. No não aproveitamento, o produto é destinado a aterros sanitários autorizados ou a lixões a céu aberto.

Quadro 4.1. Fases do ciclo de vida de um sistema-produto.
Fonte: adaptado de Manzini e Vezzoli (2002).

Ferrendier et al. (2002) sugerem um modelo de ciclo de vida específico para produtos eletroeletrônicos, que é composto das seguintes etapas:

- extração de matérias-primas;
- produção de materiais;
- manufatura das partes;
- manufatura de componentes e de produtos semi-acabados;
- montagem do produto final;
- distribuição;
- uso e manutenção;
- tratamento de fim de vida (reuso, desmontagem, reciclagem, recuperação de energia, disposição final).

O modelo de CVP considerado neste trabalho é composto das seguintes etapas: (1) geração e aquisição de matérias-primas; (2) produção do produto; (3) distribuição; (4) uso;

(5) final da vida. Este modelo é mais adequado aos produtos estudados no trabalho (lápiz, celulose, papel e papelão) e possibilita a realização da pesquisa.

4.2 A Adoção de Práticas Ambientais no Ciclo de Vida do Produto

Devido à crescente preocupação mundial com a conservação ambiental, as empresas passaram a adotar práticas ambientais nas etapas do ciclo de vida dos produtos, ou seja, práticas que procuram minimizar ou evitar os impactos ambientais, como: seleção de matérias-primas atóxicas, seleção de tecnologias e/ou de práticas operacionais menos poluentes, uso de fontes energéticas renováveis, entre outras.

Na Europa, por exemplo, há dispositivos legais que estimulam a adoção de práticas ambientais na primeira etapa do CVP, referentes à aquisição de matérias-primas. Segundo Griese et al. (2004), a Diretiva sobre Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (conhecida em inglês como *Waste from Electrical and Electronic Equipment – WEEE*) e a Diretiva sobre Restrição de Substâncias Perigosas (*Restriction of Hazardous Substances – RoHS*) foram aprovadas em janeiro de 2003 pelo Parlamento e Conselho Europeu. Assim, ficou estabelecido que, a partir de julho de 2006, os produtos eletroeletrônicos comercializados no mercado europeu não devem conter substâncias como chumbo, cádmio, mercúrio, cromo, entre outras. No Japão, de acordo com os autores, os produtores de eletrônicos também estão procurando evitar o uso de matérias-primas perigosas.

Korpalski (1996) menciona um exemplo de adoção de práticas ambientais na etapa de geração e aquisição de matérias-primas. Trata-se do Computador pessoal Vectra da Hewlett-Packard (HP). Nenhum metal pesado é utilizado na bateria. Na embalagem, 75% do papel ondulado usado são reciclados e nenhum metal pesado é usado nas tintas. O número de partes do computador foi reduzido de 1650 para 350, e, o peso de 13 para 7 Kg, o que diminuiu o consumo de matérias-primas. Brown e Wilmanns (1997) citam o caso das roupas esportivas da empresa americana Patagônia. É utilizado somente algodão orgânico, produzido através de métodos menos prejudiciais ao meio ambiente. Foram desenvolvidos novos materiais que utilizam resíduos plásticos (politereftalato de etileno – PET) de garrafas de refrigerante. Em dois anos (1994 a 1996), a empresa evitou que cerca de 22 milhões de garrafas PET fossem enviadas aos aterros sanitários.

Outro exemplo são as máquinas copiadoras da empresa Xerox. Segundo Ferrendier et al. (2002), as novas copiadoras são montadas com a aplicação de partes reusadas (aproveitamento das partes que ainda estão em bom estado de funcionamento), partes

recicladas (as desgastadas, que são trituradas e recicladas) e partes novas. Aproximadamente 75% dos componentes são reusados e, algumas partes, são 98% recicladas.

Na etapa de produção do produto, um exemplo de adoção de práticas ambientais é o da fabricante de refrigerantes Coca-Cola. De acordo com Vaz (2007), a engarrafadora Spaipa armazena água da chuva na fábrica de Maringá, no Paraná, realiza seu tratamento e a utiliza na fabricação de refrigerantes. Assim, são economizados cerca de 4 milhões de litros de água anualmente. Com esse e outros procedimentos, a quantidade de água necessária para produzir 1 litro de refrigerante nessa fábrica foi reduzida de 2,2 litros em 2005 para 1,74 litros em 2007.

Na etapa de distribuição, algumas empresas também já se preocupam com a redução dos impactos ambientais. Venzke e Nascimento (2002) citam o caso das empresas moveleiras do Rio Grande do Sul, que adotam a prática de projetar móveis desmontáveis e facilmente montáveis pelo consumidor. Assim, é transportada uma maior quantidade de produtos em um caminhão, reduzindo o número de entregas e gerando menor poluição ambiental.

Na etapa de uso do produto, as empresas também estão procurando adotar práticas ambientais. Segundo Griese et al. (2004), os produtores japoneses de eletrônicos estão desenvolvendo tecnologias para a economia de energia durante o uso do produto. E, na Europa, foi publicada em agosto de 2003, pela Comissão Européia, uma diretiva que propõe uma estrutura para a consideração de práticas ambientais nos projetos de produtos utilizadores de energia (*Energy-using Products – EuP*).

O início mais representativo da adoção de práticas ambientais na etapa de final da vida do produto ocorreu na Europa, devido, principalmente, à pressão da legislação ambiental. Gonçalves-Dias (2006) lembra que, na União Européia, a partir de 1992, começou a ser aplicado o princípio do poluidor pagador. As empresas que comercializam embalagens domésticas estão obrigadas a pagar um determinado valor de imposto, estabelecido de acordo com o peso, volume, material e processo de reciclagem da embalagem. Com o montante recolhido são financiados programas de coleta seletiva de resíduos. A Diretiva Européia 94/62/CE, mencionada por González-Torre, Adenso-Díaz e Artiba (2004), estabeleceu que os produtores de embalagens e as empresas utilizadoras de qualquer tipo de embalagem são responsáveis pela recuperação (reutilização, reciclagem ou outro tipo de revalorização) de uma porcentagem das embalagens inseridas no mercado.

No Japão, segundo Griese et al. (2004), para os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, há legislação que exige a recuperação e reciclagem de grupos de produtos

como: refrigeradores, televisores, aparelhos de condicionamento de ar, máquinas de lavar roupa e computadores. Os autores explicam que o governo japonês procura orientar a sociedade em geral para a reciclagem, devido à limitação de recursos naturais e à pequena área disponível no país para a construção de aterros sanitários para a disposição final dos resíduos. Já no Brasil, Vialli e Frasso (2009) lembram que as empresas não são responsabilizadas legalmente pela reciclagem do lixo pós-consumo. O projeto de lei 1991/07, que trata do assunto, ainda não foi aprovado. Tramita no Congresso Nacional desde o ano de 1991.

Nas empresas automobilísticas é cada vez maior a reciclagem de matérias-primas. Medina e Gomes (2002) ressaltam que os metais, representantes de aproximadamente 70% do peso de um veículo, são o tipo de material mais reciclado, porque já existe um processo de reciclagem economicamente viável. Outro exemplo é mencionado por Naveiro, Pacheco e Medina (2005). Trata-se do veículo Modus, da Renault, lançado em 2004, em Paris, no qual é maior a utilização de plástico reciclado (aproximadamente 18 Kg) em relação a outros modelos (o Mégane, de 2000, utiliza 15 Kg e o Clio, de 1998, apenas 5 Kg).

4.3 Ferramentas de Apoio ao Gerenciamento Ambiental nas Etapas do CVP

Nesta seção, são apresentadas algumas ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental nas etapas do ciclo de vida dos produtos. A maioria delas é denominada pelos autores de ferramentas de auxílio ao Projeto para o Meio Ambiente (PMA), Ecodesign ou Projeto do Ciclo de Vida. Estas definições de projeto são apresentadas no Quadro 4.2.

Autor	Definição
Ashley (1993)	Menciona que, de acordo com Deanna Richards, da Academia Nacional de Tecnologia, dos EUA, o Projeto para o Meio Ambiente (PMA) é um processo de projeto no qual os atributos ambientais desejáveis do produto (como reciclabilidade, desmontabilidade, manutenibilidade, restaurabilidade e reusabilidade) são tratados como objetivos de projeto, e não como restrições.
Brezet e Hemel (1997)	O ecodesign é a consideração de critérios e estratégias ambientais no processo de desenvolvimento do produto. A proteção do meio ambiente, em todo o ciclo de vida do produto, passa a ter a mesma importância de objetivos tradicionais do projeto de produto, como lucro, funcionalidade, estética, ergonomia e qualidade.
Manzini e Vezzoli (2002)	O Projeto do Ciclo de Vida é uma maneira de desenvolver produtos considerando, em todas as fases de projeto, a minimização dos impactos ambientais negativos que poderão ocorrer nas diferentes etapas do ciclo de vida do produto.

Quadro 4.2. Definições de Projeto para o Meio Ambiente, Ecodesign e Projeto do Ciclo de Vida.

As ferramentas de auxílio ao PMA apresentam um conjunto de práticas ambientais (denominadas pelos autores de estratégias, ações, práticas ou regras). A maioria das práticas ambientais sugeridas, além de poderem ser consideradas durante o projeto do produto, também podem ser úteis para apoiar o gerenciamento ambiental em cada uma das etapas do ciclo de vida do produto. Por isso, neste trabalho, as ferramentas são denominadas de “ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental”.

Desde a década de 1990, muitas ferramentas já foram desenvolvidas. De acordo com Ferrendier et al. (2002), elas podem ser diferenciadas de acordo com os seguintes fatores:

- impactos ambientais que são considerados;
- fases do processo de desenvolvimento de produto em que podem ser aplicadas;
- dados de entrada necessários;
- tipos de resultados que são fornecidos;
- tipos de profissionais necessários para utilizá-las.

Uma forma de classificação das ferramentas é apresentada por Lenox, Jordan e Ehrenfeld (1996), com base em três dimensões:

- **aplicabilidade às etapas do processo de desenvolvimento de produto:** normalmente, as ferramentas são mais adequadas para uma determinada etapa. Por exemplo: pode ser adequada para a etapa de definição das especificações do produto, mas não para a fase de design detalhado;
- **aplicabilidade às etapas do ciclo de vida do produto:** a maioria das ferramentas é mais apropriada para a avaliação de uma determinada etapa. Por exemplo: a de final da vida do produto;
- **nível de apoio à decisão:** as ferramentas variam em relação ao nível de informação fornecida. Algumas fornecem índices ambientais e, outras, informações para a melhoria do produto.

As ferramentas podem, também, ser classificadas de acordo com as suas utilidades. Por exemplo, Byggeth e Hochschorner (2006) mencionam que elas podem ser

usadas para a prescrição de alternativas de projeto, análise de impactos ambientais ou comparação de alternativas de melhoria ambiental dos produtos.

Segundo Pochat, Bertoluci e Froelich (2007), as ferramentas de apoio ao PMA têm sido desenvolvidas, há mais de 10 anos, por pesquisadores acadêmicos e pelos profissionais da indústria. Na maior parte dos casos, são desenvolvidas através de parcerias entre empresas e centros de pesquisa. De acordo com os autores, dois tipos de ferramentas são essenciais: (1) ferramentas para a análise ambiental; e (2) ferramentas para a orientação de melhorias ambientais. No Quadro 4.3 são apresentadas as funções e características de alguns tipos de ferramentas.

Tipos de ferramentas	Função: Análise e/ou Melhoria	Nível estimado de experiência necessária para o uso
Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)	Análise	Alto
ACV simplificada	Análise	Médio
Checklist	Análise e/ou Melhoria	Baixo
Diretrizes / Regras	Melhoria	Baixo
Manuais	Melhoria	Médio

Quadro 4.3. Tipos de ferramentas de apoio ao PMA, suas funções e nível estimado de experiência necessária para o uso.

Fonte: Pochat, Bertoluci e Froelich (2007).

A seguir são apresentadas, com maior detalhe, as seguintes ferramentas: ACV, ACV simplificada, checklists ambientais, diretrizes ambientais, entre outras.

4.3.1 Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

De acordo com Mourad, Garcia e Vilhena (2002), a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) tem como propósito analisar toda a vida de um produto, considerando, tanto o consumo de recursos naturais, energia e água, necessário para a extração das matérias-primas, fabricação, distribuição, uso e disposição final do produto, como todas as emissões (para o ar e água) e resíduos sólidos gerados em cada uma destas etapas. A Figura 4.1 esquematiza a ACV.

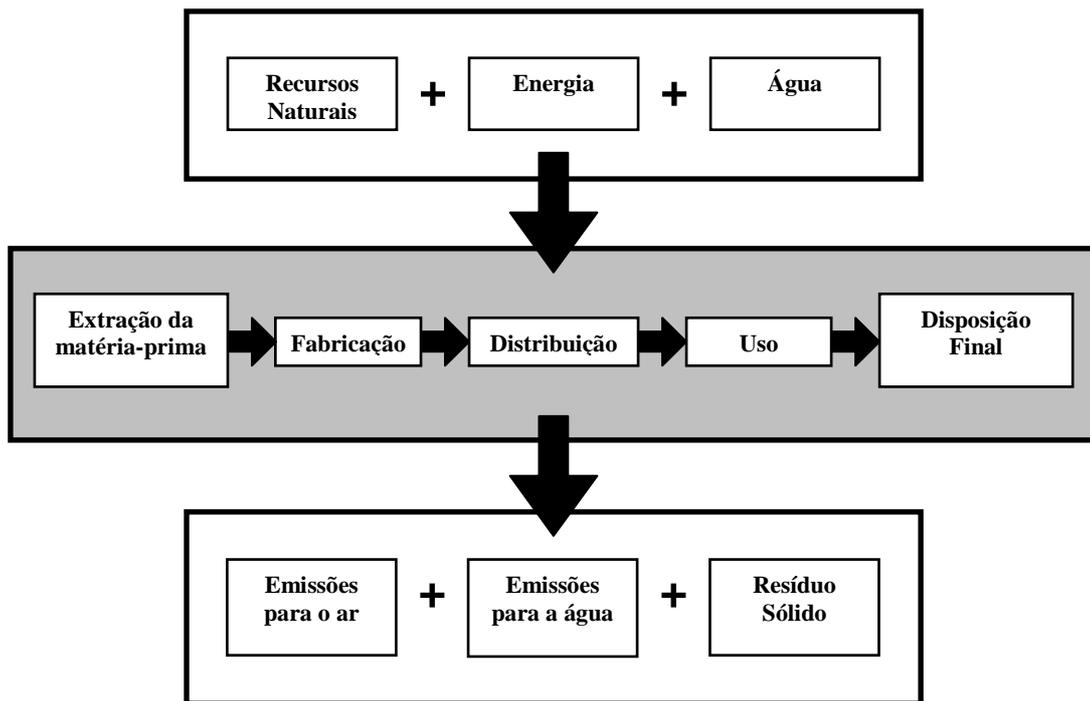


Figura 4.1. Representação da Avaliação do Ciclo de Vida.
Fonte: adaptado de Mourad, Garcia e Vilhena (2002).

Para a avaliação dos impactos ambientais do produto em todo seu ciclo de vida, é necessário um grande volume de dados sobre as matérias-primas utilizadas, os processos de fabricação, os meios de distribuição, as formas de uso e de disposição final do produto. E, também, sobre o meio ambiente em questão. Essa quantidade de informações, na maioria dos casos, não está disponível, o que dificulta a aplicação da ACV pelas empresas.

Uma ferramenta de apoio à ACV é o *Eco-Indicator 95*, que, segundo Caluwe (2004), é utilizada pelos projetistas para avaliar o impacto ambiental dos produtos. Foi desenvolvida conjuntamente pela Philips, outras empresas e universidades, contando com o apoio financeiro do governo holandês. Teve como resultado inicial a criação de cerca de 100 índices ambientais para os materiais e processos mais comuns. Entretanto, segundo o autor, em 2004 a Philips já tinha desenvolvido uma base de dados que englobava aproximadamente 200 materiais, produtos químicos e gases; 150 componentes elétricos e mecânicos; várias fontes de energia; e diferentes formas de tratamento dos materiais no final da vida dos produtos. A empresa desenvolveu, também, um software denominado EcoScan.

Além do *Eco-Indicator 95*, há outras ferramentas de apoio à ACV. Bortolin (2009), ao realizar uma revisão de artigos internacionais sobre o tema, identificou que as ferramentas mais citadas nos artigos são: *Eco-Indicator 95*, *Eco-Indicator 99*, *TEAM*, *SimaPro 5*, *ORWARE*, *SimaPro 6*, *Easy-LCA*, *WISARD*, *CML* e *Monte Carlo*.

4.3.2 ACV simplificada

Devido à indisponibilidade de muitos dos dados necessários para a realização de uma completa Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), as empresas desenvolvem formas mais simplificadas de avaliação dos seus produtos.

Um exemplo é relatado por Brown e Wilmanns (1997). A empresa americana Patagônia, produtora de roupas esportivas, necessitava de uma ferramenta que utilizasse dados que estivessem facilmente disponíveis. Então, foi desenvolvida uma Avaliação do Ciclo de Vida simplificada, composta das seis categorias de avaliação apresentadas no Quadro 4.4.

Categorias	Definições de uma “roupa ambientalmente ideal”
Projeto do produto: escolha de materiais, características do produto, construção, estética, nível de desempenho.	<ul style="list-style-type: none"> - Satisfazer critérios de desempenho especificados. - Tempo de vida do produto: mínimo de 10 anos. - Facilidade de reparação, reutilização dos componentes e compostagem / reciclagem. - Produto requer o mínimo cuidado por parte do consumidor.
Seleção de materiais: fontes, produção e características do material.	<ul style="list-style-type: none"> - Fibras naturais produzidas de maneira sustentável. - Biopolímeros. - Conteúdo reciclado. - Identificação de todos os insumos para a produção de materiais e caracterização de suas toxicidades. - Tóxicos: se utilizados, eles devem ser produzidos, consumidos e tratados na própria planta. O produto final não deve ser tóxico.
Processos de produção: corte, costura e acabamento da roupa (por exemplo: lavagem das peças).	<ul style="list-style-type: none"> - Eficiência da utilização de materiais analisada e otimizada. - Utilização de energia e água analisada e otimizada. - Energia de fonte solar. - Padrões de qualidade especificados e falhas de produção satisfazem o nível 3 sigma (97% dos produtos livres de defeitos). - Resíduos são eliminados e não há descartes advindos da produção.
Distribuição: embalagem e transporte (distância e meio utilizado do ponto de produção dos produtos até o armazém / estabelecimento comercial).	<ul style="list-style-type: none"> - Embalagem produzida de fontes renováveis e posteriormente reciclada ou direcionada à compostagem. - Transporte é otimizado visando-se a eficiência energética (combustível). - Energia de fonte solar.

“... continua...”.

Manutenção do produto: uso e cuidados com o produto por parte do consumidor.	<ul style="list-style-type: none"> - Cuidado por parte do consumidor é minimizado. - Produto requer apenas limpeza com água fria e sabão suave. Limpeza a seco e desnecessidade de passagem da roupa são, também, características requeridas. - É oferecido serviço rápido e barato (compensador) para o reparo das peças.
Final da vida: reciclabilidade potencial, reusabilidade dos componentes, remanufaturabilidade e restrições sobre a disposição final.	<ul style="list-style-type: none"> - Consumidores desejam manter e utilizar o produto enquanto ele ainda é útil. - Produtos compostáveis oferecem instruções de compostagem aos consumidores. - Produto pode ser retornado à empresa se o consumidor não quiser descartá-lo. - Onde for possível, implantar sistemas para desmontar produtos não compostáveis para reutilizar, reciclar ou remanufaturar seus componentes.

Quadro 4.4. Categorias para ACV simplificada dos produtos da empresa americana Patagônia e definições de uma “roupa ambientalmente ideal”.
 Fonte: Brown e Wilmanns (1997).

É explicado pelos autores que foi estabelecido um sistema de classificação ambiental das roupas esportivas, baseado nessas seis categorias de avaliação, que considera uma escala simples de 1 a 5, com o 5 representando uma roupa ambientalmente ideal. Os dados reunidos para um determinado produto são avaliados em relação às definições de uma roupa ideal, em cada uma das categorias apresentadas no Quadro 4.4. Os produtos que obtiverem uma pontuação média menor do que 3 são revistos pela equipe de desenvolvimento.

4.3.3 Checklists ambientais

Os checklists são listas de perguntas e/ou práticas ambientais, geralmente organizadas de acordo com as etapas do ciclo de vida do produto, utilizadas para a análise ou melhoria ambiental dos produtos. No Quadro 4.5 é apresentado um checklist, denominado de Checklist para o Projeto para o Meio Ambiente (PMA), sugerido por Kurk e Eagan (2007).

<p>Etapa do Ciclo de Vida</p> <p>I. Seleção de Materiais Existem materiais naturais ou subprodutos de outros processos que podem ser utilizados como matéria-prima deste produto? As quantidades e tipos de materiais utilizados no produto são minimizados?</p> <p>II. Produção O produto é projetado para que seja evitada a necessidade de utilização de materiais</p>

<p>perigosos ou proibidos durante o processo de produção? O projeto minimiza a geração de resíduos durante o processo de produção, como restos de revestimentos, serragens, rebarbas e subprodutos?</p> <p>III. Uso O projeto do produto possibilita a fácil desmontagem para o reparo, atualização ou reutilização? O produto é projetado para o uso eficiente ou alternativo de energia?</p> <p>IV. Transporte e Embalagem São evitadas substâncias perigosas ou proibidas nas tintas, corantes e materiais utilizados na embalagem do produto? O projeto possibilita o uso de embalagens de transporte reutilizáveis?</p> <p>V. Final da vida O projeto possibilita a fácil desmontagem para o reuso, reciclagem ou compostagem? Os materiais são classificados (marcados, numerados) para facilitar a identificação por tipo e a separação?</p>

Quadro 4.5. Checklist para o PMA.
Fonte: Kurk e Eagan (2007).

Brezet e Hemel (1997) apresentam um checklist, denominado de Ecodesign Checklist, que é estruturado de acordo com as etapas do ciclo de vida do produto e com 8 estratégias, conforme descrito no Quadro 4.6. As estratégias citadas pelos autores são, na verdade, práticas ambientais.

Ecodesign Checklist – Análise de Necessidades Novo Conceito de Produto	
<p>Como o sistema do produto satisfaz as necessidades sociais?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quais são as funções principais e auxiliares do produto? ▪ O produto satisfaz essas funções eficazmente e eficientemente? ▪ Quais necessidades do usuário o produto satisfaz atualmente? ▪ As funções do produto podem ser expandidas ou aperfeiçoadas para melhor satisfazer as necessidades do usuário? ▪ Para isso serão necessárias mudanças? ▪ É possível prever essas mudanças imaginando uma inovação (radical) do produto? 	<p>Estratégia @: Desenvolvimento de um novo conceito.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desmaterialização ▪ Uso compartilhado do produto ▪ Integração de funções ▪ Otimização funcional do produto (componentes)

“... continua...”.

Etapa do Ciclo de Vida 1: Produção e Fornecimento de Materiais e Componentes	
<p>Quais problemas podem surgir na produção e fornecimento de materiais e componentes?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantos e quais tipos de plástico e borracha são usados? ▪ Quantos e quais tipos de aditivos são usados? ▪ Quantos e quais tipos de metais são usados? ▪ Quantos e quais outros tipos de materiais (vidro, cerâmica, etc.) são usados? ▪ Qual tipo de tratamento de superfície é usado? ▪ Qual é o perfil ambiental dos componentes? ▪ Quanta energia é requerida para transportar os componentes e materiais? 	<p>Estratégia 1: Seleção de materiais de baixo impacto</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Materiais mais limpos ▪ Materiais renováveis ▪ Materiais de menor conteúdo energético ▪ Materiais reciclados ▪ Materiais recicláveis <p>Estratégia 2: Redução do uso de material</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução do peso ▪ Redução no volume (transporte)
Etapa do Ciclo de Vida 2: Produção	
<p>Quais problemas podem surgir no processo de produção de sua empresa?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantos e quais tipos de processos de produção são usados (incluindo conexões, tratamentos de superfícies, pintura e rotulagem)? ▪ Quantos e quais tipos de materiais auxiliares são necessários? (Por exemplo: solventes para limpeza, óleo para perfurações, etc.). ▪ Qual é o consumo de energia? ▪ Quanto resíduo é gerado? ▪ Quantos produtos não satisfazem as normas requeridas de qualidade? 	<p>Estratégia 3: Otimização das técnicas de produção</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Técnicas alternativas de produção ▪ Menor número de etapas de produção ▪ Menor e mais “limpo” consumo de energia ▪ Menor produção de resíduos ▪ Uso, no processo de produção, de materiais auxiliares (solventes, óleos lubrificantes, etc.) mais “limpos” e em menor quantidade
Etapa do Ciclo de Vida 3: Distribuição	
<p>Quais problemas surgem na distribuição do produto ao consumidor?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quais tipos de embalagem para o transporte, embalagem para venda a granel e embalagem para o varejo são usados (volumes, pesos, materiais e reutilização)? ▪ Que meios de transporte são usados? ▪ O transporte é eficientemente organizado? 	<p>Estratégia 2: Redução do uso de material</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução do peso ▪ Redução no volume (transporte) <p>Estratégia 4: Otimização do sistema de distribuição</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Embalagem menor, de materiais mais “limpos” e reutilizável ▪ Meio de transporte eficiente em energia ▪ Logística eficiente em energia

“... continua...”.

Etapa do Ciclo de Vida 4: Utilização	
<p>Quais problemas surgem quando utilizando, operando, revisando e reparando o produto?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quanto e qual tipo de energia é requerida, direta ou indiretamente? ▪ Quantos e quais tipos de materiais auxiliares são necessários? (Por exemplo: água e sabão para uma máquina de lavar roupa; café, copos e filtros para uma máquina de café; filmes para câmeras; papel para uma copiadora; etc.). ▪ Qual é o tempo de vida técnico (tempo no qual o produto funciona adequadamente)? ▪ Quanta manutenção e reparos são necessários? ▪ Quantos e quais materiais auxiliares e energia são requeridos para reparar o produto? ▪ O produto pode ser desmontado por um leigo? ▪ As partes necessitam ser destacáveis para facilitar a substituição (reposição)? ▪ Qual é o tempo de vida estético do produto (tempo no qual o produto é atrativo para o usuário)? 	<p>Estratégia 5: Redução do impacto durante o uso</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Menor consumo de energia ▪ Fontes de energia mais “limpas” ▪ Menor necessidade de produtos auxiliares ▪ Produtos auxiliares mais “limpos” ▪ Redução do desperdício de energia e de produtos auxiliares <p>Estratégia 6: Otimização do tempo de vida inicial</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Confiabilidade e durabilidade ▪ Manutenção e reparo mais fáceis (manutenibilidade) ▪ Estrutura modular do produto ▪ Design clássico (refere-se ao produto que nunca se tornará antiquado. Por exemplo, algumas calças da marca Levi's) ▪ Mais forte relação produto-usuário (essa relação é alcançada quando o consumidor, depois do surgimento de um problema com o produto, procura repará-lo ao invés de jogá-lo no lixo)
Etapa do Ciclo de Vida 5: Recuperação e disposição final	
<p>Quais problemas podem surgir na recuperação e disposição final do produto?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Como o produto é atualmente disposto? ▪ Os componentes ou materiais estão sendo reusados? ▪ Quais componentes poderiam ser reusados? ▪ Os componentes podem ser desmontados sem danificações? ▪ Quais materiais são recicláveis? ▪ Os materiais são identificáveis? ▪ Os componentes podem ser destacados rapidamente? ▪ São utilizados tintas, tratamentos de superfície ou adesivos incompatíveis? ▪ Os componentes perigosos são facilmente destacáveis? ▪ Problemas ocorrem ao incinerar partes não reutilizáveis do produto? 	<p>Estratégia 7: Otimização do sistema de fim de vida</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Reuso do produto (componentes) ▪ Remanufatura / restauração ▪ Reciclagem de materiais ▪ Incineração mais segura

Quadro 4.6. Ecodesign Checklist.

Fonte: Brezet e Hemel (1997).

Brezet e Hemel (1997) organizam as 8 estratégias através do Círculo de Estratégia para o Ecodesign (*The Ecodesign Strategy Wheel*), conforme ilustrado na Figura 4.2. Cada uma das estratégias representa um eixo do círculo. As estratégias 1 a 7 são denominadas “opções de melhoria” e podem ser alcançadas no curto ou médio prazo. Já a estratégia @ (desenvolvimento de um novo conceito) refere-se a soluções mais estruturais e radicais que são realizadas no longo prazo.

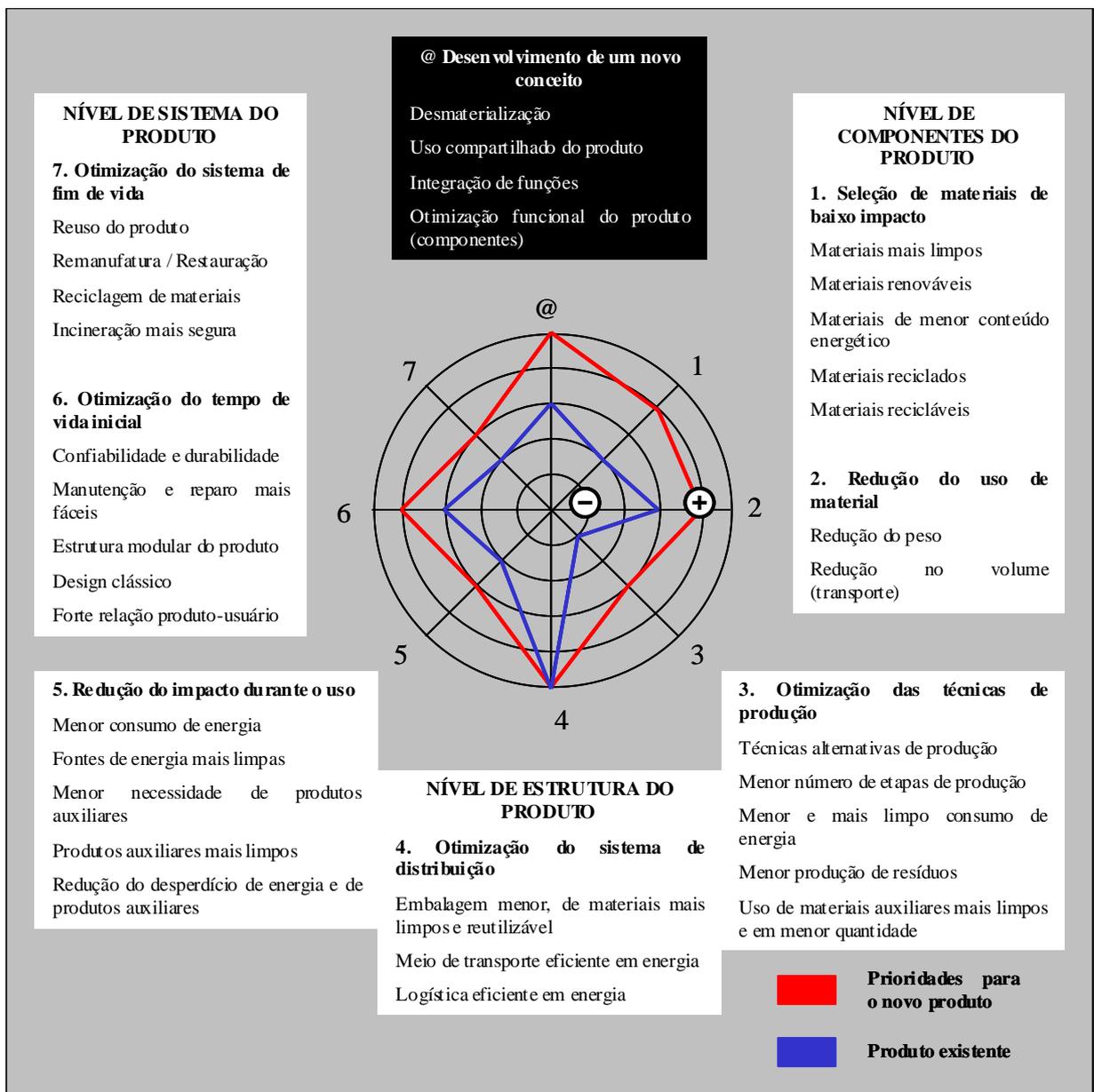


Figura 4.2. Círculo de Estratégia para o Ecodesign.
Fonte: Brezet e Hemel (1997).

Como pode ser notado na Figura 4.2, as estratégias são classificadas em 3 níveis: nível de sistema do produto (estratégias 6 e 7), nível de estrutura do produto (estratégias 3, 4 e 5) e nível de componentes do produto (estratégias 1 e 2). Segundo os autores, o círculo pode ser utilizado para os seguintes propósitos:

- como uma estrutura de referência para a realização do projeto. A organização do círculo de uma maneira lógica, de acordo com o ciclo de vida do produto, evita que a equipe de projeto se concentre em apenas um aspecto (talvez inapropriado) do projeto;
- como uma ferramenta para visualizar o perfil ambiental atual, desejado e realizável do produto. Dessa forma, é útil para indicar quais estratégias deveriam ser focadas no curto e no longo prazo;
- como uma forma de melhoria, rumo a uma técnica de projeto orientada à criatividade.

Nos Quadros E.1 a E.8, no anexo C, são descritas, com maior detalhe, as 8 estratégias, seus respectivos princípios e as regras gerais para implementá-los na prática, de acordo com Brezet e Hemel (1997).

Outro exemplo de checklist é mencionado por Stevels (1997). Segundo o autor, para o projeto de novos conceitos de produtos, que considerem a conservação ambiental, a empresa Philips (*Sound & Vision*) desenvolveu a ferramenta STRETCH (sigla da expressão inglesa *Selection of sTRategic EnvironmenTal CHallenges*), que utiliza o checklist descrito no Quadro 4.7 para avaliar as oportunidades ambientais.

STRETCH: Checklist de oportunidades ambientais
Minimização do impacto da produção
- Minimização de resíduos, emissões e da utilização de energia. - Respeito à biodiversidade.
Minimização do impacto do produto
- Redução de substâncias tóxicas. - Minimização do consumo de materiais (através da miniaturização, redução de peso e integração de sistemas). - Minimização do uso de recursos não renováveis. - Minimização do consumo de energia fóssil (através do uso eficiente de energia).

“... continua...”.

Distribuição e Logística eficientes
- Produzir no local onde ocorrerá o consumo. - Distribuição direta ao consumidor.
Intensidade de uso
- Alugar ao invés de vender. - Uso coletivo.
Durabilidade dos produtos
- Reutilizar. - Atualização técnica. - Prolongar o tempo de vida. - Reparar (consertar). - Restaurar. - Possibilitar o envelhecimento com preservação da qualidade.
Reciclabilidade dos materiais
- Redução da diversidade de materiais. - Possibilitar a separação de materiais (<i>materials cascading</i>). - Projetar para a desmontagem. - Disposição seletiva e segura.

Quadro 4.7. Checklist usado pela Philips (S&V) para avaliação de oportunidades ambientais.
Fonte: Stevels (1997).

Tischner (1997) recomenda um checklist de propriedades ambientalmente relevantes do produto, elaborado por Tischner e Schmidt-Bleek (1993), apresentado no Quadro 4.8.

Produção	Uso	Pós-uso
- Intensidade de material	- Taxa de utilização de materiais (rendimento)	- Composição e complexidade do material
- Intensidade de energia	- Consumo e rendimento de energia	- Oportunidades de coleta e seleção
- Consumo de recursos renováveis	- Consumo de água	- Potencial de reciclagem dos materiais e partes
- Aproveitabilidade dos materiais produzidos	- Peso	- Potencial para incineração
- Intensidade de resíduos	- Tamanho (área)	- Potencial para compostagem
- Desperdício na produção	- Auto-controle, auto-otimização	- Impacto ao ambiente após a disposição final
- Intensidade de transporte e embalagem	- Multifuncionalidade	
- Materiais perigosos	- Potencial para usos posteriores	
- Uso eficiente do terreno (terra, solo)	- Potencial para uso compartilhado	
- Consumo de água	- Longevidade	
	- Propriedades da superfície	
	- Anti-corrosividade	
	- Reparabilidade	
	- Estrutura e facilidade de desmontagem	
	- Robustez, confiabilidade	

	- Probabilidade de fadiga do material - Adaptabilidade ao progresso técnico	
--	--	--

Quadro 4.8. Checklist de propriedades ambientalmente relevantes do produto.
Fonte: Tischner e Schmidt-Bleek (1993).

Stevens (2001) menciona que, para a realização do ecodesign, devem ser consideradas cinco áreas: consumo de energia, aplicação de material, embalagem e transporte, conteúdo químico e final da vida (reciclabilidade). Segundo o autor, diversas ações podem ser pensadas dentro dessas cinco áreas, proporcionando tanto benefícios ambientais como financeiros, conforme apresentado no Quadro 4.9. Esse quadro pode ser utilizado, também, como um checklist.

Área	Ação de ecodesign	Benefício ambiental	Benefício financeiro (produtor)	Benefício financeiro (usuário)
Consumo de energia	Uso de circuitos integrados mais eficientes, miniaturização	Utilização de menor quantidade de energia	Redução do gasto com materiais	Redução do gasto com eletricidade
Aplicação de material	Uso de menor quantidade de material	Utilização de menor quantidade de recursos	Redução do gasto com materiais	Redução do preço do produto
	Substituição de Material	Menor impacto ambiental	?	?
	Uso de materiais reciclados	Fechamento do ciclo de materiais	Redução do gasto com materiais	Redução do preço do produto
Embalagem, transporte	Uso de menor quantidade de materiais na embalagem	Utilização de menor quantidade de recursos e geração de menor quantidade de resíduos	Redução do custo do produto	Redução do preço do produto
	Redução do volume da embalagem	Redução da quantidade de energia usada para o transporte	Redução do custo do produto	?
Conteúdo químico	Uso de um único tipo de material	Melhor reciclabilidade	Desconto por maior volume comprado	Redução do preço do produto
	Eliminação de retardadores de incêndio	Melhor reciclabilidade	Redução do gasto com materiais	Redução do preço do produto
Final da vida, reciclabilidade	Projeto para a desmontagem	Maior rendimento da reciclagem	Redução do custo de desmontagem	Redução do custo de final de vida

Quadro 4.9. Ações e benefícios ambientais e financeiros por área do ecodesign.
Fonte: Stevens (2001).

Manzini e Vezzoli (2002) apresentam algumas práticas ambientais, denominadas por eles de estratégias do Projeto do Ciclo de Vida, que podem ser utilizadas como um checklist. São elas: minimização do uso de recursos, escolha de recursos e processos de baixo impacto ambiental, otimização da vida dos produtos, extensão da vida dos materiais e facilitação da desmontagem. É destacado que a minimização do uso e a escolha de recursos de baixo impacto devem ser consideradas em todas as etapas do ciclo de vida do produto. Já a otimização da vida dos produtos refere-se às etapas de distribuição, uso e descarte. A extensão da vida dos materiais está relacionada à etapa de descarte. E, a facilitação da desmontagem, é uma estratégia de apoio das duas últimas. É também ressaltado que, com a otimização da vida dos produtos e a extensão da vida dos materiais pode-se contribuir com a minimização do uso de recursos e a escolha de recursos de baixo impacto ambiental.

Segundo os autores, a adoção de um conjunto de estratégias produz um melhor resultado ambiental. Entretanto, algumas são sinérgicas e outras podem ser conflitantes entre elas e, até mesmo, com outros objetivos do projeto tradicional (como custos, qualidade e segurança). Então, é recomendado definir quais são as prioridades do projeto e, posteriormente, quais conjuntos de estratégias considerar.

Para cada estratégia, são apresentadas as respectivas linhas de referência (linhas guias) e as opções (indicações) para a realização do projeto. Os Quadros F.1 a F.5, no anexo D, reúnem todas elas, de acordo com os autores.

4.3.4 Diretrizes ambientais

As diretrizes são orientações ambientais, denominadas pelos autores de regras ou práticas. Consideram algumas etapas do ciclo de vida do produto, mas, não necessariamente, são apresentadas em uma seqüência de etapas, como acontece nos checklists.

Por exemplo, Luttrupp e Lagerstedt (2006) apresentam um resumo pedagógico para o ecodesign, que foi criado com base em diretrizes encontradas em manuais de empresas e na literatura. Esse resumo é denominado de “As dez regras de ouro” (*The Ten Golden Rules*). Trata-se de regras genéricas que devem ser adaptadas para cada tipo específico de desenvolvimento de produto. Elas foram elaboradas para serem aplicadas nas aulas dos cursos

de ecodesign ministrados pelo primeiro autor, como uma ferramenta simples que facilita o ensinamento dos alunos. No Quadro 4.10 são apresentadas as 10 regras.

Regra	Descrição
1	Não utilizar substâncias tóxicas. Se necessárias, utilizá-las através de ciclos fechados de produção.
2	Minimizar o consumo de energia e de recursos naturais nas etapas de produção e de transporte, através de melhores práticas.
3	Estudar características estruturais e utilizar materiais de alta qualidade para minimizar o peso dos produtos, garantindo que os mesmos não interferiram na flexibilidade, resistência a impactos ou outras prioridades funcionais.
4	Minimizar a utilização de energia e de recursos naturais na fase de uso, principalmente para os produtos que apresentam consumos mais significativos nessa fase.
5	Promover o reparo e atualização, principalmente para produtos dependentes de sistemas. Por exemplo: telefone celular, computadores e tocadores de CD (<i>Compact Disc</i>).
6	Promover vida útil duradoura, principalmente para produtos que apresentam impactos ambientais significativos após a fase de uso.
7	Investir em melhores materiais, tratamentos de superfícies ou arranjos estruturais para proteger os produtos de sujeira, corrosão e desgaste, proporcionando, como consequência, reduzida manutenção e mais longa vida útil ao produto.
8	Planejar para a atualização, reparo e reciclagem, através da classificação de partes, maior facilidade de acesso às partes, criação de módulos, identificação de pontos de separação e fornecimento de manuais de instrução para a desmontagem.
9	Facilitar a atualização, reparo e reciclagem por meio do uso de materiais em pequena diversidade, recicláveis e não misturados (nenhuma liga de metais, por exemplo).
10	Utilizar o mínimo possível de elementos unidos, dando preferência ao uso de parafusos, encaixes, fechos, entre outros artifícios.

Quadro 4.10. As 10 regras de ouro para o ecodesign.

Fonte: Luttrupp e Lagerstedt (2006).

É ressaltado pelos autores que cada regra é genérica e deve ser adaptada a cada tipo de projeto. Como exemplo, eles citam o uso da primeira regra, que poderia, em um projeto específico, ser desmembrada em outras três:

- identificar as substâncias tóxicas utilizadas no produto;
- procurar um produto substituto não tóxico, que apresente as mesmas características funcionais e econômicas do produto atual;

- verificar se já existem ciclos fechados ou se eles podem ser projetados e utilizados para a reciclagem de substâncias tóxicas.

Outras diretrizes são apresentadas por Fiksel e Wapman (1994). Segundo os autores, as práticas de PMA mais adotadas pelas empresas são as seguintes:

- substituição de materiais: por aqueles com maior possibilidade de reciclagem;
- redução de resíduos na fonte: através da diminuição do peso dos produtos e de suas embalagens;
- redução do uso de substâncias tóxicas: incorporadas no produto ou utilizadas no seu processo de fabricação;
- redução do uso de energia: diminuir a energia necessária para produzir, transportar, armazenar, utilizar, reciclar e dispor do produto e de sua embalagem;
- extensão da vida: aumentar a vida útil do produto;
- projeto para a separação e desmontagem: facilitar a desmontagem dos produtos e de seus componentes;
- projeto para a reciclagem: seleção de materiais e componentes reciclados e/ou recicláveis;
- projeto para a disposição final: garantir que todos os materiais não reaproveitáveis componentes do produto sejam dispostos com segurança;
- projeto para a reutilização: possibilitar que determinados componentes do produto sejam recuperados, restaurados e reutilizados;
- projeto para a remanufatura: aproveitar resíduos pós-industriais ou pós-consumo recicláveis e utilizá-los como insumos para a produção de novos produtos;
- projeto para a recuperação de energia: obtenção de energia contida nos resíduos.

Venzke e Nascimento (2002) recomendam as práticas de ecodesign apresentadas no Quadro 4.11. Elas são mais direcionadas ao setor moveleiro, que foi o setor estudado pelos autores, mas podem ser úteis, também, para a análise de outros tipos de empresas.

Práticas	Recuperação de material: deve-se evitar o uso de materiais compostos, pois são de difícil separação, o que pode impossibilitar a recuperação e reciclagem dos componentes do produto.
	Projetos voltados à simplicidade: projetar um produto mais simplificado pode proporcionar um menor custo de produção (devido ao uso de menor quantidade de matéria-prima) e, também, facilitar a montagem e desmontagem, permitindo a sua recuperação e reciclagem.
	Redução de matérias-primas na fonte: ao diminuir o uso de matérias-primas, é reduzida, também, a geração de resíduos.
	Recuperação e reutilização de resíduos: adotar tecnologias de recuperação dos vários tipos de resíduos gerados em cada etapa do ciclo de vida do produto.
	Uso de formas de energia renováveis: dar preferência ao uso de energia solar, eólica e hidrelétrica.
	Utilização de materiais renováveis: substituir o uso de materiais não renováveis por materiais renováveis.
	Produtos com maior durabilidade: um produto com maior durabilidade possibilita que seja prorrogada a produção de um novo.
	Recuperação de embalagens: desenvolver sistemas de recolhimento para reaproveitar as embalagens, reutilizando-as (produtos com refil, por exemplo) ou reciclando-as.
Utilização de substâncias à base de água: deve ser dada preferência ao uso de produtos (por exemplo, solventes e tintas) à base de água, e não à base de petróleo.	

Quadro 4.11. Práticas recomendadas para o ecodesign de produtos do setor moveleiro.
Fonte: adaptado de Venzke e Nascimento (2002).

Há empresas que estão desenvolvendo suas próprias diretrizes ambientais. Korpalski (1996) cita o exemplo da Hewlett-Packard (HP) que adota diretrizes que foram desenvolvidas por uma equipe multifuncional composta por representantes das áreas de desenvolvimento de produtos, compras, produção, gestão ambiental e reciclagem. Apresentam recomendações do que deve e do que não deve ser feito em assuntos como: materiais, projeto mecânico, embalagens, produtos e processos de produção.

4.3.5 Outras ferramentas

Uma ferramenta qualitativa muito utilizada é a matriz MET (Material – Energia – Toxicidade). De acordo com Brezet e Hemel (1997), essa matriz é útil para analisar o perfil ambiental de um produto. São avaliados os impactos ambientais relacionados ao uso de materiais, ao consumo de energia e às emissões tóxicas em cinco etapas do ciclo de vida do

produto (extração e produção de materiais, produção, distribuição, uso e final da vida). O Quadro 4.12 apresenta a estrutura da matriz.

	Materiais (descrever entradas e saídas; uso de materiais não-renováveis, tóxicos ou incompatíveis; etc.).	Energia (analisar o consumo de energia nas etapas do ciclo de vida).	Toxicidade (identificar emissões tóxicas ao solo, ar e água nas etapas do ciclo de vida).
Extração e produção de materiais	<i>Análises qualitativas</i>	<i>Análises qualitativas</i>	<i>Análises qualitativas</i>
Produção	<i>Análises qualitativas</i>	<i>Análises qualitativas</i>	<i>Análises qualitativas</i>
Distribuição (todas as etapas de distribuição)	<i>Análises qualitativas</i>	<i>Análises qualitativas</i>	<i>Análises qualitativas</i>
Uso (operação e serviços)	<i>Análises qualitativas</i>	<i>Análises qualitativas</i>	<i>Análises qualitativas</i>
Final da vida (recuperação e disposição final)	<i>Análises qualitativas</i>	<i>Análises qualitativas</i>	<i>Análises qualitativas</i>

Quadro 4.12. Estrutura da Matriz MET.

Fonte: Brezet e Hemel (1997).

Mais um exemplo de ferramenta (neste caso denominado de sistema de suporte) é o sugerido por Chung et al. (2003). Após pesquisarem em 2001, em 50 empresas coreanas, os fatores necessários para a implementação do ecodesign, os autores criaram o sistema de suporte ao ecodesign nomeado de *Instep-DfE*. Trata-se de um sistema de apoio baseado na internet e que contém ferramentas e bases de dados para:

- fornecer informações sobre legislações regulamentadoras existentes, principalmente sobre materiais perigosos, nas regiões para onde os produtos serão exportados;
- fornecer checklist qualitativo (chamado de “*Ecolist*”) e manuais de projeto que orientem a melhoria do produto;
- possibilitar a avaliação quantitativa dos impactos ambientais através do uso de uma Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) mais simplificada;
- otimizar a etapa de disposição final do produto, por exemplo, através do uso de ferramenta de avaliação da reciclabilidade;

- facilitar a participação de equipes multidisciplinares, por meio do uso da internet.

Diehl, Soumitri, e Mestre (2001) mencionam mais uma ferramenta, denominada por eles de *benchmarking* do ecodesign. É o processo pelo qual o produto de uma determinada empresa é comparado aos produtos das empresas concorrentes em cinco áreas de análise: Energia, Aplicação de materiais, Embalagem e Transporte, Conteúdo químico e Reciclabilidade.

4.4 Síntese das Práticas Ambientais

Entre as ferramentas mencionadas anteriormente, em 10 delas são apresentadas estratégias, ações, práticas ou regras (segundo a definição de cada autor), que, neste trabalho, são denominadas de práticas ambientais. No Quadro 4.13, são descritas as ferramentas, aqui denominadas de ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental, conforme explicado anteriormente.

Autor	Ferramenta (tipo)	Nome
Tischner e Schmidt-Bleek (1993)	Checklist	Checklist de propriedades ambientalmente relevantes do produto
Fiksel e Wapman (1994)	Diretrizes	Práticas de PMA
Brezet e Hemel (1997)	Checklist	Ecodesign Checklist
Brown e Wilmanns (1997)	ACV simplificada	ACV simplificada – Empresa Patagônia (roupas esportivas)
Stevens (1997)	Checklist	Checklist da Philips (S&V) para avaliação de oportunidades ambientais
Stevens (2001)	Checklist	Ações de ecodesign
Manzini e Vezzoli (2002)	Checklist	Estratégias do Projeto do Ciclo de Vida
Venzke e Nascimento (2002)	Diretrizes	Práticas para o ecodesign de produtos do setor moveleiro
Luttrupp e Lagerstedt (2006)	Diretrizes	As dez regras de ouro (<i>The Ten Golden Rules</i>)
Kurk e Eagan (2007)	Checklist	Checklist para o PMA

Quadro 4.13. Ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental.

Neste grupo, estão ferramentas elaboradas na década de 1990 e nos anos 2000. Há exemplos de ferramentas teóricas sugeridas pelos autores (TISCHNER e SCHMIDT-BLEEK, 1993; FIKSEL e WAPMAN, 1994; BREZET e HEMEL, 1997; STEVELS, 2001; MANZINI e VEZZOLI, 2002; LUTTROPP e LAGERSTEDT, 2006; KURK e EAGAN, 2007) e de ferramentas utilizadas por empresas, como as citadas por Brown e Wilmanns (1997), Stevels (1997) e Venzke e Nascimento (2002). Estão presentes nesse grupo, ferramentas mencionadas por autores fundamentais do PMA, como Fiksel e Wapman (1994), Brezet e Hemel (1997) e Manzini e Vezzoli (2002).

A adoção das práticas ambientais apresentadas nas ferramentas pode auxiliar as empresas no gerenciamento ambiental em cada uma das etapas do CVP. A seguir são elaboradas, para cada etapa (geração e aquisição de matérias-primas, produção do produto, distribuição, uso e final da vida), sínteses das práticas ambientais apresentadas nas 10 ferramentas. Das 5 sínteses elaboradas, 2 delas (as referentes às etapas 1 e 2 do CVP) serviram de referência para a realização da pesquisa, ou seja, para identificar as práticas ambientais adotadas pelas empresas paulistas processadoras de madeira.

Para a elaboração das sínteses, foram realizadas as seguintes etapas:

- reunião das práticas ambientais por etapa do ciclo de vida do produto: para cada etapa, foram reunidos os autores que apresentam práticas ambientais referentes à mesma, conforme apresentado nos Quadros A.1 a A.5, no apêndice A.

- elaboração das sínteses das práticas ambientais: as práticas ambientais apresentadas pelos autores foram comparadas e resumidas, sendo consideradas as mais mencionadas e, também, as indicadas por um número menor de autores, mas significantes para a conservação ambiental. Em algumas etapas, foram acrescentadas práticas ambientais não lembradas pelos autores.

Síntese das práticas ambientais referentes à etapa de geração e aquisição de matérias-primas

Esta etapa do ciclo de vida do produto trata da geração e aquisição das matérias-primas componentes do produto e da embalagem. No Quadro A.1, no apêndice A, foram reunidas práticas ambientais referentes a esta etapa, apresentadas por 9 autores, pois Tischner e Schmidt-Bleek (1993) não abordam o assunto.

Em seguida, foi elaborada uma síntese das práticas ambientais sugeridas pelos autores, conforme apresentado no Quadro 4.14. As práticas foram organizadas em 5 grupos:

(1) seleção das matérias-primas componentes do produto e embalagem; (2) seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas; (3) seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas; (4) seleção de fontes energéticas para a geração de matérias-primas; (5) estruturação do produto e/ou embalagem (para a diminuição do uso de matérias-primas e redução do gasto energético com o transporte).

SÍNTESE – ETAPA 1: GERAÇÃO e AQUISIÇÃO de MATÉRIAS-PRIMAS	
GRUPO 1: Seleção das matérias-primas componentes do produto e embalagem	
Seleção de matérias-primas mais limpas (menos poluentes e/ou não tóxicas)	Utilização de matérias-primas provenientes de refugos de processos produtivos e/ou de produtos já eliminados
Seleção de matérias-primas recicláveis	
Seleção de matérias-primas recicladas	
Seleção de matérias-primas renováveis	
Utilização de matérias-primas biodegradáveis	
Seleção de matérias-primas de menor conteúdo energético (cujo processo de produção é menos intensivo em energia)	
Seleção de matérias-primas mais leves (menor gasto energético para serem transportadas)	Utilização de matérias-primas simples (evitar materiais compostos)
	Seleção de matérias-primas de melhor qualidade. Ex: anticorrosivas, resistentes (maior vida útil do produto)
GRUPO 2: Seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas	
Seleção de tecnologias utilizadoras de menos recursos naturais (água, energia, matérias-primas)	
Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição	
GRUPO 3: Seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas	
Seleção de melhores práticas, que utilizam menos recursos naturais (água, energia, matérias-primas)	
Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição	
GRUPO 4: Seleção de fontes energéticas para a geração de matérias-primas	
Seleção de fontes energéticas renováveis	Seleção de formas de energia mais limpas
GRUPO 5: Estruturação do produto e/ou embalagem (para a diminuição do uso de matérias-primas e redução do gasto energético com o transporte)	
Redução do peso do produto/embalagem	Simplificação do produto (uso de menor diversidade de matérias-primas)
Redução do tamanho (miniaturização) do produto/embalagem	

Quadro 4.14. Síntese das práticas ambientais referentes à etapa de geração e aquisição de matérias-primas.

Fonte: elaborado com base em Fiksel e Wapman (1994), Brezet e Hemel (1997), Brown e Wilmanns (1997), Stevels (1997), Stevels (2001), Manzini e Vezzoli (2002), Venzke e Nascimento (2002), Luttrupp e Lagerstedt (2006), Kurk e Eagan (2007).

No grupo 1, foram consideradas as práticas ambientais mais citadas pelos autores (seleção de matérias-primas mais limpas, recicláveis, recicladas, renováveis) e, também, algumas mencionadas poucas vezes, mas que são importantes para a redução dos impactos negativos ao meio ambiente (seleção de matérias-primas biodegradáveis, de menor conteúdo energético, mais leves, provenientes de refugos de processos produtivos e/ou de produtos já eliminados, mais simples e de melhor qualidade).

É feita uma diferenciação entre tecnologias e práticas operacionais. No grupo “seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas”, é considerada a seleção de tecnologias menos impactantes. Já no grupo “seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas”, a ênfase está na operação, ou seja, nas práticas produtivas

ambientalmente mais favoráveis. Os autores citam as seguintes práticas ambientais referentes a esses dois grupos: seleção de tecnologias e seleção de melhores práticas que utilizam menos recursos naturais. Mas, não são mencionadas por eles as seguintes práticas ambientais aqui acrescentadas: seleção de tecnologias e seleção de melhores práticas que geram menos poluição.

O grupo “seleção de fontes energéticas para a geração de matérias-primas” considera duas práticas ambientais mencionadas pelos autores: seleção de fontes energéticas renováveis e seleção de formas de energia mais limpas.

Finalizando a síntese, está o grupo “estruturação do produto e/ou embalagem”, composto pelas seguintes práticas ambientais mencionadas pela maioria dos autores: redução do peso do produto/embalagem, redução do tamanho do produto/embalagem e simplificação do produto. Estas práticas contribuem para a diminuição do uso de matérias-primas e para a redução do gasto energético com o transporte.

É importante explicar, ainda, que as práticas ambientais sugeridas por Manzini e Vezzoli (2002), apresentadas no Quadro A.1 (no apêndice A), por apresentarem um alto nível de detalhamento, foram sintetizadas nas seguintes: redução do peso e tamanho do produto, simplificação do produto, seleção de matérias-primas mais limpas (não tóxicas), seleção de matérias-primas renováveis, seleção de matérias-primas provenientes de refugos de processos produtivos e/ou de produtos já eliminados, seleção de matérias-primas recicladas, utilização de matérias-primas biodegradáveis, seleção de fontes energéticas renováveis e seleção de formas de energia mais limpas.

Síntese das práticas ambientais referentes à etapa de produção do produto

Nesta etapa é abordado o processo de produção do produto. No Quadro A.2, no apêndice A, foram reunidas as práticas ambientais recomendadas por 9 autores, porque Stevels (2001) não apresenta recomendações sobre esta etapa.

Na elaboração de uma síntese dessas práticas ambientais, apresentada no Quadro 4.15, foram considerados 4 grupos: (1) seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo; (2) seleção de tecnologias para a produção do produto; (3) seleção de práticas operacionais para a produção do produto; (4) seleção de fontes energéticas para a produção do produto.

SÍNTESE – ETAPA 2: PRODUÇÃO DO PRODUTO	
GRUPO 1: Seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo (não presentes no produto)	
Seleção de materiais auxiliares mais limpos (menos poluentes e/ou não tóxicos*) Seleção de materiais auxiliares renováveis	(*) Na necessidade do uso de materiais tóxicos: Utilizar ciclos fechados de produção, para evitar a liberação de substâncias tóxicas no meio ambiente
GRUPO 2: Seleção de tecnologias para a produção do produto	
Seleção de tecnologias utilizadoras de menos recursos naturais (água, energia, matérias-primas) Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição Adoção de tecnologias de recuperação de resíduos do processo produtivo (reuso dos resíduos como matéria-prima ou para a produção de energia)	Seleção de tecnologias que diminuam o desperdício no processo produtivo e/ou a produção de produtos com defeitos Diminuição do número de etapas de produção
GRUPO 3: Seleção de práticas operacionais para a produção do produto	
Seleção de melhores práticas, que utilizam menos recursos naturais (água, energia, matérias-primas) Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição Uso de ciclos fechados de produção (para economizar recursos. Ex: reciclagem de água de processo)	Seleção de melhores práticas, que diminuam o desperdício no processo produtivo e/ou a produção de produtos com defeitos
GRUPO 4: Seleção de fontes energéticas para a produção do produto	
Seleção de fontes energéticas renováveis	Seleção de formas de energia mais limpas

Quadro 4.15. Síntese das práticas ambientais referentes à etapa de produção do produto.

Fonte: elaborado com base em Tischner e Schmidt-Bleek (1993), Fiksel e Wapman (1994), Brezet e Hemel (1997), Brown e Wilmanns (1997), Stevels (1997), Manzini e Vezzoli (2002), Venzke e Nascimento (2002), Luttrupp e Lagerstedt (2006), Kurk e Eagan (2007).

No grupo 1, a prática ambiental mais citada pelos autores é a de seleção de materiais auxiliares mais limpos (menos poluentes e/ou não tóxicos). Entretanto, é considerada, também, a seleção de materiais auxiliares renováveis, que, apesar de ser mencionada por apenas 1 autor, é importante para a conservação ambiental.

A maioria dos autores recomenda a diminuição do consumo de recursos naturais e a redução da geração de poluição (resíduos e emissões). Alguns sugerem a diminuição do desperdício no processo produtivo e a redução da produção de produtos com defeitos. Foi considerado, na elaboração da síntese, que esses objetivos podem ser alcançados através de novas tecnologias ou de melhores práticas operacionais, o que levou à criação dos grupos “seleção de tecnologias para a produção do produto” e “seleção de práticas operacionais para a produção do produto”.

No grupo “seleção de tecnologias para a produção do produto”, as principais práticas ambientais mencionadas pelos autores são: seleção de tecnologias utilizadoras de menos recursos naturais e geradoras de menos poluição. Porém, são consideradas na síntese, também, outras três práticas ambientais, citadas menos vezes, mas importantes: adoção de tecnologias de recuperação de resíduos do processo produtivo; seleção de tecnologias que

diminuem o desperdício no processo produtivo e/ou a produção de produtos com defeitos; e, diminuição do número de etapas de produção.

No grupo “seleção de práticas operacionais para a produção do produto” são mais citadas as seguintes práticas ambientais: seleção de melhores práticas, que utilizam menos recursos naturais e que geram menos poluição. Mas também é válida a prática ambiental, menos citada, de seleção de melhores práticas operacionais, que diminuem o desperdício no processo produtivo e/ou a produção de produtos com defeitos. Nesse grupo é ainda acrescentada uma prática ambiental não abordada pelos autores, a do uso de ciclos fechados de produção para economizar recursos naturais.

No grupo “seleção de fontes energéticas para a produção do produto” são consideradas duas práticas ambientais recomendadas pelos autores: seleção de fontes energéticas renováveis e seleção de formas de energia mais limpas.

As práticas ambientais recomendadas por Manzini e Vezzoli (2002), por serem muito específicas, foram resumidas nas seguintes: seleção de tecnologias utilizadoras de menos recursos naturais; seleção de melhores práticas, que utilizam menos recursos naturais; seleção de tecnologias geradoras de menos poluição; e, seleção de formas de energia mais limpas.

Síntese das práticas ambientais referentes à etapa de distribuição

Esta etapa do ciclo de vida trata da distribuição do produto. Nove autores apresentam práticas ambientais sobre esta etapa, conforme descrito no Quadro A.3, no apêndice A. Apenas Tischner e Schmidt-Bleek (1993) não abordam o assunto.

A síntese elaborada, apresentada no Quadro 4.16, é composta de 4 grupos: (1) seleção de meios de transporte e de equipamentos de armazenamento do produto; (2) seleção de práticas de distribuição; (3) seleção de fontes energéticas para o transporte e armazenamento do produto; (4) estruturação do produto e/ou embalagem (para a redução do gasto energético com o transporte e armazenamento do produto).

SÍNTESE – ETAPA 3: DISTRIBUIÇÃO	
GRUPO 1: Seleção de meios de transporte e de equipamentos de armazenamento do produto	
Seleção de meios de transporte que utilizam menos energia (combustível) Seleção de equipamentos de armazenamento (manipulação e movimentação de produtos) que utilizam menos energia	Seleção de meios de transporte e de equipamentos de armazenamento menos poluentes
GRUPO 2: Seleção de práticas de distribuição	
Seleção de melhores práticas de distribuição (transporte, armazenamento, logística), que utilizam menos recursos naturais (água, energia, materiais em geral). <u>Ex:</u> melhor organização da logística de distribuição (clientes locais, distribuição direta ao consumidor, organização eficiente das rotas de distribuição, otimização de carregamentos, padronização de embalagens/uso de paletes)	Seleção de melhores práticas de distribuição (transporte, armazenamento, logística), que geram menos poluição. <u>Ex:</u> recuperação e reutilização de resíduos gerados na distribuição do produto (no transporte e armazenamento)
GRUPO 3: Seleção de fontes energéticas para o transporte e armazenamento do produto	
Seleção de fontes energéticas renováveis	Seleção de formas de energia mais limpas
GRUPO 4: Estruturação do produto e/ou embalagem (para a redução do gasto energético com o transporte e armazenamento do produto)	
Redução do peso do produto/embalagem Redução do tamanho do produto/embalagem Projeto de produtos concentrados Projeto de produtos montáveis no local de uso Possibilidade de dobragem e/ou encaixe do produto final	Redução do número de tipos de embalagens necessárias Projetar a embalagem como parte integrada do produto Uso de embalagens de transporte reutilizáveis

Quadro 4.16. Síntese das práticas ambientais referentes à etapa de distribuição.

Fonte: elaborado com base em Fiksel e Wapman (1994), Brezet e Hemel (1997), Brown e Wilmanns (1997), Stevels (1997), Stevels (2001), Manzini e Vezzoli (2002), Venzke e Nascimento (2002), Luttrupp e Lagerstedt (2006), Kurk e Eagan (2007).

Os autores recomendam a diminuição do consumo de energia na distribuição do produto. Na síntese foi considerado que essa diminuição pode ser alcançada através da seleção de meios de transporte e de equipamentos de armazenamento do produto e, também, por meio da seleção de práticas de distribuição.

No grupo “seleção de meios de transporte”, a prática ambiental mais citada pelos autores é a de seleção de meios de transporte que utilizam menos energia (combustível). Também é sugerida a seleção de equipamentos de armazenamento (manipulação e movimentação de produtos) que utilizam menos energia. A única prática ambiental deste grupo não mencionada pelos autores, mas que foi acrescentada por ser importante para a conservação ambiental, é a de seleção de meios de transporte e de equipamentos de armazenamento menos poluentes.

No grupo “seleção de práticas de distribuição”, a prática ambiental mais abordada pelos autores é a de seleção de melhores práticas de distribuição (transporte, armazenamento, logística), que utilizam menos recursos naturais (água, energia, materiais em geral). Entre as práticas citadas, estão as seguintes: seleção de clientes locais (produzir no

local onde ocorrerá o consumo), distribuição direta ao consumidor, organização eficiente das rotas de distribuição, otimização de carregamentos e padronização de embalagens de transporte (uso de paletes). Neste grupo também é citada, por um número menor de autores, a seleção de melhores práticas de distribuição que geram menos poluição (Ex: recuperação e reutilização de resíduos gerados na distribuição do produto).

No grupo “seleção de fontes energéticas para o transporte e armazenamento do produto” são consideradas duas práticas ambientais recomendadas pelos autores: seleção de fontes energéticas renováveis e seleção de formas de energia mais limpas.

O último grupo, denominado de “estruturação do produto e/ou embalagem”, trata de práticas ambientais que tem como propósito reduzir o gasto energético com o transporte e armazenamento do produto. São práticas relevantes mencionadas pelos autores: redução do peso e/ou tamanho do produto/embalagem; projeto de produtos concentrados; projeto de produtos montáveis no local de uso; possibilidade de dobragem e/ou encaixe do produto final; redução do número de tipos de embalagens necessárias; projetar a embalagem como parte integrada do produto; e, uso de embalagens de transporte reutilizáveis.

Algumas práticas ambientais mencionadas pelos autores (embalagem de matérias-primas mais limpas, embalagem produzida de fontes renováveis, evitar substâncias perigosas ou proibidas nas embalagens) não são consideradas, porque já foram citadas na etapa de geração e aquisição de matérias-primas. Há também outras aqui não consideradas (reutilização da embalagem, embalagem reciclada ou direcionada à compostagem), porque são abordadas nas etapas seguintes de uso e final da vida do produto.

Manzini e Vezzoli (2002) recomendam um número maior de práticas ambientais, que foram sintetizadas nas seguintes: redução do número de tipos de embalagens necessárias; projetar a embalagem como parte integrada do produto; redução do peso e do tamanho do produto/embalagem; projeto de produtos concentrados; projeto de produtos montáveis no local de uso; seleção de melhores práticas de distribuição, que utilizam menos recursos naturais; e, seleção de formas de energia mais limpas.

Síntese das práticas ambientais referentes à etapa de uso

Esta etapa trata do uso do produto pelo consumidor. No Quadro A.4, apresentado no apêndice A, são consideradas práticas ambientais recomendadas por 9 autores. Somente Stevels (2001) não apresenta recomendações.

As práticas ambientais sugeridas pelos autores foram organizadas, na síntese apresentada no Quadro 4.17, em 8 grupos: (1) consumo de recursos naturais (água, energia, materiais em geral) durante o uso do produto; (2) seleção de fontes energéticas para o funcionamento do produto; (3) seleção de produtos auxiliares ao funcionamento do produto; (4) minimização e reutilização de resíduos da fase de uso do produto; (5) vida útil do produto; (6) tipo de uso do produto; (7) manutenção, reparo e atualização do produto; (8) reutilização do produto e embalagem.

SÍNTESE – ETAPA 4: USO	
GRUPO 1: Consumo de recursos naturais (água, energia, materiais em geral) durante o uso do produto	
Diminuição do consumo de recursos naturais (água, energia, produtos auxiliares) durante o uso do produto Possibilitar o auto-controle (facilitação do controle) pelo usuário, para diminuir o desperdício de recursos naturais Projeto de sistemas com consumo variável de recursos para diferentes exigências de funcionamento	Uso de sensores para o ajuste dos consumos às exigências de funcionamento Incorporação nos produtos de mecanismos programáveis para desligar automaticamente Fazer com que o estado de <i>default</i> seja o de menor consumo possível
GRUPO 2: Seleção de fontes energéticas para o funcionamento do produto	
Seleção de fontes energéticas renováveis	Seleção de formas de energia mais limpas
GRUPO 3: Seleção de produtos auxiliares ao funcionamento do produto	
Seleção de produtos auxiliares renováveis	Seleção de produtos auxiliares menos poluentes
GRUPO 4: Minimização e reutilização de resíduos da fase de uso do produto	
Minimizar a dispersão de resíduos tóxicos ou poluentes durante o uso	Recuperação e reutilização dos resíduos gerados na fase de uso do produto
GRUPO 5: Vida útil do produto	
Aumento do tempo de vida útil do produto (tratamento da superfície, anti-corrosividade, projeto de vidas iguais para os vários componentes, aumento do tempo de vida estético e/ou técnico)	Aumento da confiabilidade do produto (maior robustez, menor probabilidade de fadiga do material, evitar as junções frágeis)
GRUPO 6: Tipo de uso do produto	
Projeto para o uso compartilhado (uma pessoa após a outra, sem aquisição do produto, dando preferência ao aluguel ao invés da venda)	Projeto para o uso coletivo (uso conjunto por várias pessoas, ao mesmo tempo) Projeto de produtos multifuncionais (integração de várias funções ou produtos em um único produto)
GRUPO 7: Manutenção, reparo e atualização do produto	
Facilidade de manutenção (conservação), realizada pelo próprio usuário (facilidade de acesso e remoção das partes, fornecimento de instruções para a manutenção, redução do número de operações de manutenção) Minimizar a necessidade de manutenção por parte do consumidor Facilidade de reparo (conserto), realizado pelo próprio usuário (facilidade de acesso às partes, fornecimento de instruções para o reparo)	Possibilidade de atualização tecnológica do produto pelo usuário Projeto de estrutura modular e reconfigurável do produto (maior facilidade de atualização e adaptabilidade: adaptação em relação a diversos ambientes, adaptação em relação à evolução física e cultural dos indivíduos, facilidade de atualização no local de uso, fornecimento de instruções para a atualização)

“... continua...”.

GRUPO 8: Reutilização do produto e embalagem
Possibilidade de reutilização do produto (ou componentes) pelo usuário (facilidade de remoção dos componentes que podem ser reutilizados, possibilidade de recarga das embalagens, possibilidade de reutilização das embalagens para outros fins)

Quadro 4.17. Síntese das práticas ambientais referentes à etapa de uso.

Fonte: elaborado com base em Tischner e Schmidt-Bleek (1993), Fiksel e Wapman (1994), Brezet e Hemel (1997), Brown e Wilmanns (1997), Stevels (1997), Manzini e Vezzoli (2002), Venzke e Nascimento (2002), Luttrupp e Lagerstedt (2006), Kurk e Eagan (2007).

No primeiro grupo, “consumo de recursos naturais”, a prática ambiental mais citada pelos autores é a de diminuição do consumo de recursos naturais (água, energia, produtos auxiliares) durante o uso do produto. Porém, as outras 5 práticas ambientais do grupo, descritas no Quadro 4.17, mencionadas por 2 dos autores, são, também, válidas para a conservação ambiental.

No grupo “seleção de fontes energéticas para o funcionamento do produto” são recomendadas duas práticas ambientais: seleção de fontes energéticas renováveis e seleção de formas de energia mais limpas.

Dois práticas ambientais formam o grupo “seleção de produtos auxiliares ao funcionamento do produto”. Uma delas, a de seleção de produtos auxiliares menos poluentes, é sugerida por dois dos autores. Já a de seleção de produtos auxiliares renováveis, não citada pelos autores, é acrescentada na síntese, por ser significativa, também, para a conservação do meio ambiente.

No grupo “minimização e reutilização de resíduos da fase de uso do produto”, estão duas práticas ambientais, mencionadas por apenas 2 dos autores, mas importantes para o meio ambiente: minimizar a dispersão de resíduos tóxicos ou poluentes durante o uso; e, recuperação e reutilização dos resíduos gerados na fase de uso do produto.

O grupo seguinte, “vida útil do produto”, contém uma das práticas ambientais mais sugeridas pelos autores, a de aumento do tempo de vida útil do produto, e, também, a de aumento da confiabilidade do produto, mencionada por um número reduzido de autores.

No grupo “tipo de uso do produto” estão 3 importantes práticas ambientais recomendadas pelos autores: projeto para o uso compartilhado, projeto para o uso coletivo e projeto de produtos multifuncionais.

São integrantes do grupo “manutenção, reparo e atualização do produto”, 5 práticas ambientais: facilidade de manutenção (realizada pelo próprio usuário); minimizar a necessidade de manutenção por parte do consumidor; facilidade de reparo (realizado pelo próprio usuário); possibilidade de atualização tecnológica do produto pelo usuário; e, projeto de estrutura modular e reconfigurável do produto.

O último grupo da síntese, “reutilização do produto e embalagem”, apresenta apenas uma prática ambiental, sugerida por 4 dos autores: possibilidade de reutilização do produto (ou componentes) pelo usuário.

Não são consideradas três práticas ambientais mencionadas pelos autores (redução do peso, do tamanho e simplificação do produto), porque já foram abordadas na etapa anterior de geração e aquisição de matérias-primas. Também, a prática de reciclagem do produto não é aqui considerada, pois será colocada na etapa seguinte (final da vida).

São muitas, e específicas, as práticas ambientais recomendadas por Manzini e Vezzoli (2002). Devido a isso, na síntese não foram consideradas todas, somente as seguintes: diminuição do consumo de recursos naturais durante o uso do produto; projeto de sistemas com consumo variável de recursos para diferentes exigências de funcionamento; uso de sensores para o ajuste dos consumos às exigências de funcionamento; incorporação nos produtos de mecanismos programáveis para desligar automaticamente; fazer com que o estado de *default* seja o de menor consumo possível; seleção de produtos auxiliares menos poluentes; minimizar a dispersão de resíduos tóxicos ou poluentes durante o uso; seleção de formas de energia mais limpas; aumento do tempo de vida útil do produto (projeto de vidas iguais para os vários componentes); aumento da confiabilidade do produto (evitar as junções frágeis); possibilidade de atualização tecnológica do produto pelo usuário; projeto de estrutura modular e reconfigurável do produto; facilidade de manutenção, realizada pelo próprio usuário; facilidade de reparo, realizado pelo próprio usuário; possibilidade de reutilização do produto (ou componentes) pelo usuário; projeto para o uso compartilhado; projeto para o uso coletivo; projeto de produtos multifuncionais.

Síntese das práticas ambientais referentes à etapa de final da vida

Nesta etapa são abordadas as possibilidades de tratamento do produto no final de sua vida. Para a elaboração de uma síntese das práticas ambientais referentes a esta etapa, foram comparadas as sugestões dos 10 autores citados no Quadro A.5, no apêndice A.

Na síntese, as práticas ambientais foram organizadas em 9 grupos, conforme descrito no Quadro 4.18: (1) reparo e atualização (realizados pela empresa); (2) reutilização (realizada pela empresa); (3) remanufatura; (4) reciclagem; (5) compostagem (realizada pela empresa ou usuário); (6) incineração (recuperação de energia); (7) disposição final adequada (realizada pela empresa ou usuário); (8) projeto para a desmontagem (facilitação do reparo,

atualização, reutilização, remanufatura, reciclagem, compostagem e incineração); (9) logística reversa.

SÍNTESE – ETAPA 5: FINAL DA VIDA	
GRUPO 1: Reparo e Atualização (realizados pela empresa)	
Possibilidade de reparo do produto	Possibilidade de atualização do produto
GRUPO 2: Reutilização (realizada pela empresa)	
Reutilização do produto (ou de partes dele) para a mesma ou outra utilidade	Reutilização da embalagem para a mesma ou outra utilidade
GRUPO 3: Remanufatura	
Remanufatura do produto, tornando-o um produto novo (para o propósito original ou para uma nova utilidade)	Aproveitamento de resíduos (pós-industriais e/ou pós-consumo) como insumos para a produção de novos produtos (iguais ao original ou diferentes)
GRUPO 4: Reciclagem	
Reciclagem de todo o produto ou de partes dele	Reciclagem das embalagens
GRUPO 5: Compostagem (realizada pela empresa ou usuário)	
Aproveitamento do material componente do produto através da compostagem	Fornecimento de instruções aos usuários sobre a compostagem do produto
GRUPO 6: Incineração (recuperação de energia)	
Aproveitamento energético do material componente do produto através da incineração segura	
GRUPO 7: Disposição final adequada (realizada pela empresa ou usuário)	
Disposição de todos os materiais não reaproveitáveis do produto em aterros sanitários adequados	
Criação, pela empresa, de sistema de coleta seletiva dos materiais (possibilidade de retorno do produto à empresa, caso o usuário não quiser descartá-lo)	
Fornecimento de informações ao usuário sobre como descartar o produto adequadamente	
GRUPO 8: Projeto para a desmontagem (facilitação do reparo, atualização, reutilização, remanufatura, reciclagem, compostagem e incineração)	
Classificação de materiais e partes	Evitar o uso de elementos unidos, dando preferência ao uso de parafusos, encaixes e fechos
Facilitação do acesso às partes	Fornecimento de manuais de instrução para a desmontagem
Criação de módulos de fácil separação	Fornecimento de informações sobre a idade do material, o número de reciclagens já realizadas e os aditivos utilizados
Identificação dos pontos de separação	
Facilidade de remoção dos acabamentos de superfície	
Uso de materiais compatíveis entre si	
GRUPO 9: Logística reversa	
Criação de sistema de recuperação do produto (ou partes dele) e embalagens eliminados (para reutilização, remanufatura, reciclagem, compostagem ou incineração)	Possibilidade de compactação dos produtos eliminados
Possibilidade de empilhamento dos produtos eliminados	Seleção de meios de transporte que utilizam menos energia (combustível)
	Seleção de meios de transporte menos poluentes

Quadro 4.18. Síntese das práticas ambientais referentes à etapa de final da vida.

Fonte: elaborado com base em Tischner e Schmidt-Bleek (1993), Fiksel e Wapman (1994), Brezet e Hemel (1997), Brown e Wilmanns (1997), Stevels (1997), Stevels (2001), Manzini e Vezzoli (2002), Venzke e Nascimento (2002), Luttrupp e Lagerstedt (2006), Kurk e Egan (2007).

No grupo “reparo e atualização” são consideradas as possibilidades de reparo e/ou atualização do produto, realizados pela empresa. No grupo “reutilização” estão as práticas ambientais de reutilização do produto, de partes dele e/ou da embalagem (pela empresa) para a mesma ou outra utilidade. O terceiro grupo apresentado, “remanufatura”, é composto de duas práticas ambientais: remanufatura do produto, tornando-o um produto novo (para o propósito original ou para uma nova utilidade); e, aproveitamento de resíduos (pós-

industriais e/ou pós-consumo) como insumos para a produção de novos produtos (iguais ao original ou diferentes).

As práticas ambientais do grupo “reciclagem” são as mais citadas pelos autores. São recomendadas: a reciclagem de todo o produto, de partes dele e/ou das embalagens. No grupo “compostagem”, estão duas práticas: aproveitamento do material componente do produto através da compostagem, realizada pela empresa ou usuário; e, fornecimento de instruções aos usuários sobre a compostagem do produto. No sexto grupo, “incineração”, é recomendada a prática de aproveitamento energético do material componente do produto através da incineração segura.

No grupo “disposição final adequada (realizada pela empresa ou usuário)” são apresentadas 3 práticas ambientais: disposição de todos os materiais não reaproveitáveis do produto em aterros sanitários adequados; criação, pela empresa, de sistema de coleta seletiva dos materiais; e, fornecimento de informações ao usuário sobre como descartar o produto adequadamente.

A maioria dos autores cita práticas ambientais referentes ao grupo “projeto para a desmontagem”. As principais delas são apresentadas no Quadro 4.18. O último grupo é denominado de “logística reversa”. Nele estão reunidas práticas ambientais apresentadas pelos autores (criação de sistema de recuperação do produto, de partes dele e/ou de embalagens eliminados; possibilidade de empilhamento e/ou compactação dos produtos eliminados) e, também, práticas não citadas pelos autores, mas significativas para a conservação ambiental (seleção de meios de transporte utilizadores de menos combustível e/ou menos poluentes).

Algumas práticas ambientais sugeridas pelos autores não são consideradas na síntese, porque já foram abordadas em etapas anteriores. As seguintes práticas, por exemplo, já foram mencionadas na etapa de geração e aquisição de matérias-primas: utilização de matérias-primas simples (evitar materiais compostos), seleção de matérias-primas recicláveis, redução da diversidade de matérias-primas, redução do peso e tamanho do produto, uso de matérias-primas biodegradáveis.

Em relação às práticas ambientais mencionadas por Manzini e Vezzoli (2002), é importante esclarecer que, por serem apresentadas com maior nível de detalhes, foi necessário resumí-las, sendo consideradas somente as seguintes: remanufatura do produto; reciclagem do produto, de partes dele e/ou da embalagem; aproveitamento do material componente do produto através da compostagem; aproveitamento energético do material componente do produto através da incineração segura; fornecimento de informações ao usuário sobre como descartar o produto adequadamente; projeto para a desmontagem;

logística reversa (criação de sistema de recuperação do produto e embalagens eliminados; possibilidade de empilhamento e/ou de compactação dos produtos eliminados).

4.5 Síntese da Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica realizada nos capítulos 2, 3 e 4 serve de referência para a realização da pesquisa, ou seja, para alcançar os objetivos definidos no capítulo 1. Na Figura 4.3 são ilustradas as relações entre os capítulos elaborados e os objetivos do trabalho.

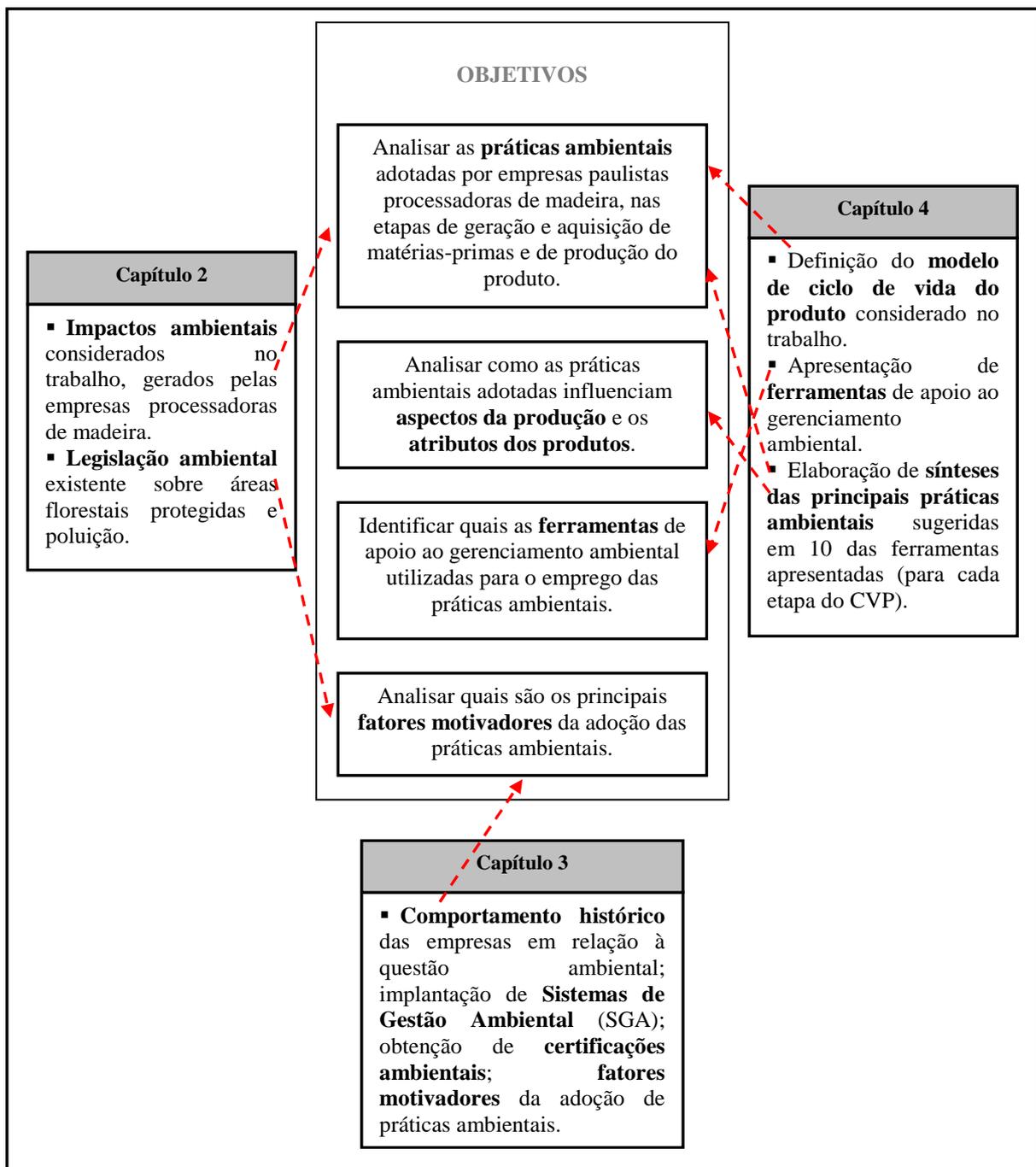


Figura 4.3. Relação entre a revisão bibliográfica e os objetivos do trabalho.

No capítulo 2 foram definidos os impactos ambientais considerados no trabalho. Esses impactos (consumo de recursos naturais e poluição do solo, ar, água e sonora) servem de referência para o alcance do objetivo principal do trabalho, que é analisar as práticas ambientais adotadas por empresas paulistas processadoras de madeira. É importante lembrar que as práticas ambientais foram definidas, no capítulo 1, como práticas que procuram minimizar ou evitar impactos ambientais. Então, para identificá-las, primeiramente devem ser definidos quais são os impactos ambientais considerados, o que foi feito no capítulo 2.

Outra utilidade do capítulo 2 foi reunir a legislação existente sobre áreas florestais protegidas e poluição ambiental. O conhecimento dessa legislação é importante para apoiar a análise de quais são os fatores motivadores da adoção de práticas ambientais em empresas paulistas processadoras de madeira.

O capítulo 3 abordou o comportamento histórico das empresas em relação à questão ambiental, a implantação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), a obtenção de certificações ambientais, e, os principais fatores motivadores da adoção de práticas ambientais nas empresas. Essa revisão serve de referência para a análise de quais são os fatores motivadores nas empresas estudadas.

No capítulo 4, inicialmente, foi definido o modelo de ciclo de vida do produto (CVP) considerado no trabalho. Essa definição foi importante para esclarecer em quais das etapas do CVP é considerado o objetivo principal de analisar as práticas ambientais adotadas pelas empresas estudadas. O capítulo também apresentou uma revisão de ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental (Avaliação do Ciclo de Vida – ACV, ACV simplificada, checklists, diretrizes ambientais, entre outras), que é útil como referência para identificar quais as ferramentas utilizadas pelas empresas estudadas.

Outra contribuição do capítulo 4 foi a elaboração, para cada etapa do CVP, de sínteses das principais práticas ambientais sugeridas em 10 das ferramentas apresentadas. Duas das sínteses elaboradas (as referentes às etapas 1 e 2 do CVP) são relevantes para a identificação das práticas ambientais adotadas por empresas paulistas processadoras de madeira e, também, para analisar quais as influências dessas práticas sobre aspectos da produção e atributos dos produtos.

5 METODOLOGIA

O propósito deste capítulo é apresentar a abordagem e o método da pesquisa. São discutidos: o desenvolvimento da estrutura e das questões da pesquisa, a seleção dos casos, o desenvolvimento dos instrumentos e do protocolo da pesquisa, a realização da pesquisa de campo, e a forma de organização e análise dos dados.

5.1 Abordagem da Pesquisa

A abordagem de uma pesquisa pode ser quantitativa ou qualitativa. Segundo Godoy (1995a), no estudo quantitativo há a preocupação de medir e quantificar os resultados. No estudo qualitativo, não há medições e quantificações dos eventos. O pesquisador procura obter dados descritivos sobre o contexto (pessoas, lugares e relações) estudado, com o objetivo de compreender os fenômenos a partir da visão dos indivíduos presentes na situação pesquisada.

Neste trabalho, a abordagem adotada é a qualitativa, pois o objetivo é identificar e analisar as práticas ambientais adotadas por empresas paulistas processadoras de madeira, o que exige a consulta aos funcionários destas empresas para a realização de uma descrição (e não de uma quantificação) e análise das práticas empregadas.

De acordo com Godoy (1995b), o estudo qualitativo pode ser realizado através da pesquisa documental, do estudo de caso ou da etnografia. Na próxima seção é explicado o método adotado neste trabalho.

5.2 Método de Pesquisa

O método de pesquisa selecionado para a realização deste trabalho é o estudo de caso, que, segundo Yin (2001), é adequado para quando se pretende responder questões do tipo “como” ou “por que”. Godoy (1995b) ainda destaca que é um método apropriado para quando há pouco ou nenhum controle sobre os eventos pesquisados e quando há interesse sobre fenômenos atuais, que somente podem ser analisados em seu contexto real.

Entende-se que o estudo de caso é o método adequado para a realização desta pesquisa, porque é necessário responder as seguintes questões:

- “**como** é o processo de adoção de práticas ambientais em empresas paulistas processadoras de madeira?”
- “**por que** as empresas estão adotando as práticas ambientais?”

Voss et al. (2002) sugerem um plano de ações para orientar o pesquisador durante a realização do estudo de caso. São mencionados os seguintes passos:

- (1) desenvolvimento da estrutura e questões da pesquisa;
- (2) seleção dos casos;
- (3) desenvolvimento dos instrumentos e do protocolo da pesquisa;
- (4) realização da pesquisa de campo;
- (5) organização dos dados;
- (6) análise dos dados.

Desenvolvimento da estrutura e questões da pesquisa

A estrutura da pesquisa é formada, segundo Voss et al. (2002), pelos elementos (fatores) que serão estudados e pelas supostas relações existentes entre eles. Neste estudo, os elementos considerados são: as práticas ambientais adotadas por empresas paulistas processadoras de madeira, as influências dessas práticas sobre aspectos da produção e atributos dos produtos, as ferramentas de apoio utilizadas para o emprego das práticas ambientais, e, os fatores motivadores da adoção.

As questões da pesquisa são aquelas mencionadas anteriormente e consideram os elementos citados, conforme descrito no Quadro 5.1.

Questões da pesquisa	Elementos da estrutura da pesquisa
Como é o processo de adoção de práticas ambientais em empresas paulistas processadoras de madeira?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Práticas ambientais adotadas nas etapas de geração e aquisição de matérias-primas e de produção do produto. ▪ Influências das práticas ambientais sobre aspectos da produção e atributos dos produtos. ▪ Ferramentas de apoio utilizadas para o emprego das práticas ambientais.
Por que as empresas estão adotando as práticas ambientais?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fatores motivadores da adoção das práticas ambientais.

Quadro 5.1. Questões e elementos da estrutura da pesquisa.

Foi realizada uma revisão bibliográfica desses elementos, conforme descrito na síntese apresentada no final do capítulo 4.

Seleção dos casos

Em relação à seleção dos casos, Voss et al. (2002) recomendam as seguintes definições: quantos casos estudar (único ou múltiplos), a escolha dos casos (critérios adotados) e o tamanho da amostra. Neste trabalho são considerados múltiplos estudos de caso e as empresas foram escolhidas de acordo com os seguintes critérios: (1) empresas que divulgam, na mídia em geral, a preocupação com a conservação ambiental; e, (2) empresas localizadas no estado de São Paulo. Foram estudadas 5 empresas processadoras de madeira, que produzem os seguintes produtos:

- Empresa A – empresa produtora de produtos de madeira para escritório (para escrita).
- Empresa B – empresa fabricante de celulose e papel.
- Empresa C – empresa produtora de celulose.
- Empresa D – empresa fabricante de celulose e papel.
- Empresa E – empresa produtora de embalagens de papelão reciclado.

Nas 4 primeiras empresas, a madeira é a matéria-prima principal para a produção dos produtos. Na empresa E, a madeira é insumo energético (gera grande parte da energia da fábrica). É importante destacar que 10 empresas foram convidadas para participar da pesquisa, mas somente 5 aceitaram o convite.

Desenvolvimento dos instrumentos e do protocolo da pesquisa

Os instrumentos de pesquisa são aqueles utilizados para a coleta de dados, como, por exemplo, as entrevistas e as observações. Yin (2001) recomenda seis fontes de evidências (dados), que possuem pontos fortes e fracos, conforme apresentado no Quadro 5.2.

Fonte de Evidências	Pontos fortes	Pontos fracos
Documentação	Estável – pode ser revisada inúmeras vezes. Discreta – não foi criada como resultado do estudo de caso. Exata – contém nomes, referências e detalhes exatos de um evento. Ampla cobertura – longo espaço de tempo, muitos eventos e muitos ambientes distintos.	Capacidade de recuperação – pode ser baixa. Seletividade tendenciosa, se a coleta não estiver completa. Relato de visões tendenciosas – reflete as idéias preconcebidas (desconhecidas) do autor. Acesso – pode ser deliberadamente negado.
Registros em arquivos	Os mesmos mencionados para documentação. Precisos e quantitativos.	Os mesmos mencionados para documentação. Acessibilidade aos locais graças a razões particulares.
Entrevistas	Direcionadas – enfocam diretamente o tópico do estudo de caso. Perceptivas – fornecem inferências causais percebidas.	Visão tendenciosa devido a questões mal-elaboradas. Respostas tendenciosas. Ocorrem imprecisões devido à memória fraca do entrevistado. Reflexibilidade – o entrevistado dá ao entrevistador o que ele quer ouvir.
Observações diretas	Realidade – tratam de acontecimentos em tempo real. Contextuais – tratam do contexto do evento.	Consumem muito tempo. Seletividade – salvo ampla cobertura. Reflexibilidade – o acontecimento pode ocorrer de forma diferenciada porque está sendo observado. Custo – horas necessárias pelos observadores humanos.
Observação participante	Os mesmos mencionados para observação direta. Perceptiva em relação a comportamentos e razões interpessoais.	Os mesmos mencionados para observação direta. Visão tendenciosa devido à manipulação dos eventos por parte do pesquisador.
Artefatos físicos	Capacidade de percepção em relação a aspectos culturais. Capacidade de percepção em relação a operações técnicas.	Seletividade. Disponibilidade.

Quadro 5.2. Fontes de evidências e seus pontos fortes e fracos.
Fonte: Yin (2001).

Os instrumentos de coleta de dados utilizados neste trabalho foram as entrevistas (pessoal ou via internet) e a análise de documentos (Relatórios de Sustentabilidade, Planos de Manejo Florestal e outras informações ambientais divulgadas nos sites das empresas). Em relação às entrevistas, é importante esclarecer que, em três empresas (A, B e E) foram realizadas entrevistas pessoais e, em 2 empresas (C e D), foram feitas entrevistas via internet, de acordo com as normas de relacionamento externo estabelecidas pelas empresas. Os entrevistados são funcionários de nível gerencial, responsáveis pela área de meio ambiente. Os procedimentos adotados nas entrevistas e nas análises de documentos são descritos no apêndice B, no protocolo da pesquisa.

Segundo Voss et al. (2002), o protocolo é um registro dos procedimentos da pesquisa e contém: os instrumentos de pesquisa, as regras gerais para o uso dos instrumentos e a indicação das pessoas a serem entrevistadas e dos documentos a serem analisados. A parte principal do protocolo é o conjunto de questões (questionário) utilizadas nas entrevistas. Os autores ressaltam que o protocolo é usado como um lembrete (roteiro) para a realização da pesquisa e como um checklist que garante que todos os tópicos necessários ao estudo sejam considerados.

As perguntas de um questionário, segundo Lakatos e Marconi (1985), são classificadas em três tipos: abertas, fechadas e de múltipla escolha. O Quadro 5.3 apresenta a definição de cada uma delas.

Tipo de pergunta	Definição
Abertas	São as que permitem ao informante responder livremente, usando linguagem própria, e emitir opiniões.
Fechadas	São aquelas em que o informante escolhe sua resposta entre duas opções: <i>sim</i> e <i>não</i> .
De múltipla escolha	São perguntas fechadas, mas que apresentam uma série de possíveis respostas, abrangendo várias facetas do mesmo assunto.

Quadro 5.3. Definições dos tipos de perguntas.

Fonte: Lakatos e Marconi (1985).

As autoras mencionam que a combinação de respostas de múltipla escolha com respostas abertas, através da inserção da alternativa “() Outros – Quais?”, proporciona a obtenção de um maior número de informações, sem dificultar a tabulação dos dados.

O questionário elaborado para esta pesquisa, apresentado no apêndice B, é composto, principalmente, de perguntas de múltipla escolha combinadas com perguntas abertas, conforme proposto pelas autoras, e, também, de um pequeno número de perguntas fechadas.

Inicialmente foi realizado um pré-teste desse questionário em uma das empresas participantes, conforme recomendam Freitas et al. (2000), para verificar se as perguntas eram facilmente entendidas pelo entrevistado, se o número de questões era adequado, se havia perguntas desnecessárias ou constrangedoras, entre outros possíveis problemas. Depois do aprimoramento do questionário, a pesquisa foi realizada nas outras empresas participantes.

Realização da pesquisa de campo

Para a realização da pesquisa de campo, Voss et al. (2002) fazem as seguintes recomendações: entrevistar as pessoas conhecedoras do assunto estudado; especificar, na apresentação da pesquisa à empresa, o tempo necessário para a realização da entrevista; para o registro dos dados, utilizar anotações ou gravações; uso, se possível, de outras fontes de informações (observações, análise de documentos, entre outras) para aprimorar os dados coletados nas entrevistas.

Neste trabalho, foram atendidas as duas primeiras recomendações. Para o registro de dados, foram usadas anotações. Análises de documentos (Relatórios de Sustentabilidade, Planos de Manejo Florestal e outras informações ambientais divulgadas nos sites das empresas) foram realizadas, para complementar as informações obtidas nas entrevistas.

Organização e análise dos dados

Voss et al. (2002) recomendam que os dados sejam organizados logo após a realização das entrevistas, para que as informações transmitidas pelo entrevistado sejam lembradas pelo pesquisador e para que as dúvidas ainda existentes sejam levantadas e respondidas, por meio de uma nova consulta ao entrevistado, via e-mail ou telefone. Neste trabalho, foi atendida essa recomendação e os dados foram organizados da forma apresentada no capítulo 6.

Os autores apresentam duas formas de análise dos dados: intracasos (dentro dos casos) e intercasos (entre os casos). Neste trabalho, não foram realizadas análises intracasos porque, após a organização dos dados, verificou-se um grau de semelhança entre os resultados das empresas estudadas. Então, foi feita uma comparação, síntese e análise dos resultados das 5 empresas (análise intercasos).

6 ESTUDOS DE CASO

O capítulo apresenta os resultados das pesquisas realizadas nas 5 empresas, abordando: as práticas ambientais adotadas pelas empresas nas 2 primeiras etapas do Ciclo de Vida do Produto (CVP); as influências das práticas ambientais sobre aspectos da produção e atributos do produto; e, a utilização de ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental. Não são divulgados os nomes das empresas, conforme acordado com as mesmas, quando solicitada a participação no estudo.

6.1 Empresa A

Trata-se de uma empresa fabricante de produtos diversos para escritório (principalmente, produtos para a escrita), a partir do processamento da madeira. Possui cerca de 3000 funcionários e quatro unidades industriais, sendo duas localizadas no estado de São Paulo. Atua no mercado nacional e internacional. Suas florestas plantadas possuem certificação FSC e seu sistema de gestão ambiental recebeu a certificação ISO 14001.

Foram utilizadas as seguintes fontes de informação: entrevista pessoal com funcionário de nível gerencial, da área de meio ambiente; Relatório de Responsabilidade Socioambiental divulgado pela empresa em 2008; e, informações ambientais publicadas no site da empresa. Visando o anonimato da empresa, não são citadas as referências do Relatório de Responsabilidade Socioambiental e do site.

Práticas ambientais adotadas pela empresa

A seguir são apresentadas as práticas ambientais adotadas pela empresa nas 2 primeiras etapas do Ciclo de Vida do Produto.

Práticas ambientais adotadas na etapa 1 – Geração e aquisição de matérias-primas

A empresa adota práticas ambientais relacionadas a: (1) seleção das matérias-primas componentes do produto e embalagem; (2) seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas; (3) seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas; (4) seleção de fontes energéticas para a geração de matérias-primas; (5) estruturação do produto e/ou embalagem; e, (6) outras.

No Quadro 6.1 estão descritas as práticas ambientais adotadas pela empresa na seleção das matérias-primas (tintas, papel, madeira, sementes) componentes do produto e embalagem, e, na seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas (madeira).

	Prática ambiental	Descrição
Seleção das matérias-primas componentes do produto e embalagem	Seleção de matérias-primas mais limpas	- As matérias-primas dos produtos não são tóxicas. Por exemplo, <u>tintas atóxicas</u> (livres de metais pesados) são selecionadas para a pintura dos produtos.
	Seleção de matérias-primas recicladas	- Algumas embalagens são produzidas com <u>papel reciclado</u> .
	Seleção de matérias-primas renováveis	- O produto é produzido com <u>madeira</u> oriunda de <u>florestas plantadas</u> , com certificação FSC. - As embalagens são produzidas com <u>papel certificado</u> (certificação FSC, o que garante que o papel é fabricado a partir de florestas plantadas).
	Seleção de matérias-primas de melhor qualidade	- Desenvolvimento e utilização de <u>sementes</u> de alta qualidade, proporcionando maior produtividade e redução da área necessária para plantio.
Seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas	Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição (preventivas)	- São utilizados: estação meteorológica (para avaliação do risco de incêndios), torres de visualização e caminhão-bombeiro para o controle do fogo.

Quadro 6.1. Práticas ambientais adotadas pela empresa A, na etapa 1 do CVP, referentes à seleção das matérias-primas componentes do produto e embalagem, e, à seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas.

Na seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas, são empregadas as práticas ambientais apresentadas no Quadro 6.2.

	Prática ambiental	Descrição
Seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas	Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição	- As árvores são totalmente aproveitadas, evitando-se a geração de resíduos. Os <u>galhos e folhas</u> são deixados no solo, servindo de nutrientes para a sua renovação; <u>toras mais finas</u> são utilizadas para a geração de energia na forma de vapor ou para a produção de chapas de aglomerados; a <u>serragem</u> é usada para a geração de energia, é vendida para granjas ou para a fabricação de briquetes e chapas de aglomerados; a <u>casca</u> é útil para a produção de húmus; as <u>cinzas da caldeira</u> são utilizadas por

		<p>outras indústrias, como matéria-prima para a produção de cimento ou como fertilizantes empregados por empresas de paisagismo.</p> <p>- Não é utilizado fogo para o preparo do solo e/ou limpeza contra incêndios.</p> <p>- Adoção de práticas de uso do solo menos poluentes (análises físicas e químicas da variedade de nutrientes, para evitar excessos; monitoramento e controle dos processos erosivos).</p> <p>- É realizado o monitoramento das águas de rios e riachos dos parques florestais, para avaliação dos impactos das plantações.</p>
--	--	---

Quadro 6.2. Práticas ambientais adotadas pela empresa A, na etapa 1 do CVP, referentes à seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas.

Na seleção de fontes energéticas para a geração de matérias-primas, a empresa procura escolher fontes renováveis. É utilizada madeira reflorestada (toras mais finas e serragem) para a geração de energia.

Na estruturação do produto e/ou embalagem, a empresa adota a prática ambiental de redução do tamanho do produto. As dimensões do lápis (comprimento e diâmetro) foram reduzidas (sem prejudicar a qualidade), para diminuir o uso de matérias-primas.

Outras práticas ambientais são consideradas pela empresa, como descrito no Quadro 6.3.

Prática ambiental	Descrição
Outras	<p>- Atendimento à legislação ambiental referente às áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente.</p> <p>- Utilização somente de terras degradadas ou já empregadas em projetos florestais. Não são utilizadas áreas de florestas nativas.</p> <p>- É realizado o monitoramento da fauna e flora nos parques florestais, para preservação, recuperação e incremento das espécies.</p> <p>- Exigências ambientais são requeridas dos fornecedores de matérias-primas (mesmos padrões adotados pela empresa).</p>

Quadro 6.3. Outras práticas ambientais adotadas pela empresa A, na etapa 1 do CVP.

Práticas ambientais adotadas na etapa 2 – Produção do produto

Nesta etapa, são empregadas práticas ambientais referentes a: (1) seleção de tecnologias para a produção do produto; e, (2) seleção de práticas operacionais para a produção do produto. No Quadro 6.4, são apresentadas as práticas adotadas.

	Prática ambiental	Descrição
Seleção de tecnologias para a produção do produto	Seleção de tecnologias utilizadoras de menos energia	- Foram realizados ajustes de equipamentos (diminuição da espessura de serras), proporcionando menor consumo de energia.
	Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição	- Tratamento da água usada nas fábricas (efluentes sanitário e industrial) para devolução ao meio ambiente, através da Estação de Tratamento de Efluentes. - Ajustes de equipamentos (diminuição da espessura de serras) proporcionaram menor geração de serragem (resíduos).
Seleção de práticas operacionais para a produção do produto	Seleção de melhores práticas, que utilizam menos matérias-primas	- Suspensão da aplicação de corantes na parte externa superior do produto (superfície apontada do lápis), por ser considerada esteticamente desnecessária.
	Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição	- O lodo gerado no tratamento físico-químico de efluentes é enviado para processamento em fornos de fábricas de cimento. - É realizada a coleta seletiva de resíduos (papel, vidro, plástico, metal e resíduo orgânico) gerados nas fábricas e nos escritórios, que são vendidos para empresas recicladoras. - Tratamento adequado dos resíduos perigosos.

Quadro 6.4. Práticas ambientais adotadas pela empresa A, na etapa 2 do CVP, referentes à seleção de tecnologias e à seleção de práticas operacionais para a produção do produto.

Influências das práticas ambientais sobre aspectos da produção do produto

Segundo o entrevistado, a consideração de práticas ambientais não proporcionou um aumento significativo no custo de produção do produto. Não foram feitos grandes investimentos na área produtiva, mas sim na área florestal, para a obtenção da certificação FSC.

Em relação às máquinas e equipamentos, o entrevistado destacou que foram realizados apenas ajustes de equipamentos (desenvolvimento de ferramentas/dispositivos) para implementar práticas ambientais (Ex: diminuição da espessura de serras, proporcionando menor geração de serragem e menor consumo de energia; e, ajustes de processo, para novas dimensões do produto).

Não houve a necessidade de realizar: modificações no layout industrial, reformas nos edifícios, mudanças nas rotinas de manutenção de equipamentos e novos testes (ensaios) no processo de produtivo.

Influências das práticas ambientais sobre atributos do produto

A adoção de práticas ambientais não provocou alterações, segundo o entrevistado, nos seguintes atributos do produto: tempo de vida útil, qualidade dos materiais, segurança para o usuário e preço final.

Foi mencionado que, em um projeto em desenvolvimento, no qual é utilizada tinta à base de água para a pintura do produto, constatou-se uma mudança na estética (aparência) do produto (menor brilho), o que pode vir a acarretar uma menor aceitabilidade no mercado.

Também foi destacado pelo entrevistado que o mercado consumidor final (consumidor individual) não valoriza as práticas ambientais adotadas pela empresa. Entretanto, foi observado um aumento significativo das vendas para o mercado corporativo (outras empresas). Estas empresas valorizam as práticas ambientais (Ex: a certificação FSC) e compram produtos personalizados.

Um diferencial positivo proporcionado pela adoção de práticas ambientais foi o aumento da participação do produto na mídia (em revistas, televisão, sites, etc.).

Utilização de ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental

A empresa utiliza um checklist ambiental aplicável na etapa de geração e aquisição de matérias-primas. Foi desenvolvido na própria empresa e considera impactos ambientais como a poluição do solo e do ar.

6.2 Empresa B

A empresa é uma produtora de celulose e papel. Comercializa seus produtos no mercado brasileiro e internacional. Possui três unidades industriais, localizadas no estado de São Paulo, e projetos para a construção de duas novas fábricas em outras regiões do país. Emprega, aproximadamente, 2700 funcionários. Possui certificação FSC das unidades florestais e a certificação ISO 14001 para seu sistema de gestão ambiental.

As fontes de informação utilizadas foram as seguintes: entrevista pessoal com funcionário da empresa; e, Relatório Anual de Sustentabilidade divulgado pela empresa em 2008. Com o intuito de não divulgar o nome da empresa, não são mencionadas as referências do Relatório Anual de Sustentabilidade.

Práticas ambientais adotadas pela empresa

A seguir são apresentadas as práticas ambientais adotadas pela empresa nas 2 primeiras etapas do Ciclo de Vida do Produto.

Práticas ambientais adotadas na etapa 1 – Geração e aquisição de matérias-primas

Nesta etapa, são adotadas práticas ambientais referentes a: (1) seleção das matérias-primas componentes do produto; (2) seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas; (3) seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas; (4) estruturação do produto e/ou embalagem; e, (5) outras.

No Quadro 6.5 são apresentadas as práticas ambientais adotadas pela empresa na seleção das matérias-primas (madeira) componentes do produto, e, na seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas (madeira).

	Prática ambiental	Descrição
Seleção das matérias-primas componentes do produto	Seleção de matérias-primas renováveis	- É utilizada <u>madeira</u> proveniente de florestas plantadas, com certificação FSC.
Seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas	Seleção de tecnologias utilizadoras de menos água	- Redução do consumo de água nas unidades florestais, devido à substituição dos equipamentos de irrigação e à implantação de sistemas de tratamento e reutilização da água.

Quadro 6.5. Práticas ambientais adotadas pela empresa B, na etapa 1 do CVP, referentes à seleção das matérias-primas componentes do produto, e, à seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas.

No Quadro 6.6 estão descritas as práticas ambientais empregadas pela empresa na seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas.

	Prática ambiental	Descrição
Seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas	Seleção de melhores práticas, que utilizam menos água e matérias-primas	- Redução do consumo de água nas unidades florestais, através do uso de materiais que retêm água no substrato das mudas. - Diminuição da perda de produtos vencidos nas unidades florestais, devido à melhoria no controle de estoque.
	Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição	- Realização de coleta seletiva de resíduos (Ex: embalagens de agrotóxicos) nas unidades florestais.

Quadro 6.6. Práticas ambientais adotadas pela empresa B, na etapa 1 do CVP, referentes à seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas.

Na estruturação do produto e/ou embalagem, é adotada a prática ambiental de redução do tamanho da embalagem. Em uma das fábricas, foi reduzido o volume de embalagens de transporte (canudos que servem de suporte para a bobina de papel).

A empresa também adota outras práticas ambientais, conforme apresentado no Quadro 6.7.

Prática ambiental	Descrição
Outras	<ul style="list-style-type: none"> - Possui áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal, estando em conformidade com a legislação ambiental. É destacado que 40% das áreas da empresa são áreas de preservação (acima do exigido pela legislação). - Monitoramento para a preservação e recuperação de espécies de plantas e animais nas áreas nativas. - Participação no reflorestamento de florestas nativas para a formação de corredores ecológicos. - Imposição de exigências ambientais aos fornecedores de matérias-primas (mesmos padrões adotados pela empresa).

Quadro 6.7. Outras práticas ambientais adotadas pela empresa B, na etapa 1 do CVP.

Práticas ambientais adotadas na etapa 2 – Produção do produto

Nesta etapa, são empregadas práticas ambientais relacionadas a: (1) seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo (não presentes no produto); (2) seleção de tecnologias para a produção do produto; (3) seleção de práticas operacionais para a produção do produto; (4) seleção de fontes energéticas para a produção do produto; e, (5) outras.

O Quadro 6.8 descreve as práticas ambientais adotadas pela empresa na seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo e na seleção de tecnologias para a produção do produto.

	Prática ambiental	Descrição
Seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo	Seleção de materiais auxiliares mais limpos	- É utilizado ozônio no branqueamento do produto, sendo substituído o uso de cloro elementar.
Seleção de tecnologias para a produção do produto	Seleção de tecnologias utilizadoras de menos água, energia e matérias-primas	<ul style="list-style-type: none"> - Uma das fábricas (em construção) possuirá um processo de produção de baixo consumo de água e será referência mundial (atualmente, do total de água utilizada nas unidades fabris, somente 18% são de água nova). - Em uma das plantas, houve a diminuição do consumo de energia elétrica, devido à utilização de equipamentos de maior eficiência energética (substituição de equipamentos). - Diminuição da utilização de produtos químicos, em uma das fábricas, devido à aquisição de novas máquinas, mais econômicas.

	<p>Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição</p>	<p>-Redução das emissões atmosféricas (causadoras do efeito estufa e outras) através da substituição de equipamentos. -Monitoramento e tratamento dos efluentes líquidos, por meio de Estação de Tratamento de Efluentes (ETE). -Em uma das fábricas, houve redução da geração de lodo na ETE, devido ao balanceamento de equipamentos.</p>
	<p>Seleção de tecnologias que diminuam o desperdício no processo produtivo</p>	<p>-Redução das perdas de matérias-primas na máquina de papel, de uma das unidades fabris, através do aperfeiçoamento de equipamentos de controle.</p>

Quadro 6.8. Práticas ambientais adotadas pela empresa B, na etapa 2 do CVP, referentes à seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo e à seleção de tecnologias para a produção do produto.

Na seleção de práticas operacionais para a produção do produto, são empregadas as práticas ambientais apresentadas no Quadro 6.9.

	Prática ambiental	Descrição
<p>Seleção de práticas operacionais para a produção do produto</p>	<p>Seleção de melhores práticas, que utilizam menos água, energia e matérias-primas</p>	<p>-Em uma das fábricas, houve a redução do consumo de água no processo produtivo, devido à adoção das seguintes práticas: uso de condensado da evaporação ocorrida em uma das etapas do processo; reutilização de água do processo produtivo (água residual de uma etapa do processo é reutilizada em outra etapa). -Diminuição do consumo de gás natural, em uma das unidades fabris, ocasionada pela adoção de melhores práticas de operação das caldeiras (obteve maior rendimento na queima do gás natural). -Redução do consumo de energia elétrica e vapor, em uma das fábricas, devido ao aproveitamento da energia térmica presente na água quente gerada em demasia em uma das etapas do processo. -Em uma das unidades, foram adotadas melhores práticas que reduziram o consumo de fitas (da embalagem para transporte do produto).</p>

	<p>Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição</p>	<p>-Em uma das fábricas, foram adotadas as diretrizes 4 R's (repensar, reduzir, reutilizar e reciclar), alcançando resultados como a redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo (Ex: cinza na caldeira), com retorno financeiro para a empresa.</p> <p>-Destinação adequada de resíduos perigosos (receptores auditados e qualificados segundo os critérios adotados pela empresa).</p> <p>-Os resíduos do sistema de tratamento de efluentes são enviados para empresas receptoras, para a realização dos tratamentos de compostagem e co-processamento em indústrias do ramo.</p>
	<p>Uso de ciclos fechados de produção</p>	<p>-Reutilização de efluentes líquidos (Ex: águas de resfriamento) em uma das fábricas.</p>

Quadro 6.9. Práticas ambientais adotadas pela empresa B, na etapa 2 do CVP, referentes à seleção de práticas operacionais para a produção do produto.

Na seleção de fontes energéticas para a produção do produto, é dada preferência a fontes renováveis. É usado licor residual (licor negro) de uma das etapas do processo produtivo como fonte de energia. Também, são utilizados resíduos das florestas (madeira) para a geração de energia. Da energia utilizada nas fábricas, 80% são provenientes de fontes renováveis, e, a fábrica em construção será auto-suficiente em energia. Outra prática ambiental é a seleção de formas de energia mais limpas. Houve a implantação de unidade de co-geração a gás natural, em uma das fábricas.

E, finalmente, a empresa adota a prática ambiental de monitoramento da captação de água, procurando não impactar negativamente os corpos hídricos.

Influências das práticas ambientais sobre aspectos da produção do produto

Não houve alteração no custo de produção do produto, devido ao emprego de práticas ambientais. Em relação à aquisição de novas máquinas e equipamentos, foram necessários: a substituição dos equipamentos de irrigação nas unidades florestais; a utilização de equipamentos de maior eficiência energética (substituição de equipamentos) na área produtiva de uma das fábricas; a aquisição de novas máquinas, que reduzem o consumo de produtos químicos, em uma das plantas; a substituição de equipamentos para a redução das emissões atmosféricas; e, a implantação de unidade de co-geração a gás natural, em uma das fábricas.

Não foram necessários: modificações no layout industrial, reformas nos edifícios, mudanças nas rotinas de manutenção de equipamentos e novos testes (ensaios) no processo de produtivo.

Influências das práticas ambientais sobre atributos do produto

Segundo o entrevistado, a consideração de práticas ambientais não ocasionou alterações nos seguintes atributos do produto: tempo de vida útil, qualidade dos materiais, estética (aparência), segurança para o usuário e preço final.

Houve um aumento da aceitabilidade dos produtos da empresa (celulose e papel) no mercado corporativo (nacional e internacional), que está exigindo ações como a certificação FSC. No entanto, é ressaltado que o consumidor final (cliente individual) não valoriza as práticas empregadas em benefício do meio ambiente.

Utilização de ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental

São utilizadas diretrizes ambientais desenvolvidas na própria empresa. São aplicáveis na etapa de produção do produto e consideram impactos ambientais como o consumo de água e de energia e, também, a poluição do solo, do ar e da água.

6.3 Empresa C

Trata-se de uma empresa produtora de celulose. Possui cerca de 700 funcionários e uma unidade industrial, localizada no estado de São Paulo. A celulose é comercializada no Brasil e no exterior. Possui certificação FSC para as florestas plantadas e para a cadeia de custódia. Também obteve a certificação ISO 14001 para seu Sistema de Gestão Ambiental.

As fontes de informação utilizadas foram as seguintes: entrevista via internet, com gerente da área de meio ambiente, conforme normas de relacionamento externo da empresa; resumo do Plano de Manejo Florestal divulgado pela empresa; e, informações ambientais publicadas no site. Para manter o anonimato da empresa, não são citadas as referências do resumo do Plano de Manejo Florestal e do site.

Práticas ambientais adotadas pela empresa

A seguir são apresentadas as práticas ambientais adotadas pela empresa nas 2 primeiras etapas do Ciclo de Vida do Produto.

Práticas ambientais adotadas na etapa 1 – Geração e aquisição de matérias-primas

Nesta etapa, foram observadas práticas ambientais referentes a: (1) seleção das matérias-primas componentes do produto; (2) seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas; (3) seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas; e, (4) outras.

No Quadro 6.10 são apresentadas as práticas ambientais adotadas pela empresa na seleção das matérias-primas (madeira) componentes do produto e na seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas (madeira).

	Prática ambiental	Descrição
Seleção das matérias-primas componentes do produto	Seleção de matérias-primas renováveis	-É usada <u>madeira</u> produzida através de florestas plantadas, com certificação FSC.
	Seleção de matérias-primas de melhor qualidade	-É realizado o melhoramento genético das mudas para aumentar a produtividade das florestas (necessidade de menor área de plantio), aumentar a resistência a pragas e doenças (evita ou diminui o uso de agrotóxicos) e melhorar a qualidade da <u>madeira</u> (menor consumo de madeira e de produtos químicos no processo produtivo).
Seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas	Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição (preventivas)	-São usados equipamentos e veículos (torre de vigilância, estações de rádio, caminhões-pipa, etc.) para a prevenção e combate a incêndios, nas florestas plantadas e nas áreas de preservação.

Quadro 6.10. Práticas ambientais adotadas pela empresa C, na etapa 1 do CVP, referentes à seleção das matérias-primas componentes do produto e à seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas.

Na seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas, a empresa adota as práticas ambientais apresentadas no Quadro 6.11.

	Prática ambiental	Descrição
Seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas	Seleção de melhores práticas, que utilizam menos água	- Uso de gel hidratado no plantio de mudas, o que possibilita a redução do consumo de água na irrigação.

“... continua...”.

<p>Seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas</p>	<p>Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Análise e correção do solo, garantindo quantidade adequada de nutrientes, evitando excessos. -Prevenção da erosão dos solos. Ex: construção de estradas em locais onde os riscos de erosão são mínimos. -Recuperação de áreas degradadas por processos erosivos. -Restos da colheita (cascas e folhas) são deixados no solo, para enriquecê-lo e protegê-lo, evitando a geração de resíduos. -Embalagens de agrotóxicos são coletadas e destinadas adequadamente. -No controle de pragas e doenças, procura-se evitar o controle químico, dando-se preferência a outros métodos de controle (cultural, físico, genético, biológico). - Agrotóxicos são aplicados de forma controlada, de acordo com a legislação. -Herbicidas são aplicados apenas quando necessário (quando roçadas e capinas manuais não são suficientes). -Adoção de práticas para a prevenção e combate a incêndios (formação de parcerias com empresas proprietárias de florestas vizinhas, para monitoramento e combate ao fogo; formação de brigada de incêndio). -Não realização de grandes colheitas em uma mesma região (redução da exposição de áreas extensas de solo e minimização de transtorno para a vizinhança).
--	---	---

Quadro 6.11. Práticas ambientais adotadas pela empresa C, na etapa 1 do CVP, referentes à seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas.

A empresa adota, ainda, outras práticas ambientais, como mostrado no Quadro 6.12.

Prática ambiental	Descrição
<p>Outras</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Atendimento à legislação ambiental (atualização constante da legislação, realizada por empresa contratada; cumprimento da legislação referente às áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente; recuperação das áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente). - Aquisição de terras nas quais já existiam florestas plantadas ou áreas de pastagem. Não são realizados desmatamentos de áreas nativas. - Estudo e proteção da fauna e flora presentes nas áreas nativas. - Exigência do cumprimento da legislação ambiental por parte de seus prestadores de serviço.

Quadro 6.12. Outras práticas ambientais adotadas pela empresa C, na etapa 1 do CVP.

Práticas ambientais adotadas na etapa 2 – Produção do produto

Nesta etapa, a empresa adota práticas ambientais relacionadas a: (1) seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo (não presentes no produto); (2) seleção de tecnologias para a produção do produto; (3) seleção de práticas operacionais para a produção do produto; e, (4) seleção de fontes energéticas para a produção do produto.

No Quadro 6.13 são apresentadas as práticas ambientais adotadas pela empresa na seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo e na seleção de tecnologias para a produção do produto.

	Prática ambiental	Descrição
Seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo	Seleção de materiais auxiliares mais limpos	- Não é utilizado cloro elementar no processo produtivo.
Seleção de tecnologias para a produção do produto	Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição	- Possui Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) industriais e domésticos. - Uso de tecnologias para o tratamento (captação e incineração) de gases malcheirosos. - Material particulado gerado em algumas etapas do processo produtivo (Ex: caldeira) é removido por precipitadores eletrostáticos (equipamentos).
	Adoção de tecnologias de recuperação de resíduos do processo produtivo	- São adotadas tecnologias para o reaproveitamento dos produtos químicos utilizados no processo produtivo.

Quadro 6.13. Práticas ambientais adotadas pela empresa C, na etapa 2 do CVP, referentes à seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo e à seleção de tecnologias para a produção do produto.

Na seleção de práticas operacionais para a produção do produto, são empregadas as práticas ambientais apresentadas no Quadro 6.14.

	Prática ambiental	Descrição
Seleção de práticas operacionais para a produção do produto	Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição	-Resíduos sólidos gerados no processo produtivo recebem destinação adequada (Ex: resíduos tóxicos, como lâmpadas e baterias, são separados e encaminhados para empresas recicladoras). -Reaproveitamento de resíduos do processo produtivo (cálcio) nas florestas. -Incineração de produto tóxico (metanol) gerado como subproduto em uma das etapas do processo produtivo (evaporação de licor). -Parte da madeira (cavacos) não classificada para o processo produtivo (tamanho não aceitável) é usada como biomassa na caldeira.
	Uso de ciclos fechados de produção	Tratamento e reutilização da água evaporada em uma das etapas do processo produtivo.

Quadro 6.14. Práticas ambientais adotadas pela empresa C, na etapa 2 do CVP, referentes à seleção de práticas operacionais para a produção do produto.

Na seleção de fontes energéticas para a produção do produto, a empresa procura escolher fontes renováveis. É usado licor residual de determinada etapa do processo produtivo como fonte de energia. E, também, é utilizada biomassa (resíduos de madeira não aceitos no processo produtivo e resíduos de serrarias advindos de fornecedores) para a produção de energia.

Influências das práticas ambientais sobre aspectos da produção do produto

O custo de produção do produto não foi alterado devido à adoção de práticas ambientais. Houve a necessidade de aquisição de equipamentos, por exemplo: tecnologias para a captação e incineração de gases malcheirosos; precipitadores eletrostáticos para a remoção de material particulado; tecnologias para o reaproveitamento de produtos químicos.

Foram realizadas modificações no layout industrial para a implantação de projetos de economia de água (fechamento de circuito). Houve a necessidade de realização de reformas nos edifícios (construção de bacias de contenção de vazamentos do processo produtivo).

Não foram modificadas as rotinas de manutenção de equipamentos. Não é necessária a realização de novos testes (ensaios) nos produtos.

Influências das práticas ambientais sobre atributos do produto

Segundo o entrevistado, a adoção de práticas ambientais não alterou os seguintes atributos do produto: tempo de vida útil, qualidade dos materiais, estética (aparência) do produto, segurança para o usuário e preço final.

Já a aceitabilidade do produto no mercado, formado por clientes corporativos nacionais e internacionais (da América do Sul, Estados Unidos e Europa), foi aumentada, devido à obtenção das certificações FSC e ISO 14001.

Utilização de ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental

A empresa utiliza as seguintes ferramentas: índices (bases de dados) ambientais, checklists, diretrizes, manuais, benchmarking do ecodesign e sistemas de suporte via internet.

As ferramentas foram desenvolvidas na própria empresa e consideram os seguintes impactos ambientais: consumo de matérias-primas, água e energia; poluição do solo, ar, água e sonora. Avaliam, principalmente, a etapa de produção do produto.

6.4 Empresa D

A empresa é uma fabricante de celulose e papel. Os produtos são comercializados nos mercados interno e externo. Possui cinco unidades fabris, sendo quatro delas localizadas no estado de São Paulo. Emprega cerca de 3500 trabalhadores. Possui certificação FSC para o manejo florestal e para a cadeia de custódia. O Sistema de Gestão Ambiental possui a certificação ISO 14001.

Foram utilizadas as seguintes fontes de informação: entrevista via internet, com funcionário responsável pela equipe de qualidade e meio ambiente, de acordo com as normas de relacionamento estabelecidas pela empresa; Relatório Anual de Sustentabilidade divulgado pela empresa em 2008; Resumo Público do Manejo Florestal; e, informações ambientais publicadas no site da empresa.

Com o objetivo de não divulgar o nome da empresa, não são mencionadas as referências do Relatório Anual de Sustentabilidade, do Resumo Público do Manejo Florestal e do site.

Práticas ambientais adotadas pela empresa

A seguir são apresentadas as práticas ambientais adotadas pela empresa nas 2 primeiras etapas do Ciclo de Vida do Produto.

Práticas ambientais adotadas na etapa 1 – Geração e aquisição de matérias-primas

Nesta etapa, foram identificadas práticas ambientais relacionadas a: (1) seleção das matérias-primas componentes do produto; (2) seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas; (3) seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas; (4) seleção de fontes energéticas para a geração de matérias-primas; (5) estruturação do produto e/ou embalagem; e, (6) outras.

No Quadro 6.15 estão descritas as práticas ambientais adotadas pela empresa na seleção das matérias-primas (madeira, papel, espécies de eucalipto) componentes do produto, e, na seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas (madeira).

	Prática ambiental	Descrição
Seleção das matérias-primas componentes do produto	Seleção de matérias-primas renováveis	- Utilização de <u>madeira</u> proveniente de florestas plantadas renováveis, com certificação FSC.
	Utilização de matérias-primas provenientes de refugos de processos produtivos e/ou de produtos já eliminados	- São aproveitadas as aparas de <u>papéis</u> geradas antes e após o consumo, para a produção de papel reciclado.
	Seleção de matérias-primas de melhor qualidade	- É realizado o melhoramento genético das <u>espécies de eucalipto</u> , o que proporciona maior produtividade florestal (necessidade de menor área de plantio) e maior taxa de transformação de madeira em celulose (redução do consumo de madeira e de produtos químicos no processo produtivo).
Seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas	Seleção de tecnologias utilizadoras de menos água	- Adoção de novas tecnologias de irrigação de mudas, que proporcionaram a diminuição do consumo de água.
	Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição	- São utilizadas máquinas menos poluentes nas colheitas.

Quadro 6.15. Práticas ambientais adotadas pela empresa D, na etapa 1 do CVP, referentes à seleção das matérias-primas componentes do produto, e, à seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas.

Na seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas, são empregadas as práticas ambientais apresentadas no Quadro 6.16.

Prática ambiental		Descrição
Seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas	Seleção de melhores práticas, que utilizam menos água	- Reaproveitamento (fechamento de circuito e reutilização) da água de irrigação de um dos viveiros de mudas, o que proporcionou a diminuição do consumo.
	Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição	<p>- Adoção de práticas modernas de manejo sustentável das florestas (plântio e colheita rotativos, em 7 áreas, para diminuir o impacto visual; resíduos da colheita são mantidos no solo, para: preservação da umidade, fornecimento de nutrientes, proteção contra erosão e evitar o assoreamento dos cursos d'água).</p> <p>- Possui programa de gerenciamento de resíduos florestais, considerando o reaproveitamento, reciclagem e adequada destinação final, de acordo com a Norma ABNT NBR 10.004 (óleo usado e peças contaminadas são encaminhados para uma empresa especializada, que os destinam à incineração, co-processamento ou aterro industrial; embalagens de agrotóxicos são retornadas aos fornecedores ou encaminhadas a centros de seleção licenciados).</p> <p>- Resíduos de eucalipto são utilizados para a produção de produtos artesanais.</p> <p>- Prevenção e remediação de vazamentos de produtos químicos e combustíveis (quando ocorre contaminação do solo superficial por produtos químicos, o mesmo é removido e encaminhado para um depósito de resíduos).</p> <p>- Uso controlado de herbicidas e formicidas.</p> <p>- Uso, em pequena área cultivada, de adubo denominado de biossólido, advindo da lama seca do esgoto tratado de uma cidade do interior paulista (diminuição da necessidade de utilização de adubos químicos e contribuição para a redução da quantidade de materiais destinada para aterros sanitários).</p> <p>- Possui programa de prevenção de incêndios florestais.</p> <p>- Monitoramento dos efluentes dos viveiros de mudas.</p> <p>- Uso de sabão biodegradável para lavar equipamentos nas unidades florestais.</p>

Quadro 6.16. Práticas ambientais adotadas pela empresa D, na etapa 1 do CVP, referentes à seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas.

Na seleção de fontes energéticas para a geração de matérias-primas, a empresa procura por fontes renováveis e mais limpas. Por exemplo, é usado (em experimento) biodiesel como combustível de algumas máquinas colheitadeiras.

Na estruturação do produto e/ou embalagem, é adotada a prática ambiental de redução do tamanho da embalagem. A empresa avalia o tamanho da embalagem usada para cada tipo de produto, para diminuir o consumo de matérias-primas.

A empresa considera, também, o emprego de outras práticas ambientais, conforme apresentado no Quadro 6.17.

Prática ambiental	Descrição
Outras	<ul style="list-style-type: none"> - Possui áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal. Aproximadamente 40% da área total, o dobro do exigido pela legislação, são de áreas de preservação ambiental. - Monitoramento e preservação da fauna e flora em todas as áreas da empresa. - Recuperação de áreas de antigas pastagens, através do plantio de espécies nativas. - Manutenção de área de preservação ambiental reconhecida internacionalmente (Parque declarado “Reserva da Biosfera”), onde são realizadas pesquisas científicas e há a possibilidade de visitação (turismo ecológico). - Participação em projetos de formação de corredores ecológicos para a preservação e recuperação da Mata Atlântica. - Adoção da prática de plantio em mosaico, alternando floresta plantada com mata nativa, formando corredores ecológicos. - Na produção de um dos produtos da empresa é realizada compensação ambiental, por meio da recuperação de áreas nativas, sendo totalmente compensada a emissão de carbono resultante da produção deste produto. - Exigências ambientais são requeridas dos fornecedores de madeira das áreas de fomento. Eles são ambientalmente avaliados (monitorados e auditados).

Quadro 6.17. Outras práticas ambientais adotadas pela empresa D, na etapa 1 do CVP.

Práticas ambientais adotadas na etapa 2 – Produção do produto

Nesta etapa, a empresa adota práticas ambientais referentes a: (1) seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo (não presentes no produto); (2) seleção de tecnologias para a produção do produto; (3) seleção de práticas operacionais para a produção do produto; (4) seleção de fontes energéticas para a produção do produto; e, (5) outras.

No Quadro 6.18 são apresentadas as práticas ambientais adotadas pela empresa na seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo e na seleção de tecnologias para a produção do produto.

Prática ambiental		Descrição
Seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo	Seleção de materiais auxiliares mais limpos	- Na produção da celulose branqueada não é usado cloro elementar, que foi substituído pelo oxigênio.
Seleção de tecnologias para a produção do produto	Seleção de tecnologias utilizadoras de menos água e energia	- Redução do consumo de água e energia nos processos produtivos, devido à aquisição de tecnologias mais modernas.
	Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição	- Tratamento dos efluentes nas unidades fabris, através da Estação de Tratamento de Efluentes. - Implantação de tecnologia moderna de produção mais limpa, na nova linha de produção de uma das fábricas. - Realização de projetos para a diminuição das emissões de gases causadores do efeito estufa. Uma informação importante é que a empresa elaborou inventário de emissões e constatou que a quantidade de gás carbônico seqüestrado da atmosfera pelas florestas é maior do que a quantidade emitida pelas fábricas e distribuidoras da empresa. São gerados créditos de carbono que são comercializados em Chicago-EUA. - Redução da poluição sonora em uma das fábricas, devido à instalação de abafadores de ruído em alguns equipamentos.
	Adoção de tecnologias de recuperação de resíduos do processo produtivo	- Adoção de tecnologias para a recuperação e reutilização dos produtos químicos usados no processo de produção.

Quadro 6.18. Práticas ambientais adotadas pela empresa D, na etapa 2 do CVP, referentes à seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo e à seleção de tecnologias para a produção do produto.

No Quadro 6.19, são apresentadas as práticas ambientais adotadas pela empresa na seleção de práticas operacionais para a produção do produto.

Prática ambiental		Descrição
Seleção de práticas operacionais para a produção do produto	Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição	- Redução da quantidade de resíduos sólidos encaminhados a aterros sanitários, devido à adoção gradativa dos 3 R's (redução, reutilização e reciclagem). Em uma das fábricas, foi estabelecida a meta de "aterro zero" até 2012. - Envio de resíduos para tratamento em empresas licenciadas (resíduos de ambulatório médico são incinerados; óleos lubrificantes são recuperados; alguns produtos químicos são incinerados). - Em uma das fábricas, é realizada a reutilização do lodo produzido na estação de tratamento de efluentes, devido a sua grande quantidade de fibras.
	Uso de ciclos fechados de produção	- Investimento no fechamento de circuitos para obter maior reutilização da água nas fábricas.

Quadro 6.19. Práticas ambientais adotadas pela empresa D, na etapa 2 do CVP, referentes à seleção de práticas operacionais para a produção do produto.

São selecionadas fontes energéticas renováveis para a produção do produto. É produzida toda a energia elétrica consumida nas unidades da empresa, através de três fontes renováveis: queima de licor residual de uma das etapas do processo produtivo, queima de biomassa e participação em usina hidrelétrica.

A empresa adota, ainda, outra prática ambiental. A captação de água é monitorada. É avaliada a disponibilidade de água nos cursos d'água, para não impactá-los, e é feita a devolução do mesmo volume captado.

Influências das práticas ambientais sobre aspectos da produção do produto

Com a adoção de práticas ambientais, foi aumentado o custo de produção do produto. Houve a necessidade de aquisição de novas máquinas e/ou equipamentos, como: adoção de novas tecnologias de irrigação de mudas; uso de equipamentos menos poluentes nas colheitas; aquisição de tecnologias mais modernas que reduziram o consumo de água e energia; implantação de tecnologias modernas de produção mais limpa; instalação de abafadores de ruído em alguns equipamentos; adoção de tecnologias para a recuperação e reutilização de produtos químicos.

Também foram necessárias: modificações no layout industrial; reformas nos edifícios; mudanças nas rotinas de manutenção de equipamentos e realização de novos testes (ensaios) nos produtos.

Influências das práticas ambientais sobre atributos do produto

A adoção de práticas ambientais não alterou os seguintes atributos do produto: tempo de vida útil, estética (aparência) e segurança para o usuário.

Entretanto, outros atributos foram alterados. Segundo o entrevistado, é melhor a qualidade dos materiais (melhor qualidade da madeira). Além disso, foram aumentados: o preço final do produto e a aceitabilidade do mesmo no mercado.

Utilização de ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental

A empresa utiliza a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) dos produtos. É feita uma comparação do desempenho ambiental dos produtos da empresa com o desempenho de produtos concorrentes. A ferramenta foi desenvolvida pela Universidade de São Paulo. Considera impactos como: consumo de matérias-primas, água e energia; e, poluição do ar, do solo e da água. Avalia as 5 etapas do ciclo de vida do produto (geração e aquisição de matérias-primas, produção do produto, distribuição, uso e final da vida). A ferramenta é utilizada, por exemplo, para a avaliação do ciclo de vida dos insumos, sendo selecionados os menos impactantes.

6.5 Empresa E

A empresa é uma produtora de embalagens de papelão reciclado. Possui uma unidade industrial, localizada no estado de São Paulo, que emprega, aproximadamente, 400 funcionários. Atua, principalmente, no mercado nacional.

Foram utilizadas as seguintes fontes de informação: entrevista pessoal com funcionário de nível gerencial, responsável pela área de meio ambiente; e, informações ambientais publicadas no site da empresa. Visando a manutenção do anonimato da empresa, não são citadas as referências do site.

Práticas ambientais adotadas pela empresa

A seguir são apresentadas as práticas ambientais adotadas pela empresa nas 2 primeiras etapas do Ciclo de Vida do Produto.

Práticas ambientais adotadas na etapa 1 – Geração e aquisição de matérias-primas

Nesta etapa, a empresa adota práticas ambientais relacionadas à seleção das matérias-primas (tintas e papelão) componentes do produto, conforme apresentado no Quadro 6.20.

	Prática ambiental	Descrição
Seleção das matérias-primas componentes do produto	Seleção de matérias-primas mais limpas	- Utilização de <u>tintas</u> atóxicas nos produtos, devido às exigências dos clientes.
	Utilização de matérias-primas provenientes de produtos já eliminados	- A principal matéria-prima é o papel (<u>papelão</u>) usado (descartado).

Quadro 6.20. Práticas ambientais adotadas pela empresa E, na etapa 1 do CVP, referentes à seleção das matérias-primas componentes do produto.

Práticas ambientais adotadas na etapa 2 – Produção do produto

Nesta etapa, a empresa emprega práticas ambientais referentes a: (1) seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo (não presentes no produto); (2) seleção de tecnologias para a produção do produto; (3) seleção de práticas operacionais para a produção do produto; e, (4) seleção de fontes energéticas para a produção do produto.

Na seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo, é empregada a prática ambiental de selecionar materiais auxiliares mais limpos. São utilizados produtos químicos comprados de fornecedores que possuem certificação ISO 14001 (produtos cujas produções podem ser consideradas menos poluentes).

Na seleção de tecnologias para a produção do produto e na seleção de práticas operacionais para a produção do produto, são adotadas as práticas ambientais descritas no Quadro 6.21.

Prática ambiental		Descrição
Seleção de tecnologias para a produção do produto	Seleção de tecnologias utilizadoras de menos matérias-primas	- Máquinas e equipamentos mais modernos, adquiridos para a produção de produtos de maior qualidade, também proporcionam a redução do consumo de matérias-primas. - Aquisição de uma caldeira mais eficiente, que aproveita uma maior quantidade do calor gerado na combustão.
	Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição	- As máquinas e equipamentos mais modernos geram menos poluição (Ex: menor geração de resíduos). - Possui estação de tratamento de efluentes.
Seleção de práticas operacionais para a produção do produto	Seleção de melhores práticas, que utilizam menos água, energia e matérias-primas	- Busca da redução do consumo de água, energia e papel, através da prática de divulgação (em todas as áreas da empresa) de cartazes informativos com ações individuais a serem adotadas para diminuir o consumo (Ex: usar os dois lados da folha de papel).
	Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição	- Envio de resíduos do processo produtivo para aterros sanitários adequados ou para outras indústrias, que os utilizam como matéria-prima (Ex: fabricação de telhas ou canetas).

Quadro 6.21. Práticas ambientais adotadas pela empresa E, na etapa 2 do CVP, referentes à seleção de tecnologias e à seleção de práticas operacionais para a produção do produto.

Na seleção de fontes energéticas para a produção do produto, prioriza-se a escolha de fontes renováveis. É utilizada madeira reflorestada para a geração de energia. A empresa investe em áreas de reflorestamento para a produção de biomassa.

Influências das práticas ambientais sobre aspectos da produção do produto

Segundo o entrevistado, a adoção de práticas ambientais ocasionou o aumento do custo de produção do produto. Foram adquiridos novas máquinas e equipamentos, por exemplo, uma caldeira mais eficiente, que aproveita uma maior quantidade do calor gerado na combustão, reduzindo o uso de biomassa (madeira reflorestada).

Não foi necessário realizar: modificações no layout industrial, reformas nos edifícios e mudanças nas rotinas de manutenção de equipamentos. Tornou-se necessária a realização de novos testes (ensaios) no processo de produtivo.

Influências das práticas ambientais sobre atributos do produto

De acordo com o entrevistado, os seguintes atributos do produto não foram alterados devido à consideração de práticas ambientais: tempo de vida útil, qualidade dos materiais, estética (aparência) do produto e segurança para o usuário.

Entretanto, foi mencionado que ocorreu o aumento do preço final do produto. Também, tornou-se maior a aceitabilidade do produto no mercado, pois os seus clientes (na maioria, clientes corporativos) estão exigindo maior cuidado com o meio ambiente.

Utilização de ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental

Há desconhecimento das ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental. E, segundo o entrevistado, não há interesse, no momento, no desenvolvimento de ferramentas desse tipo.

6.6 Síntese dos Casos

Uma síntese das principais práticas ambientais adotadas pelas empresas, nas duas primeiras etapas do ciclo de vida do produto, é apresentada no Quadro 6.22. Para facilitar a visualização deste quadro, as informações detalhadas são descritas nos Quadros B.1 e B.2 (no apêndice C).

Principais práticas ambientais adotadas *	
Geração e aquisição de matérias-primas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seleção de matérias-primas mais limpas (empresas A e E), renováveis (empresas A, B, C, D) e de melhor qualidade (empresas A, C, D). ▪ Utilização de matérias-primas provenientes de refugos de processos produtivos (empresa D) e/ou de produtos já eliminados (empresas D e E). ▪ Seleção de tecnologias utilizadoras de menos água (empresas B e D). ▪ Seleção de tecnologias geradoras (preventivas) de menos poluição (empresas A e C). ▪ Seleção de melhores práticas, que utilizam menos água (empresas B, C e D). ▪ Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição (empresas A, B, C e D). ▪ Seleção de fontes energéticas renováveis (empresas A e D). ▪ Redução do tamanho do produto (empresa A) e de embalagens (empresas B e D). ▪ Outras (empresas A, B, C e D).
Produção do produto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seleção de materiais auxiliares mais limpos (empresas B, C e D). ▪ Seleção de tecnologias utilizadoras de menos água (empresas B e D), energia (empresas A, B e D) e matérias-primas (empresas B e E). ▪ Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição do solo (empresas A e E), do ar (empresas B, C e D), da água (empresas A, B, C, D e E) e sonora (empresa D). ▪ Adoção de tecnologias de recuperação de resíduos do processo produtivo (empresas C e D). ▪ Seleção de melhores práticas, que utilizam menos água (empresas B e E), energia (empresas B e E) e matérias-primas (empresa A). ▪ Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição do solo (empresas A, B, C, D e E). ▪ Uso de ciclos fechados de produção (empresas B, C e D). ▪ Seleção de fontes energéticas renováveis (empresas B, C, D e E).

* Informações detalhadas nos Quadros B.1 e B.2 (no apêndice C).

Quadro 6.22. Síntese das principais práticas ambientais adotadas pelas empresas nas duas primeiras etapas do ciclo de vida do produto.

No Quadro 6.22, nota-se que, na etapa de geração e aquisição de matérias-primas, as práticas ambientais adotadas pela maioria das empresas são: a seleção de matérias-primas renováveis (madeira proveniente de florestas plantadas) e de melhor qualidade (melhoramento genético das árvores); a seleção de melhores práticas, que utilizam menos água (uso de materiais que retêm água ou de gel hidratado no plantio de mudas, e, fechamento de circuito nos viveiros) e que geram menos poluição; e, outras (atendimento à legislação ambiental sobre Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal, monitoramento da fauna e flora nas áreas das empresas, estabelecimento de exigências ambientais aos fornecedores de matérias-primas e prestadores de serviços).

Na etapa de produção do produto, a maioria das empresas emprega as seguintes práticas ambientais: seleção de materiais auxiliares mais limpos (não utilização de cloro

elementar para o branqueamento da celulose); seleção de tecnologias utilizadoras de menos energia (aquisição de novas tecnologias ou ajuste de equipamentos); seleção de tecnologias geradoras de menos poluição do ar (captação e incineração de gases malcheirosos, uso de precipitadores eletrostáticos para remoção de material particulado, entre outras) e da água (uso de Estação de Tratamento de Efluentes); seleção de melhores práticas, que geram menos poluição do solo (redução da geração de resíduos sólidos, destinação ou tratamento adequado de resíduos perigosos, reaproveitamento de resíduos nas próprias empresas, envio de resíduos para serem aproveitados por outras empresas); uso de ciclos fechados de produção; e, seleção de fontes energéticas renováveis (licor negro e biomassa).

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo tem como propósito apresentar as análises das práticas ambientais adotadas pelas empresas estudadas, das influências dessas práticas sobre aspectos da produção e atributos dos produtos, da utilização de ferramentas e dos fatores motivadores da adoção das principais práticas ambientais.

7.1 Análise das Práticas Ambientais Adotadas pelas Empresas

Uma primeira análise que pode ser realizada é a da relação entre os impactos ambientais gerados pelas empresas processadoras de madeira (discutidos no capítulo 2) e as práticas ambientais que as empresas estudadas mencionam adotar, para minimizar ou evitar esses impactos.

A maioria das empresas estudadas apresenta práticas ambientais relacionadas ao consumo de madeira, outras matérias-primas, água e energia, e, à poluição do solo, ar e água. A minoria das empresas considera práticas ambientais referentes à poluição sonora.

Em relação ao consumo de madeira, não é utilizada madeira nativa e não são feitos desmatamentos através de queimadas, o que, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2009), provocaria a destruição da fauna e flora, a erosão dos solos e poluição atmosférica. A madeira é proveniente de florestas plantadas.

O plantio de florestas, de acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2008), também causa impactos ambientais. No entanto, os mesmos podem ser minimizados ou evitados através da adoção de um adequado manejo florestal. É o que acontece no caso das empresas estudadas (A, B, C e D), que possuem a certificação florestal FSC (*Forest Stewardship Council*), garantindo que as florestas são manejadas de forma ambientalmente responsável. Isso pode ser visto no Quadro 7.1, que apresenta os impactos mencionados pela CETESB (2008) e as respectivas práticas ambientais adotadas pelas empresas.

Plantio de Florestas	
Impactos Ambientais, segundo a CETESB (2008)	Práticas ambientais adotadas pelas empresas estudadas
Imobilização de amplas áreas para cultivo de eucaliptos e pinus, que poderiam ter outras destinações.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Melhoria genética das árvores (nas empresas A, C e D), o que proporciona maior produtividade das florestas (<u>necessidade de menor área de plantio</u>).
Redução de biodiversidade nas áreas plantadas, os chamados “desertos verdes”.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realização do monitoramento da fauna e flora nas florestas plantadas e áreas nativas, para preservação, recuperação e/ou incremento das espécies (nas empresas A, B, C e D). ▪ Atendimento à legislação ambiental referente às áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente (nas empresas A, B, C e D). ▪ Utilização somente de terras degradadas, já empregadas em projetos florestais ou áreas de pastagem, não sendo realizados desmatamentos de áreas nativas (nas empresas A e C). ▪ Participação em projetos de reflorestamento de florestas nativas para a formação de corredores ecológicos (nas empresas B e D). ▪ Adoção da prática de plantio em mosaico, alternando floresta plantada com mata nativa, formando corredores ecológicos (na empresa D). ▪ Exigências ambientais são requeridas dos fornecedores de matérias-primas (nas empresas A, B e D) e dos prestadores de serviço (na empresa C).
Alto consumo de água de irrigação pelos cultivares.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de novas tecnologias de irrigação de mudas e implantação de sistemas de tratamento e reutilização da água (nas empresas B e D), que proporcionaram a diminuição do consumo. ▪ Uso de materiais que retêm água (na empresa B) ou de gel hidratado (na empresa C) no plantio de mudas.
Possibilidade de incêndios florestais e nas pilhas de resíduos de corte de árvores, gerando emissões atmosféricas, resíduos sólidos e possíveis danos a terceiros.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de equipamentos e veículos (estação meteorológica, torres de vigilância, estações de rádio e/ou caminhões-pipa) para a prevenção e combate a incêndios (nas empresas A e C). ▪ Adoção de práticas para a prevenção e combate a incêndios: não utilização de fogo para o preparo do solo (na empresa A); formação de brigada de incêndio (na empresa C); elaboração de programa de prevenção de incêndios florestais (na empresa D).
Uso de maquinário pesado para extração da madeira, com risco de compactação do solo.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não são mencionadas práticas ambientais referentes a este impacto.
Amplio uso de fertilizantes e agrotóxicos, com riscos para fauna, solo e águas subterrâneas.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Melhoria genética das árvores (nas empresas A, C e D), o que proporciona maior resistência a pragas e doenças (evita ou diminui o uso de agrotóxicos). ▪ Embalagens de agrotóxicos são coletadas e destinadas adequadamente (nas empresas B, C e D). ▪ Agrotóxicos são aplicados de forma controlada, de acordo com a legislação (nas empresas C e D). ▪ Herbicidas são aplicados apenas quando necessário, e, no controle de pragas e doenças, procura-se evitar o controle químico, dando-se preferência a outros métodos de controle (na empresa C). ▪ Análise e correção do solo, garantindo quantidade adequada de nutrientes, evitando excessos (nas empresas A e C).

Quadro 7.1. Impactos ambientais do plantio de florestas e as práticas ambientais adotadas pelas empresas estudadas.

Nota-se, no Quadro 7.1, que uma das críticas é que são usadas grandes áreas para o cultivo de florestas, prejudicando outros tipos de plantações. Entretanto, as empresas

A, C e D buscam o melhoramento genético das árvores, para reduzir a área de plantio, podendo-se destinar as áreas remanescentes para outros tipos de cultivos.

A redução da biodiversidade nas florestas plantadas é outro impacto identificado. No entanto, as empresas adotam práticas ambientais que procuram minimizar este impacto, como o monitoramento da fauna e flora para preservação e recuperação de espécies (nas empresas A, B, C e D). A mais importante das práticas ambientais é o plantio em mosaico (alternância entre floresta plantada e mata nativa), adotado pela empresa D, que forma corredores ecológicos que auxiliam na preservação da biodiversidade. A manutenção de áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente, nas empresas A, B, C e D (na B e D, o dobro da área exigida pela legislação), juntamente com o reflorestamento de florestas nativas para a formação de corredores ecológicos são outras práticas ambientais relevantes para a preservação da fauna e flora. Além disso, por essas quatro empresas, são feitas as mesmas exigências ambientais aos fornecedores de matérias-primas e aos prestadores de serviços. Ainda é importante ressaltar que são utilizadas, pelas empresas A e C, áreas degradadas ou de pastagem para o plantio das florestas, ou seja, áreas nas quais a biodiversidade já é reduzida.

É mencionado que, no cultivo de mudas, é consumida grande quantidade de água para a irrigação. Porém, o uso de novas tecnologias de irrigação e a implantação de sistemas de tratamento e reutilização da água (nas empresas B e D), o uso de materiais que retêm água (na empresa B) ou de gel hidratado no plantio de mudas (na empresa C), entre outras práticas ambientais, contribuem para a redução do consumo de água na atividade de irrigação.

Outra crítica é referente à possibilidade de ocorrência de incêndios nas florestas plantadas. Mas as empresas A, C e D utilizam equipamentos e veículos (estação meteorológica, torres de vigilância, caminhões-pipa, entre outros) e adotam algumas práticas (não utilização de fogo para o preparo do solo, formação de brigada de incêndio) para a prevenção e combate a incêndios.

A utilização de grande quantidade de fertilizantes e agrotóxicos nas florestas plantadas é outro problema mencionado. No entanto, práticas ambientais são adotadas pelas empresas estudadas para reduzir e controlar o uso desses produtos químicos. O melhoramento genético das árvores (nas empresas A, C e D) aumenta a resistência a pragas e doenças, o que diminui o uso de agrotóxicos. As embalagens de agrotóxicos são coletadas e destinadas corretamente (nas empresas B, C e D). Os agrotóxicos são aplicados de forma controlada (nas empresas C e D). Herbicidas são aplicados apenas quando necessário, e, no controle de pragas

e doenças, procura-se evitar o controle químico (na empresa C). Ainda, são realizadas análises e correções do solo (nas empresas A e C), o que evita o uso de fertilizantes em excesso.

Ainda em relação ao consumo de madeira, é reduzida a utilização de madeira virgem e, conseqüentemente, a necessidade de plantio de florestas, devido ao aproveitamento de aparas de papéis para a produção de papel reciclado (na empresa D), e, do papelão usado para a produção de embalagens de papelão reciclado (na empresa E).

Em relação ao consumo de outras matérias-primas, os impactos ambientais mencionados no capítulo 2 e as respectivas práticas ambientais adotadas são as seguintes:

- A utilização de cloro gasoso, no branqueamento da celulose, apresenta uma série de riscos ambientais (CETESB, 2008): não é utilizado cloro elementar para o branqueamento da celulose (nas empresas B, C e D).

- Uso de soda cáustica, um agente altamente agressivo, que é adicionada ao digestor para extração da lignina na produção de celulose (CETESB, 2008): o melhoramento genético das árvores melhora a qualidade da madeira, reduzindo o consumo de produtos químicos no processo produtivo.

- Uso de tintas tóxicas na fabricação de lápis e embalagens de papelão: são utilizadas tintas atóxicas (livres de metais pesados) para a pintura dos produtos (nas empresas A e E).

É importante destacar, também, que as empresas adotam práticas ambientais para reduzir o consumo de matérias-primas, como: a diminuição das dimensões do produto ou embalagens (nas empresas A, B e D), a suspensão da aplicação de corantes na superfície apontada do lápis (na empresa A), a aquisição de novas tecnologias (nas empresas B e E), a adoção de tecnologias para a recuperação e reutilização de produtos químicos (nas empresas C e D), entre outras.

Sobre o consumo de água, a indústria de papel e celulose já foi considerada uma das maiores consumidoras do recurso no processo produtivo. Entretanto, as empresas B e D utilizam novas tecnologias para a redução do consumo. A empresa B, inclusive, destaca que sua fábrica em construção será referência mundial de baixo consumo. Nessa mesma empresa, é ressaltado que, do total de água utilizada atualmente, somente 18% são de água nova. As empresas B, C e D reutilizam água do processo produtivo, por meio do fechamento de circuitos. Além disso, nas empresas B e D, a captação de água é monitorada, para não impactar negativamente os corpos hídricos.

Em relação ao consumo de energia, a produção de papel e celulose utiliza grande quantidade do recurso, principalmente nas caldeiras auxiliares e de recuperação, nas secadoras de celulose e nas máquinas de papel. Na produção do lápis, há consumo de energia nas serras utilizadas para o corte da madeira e em outros equipamentos. As empresas estudadas adotam práticas ambientais para reduzir o consumo, como a aquisição de novas tecnologias (nas empresas B e D) e o ajuste de equipamentos (Ex: ajustes de serras na empresa produtora de lápis).

As empresas utilizam fontes energéticas renováveis. As produtoras de celulose usam licor negro e as 5 empresas utilizam biomassa (resíduos de florestas plantadas, resíduos de madeira não aceitos no processo produtivo, entre outros) para a geração de energia. A empresa B destaca que, da energia utilizada nas fábricas, 80% são provenientes de fontes renováveis e que, sua fábrica em construção, será auto-suficiente em energia.

Outro impacto ambiental, mencionado no capítulo 2, é a poluição do solo. Na produção de celulose e papel são gerados resíduos sólidos como: lama de cal, casca de madeira, serragem, cinzas de caldeiras, lodo da estação de tratamento de efluentes, resíduos de escritórios, resíduos de serviços de saúde, entre outros. Na produção de lápis, são gerados, principalmente: restos da colheita, cinzas da caldeira de biomassa, serragem do corte da madeira, resíduos de ambulatórios, lodo da estação de tratamento de efluentes, entre outros.

São várias as práticas ambientais adotadas pelas empresas estudadas para diminuir a geração de resíduos sólidos. Nas unidades florestais, restos da colheita (cascas, galhos e folhas) são deixados no solo, para o fornecimento de nutrientes, evitando a geração de resíduos (nas empresas A, C e D). O solo contaminado por vazamentos de produtos químicos ou combustíveis é removido e encaminhado para um depósito de resíduos (na empresa D).

A redução da geração de resíduos foi alcançada, também, através do ajuste de equipamentos (diminuição da espessura de serras, na empresa A) e da aquisição de máquinas e equipamentos mais modernos (na empresa E). Os resíduos sólidos perigosos são destinados ou tratados adequadamente. Por exemplo, resíduos tóxicos, como lâmpadas e baterias, são separados e encaminhados para empresas recicladoras (nas empresas A, B e C); e, os resíduos de ambulatório médico são incinerados (na empresa D).

Algumas empresas aproveitam os resíduos em seus próprios processos produtivos. O cálcio é reaproveitado nas florestas (na empresa C) e o lodo da estação de tratamento de efluentes é reutilizado, devido a sua grande quantidade de fibras (na empresa D). Há, também, o envio de resíduos para serem aproveitados por outras empresas. Por

exemplo, a empresa A envia a serragem para granjas e para a fabricação de briquetes e chapas de aglomerados, e, as cinzas da caldeira, são enviadas para fábricas de cimento. Além disso, são vendidos resíduos sólidos (papel, vidro, plástico, metal e resíduo orgânico) gerados nas fábricas e nos escritórios, e, o lodo do sistema de tratamento de efluentes é encaminhado para o processamento em fornos de fábricas de cimento. Resíduos da empresa E são enviados para a fabricação de telhas ou canetas. Outra importante prática ambiental para a redução da geração de resíduos é a reciclagem de papel e papelão, adotada, respectivamente, pelas empresas D e E.

A poluição do ar é outro impacto ambiental identificado. Na produção de celulose são gerados os seguintes poluentes: material particulado, dióxido de enxofre, compostos de enxofre total reduzido (ETR), óxidos de nitrogênio (NOx) e monóxido de carbono.

As empresas estudadas adotam práticas ambientais para reduzir as emissões atmosféricas. São adquiridas tecnologias de produção mais limpa (nas empresas B e D). É utilizada tecnologia para a captação e incineração de gases malcheirosos e, também, de precipitadores eletrostáticos para a remoção do material particulado gerado em algumas etapas do processo (na empresa C).

Em relação à poluição da água, a CETESB (2008) menciona que, na produção de celulose e papel, os efluentes podem conter os seguintes componentes: tensoativos, resíduos de cloro, cor, soda cáustica, metais pesados, dioxinas e furanos. Na reciclagem de aparas, há a geração de efluentes que contêm resíduos de tintas, soda cáustica, tensoativos e/ou fibras de tamanho pequeno, que necessitam de tratamento. Na produção de lápis, são gerados efluentes sanitários e industriais nas fábricas.

As empresas estudadas se preocupam em evitar a poluição das águas desde a etapa de geração de madeira. Nas unidades florestais, nas empresas A, C e D, há a prevenção da erosão dos solos e a recuperação de áreas degradadas por processos erosivos. Também, é realizado o monitoramento das águas de rios e riachos dos parques florestais, para avaliação dos impactos das plantações (na empresa A), e dos efluentes dos viveiros de mudas (na empresa D).

Nos processos produtivos de todas as empresas estudadas, os efluentes são tratados em Estações de Tratamento de Efluentes, para que a água seja devolvida ao meio ambiente sem causar impactos negativos.

As máquinas e equipamentos utilizados na produção de lápis, celulose, papel ou papelão, podem produzir ruídos. As empresas estudadas adotam práticas ambientais para

reduzir a geração de ruídos. Não são realizadas grandes colheitas em uma mesma região para minimizar o transtorno para a vizinhança (nas empresas C e D). E, são instalados abafadores de ruído em alguns equipamentos (na empresa D).

Outra análise que pode ser efetuada é a da relação entre as práticas ambientais sugeridas nas sínteses elaboradas no capítulo 4 e as práticas ambientais que as 5 empresas estudadas declaram adotar, nas etapas 1 e 2 do CVP. Na figura 7.1 é ilustrada essa relação para a etapa de geração e aquisição de matérias-primas.

Práticas Ambientais Etapa 1: Geração e Aquisição de Matérias-primas	Empresas				
	A	B	C	D	E
Seleção das matérias-primas componentes do produto e embalagem					
Seleção de matérias-primas mais limpas					
Seleção de matérias-primas recicláveis					
Seleção de matérias-primas recicladas					
Seleção de matérias-primas renováveis					
Utilização de matérias-primas biodegradáveis					
Seleção de matérias-primas de menor conteúdo energético					
Seleção de matérias-primas mais leves					
Utilização de matérias-primas provenientes de refugos de processos produtivos					
Utilização de matérias-primas provenientes de produtos já eliminados					
Utilização de matérias-primas simples					
Seleção de matérias-primas de melhor qualidade					
Seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas					
Seleção de tecnologias utilizadoras de menos água					
Seleção de tecnologias utilizadoras de menos energia					
Seleção de tecnologias utilizadoras de menos matérias-primas					
Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição					
Seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas					
Seleção de melhores práticas, que utilizam menos água					
Seleção de melhores práticas, que utilizam menos energia					
Seleção de melhores práticas, que utilizam menos matérias-primas					
Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição					
Seleção de fontes energéticas para a geração de matérias-primas					
Seleção de fontes energéticas renováveis					
Seleção de formas de energia mais limpas					
Estruturação do produto e/ou embalagem					
Redução do peso do produto/embalagem					
Redução do tamanho (miniaturização) do produto/embalagem					
Simplificação do produto					

Prática ambiental adotada pela empresa.

Prática ambiental **não** adotada pela empresa.

Figura 7.1. Relação entre as práticas ambientais sugeridas na síntese teórica e as práticas ambientais adotadas pelas 5 empresas na etapa de geração e aquisição de matérias-primas.

Na Figura 7.1 observa-se que há três grupos de práticas ambientais: 1) práticas ambientais **não** adotadas por **nenhuma** das empresas estudadas; 2) práticas ambientais

adotadas pela **minoría** das empresas estudadas; 3) práticas ambientais adotadas pela **maioría** das empresas estudadas.

As práticas ambientais **não** adotadas por **nenhuma** das empresas são as seguintes: seleção de matérias-primas recicláveis, biodegradáveis, de menor conteúdo energético, mais leves e simples; seleção de tecnologias utilizadoras de menos energia e matérias-primas; seleção de melhores práticas operacionais, que utilizam menos energia; redução do peso do produto/embalagem; simplificação do produto. Recomenda-se que cada empresa, de acordo com as especificidades de seus produtos e processos, avalie a necessidade e a possibilidade de adoção dessas práticas ambientais.

Entre as práticas ambientais adotadas pela **minoría** das empresas estão: seleção de matérias-primas mais limpas, recicladas, provenientes de refugos de processos produtivos e de produtos já eliminados; seleção de tecnologias utilizadoras de menos água; seleção de melhores práticas operacionais, que utilizam menos matérias-primas; seleção de fontes energéticas renováveis; seleção de formas de energia mais limpas. Essas práticas ambientais, caso seja necessário, poderiam ser consideradas também pelas empresas que ainda não as adotam.

Por exemplo, a utilização de embalagens produzidas com papel reciclado, o que ocorre somente na empresa A, poderia ser mais difundida entre as empresas. A reciclagem de aparas de papéis geradas antes e após o consumo, realizada pela empresa D, poderia ser avaliada pela empresa B, também produtora de papel.

Além disso, o uso de novas tecnologias de irrigação de mudas, pelas empresas B e D, para a redução do consumo de água, é uma alternativa que também poderia ser analisada pelas outras três empresas. A empresa B, para diminuir a perda de produtos vencidos nas unidades florestais, procurou melhorar seu controle de estoque. Trata-se de uma prática ambiental que pode ser considerada pelas outras empresas, caso também tenham o problema de perda de produtos vencidos. O uso de biodiesel (fonte energética renovável e mais limpa) como combustível de algumas máquinas colheitadeiras, em experimento realizado pela empresa D, poderia ser estudado pelas demais empresas.

Algumas dessas práticas ambientais mencionadas deveriam, ainda, ser aperfeiçoadas pelas empresas que já as adotam. Por exemplo, aumentar o uso de embalagens recicladas, a reciclagem de aparas de papéis e a utilização de biodiesel nas máquinas colheitadeiras.

No grupo das práticas ambientais adotadas pela **maioría** das empresas estudadas estão: seleção de matérias-primas renováveis e de melhor qualidade; seleção de

tecnologias geradoras de menos poluição; seleção de melhores práticas operacionais, que utilizam menos água e que geram menos poluição; redução do tamanho (miniaturização) do produto/embalagem. Sugere-se a adoção dessas práticas ambientais para a minoria das empresas estudadas que ainda não as adota, caso haja necessidade. Além disso, recomenda-se às empresas que adotam essas práticas ambientais, o aprimoramento constante de algumas delas. Por exemplo, aumentar a recuperação de áreas degradadas por processos erosivos, e, ampliar o uso de adubo advindo da lama seca de esgoto municipal tratado.

Na figura 7.2 é ilustrada a relação entre as práticas ambientais sugeridas na síntese teórica e as práticas ambientais adotadas pelas 5 empresas na etapa de produção do produto.

Práticas Ambientais Etapa 2: Produção do Produto	Empresas				
Seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo	A	B	C	D	E
Seleção de materiais auxiliares mais limpos					
Seleção de materiais auxiliares renováveis					
Seleção de tecnologias para a produção do produto	A	B	C	D	E
Seleção de tecnologias utilizadoras de menos água					
Seleção de tecnologias utilizadoras de menos energia					
Seleção de tecnologias utilizadoras de menos matérias-primas					
Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição do solo					
Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição do ar					
Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição da água					
Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição sonora					
Adoção de tecnologias de recuperação de resíduos do processo produtivo					
Seleção de tecnologias que diminuam o desperdício no processo produtivo					
Seleção de tecnologias que diminuam a produção de produtos com defeitos					
Diminuição do número de etapas de produção					
Seleção de práticas operacionais para a produção do produto	A	B	C	D	E
Seleção de melhores práticas, que utilizam menos água					
Seleção de melhores práticas, que utilizam menos energia					
Seleção de melhores práticas, que utilizam menos matérias-primas					
Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição					
Uso de ciclos fechados de produção					
Seleção de melhores práticas, que diminuam o desperdício no processo produtivo					
Seleção de melhores práticas, que diminuam a produção de produtos com defeitos					
Seleção de fontes energéticas para a produção do produto	A	B	C	D	E
Seleção de fontes energéticas renováveis					
Seleção de formas de energia mais limpas					

Prática ambiental adotada pela empresa.
 Prática ambiental **não** adotada pela empresa.

Figura 7.2. Relação entre as práticas ambientais sugeridas na síntese teórica e as práticas ambientais adotadas pelas 5 empresas na etapa de produção do produto.

Nesta figura, também são observados três grupos de práticas ambientais. O primeiro grupo é formado pelas seguintes práticas ambientais **não** adotadas por **nenhuma** das empresas: seleção de materiais auxiliares renováveis; seleção de tecnologias que diminuam a produção de produtos com defeitos; diminuição do número de etapas de produção; seleção de melhores práticas operacionais, que diminuam o desperdício no processo produtivo e a produção de produtos com defeitos. Neste caso, também recomenda-se que cada empresa avalie a necessidade e a possibilidade de adoção dessas práticas ambientais, conforme as particularidades de seus processos produtivos.

O segundo grupo é o das práticas ambientais adotadas pela **minoridade** das empresas, que são as seguintes: seleção de tecnologias utilizadoras de menos água e matérias-

primas; seleção de tecnologias geradoras de menos poluição sonora; adoção de tecnologias de recuperação de resíduos do processo produtivo; seleção de tecnologias que diminuam o desperdício no processo produtivo; seleção de melhores práticas operacionais, que utilizam menos água e energia; seleção de formas de energia mais limpas. As empresas que ainda não adotam essas práticas ambientais poderiam estudar a possibilidade de considerá-las, caso haja necessidade.

Por exemplo, a aquisição de novas tecnologias para a redução do consumo de água, realizada pelas empresas B e D, poderia ser estudada pelas outras empresas. A instalação de abafadores de ruído em alguns equipamentos para a redução da poluição sonora é mencionada apenas pela empresa D. As outras empresas que ainda não adotam essa prática ambiental, caso seja necessário, deveriam considerá-la em seus processos produtivos.

No terceiro grupo estão as práticas ambientais adotadas pela **maioria** das empresas. São elas: seleção de materiais auxiliares mais limpos; seleção de tecnologias utilizadoras de menos energia; seleção de tecnologias geradoras de menos poluição do solo, ar e água; seleção de melhores práticas operacionais, que utilizam menos matérias-primas e que geram menos poluição; uso de ciclos fechados de produção; seleção de fontes energéticas renováveis. Para as poucas empresas que ainda não adotam essas práticas ambientais, recomenda-se avaliar a necessidade e a possibilidade de adoção.

Para as empresas que já as adotam, sugere-se o aperfeiçoamento contínuo de algumas delas. Por exemplo, buscar constantemente a redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo; aumentar o reaproveitamento dos resíduos gerados, reutilizando-os na própria empresa ou enviando-os para serem aproveitados por outras empresas; ampliar a reutilização de água no processo produtivo, através do fechamento de circuitos.

7.2 Análise das Influências das Práticas Ambientais sobre Aspectos da Produção e Atributos do Produto

Os sistemas produtivos tiveram alguns de seus aspectos afetados quando as empresas adotaram práticas ambientais. No Quadro 7.2, são apresentados os resultados referentes as 5 empresas estudadas.

Aspectos da produção do produto	Empresas				
	A	B	C	D	E
Custo de produção	Não aumentou significativamente	Não alterado	Não alterado	Aumentou	Aumentou
Aquisição de novas máquinas e equipamentos	Sim (ajustes de equipamentos)	Sim	Sim	Sim	Sim
Modificações no layout industrial	Não	Não	Sim	Sim	Não
Reformas nos edifícios	Não	Não	Sim	Sim	Não
Mudanças nas rotinas de manutenção de equipamentos	Não	Não	Não	Sim	Não
Novos testes (ensaios) nos produtos	Não	Não	Não	Sim	Sim

Quadro 7.2. Influências das práticas ambientais sobre aspectos da produção nas 5 empresas estudadas.

O custo de produção e a necessidade de aquisição de novas máquinas e equipamentos foram os principais aspectos influenciados. Em três das empresas (A, D e E) o custo foi aumentado. Na empresa A, apesar de não significativo, houve um pequeno aumento. A aquisição de novas máquinas e equipamentos (ou o ajuste dos mesmos, no caso da empresa A), foi uma necessidade para todas as empresas estudadas, podendo ser considerado o principal aspecto afetado.

Modificações no layout industrial e reformas nos edifícios foram realizadas por duas das empresas (C e D). Ou seja, são dois aspectos importantes do sistema produtivo nos quais as empresas precisaram investir para atender as necessidades ambientais.

Apenas uma empresa (D) mencionou que foram realizadas mudanças nas rotinas de manutenção de equipamentos, podendo-se considerar que esse é um aspecto não muito afetado. As empresas D e E tiveram a necessidade de elaborar novos testes (ensaios) nos produtos. Ou seja, esse aspecto pode ser importante para algumas empresas.

O emprego de práticas ambientais influenciou alguns atributos dos produtos das empresas estudadas. Os resultados da pesquisa são sintetizados a seguir, no Quadro 7.3.

Atributos do produto	Empresas				
	A	B	C	D	E
Tempo de vida útil	Não alterado	Não alterado	Não alterado	Não alterado	Não alterado
Qualidade dos materiais	Não alterada	Não alterada	Não alterada	Melhorou (qualidade madeira)	Não alterada
Estética (aparência) do produto	Alterada (em projeto em desenvolvimento)	Não alterada	Não alterada	Não alterada	Não alterada
Segurança para o usuário	Não alterada	Não alterada	Não alterada	Não alterada	Não alterada
Preço final para o usuário	Não alterado	Não alterado	Não alterado	Aumentou	Aumentou
Aceitabilidade no mercado	Aumentou (no mercado corporativo)	Aumentou (no mercado corporativo)	Aumentou (no mercado corporativo)	Aumentou (no mercado corporativo)	Aumentou (no mercado corporativo)

Quadro 7.3. Influências das práticas ambientais sobre atributos do produto nas 5 empresas estudadas.

Os dois principais atributos afetados foram: o preço final e a aceitabilidade do produto no mercado. O preço final foi aumentado nas empresas D e E, devido aos investimentos realizados. A aceitabilidade no mercado aumentou para os produtos de todas as empresas. As vendas foram aumentadas no mercado corporativo nacional e, também, no internacional, para o caso das empresas exportadoras (A, B, C e D).

O tempo de vida útil e a segurança do produto para o usuário não foram alterados em nenhuma das empresas estudadas. Em relação à qualidade dos materiais, apenas a empresa D mencionou que melhorou a qualidade da madeira, devido ao melhoramento genético das plantas. A estética (aparência) do produto foi prejudicada, somente, em um projeto em desenvolvimento na empresa A.

7.3 Análise da Utilização de Ferramentas de Apoio ao Gerenciamento Ambiental

A maioria das empresas estudadas utiliza ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental. No Quadro 7.4, são apresentadas as informações obtidas, relacionadas ao uso de ferramentas, nas 5 empresas estudadas.

Ferramentas	Empresas				
	A	B	C	D	E
Conhecimento das ferramentas	Sim	Sim	Sim	Sim	Não conhece
Ferramentas utilizadas	Checklist ambiental	Diretrizes ambientais	Índices ambientais, checklists, diretrizes, manuais, benchmarking do ecodesign e sistemas de suporte via internet	ACV	Não utiliza
Origem das ferramentas	Desenvolvido na empresa	Desenvolvidas na empresa	Desenvolvidos na empresa	Desenvolvida pela Universidade de São Paulo	-----
Impactos ambientais considerados	Poluição do solo e do ar	Consumo de água e energia. Poluição do solo, ar e água	Consumo de matérias-primas, água e energia. Poluição do solo, ar, água e sonora	Consumo de matérias-primas, água e energia. Poluição do solo, ar e água	-----
Etapas do ciclo de vida avaliadas	Geração e aquisição de matérias-primas	Produção do produto	Produção do produto	Geração de matérias-primas, produção do produto, distribuição, uso e final da vida	-----

Quadro 7.4. Utilização de ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental nas 5 empresas estudadas.

Das empresas estudadas, apenas uma (empresa E) não conhece e não utiliza ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental. As empresas A, B, C e D utilizam as ferramentas descritas no Quadro 7.4. Destaca-se o fato de que a maioria delas desenvolveu as ferramentas na própria empresa. Apenas a empresa D procurou auxílio externo, da Universidade de São Paulo, para o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação do ciclo de vida dos produtos.

As ferramentas utilizadas consideram a maioria dos impactos ambientais, com exceção da ferramenta adotada na empresa A, que avalia somente a poluição do solo e do ar. As principais etapas do ciclo de vida do produto avaliadas são: a geração de matérias-primas e a produção do produto.

7.4 Análise dos Fatores Motivadores da Adoção de Práticas Ambientais

Nesta seção, são analisados quais são os principais fatores motivadores da adoção de práticas ambientais nas 5 empresas estudadas. Os fatores motivadores podem ser externos (legislação, comunidade, consumidores, etc.) ou internos (benefícios proporcionados às empresas, como a redução de custos, aumento das vendas, etc.), conforme abordado anteriormente na seção 3.3 do capítulo 3.

A seguir, são apresentadas as análises realizadas para as etapas 1 e 2 do ciclo de vida do produto. Foram utilizadas, como referência, as sínteses das principais práticas ambientais adotadas pelas empresas, descritas nos Quadros B.1 e B.2, no apêndice C.

Análise dos fatores motivadores da adoção de práticas ambientais na etapa 1 – Geração e aquisição de matérias-primas

As empresas A e E utilizam tintas atóxicas para a pintura de seus produtos. Com essa prática ambiental, a empresa A está em conformidade com a Norma ABNT NBR 15.236/05, que trata da segurança de artigos escolares. Já a empresa E adota o uso de tinta atóxica por exigência de seus clientes, normalmente outras empresas que estão, também, sujeitas à Norma ABNT NBR 15.236/05, como ocorre com a empresa A.

Nas empresas A, B, C e D, os produtos são produzidos com madeira proveniente de florestas plantadas, com certificação FSC. Primeiramente, é importante destacar que, ao plantar suas florestas, as empresas estão de acordo com os artigos 12 e 21 da Lei N° 4.771/1965. Nestes artigos é ressaltado que nas florestas plantadas é livre a extração de produtos florestais e, também, que as empresas utilizadoras de matéria-prima florestal são obrigadas a manter florestas próprias para a exploração racional.

Outro aspecto importante do plantio de florestas pelas empresas é garantir o fornecimento futuro de sua matéria-prima principal. Além disso, há a possibilidade de realizar um melhor planejamento e controle da produção dos produtos, tanto para o curto como para o longo prazo.

A obtenção da certificação FSC para as florestas plantadas é outro fator positivo para as empresas, pois, além de garantir a prática de um manejo florestal ambientalmente responsável, também aumentou a aceitabilidade do produto no mercado (clientes corporativos nacionais e internacionais), devido à melhoria da imagem ambiental das empresas. Além disso, há uma regulamentação no mercado, ou seja, os clientes corporativos,

cada vez mais, estão exigindo essa certificação, para melhorarem, também, suas imagens frente aos seus consumidores. Por exemplo, o entrevistado da empresa B ressaltou que, muitas empresas européias, exigem a certificação FSC. Assim, para vender seus produtos no mercado europeu, a empresa necessita obter a certificação.

A empresa D recicla aparas de papéis e, a empresa E, o papelão usado. Dessa forma, proporcionam benefícios ambientais, como a diminuição da quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários e a redução do uso de madeira virgem. Há, também, vantagens econômicas para as empresas. Os custos de matérias-primas são reduzidos, devido à economia de madeira. E, a reciclagem é uma prática importante para a melhoria das imagens ambientais das empresas para seus consumidores.

As empresas A, C e D investem no melhoramento genético de suas árvores. Com isso, obtêm aumento da produtividade das florestas, aumento da resistência a pragas e doenças, e melhoria da qualidade da madeira.

Com o aumento da produtividade das florestas, são proporcionados benefícios ambientais, devido à necessidade de uma menor área de plantio. As terras não utilizadas podem ser aplicadas em outras atividades agrícolas (Ex: produção de alimentos), evitando-se grandes áreas de monocultura, ou ser reflorestadas com matas nativas. Além dos benefícios ambientais, com o aumento da produtividade das florestas, as empresas podem obter vantagens para os seus negócios, como o menor gasto com a aquisição de terras e a redução dos custos de plantio e de colheita.

Com o aumento da resistência a pragas e doenças é alcançado o benefício ambiental de evitar ou diminuir o uso de agrotóxicos. Mas, também, pode ser obtida a redução dos custos de produção, devido ao menor consumo de agrotóxicos.

A melhoria da qualidade da madeira, obtida através do melhoramento genético, proporciona impactos ambientais menores, como o consumo de menor quantidade de matérias-primas (madeira e produtos químicos) no processo produtivo, e, também, pode oferecer vantagens para o negócio, como a redução dos custos de produção, devido ao menor consumo dessas matérias-primas para a produção de uma unidade do produto.

As empresas B e D usam novas tecnologias de irrigação de mudas, para diminuir o consumo de água. Com essa prática ambiental, as empresas podem reduzir seus custos de produção nas unidades florestais, porque é utilizada uma menor quantidade de água.

As empresas A, C e D destacam a preocupação com a prevenção e combate a incêndios, tanto nas florestas plantadas como nas áreas de preservação. Dessa maneira, são evitados danos ambientais como a emissão de gás carbônico (causador do aquecimento

global) pelas queimadas e a destruição de florestas nativas localizadas nas áreas de preservação. Além disso, com as práticas de prevenção são evitados problemas para as empresas, como a perda de grande quantidade de matéria-prima (madeira plantada) e prejuízos às suas imagens, provocados pela pressão da opinião pública (comunidades vizinhas e entidades ambientalistas) devido à ocorrência das queimadas.

As empresas B, C e D adotam as seguintes práticas para o plantio de mudas: uso de materiais que retêm água, na empresa B; uso de gel hidratado, na empresa C; e, fechamento de circuito e reutilização da água, na empresa D. Com isso, procura-se reduzir o consumo de água na irrigação, beneficiando o meio ambiente. E, também, há a possibilidade das empresas reduzirem os custos de produção de mudas, devido ao uso de menor quantidade de água.

Nas empresas A e C são realizadas a análise e correção do solo. Essas práticas geram benefício ambiental, porque evitam a aplicação de fertilizantes em excesso, que podem chegar aos corpos d'água. Além de serem favoráveis ao meio ambiente, proporcionam vantagens para as empresas, pois garantem a aplicação da quantidade adequada de nutrientes, aumentando a produtividade das florestas e, ainda, reduzindo os custos de produção, devido ao menor consumo de fertilizantes.

A prevenção da erosão dos solos e a recuperação de áreas degradadas por processos erosivos são práticas ambientais empregadas pelas empresas A, C e D. Essas práticas são importantes para o meio ambiente, pois evitam a degradação dos solos e a conseqüente poluição das águas. Além disso, são favoráveis aos negócios das empresas, porque não são perdidos solos férteis e reduzida a produtividade das florestas. Outra prática benéfica adotada pelas empresas A, C e D é deixar resíduos da colheita (cascas, galhos e folhas) no solo, o que, além de protegê-lo contra a erosão, também o enriquece com nutrientes, sendo vantajoso tanto para o meio ambiente como para a produtividade das plantações.

A coleta e destinação adequada das embalagens de agrotóxicos utilizados nas florestas são preocupações mencionadas pelas empresas B, C e D. Dessa maneira, evita-se a poluição do solo e da água e, também, as empresas estão de acordo com o parágrafo 2º do artigo 6º da Lei Nº 7.802/1989, no qual é exigida a devolução das embalagens vazias para seus vendedores.

As empresas C e D declaram realizar, de forma controlada, a aplicação de agrotóxicos. Para isso, seguem as instruções de uso fornecidas pelos fabricantes dos agrotóxicos, que são exigidas pela Lei Nº 7.802/1989, no seu artigo 7º, inciso II, alíneas “b” e

“c”. Além disso, as empresas estão de acordo com a alínea “b” do artigo 14 dessa mesma lei, que as responsabiliza legalmente por danos causados aos seres humanos e ao meio ambiente, devido ao uso incorreto dos agrotóxicos.

As práticas ambientais adotadas pela empresa C de aplicar herbicidas apenas quando necessário e de evitar o controle químico de pragas e doenças, são menos agressivas ao meio ambiente, pois é reduzido o contato de produtos químicos com o solo e a água. Além disso, são vantajosas para a empresa, porque podem ser reduzidos os custos de produção, devido ao menor consumo de agrotóxicos.

A empresa C procura não realizar grandes colheitas em uma mesma região, e, a empresa D, realiza plantio e colheita rotativos, em 7 áreas. Dessa forma, são obtidos benefícios para o meio ambiente, devido à redução da exposição de áreas extensas do solo. É evitado o impacto visual na paisagem e, também, o solo fica menos suscetível aos processos erosivos. Ainda, as empresas minimizam problemas de relacionamento que podem vir a acontecer com as comunidades vizinhas, devido aos transtornos (poluição sonora, por exemplo) causados pela colheita e transporte da madeira.

A empresa D preocupa-se com a destinação e tratamento adequado de resíduos. Possui um programa de gerenciamento de resíduos florestais, seguindo as orientações da Norma ABNT NBR 10.004/04, conforme explicado no Quadro B.1 (no apêndice C). Ao seguir essa Norma, a empresa também está em conformidade com a legislação ambiental paulista, que atribui às indústrias geradoras de resíduos perigosos a responsabilidade pelo seu gerenciamento e tratamento diferenciado, conforme mencionado nos artigos 32 e 35 da Lei Estadual Nº 12.300/2006.

As empresas A e D enviam resíduos gerados nas atividades florestais para serem aproveitados por outras empresas ou comunidades. Com isso, podem reduzir seus custos de disposição final adequada de resíduos, que é exigida pela Lei Estadual Nº 12.300/2006, mencionada anteriormente. Além disso, é possível obter rendimentos com a comercialização dos resíduos, como ocorre na empresa A, que vende a serragem para granjas ou para empresas produtoras de briquetes e chapas de aglomerados. Outro benefício que pode ser alcançado é a melhoria das relações com as comunidades, como acontece na empresa D, que envia resíduos de eucalipto para a produção de produtos artesanais.

Na empresa D é utilizado resíduo proveniente de processo externo à empresa. Trata-se de adubo denominado de biossólido, advindo da lama seca de esgoto municipal tratado. Apesar de ser aplicado apenas em uma pequena área cultivada, seu uso é benéfico ao meio ambiente, pois é reduzida a quantidade de resíduos que seria enviada a aterros sanitários.

Há, também, vantagens para o negócio da empresa. São reduzidos os custos de matérias-primas (adubo), porque a lama seca é mais barata do que os fertilizantes normalmente adquiridos pela empresa. Outro ponto positivo é a possibilidade de melhorar a imagem ambiental da empresa para a sociedade em geral (comunidade, ambientalistas, consumidores), devido ao fato de ser uma prática favorável ao meio ambiente.

O uso de fontes energéticas renováveis é adotado pelas empresas A e D. No caso da empresa A, é utilizada madeira reflorestada (toras mais finas e serragem) para a geração de energia. Além de beneficiar o meio ambiente, o aproveitamento energético de resíduos também pode reduzir o custo de produção, pois diminui a quantidade de energia adquirida das empresas fornecedoras. Já no caso da empresa D, que realiza um experimento no qual é usado biodiesel como combustível de máquinas colheitadeiras, pode ser melhorada a imagem ambiental da empresa porque trata-se de um combustível renovável e menos poluente do que o diesel tradicional.

As dimensões do produto (comprimento e diâmetro), o volume de embalagens de transporte, e, as embalagens finais de cada tipo de produto, foram reduzidos, respectivamente, nas empresas A, B e D. Com isso, as empresas diminuem seus custos de produção, devido ao menor consumo de matérias-primas, proporcionando, também, benefícios ambientais.

As empresas A, B, C e D mantêm áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente. Dessa maneira, estão de acordo com as exigências dos incisos II e III do parágrafo 2º do artigo 1º da Lei Nº 4.771/1965.

É destacado, pelas empresas A e C, que são adquiridos apenas os seguintes tipos de terras: as degradadas, as já empregadas em projetos florestais ou áreas de pastagem. Não são realizados nem os desmatamentos de áreas nativas permitidos pela legislação. Além de serem benéficas ao meio ambiente, essas práticas podem melhorar as relações com as comunidades vizinhas e com entidades ambientalistas e, também, serem positivas para as imagens das empresas frente aos consumidores. Outras práticas ambientais positivas, que podem proporcionar esses mesmos benefícios, são: o monitoramento da fauna e flora presentes nas florestas plantadas e nativas, para a preservação e recuperação de espécies (nas empresas A, B, C e D); e, a participação em projetos de reflorestamento de florestas nativas para a formação de corredores ecológicos, para a preservação da Mata Atlântica (nas empresas B e D).

As empresas mencionam que impõem exigências ambientais para seus fornecedores de matérias-primas (empresas A, B e D) e prestadores de serviço (empresa C).

Dessa maneira, procuram garantir que não ocorram problemas ambientais provocados pelos fornecedores ou prestadores que, conseqüentemente, possam prejudicar as imagens ambientais das empresas ou possibilitar a aplicação de punições legais.

Análise dos fatores motivadores da adoção de práticas ambientais na etapa 2 – Produção do produto

As empresas B, C e D não utilizam cloro elementar para o branqueamento da celulose. Usam o sistema de branqueamento ECF, isento de cloro elementar (Cl_2). Com essa prática ambiental, as empresas evitam pressões de ambientalistas (Greenpeace e WWF, por exemplo), que desde o final da década de 1980 pressionam a indústria de celulose para substituir o uso de cloro elementar no processo produtivo, pois estudos constataram que o branqueamento da celulose com essa substância gera organoclorados (dioxinas), que são altamente nocivos ao meio ambiente e à saúde humana, conforme já explicado no capítulo 2.

Além disso, as empresas estão em conformidade com as legislações de alguns países (EUA, por exemplo) para os quais exportam seus produtos. Segundo informações da *Alliance for Environmental Technology (AET)*, uma associação internacional de fabricantes de produtos químicos, nos EUA praticamente toda a produção da celulose é realizada através do sistema ECF devido à existência de regulamentação específica da Agência de Proteção Ambiental americana.

Outro fator importante para as empresas B, C e D é a possibilidade de venda no mercado internacional, que já está habituado a comprar e exige a celulose ECF, cuja produção mundial aumentou consideravelmente nos últimos anos. Segundo estudo da AET (2007), a celulose produzida através do sistema ECF representou, em 2007, 89% da produção mundial de celulose branqueada. Na Tabela 7.1, são apresentados dados da produção de celulose ECF em alguns países.

País / Região	% da celulose ECF no total produzido de celulose branqueada
Japão	88%
Eua	99%
América do Sul	90%

Tabela 7.1. Dados da produção de celulose ECF em alguns países.

Fonte: Alliance for Environmental Technology (2007).

A partir desses dados, nota-se que as empresas exportadoras que não produzirem a celulose ECF estarão praticamente excluídas do mercado mundial, que, provavelmente, não aceitaria comprar o produto produzido com o uso do cloro elementar.

As empresas B, D e E adquiriram novas tecnologias (máquinas e equipamentos mais modernos) e a empresa A realizou ajustes nos equipamentos, para reduzir o consumo de água, energia ou matérias-primas, conforme detalhado no Quadro B.2 (no apêndice C). Com isso, as empresas podem alcançar benefícios como a redução dos custos de produção, devido ao menor consumo de água, energia ou matérias-primas por unidade produzida.

Além disso, com a redução do consumo, as empresas podem melhorar suas relações com a comunidade ou entidades ambientalistas e, conseqüentemente, suas imagens ambientais frente à sociedade. Algumas delas se preocupam, inclusive, em divulgar as práticas ambientais referentes à diminuição do consumo. Um exemplo disso é dado pela empresa B, que divulgou, no seu Relatório Anual de Sustentabilidade e na mídia em geral, que uma das fábricas em construção possuirá um processo de produção de baixo consumo de água e será referência mundial nesse aspecto.

A empresa A ajustou equipamentos e a empresa E adquiriu novas máquinas, para reduzir a geração de resíduos. Com essas práticas ambientais, além de reduzir a possibilidade de poluição do solo, as empresas também podem diminuir seus custos de coleta e disposição final adequada de resíduos, devido à menor geração dos mesmos. É importante lembrar que os resíduos devem ser dispostos adequadamente, sendo proibidas algumas formas de destinação e utilização, conforme o artigo 14 da Lei Estadual N° 12.300/2006.

As empresas B, C e D utilizam tecnologias para reduzir as emissões atmosféricas (causadoras do efeito estufa, gases malcheirosos, material particulado e/ou outras), conforme explicado no Quadro B.2 (no apêndice C). Dessa maneira, as empresas estão atendendo a legislação ambiental brasileira, mais especificamente, o artigo 54 da Lei N° 9.605/1998, no qual é considerado crime gerar poluição de qualquer natureza, que prejudique os seres humanos, a fauna ou a flora. As empresas, também, estão em conformidade com os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 003/1990.

Ao adotar as tecnologias para reduzir as emissões atmosféricas, as empresas melhoram seus relacionamentos com as comunidades vizinhas ou com entidades ambientalistas, preservando e melhorando suas imagens com a sociedade em geral e com seus próprios consumidores, pois, seria um prejuízo considerável para suas reputações, provocar poluição atmosférica em uma época em que problemas ambientais como o aquecimento global e as mudanças climáticas são amplamente divulgados e combatidos.

As 5 empresas estudadas utilizam Estação de Tratamento de Efluentes, para o tratamento da água que é devolvida ao meio ambiente. Assim, atendem o artigo 54 da Lei N° 9.605/1998, citado anteriormente, e, também, o artigo 24 da Resolução CONAMA N° 357/2005. Segundo este artigo, os efluentes devem ser tratados.

Além disso, ao tratar seus efluentes, as empresas evitam problemas de relacionamento com as comunidades vizinhas, que utilizam a água dos rios e riachos, e com entidades ambientalistas que poderiam vir a divulgar notícias que afetariam negativamente as imagens das empresas, caso os efluentes não fossem tratados e prejudicassem o meio ambiente e/ou a saúde dos moradores da região.

A empresa D instalou abafadores de ruído em alguns equipamentos. Com isso, a empresa está de acordo com o artigo 54 da Lei N° 9.605/1998, mencionado anteriormente, pois é evitada a poluição sonora, que poderia vir a causar prejuízos à saúde humana, conforme discutido no capítulo 2.

As empresas C e D utilizam tecnologias para a recuperação e reutilização de produtos químicos empregados no processo produtivo (cozimento da madeira). Esse reaproveitamento de insumos pode proporcionar benefícios econômicos às empresas, como a redução dos custos referentes à compra de matérias-primas, pois, devido à reutilização, são compradas quantidades menores dos produtos químicos.

As empresas A, B e E adotam melhores práticas operacionais, que utilizam menos água, energia ou matérias-primas, conforme detalhado no Quadro B.2 (no apêndice C). Essas práticas podem proporcionar às empresas a redução dos custos de produção, devido à: redução do uso de água, energia e matérias-primas; reutilização de água; e, reaproveitamento de energia.

As empresas B e D procuram reduzir a geração de resíduos sólidos em seus processos produtivos, através da adoção das diretrizes 4 R's (repensar, reduzir, reutilizar e reciclar). Com isso, além do benefício ambiental de prolongar o tempo de vida de aterros sanitários, as empresas obtêm vantagens econômicas. Os custos de coleta, destinação e disposição final dos resíduos nos aterros sanitários são reduzidos, devido a menor quantidade gerada dos mesmos. Essa vantagem financeira é destacada pela empresa B, em seu Relatório Anual de Sustentabilidade.

As 5 empresas estudadas mencionam que destinam e/ou tratam adequadamente os resíduos sólidos perigosos, conforme explicado com maior detalhe no Quadro B.2 (no apêndice C). Dessa forma, estão obedecendo os artigos 32 e 35 da Lei Estadual N°

12.300/2006, que responsabilizam os geradores de resíduos industriais perigosos pelo seu gerenciamento e tratamento diferenciado.

Além disso, ao destinar e/ou tratar os resíduos perigosos adequadamente, as empresas estão preservando as suas imagens frente à comunidade, entidades ambientalistas e consumidores. Suas reputações poderiam ser impactadas negativamente caso a destinação e o tratamento corretos não fossem realizados, colocando em risco a saúde humana, a flora e fauna.

As empresas C e D procuram reaproveitar os resíduos (cálcio, cavacos ou lodo da estação de tratamento de efluentes) em seus próprios processos produtivos, como detalhado no Quadro B.2 (no apêndice C). Com essa prática, podem obter a redução do custo de matérias-primas compradas (no caso do cálcio) ou das produzidas nas próprias empresas (no caso da madeira), devido à economia de materiais proporcionada pelo reaproveitamento. Outro benefício é a redução dos custos necessários para o tratamento e/ou disposição final dos resíduos, já que os mesmos são reutilizados.

Nas empresas A, B e E alguns resíduos do processo produtivo são enviados para outras empresas para serem reaproveitados (Ex: lodo, nas empresas A e B, enviado, respectivamente, para fábricas de cimento e de papel; e aparas de papelão, na empresa E, encaminhadas para a fabricação de telhas). Dessa forma, há a vantagem de redução dos custos de disposição final adequada dos resíduos, conforme exigido pela Lei Estadual N° 12.300/2006. Além disso, pode-se obter rendimentos com a comercialização dos resíduos com outras empresas, como é feito pela empresa A, que realiza a coleta seletiva e venda de resíduos sólidos (papel, vidro, plástico, metal) para empresas recicladoras.

Nas empresas B, C e D é adotada a prática de fechamento de circuitos para a reutilização de água do processo produtivo, por exemplo, águas de resfriamento. Com isso, é consumida uma menor quantidade de água nova, o que reduz os impactos aos corpos hídricos e diminui os custos de produção. Outro fator positivo dessa prática é a oportunidade de melhorar a imagem ambiental da empresa para a comunidade, ambientalistas e consumidores. Há empresas que, inclusive, divulgam os resultados ambientais positivos alcançados. Por exemplo, a empresa B menciona em seu Relatório Anual de Sustentabilidade que, atualmente, do total de água utilizada nas unidades fabris, somente 18% são de água nova.

As empresas B, C, D e E utilizam licor residual do processo produtivo e/ou biomassa (madeira reflorestada, resíduos das florestas, resíduos de madeira não aceitos no processamento) para a produção de energia. Trata-se de fontes energéticas renováveis. Dessa maneira, as empresas podem reduzir seus custos de produção, através do aproveitamento

energético de resíduos do processo produtivo, diminuindo a quantidade de energia comprada das concessionárias.

Além disso, o uso de fontes energéticas renováveis é uma prática favorável à imagem da empresa frente à sociedade, porque, principalmente as empresas de celulose e papel, sempre foram criticadas por utilizarem grande quantidade de energia. A empresa B, por exemplo, deixa claro no seu Relatório Anual de Sustentabilidade que, da energia utilizada nas fábricas, 80% são provenientes de fontes renováveis, e, a fábrica em construção será auto-suficiente em energia.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos estudos de caso realizados foi possível alcançar o objetivo principal do trabalho de analisar as práticas ambientais adotadas por empresas paulistas processadoras de madeira, nas etapas de geração e aquisição de matérias-primas e de produção do produto.

É importante ressaltar que as análises e resultados do trabalho foram baseados em dados provenientes das empresas estudadas. São percepções dos funcionários entrevistados e informações contidas em documentos divulgados pelas empresas. Outro esclarecimento relevante é que os casos estudados não podem ser generalizados para todo o país. São representativos de empresas localizadas no estado de São Paulo, onde a questão ambiental é tratada pela atuação rigorosa da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB).

Primeiramente, foi observado que as práticas ambientais adotadas pela maioria das empresas estudadas são referentes ao consumo de madeira, matérias-primas, água e energia, e, à poluição do solo, ar e água.

A identificação dessas práticas é importante porque são exemplos de soluções reais encontradas pelas empresas, para reduzir ou evitar impactos ambientais nas duas primeiras etapas do ciclo de vida do produto. Essas práticas podem servir de referência para outras empresas processadoras de madeira, que estão preocupadas com a conservação do meio ambiente.

Além da adoção das práticas ambientais mencionadas, as empresas estudadas ainda podem melhorar seus desempenhos ambientais. Para isso, recomenda-se que cada empresa avalie a necessidade e a possibilidade do emprego de práticas não citadas por nenhuma delas. Para a etapa de geração e aquisição de matérias-primas as práticas sugeridas são as seguintes: seleção de matérias-primas recicláveis, biodegradáveis, de menor conteúdo energético, mais leves e simples; seleção de tecnologias utilizadoras de menos energia e matérias-primas; seleção de melhores práticas operacionais, que utilizam menos energia; redução do peso do produto/embalagem; e, simplificação do produto. Para a etapa de produção do produto, são recomendadas: a seleção de materiais auxiliares renováveis; seleção de tecnologias que diminuam a produção de produtos com defeitos; diminuição do número de etapas de produção; seleção de melhores práticas operacionais, que diminuam o desperdício no processo produtivo e a produção de produtos com defeitos.

Outra recomendação deste trabalho é que as empresas procurem aperfeiçoar as práticas ambientais já adotadas. Na etapa de geração e aquisição de matérias-primas, sugere-se ampliar o uso de embalagens produzidas com papel reciclado, e, a reciclagem de aparas de papéis. Além disso, recomenda-se aumentar: a utilização de biodiesel nas máquinas colheitadeiras, a recuperação de áreas degradadas por processos erosivos, o plantio em mosaico e o uso de adubo advindo da lama seca de esgoto municipal tratado.

Para a etapa de produção do produto, sugere-se a busca contínua da redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo. Ainda, seria importante aumentar o reaproveitamento dos resíduos gerados. Mais uma recomendação é ampliar o reuso de água, por meio do fechamento de circuitos no processo produtivo.

Os principais aspectos dos sistemas produtivos afetados pela adoção de práticas ambientais foram o custo de produção e a tecnologia empregada. Segundo os entrevistados, o custo de produção foi aumentado devido aos investimentos realizados. Os principais investimentos foram feitos em tecnologias, sendo adquiridas novas máquinas e equipamentos para a redução dos impactos ambientais.

Em relação aos produtos, dois atributos foram mais afetados: o preço final e a aceitabilidade do produto no mercado. Em algumas empresas, houve o aumento do preço final ao consumidor, como consequência da realização de investimentos. A aceitabilidade no mercado corporativo nacional e/ou internacional aumentou para os produtos de todas as empresas. Isso ocorreu, principalmente, devido à obtenção da certificação FSC. É interessante destacar que a árvore é um símbolo de preservação ambiental e, os clientes corporativos (Ex: bancos e outras empresas), ao comprarem e utilizarem lápis ou papel certificados pelo FSC, demonstram que estão colaborando com a preservação de florestas nativas. Isso melhora a imagem ambiental, também, dessas empresas.

A maioria das empresas estudadas utiliza ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental, que foram desenvolvidas nas próprias empresas. Apenas uma delas foi auxiliada por um ator externo, no caso, a Universidade de São Paulo. Segundo os entrevistados, as ferramentas utilizadas (com exceção de uma) consideram a maioria dos impactos ambientais. Avaliam, principalmente, as etapas de geração de matérias-primas e/ou de produção do produto.

Recomenda-se que as empresas estudadas procurem maior apoio externo, em universidades e instituições de pesquisas, para o aperfeiçoamento contínuo das ferramentas existentes e, também, para o desenvolvimento de novas ferramentas. Uma sugestão é o desenvolvimento de ferramentas de avaliação da poluição sonora, pois somente uma empresa

utiliza ferramentas que consideram esse impacto ambiental. Outra recomendação é desenvolver ferramentas para as demais etapas do ciclo de vida do produto, como as de distribuição, uso e final da vida.

Em relação aos fatores motivadores da adoção de práticas ambientais pelas empresas estudadas, conclui-se que há dois grupos principais: 1) obrigatoriedade legal e regulamentação do mercado; e, 2) fatores relacionados à competitividade dos negócios.

No **primeiro grupo**, nos casos da obrigatoriedade legal e da regulamentação do mercado, há a obrigação de atendê-las, senão, as empresas não poderão produzir ou estarão fora do mercado. A seguir, é discutida cada uma delas com maior detalhe.

Obrigatoriedade legal

A necessidade de atendimento à legislação obriga as empresas a adotarem práticas ambientais. A manutenção de áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente é uma exigência da Lei N° 4.771/1965. Esta mesma lei obriga as empresas a manterem florestas próprias para a exploração da madeira. A necessidade de devolução de embalagens vazias de agrotóxicos e, também, de uso controlado destes produtos, são imposições da Lei N° 7.802/1989. A responsabilidade das empresas pelo gerenciamento e tratamento diferenciado de resíduos perigosos é determinada pela Lei Estadual N° 12.300/2006.

A Lei N° 9.605/1998, que considera crime gerar poluição de qualquer natureza, e a Resolução CONAMA N° 003/1990, que estabelece padrões de qualidade do ar, induzem as empresas a utilizarem tecnologias para reduzir as emissões atmosféricas. Essa mesma lei e a Resolução CONAMA N° 357/2005, que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, levam as empresas a implantarem Estações de Tratamento de Efluentes. Outra prática ambiental adotada em decorrência da Lei N° 9.605/1998 é a instalação de abafadores de ruídos em equipamentos. A legislação americana também influencia as empresas brasileiras exportadoras de celulose a não utilizarem cloro elementar no processo produtivo.

Regulamentação do mercado

Nos mercados, principalmente no internacional, há o estabelecimento de algumas regras, não necessariamente presentes na legislação, que forçam as empresas a adotarem práticas ambientais. A obtenção da certificação FSC, por exemplo, é uma prática

empregada pelas empresas exportadoras para que seja possível atuar no mercado europeu. Sem a certificação, seus produtos não seriam aceitos pelos consumidores daquela região.

Outra prática ambiental adotada como consequência das condições de mercado é não utilizar cloro elementar no branqueamento da celulose. A produção de celulose ECF (isenta de cloro elementar) representa 89% da produção mundial de celulose branqueada. Ou seja, os consumidores internacionais já estão habituados a comprar a celulose ECF e, as empresas brasileiras exportadoras, para conseguirem vender seus produtos em outros países, devem, também, produzir sem o uso de cloro elementar.

Outro tipo de regulamentação existente no mercado é a necessidade de atendimento às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A Norma ABNT NBR 15.236/05, que trata da segurança de artigos escolares, determina que as empresas utilizem tintas atóxicas para a pintura de seus produtos. E, a Norma ABNT NBR 10.004/04, apresenta uma classificação dos resíduos que devem ser destinados e/ou tratados adequadamente pelas empresas.

No **segundo grupo**, estão os fatores motivadores relacionados à competitividade dos negócios. Esses fatores não são impostos, como os anteriores. São oportunidades para as empresas ampliarem ou manterem suas participações no mercado ou, até mesmo, aumentar a margem de lucro dos seus produtos. São eles: melhoria e/ou preservação da imagem ambiental, e, possibilidade de redução de custos.

Melhoria e/ou preservação da imagem ambiental

A possibilidade de melhorar ou preservar suas imagens ambientais incentiva as empresas a se preocuparem com a conservação ambiental. O fato de melhorar a imagem ambiental pode proporcionar às empresas uma maior aceitabilidade dos seus produtos no mercado. É o que ocorreu com as empresas estudadas, que, após obterem a certificação FSC, aumentaram suas vendas no mercado corporativo nacional.

Outras práticas adotadas pelas empresas que melhoram suas imagens ambientais para a sociedade em geral, são: a não realização de desmatamentos de áreas nativas, o monitoramento da fauna e flora nas áreas das empresas, e, a participação em projetos de formação de corredores ecológicos para a recuperação da Mata Atlântica. Trata-se de práticas importantes para atingir tanto os nichos de mercados formados por consumidores mais atentos à preservação ambiental, como, também, os consumidores em geral, que podem

ainda não valorizar a questão ambiental, mas que estão cada vez mais sendo informados da necessidade de manutenção das florestas.

A reciclagem de papel e papelão, o uso de fontes energéticas renováveis, entre outras práticas ambientais, são também benéficas às imagens das empresas e podem favorecer a venda de seus produtos no mercado. Algumas empresas, inclusive, divulgam na mídia em geral que estão cada vez mais reciclando seus produtos e utilizando fontes energéticas renováveis.

Há, ainda, práticas que preservam a imagem ambiental das empresas. Entre elas estão: o uso de tecnologias para reduzir as emissões atmosféricas, a adoção de tecnologias e práticas para a prevenção de incêndios, a utilização de Estação de Tratamento de Efluentes, a não utilização de cloro elementar no processo, a destinação e/ou tratamento adequado de resíduos perigosos e a imposição de exigências ambientais aos fornecedores e prestadores de serviço. Essas práticas evitam que ocorram problemas ambientais, como a poluição do ar, água ou solo, produzidos pelas empresas, fornecedores ou prestadores de serviço, que afetariam negativamente as imagens ambientais das empresas frente aos consumidores, comunidades e ambientalistas, prejudicando seus negócios no mercado.

Possibilidade de redução de custos

A possibilidade de redução de custos (de matérias-primas; de produção; de coleta, tratamento e/ou disposição final adequada de resíduos) é um fator que pode motivar as empresas a adotarem práticas ambientais.

Os custos de matérias-primas e de produção podem ser reduzidos devido à adoção de diversas práticas, por exemplo: reciclagem de papel e papelão, que economiza matérias-primas (madeira virgem); a recuperação e reaproveitamento de produtos químicos, que evita a necessidade de compra de novas quantidades desses insumos; o uso de ciclos fechados de produção e o reaproveitamento da água; o melhoramento genético das árvores para aumentar a resistência a pragas e doenças, que pode reduzir o consumo de agrotóxicos; o melhoramento genético das plantas para melhorar a qualidade da madeira, o que reduz seu próprio consumo e o de produtos auxiliares no processo produtivo; a utilização de tecnologias e práticas de irrigação de mudas que utilizam menos água; a preferência por roçadas, capinas manuais e outros métodos de controle de pragas, o que diminui o uso de agrotóxicos; a adoção de novas tecnologias e/ou práticas operacionais, que consomem menos água, energia e/ou

matérias-primas; a redução do tamanho dos produtos e embalagens, que diminui o consumo de matérias-primas; e, o aproveitamento energético de resíduos (licor e biomassa).

A redução dos custos de coleta, tratamento e/ou disposição final adequada de resíduos, também pode incentivar a consideração ambiental. As seguintes práticas ambientais, por exemplo, contribuem para a redução desses custos: envio de resíduos das atividades florestais e do processo produtivo para serem aproveitados por outras empresas; e, a adoção de novas tecnologias e práticas operacionais que geram menos resíduos.

Finalmente, são apresentadas algumas propostas de estudos futuros. Uma primeira sugestão é analisar as práticas ambientais adotadas por empresas paulistas processadoras de madeira, nas etapas do ciclo de vida do produto não consideradas neste trabalho, ou seja, as de distribuição, uso e final da vida do produto. Para isso, podem ser utilizadas as sínteses apresentadas no capítulo 4.

Uma segunda proposição é referente à atividade de trabalho. A adoção de novas tecnologias e práticas operacionais para evitar ou reduzir os impactos ambientais pode modificar a atividade de trabalho. Por exemplo, a prática de evitar o uso de agrotóxicos, realizando inicialmente roçadas e capinas manuais, pode causar impactos ao trabalho cotidiano dos funcionários. Esses impactos podem ser analisados em um novo estudo.

Outra proposta de estudo é identificar qual é a visão dos funcionários de nível operacional em relação à adoção de práticas ambientais e comparar com os resultados obtidos neste trabalho, que tratou da visão dos profissionais de nível gerencial. Os gerentes normalmente estão mais preocupados com as políticas e resultados ambientais. Já os operários lidam com a prática ambiental no cotidiano do trabalho.

Uma outra possibilidade de estudo é elaborar uma forma de medir quantitativamente a redução dos impactos ambientais nas empresas processadoras de madeira, nas etapas de geração e aquisição de matérias-primas e de produção do produto.

Por fim, é importante ressaltar que no trabalho foi desenvolvido um modelo de análise de práticas ambientais e dos fatores motivadores da adoção dessas práticas, que pode ser útil para a realização de estudos futuros, em outras empresas processadoras de madeira ou em outros tipos de indústrias.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L.; SCHARF, R. **Como cuidar da nossa água**. São Paulo: Bei Comunicação, 2003.

ALLIANCE FOR ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY (AET). **Trends in World Bleached Chemical Pulp Production: 1990-2007**. Disponível em: <http://www.aet.org/science_of_ecf/eco_risk/2008_pulp.html>. Acesso em: 20 de maio de 2009.

ARRAES, R.A.; DINIZ, M.B.; DINIZ, M.J.T. **A variável ambiental como fator de competitividade**: uma análise regional e setorial para o Brasil. Fortaleza-CE: Centro de Estudos de Economia Regional (CENER) – Universidade Federal do Ceará (UFC), 2001.

ASHLEY, S. Designing for the environment. **Mechanical Engineering**. v. 115, n. 3, p. 52-55, mar. 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10007**: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15236**: Segurança de artigos escolares. Rio de Janeiro, 2005.

BAKONYI, S.M.C. et al. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. **Revista de Saúde Pública**. v. 38, n. 5, p. 695-700, out. 2004.

BANCO NOSSA CAIXA. **Sistema de Gestão Ambiental recebe certificação ISO 14001**. Disponível em: <<http://www.nossacaixa.com.br>>. Acesso em: 12 de abril de 2008.

BORTOLIN, A.R. **Avaliação do Ciclo de Vida**: principais métodos e estudo comparativo entre o cesto de plástico e de inox de uma lavadora de roupa. 2009. 147 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto: Juarez de Oliveira. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990. 168 p. (Série Legislação Brasileira).

BRASIL. Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, e dá outras providências. In: **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC)**. 6. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dap/_legislacao/149_legislacao12012009045054.pdf>. Acesso em: 13 de janeiro de 2009.

BRASIL. Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973. Dispõe sobre o Estatuto do Índio. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/6001-73.htm>>. Acesso em: 20 de abril de 2009.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte... de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7802.htm>. Acesso em: 15 de janeiro de 2009.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm>. Acesso em: 15 de janeiro de 2009.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, parágrafo 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. In: **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC)**. 6. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Departamento de Áreas Protegidas. **Informe Nacional sobre Áreas Protegidas no Brasil**. Brasília, 2007. 132 p.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 003, de 28 de junho de 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>>. Acesso em: 17 de maio de 2009.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 21 de maio de 2009.

BREZET, J.C.; HEMEL, C.G.V. **Ecodesign**: a promising approach to sustainable production and consumption. Paris: United Nations Environment Programme (UNEP), 1997. Disponível em: <<http://design.ntnu.no/fag/ecodesign>>. Acesso em: 20 de setembro de 2007.

BROWN, M.S.; WILMANN, E. Quick and dirty environmental analyses for garments: what do we need to know? **The Journal of Sustainable Product Design**. n. 1, p. 28-35, abr. 1997.

BSI BRASIL. **O que é ISO 14001?** Um guia passo a passo para o uso de um sistema de gestão ambiental. Disponível em: <http://www.bsibrasil.com.br/documentos/What_is_14KBR.pdf>. Acesso em: 16 de março de 2008.

BYGGETH, S.; HOCHSCHORNER, E. Handling trade-offs in Ecodesign tools for sustainable product development and procurement. **Journal of Cleaner Production**. v. 14, n. 15-16, p. 1420-1430, 2006.

CALDART, L.; SANT'ANNA, F.S.P. Tecnologias limpas e a prevenção da poluição: novas posturas da indústria em relação ao meio ambiente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22., 2003, Joinville-SC. **Anais...**

CALUWE, N. de. Business benefits from applied ecodesign. **IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing**. v. 27, n. 4, p. 215-220, out. 2004.

CHUNG, J. et al. Web based EcoDesign supporting system for Electronic Products. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRONICS AND THE ENVIRONMENT, 2003, Boston-USA. **Anais...** p. 246-250.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988. 430 p.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). **A urbanização e os efeitos da poluição da água**. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=sabesp&pub=T&db=&docid=033EEE26807AB31B832571CA004504C4>>. Acesso em: 27 de março de 2008.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Água:** rios e reservatórios. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/informacoes.asp>>. Acesso em: 02 de maio de 2007a.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Papel e Celulose – Série P + L.** São Paulo: CETESB, 2008. 49 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Qualidade do ar:** poluentes. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_saude.asp#mp>. Acesso em: 02 de maio de 2007b.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Solo:** definição. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/solo/definicao.asp>>. Acesso em: 27 de abril de 2007c.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Solo:** poluição. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/solo/poluicao.asp>>. Acesso em: 27 de abril de 2007d.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE). **A rotulagem ambiental e o consumidor no mercado brasileiro de embalagens:** 2005. Disponível em: <www.cempre.org.br/download/Rotulagem%20Ambiental%20FINAL-2005.pdf>. Acesso em: 10 de abril de 2008.

CONSELHO BRASILEIRO DE MANEJO FLORESTAL (CBMF). **Páginas Verdes – Guia de compras de produtos certificados FSC.** Brasília: FSC Brasil, 2008.

CORAZZA, R.I. Gestão ambiental e mudanças da estrutura organizacional. **RAE-eletrônica.** v. 2, n. 2, p. 1-23, jul./dez. 2003.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (DAEE-SP). **Distribuição de água no planeta.** Disponível em: <<http://www.dae.sp.gov.br/acervoepesquisa/distribuicao.htm>>. Acesso em: 5 de março de 2008.

DIEHL, J.C.; SOUMITRI, G.V.; MESTRE, A. Ecodesign methodology development within the Indian European Ecodesign Program. In: ECODESIGN 2001 – II INTERNATIONAL

SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS DESIGN AND INVERSE MANUFACTURING, 2., 2001, Tóquio-Japão. **Anais...** p. 184-189.

DONAIRE, D. Considerações sobre a influência da variável ambiental na empresa. **Revista de Administração de Empresas (RAE)**. v. 34, n. 2, p. 68-77, mar./abr. 1994.

DONAIRE, D. **Gestão Ambiental na Empresa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

EPSTEIN, M.J. You've got a great environmental strategy – now what? **Business Horizons**. v. 39, n. 5, p. 53-59, set./out. 1996.

FÉLIX, J.D.B. O ganho de imagem conquistado após divulgação da responsabilidade social empresarial. In: PRÊMIO ETHOS-VALOR, 5., 2005. Disponível em: <http://www.ethos.org.br/_Uniethos/Documents/O%20Ganho%20de%20Imagem%20Conquistado%20ap%C3%B3s%20Divulga%C3%A7%C3%A3o%20da%20Responsabilidade%20Social%20Empresarial%20-%20Centro%20Oeste.pdf>. Acesso em: 20 de janeiro de 2007.

FERRENDIER, S. et al. **Eco-design Guide** - Environmentally improved product design case studies of the european electrical and electronics industry. Germany: Technical University of Berlin, 2002.

FIKSEL, J.; WAPMAN, K. How to design for environment and minimize life cycle cost. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRONICS AND THE ENVIRONMENT, 1994, São Francisco-USA. **Anais...** p. 75-80.

FLORIDA, R.; DAVISON, D. Gaining from green management: environmental management systems inside and outside the factory. **California Management Review**. v. 43, n. 3, p. 64-84, 2001.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Boeing apresenta o Dreamliner 787, seu avião ecológico**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u310376.shtml>>. Acesso em: 09 de julho de 2007.

FOLHA ONLINE. **Ciência Online**: Saiba o que foi a Eco-92. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/especial/2002/riomais10/o_que_e-2.shtml>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2008.

FREITAS, C. et al. Internações e óbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997. **Revista de Saúde Pública**. v. 38, n. 6, p. 751-757, dez. 2004.

FREITAS, H. et al. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração da Universidade de São Paulo (RAUSP)**. v. 35, n. 3, p. 105-112, jul./set. 2000.

GODOY, A.S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas (RAE)**. v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995a.

GODOY, A.S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas (RAE)**. v. 35, n. 3, p. 20-29, mai./jun. 1995b.

GONÇALVES-DIAS, S.L.F. Há vida após a morte: um (re)pensar estratégico para o fim da vida das embalagens. **Gestão & Produção**. v. 13, n. 3, p. 463-474, set./dez. 2006.

GONZÁLEZ-TORRE, P.L.; ADENSO-DÍAZ, B.; ARTIBA, H. Environmental and reverse logistics policies in European bottling and packaging firms. **International Journal of Production Economics**. v. 88, n. 1, p. 95-104, mar. 2004.

GRIESE, H. et al. Environmental Compatibility of Electronics: A key towards local and global sustainable development. In: INTERNATIONAL IEEE CONFERENCE ON THE ASIAN GREEN ELECTRONICS (AGEC), 2004, Hong Kong e Shenzhen-China. **Anais...** p. 158-163.

HELENE, M.E.M.; BICUDO, M.B. **Cenário Mundial: Sociedades Sustentáveis**. São Paulo: Editora Scipione, 1994. 47 p.

HILL, M.R. Sustainability, greenhouse gas emissions and international operations management. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 21, n. 12, p. 1503-1520, 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **O monitoramento de queimadas em tempo quase-real do INPE** – Perguntas frequentes. Disponível em: <<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/perguntas.html>>. Acesso em: 15 de julho de 2009.

IZIQUÉ, C. Recursos hídricos: o risco da escassez. Pesquisadores de seis países buscam novas tecnologias de manejo da água. **Pesquisa FAPESP**. n. 137, p. 32-33, jul. 2007.

JABBOUR, C.J.C.; SANTOS, F.C.A. Evolução da gestão ambiental na empresa: uma taxonomia integrada à gestão da produção e de recursos humanos. **Gestão & Produção**. v. 13, n. 3, p. 435-448, set./dez. 2006.

KASSAYE, W.W. Green dilemma. **Marketing Intelligence & Planning**. v. 19, n. 6, p. 444-455, 2001.

KORPALSKI, T. The role of the “Product Steward” in advancing Design for Environment in Hewlett-Packard’s Computer Products Organization. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRONICS AND THE ENVIRONMENT, 1996, Dallas-TX-USA. **Anais...** p. 37-41.

KURK, F.; EAGAN, P. The value of adding design-for-the-environment to pollution prevention assistance options. **Journal of Cleaner Production**. v. XX, p. 1-5, 2007.

LACERDA, A.B.M. et al. Ambiente urbano e percepção da poluição sonora. **Ambiente & Sociedade**. v. 8, n. 2, p. 85-98, jul./dez. 2005.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1985.

LEMO, A.D.; NASCIMENTO, L.F. A produção mais limpa como geradora de inovação e competitividade. **Revista de Administração Contemporânea (RAC)**. v. 3, n. 1, p. 23-46, jan./abr. 1999.

LENOX, M.; JORDAN, B.; EHRENFELD, J. The diffusion of Design for Environment: a survey of current practice. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRONICS AND THE ENVIRONMENT, 1996, Dallas-TX-USA. **Anais...** p. 25-30.

LUTTROP, C.; LAGERSTEDT, J. EcoDesign and The Ten Golden Rules: generic advice for merging environmental aspects into product development. **Journal of Cleaner Production**. v. 14, n. 15-16, p. 1396-1408, 2006.

MAIMON, D. Eco-estratégia nas empresas brasileiras: realidade ou discurso? **Revista de Administração de Empresas (RAE)**. v. 34, n. 4, p. 119-130, jul./ago. 1994.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

MARQUES, F. O dia depois de amanhã. Pesquisadores unem-se para esmiuçar os efeitos do aquecimento global no Brasil. **Pesquisa FAPESP**. n. 133, p. 54-57, mar. 2007.

MARTINS, L.C. et al. Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**. v. 36, n. 1, p. 88-94, fev. 2002.

MEDINA, H.V. de; GOMES, D.E.B. A indústria automobilística projetando para a reciclagem. In: CONGRESSO NACIONAL DE P&D EM DESIGN, 5., 2002, Brasília. **Anais...**

MILES, M.P.; COVIN, J.G. Environmental marketing: a source of reputational, competitive, and financial advantage. **Journal of Business Ethics**. v. 23, n. 3, p. 299-311, fev. 2000.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Matriz energética brasileira – 2006**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2007.

MORELLI, L. Aumenta a poluição da água. **Revista ECO 21**. n. 98, jan. 2005. Disponível em: <<http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=1009>>. Acesso em: 27 de março de 2008.

MOURAD, A.L.; GARCIA, E.E.C.; VILHENA, A. **Avaliação do Ciclo de Vida: princípios e aplicações**. Campinas: Centro de Tecnologia de Embalagem (CETEA) / Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), 2002.

MOURÃO, R.R.F. A poluição sonora. **Revista ECO 21**. n. 124, mar. 2007. Disponível em: <<http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=1522>>. Acesso em: 27 de março de 2008.

MULLER, A.C. **Introdução à Ciência Ambiental**. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná. p. 67-73. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/urbana/index.html&conteudo=./agua/impactos.html>>. Acesso em: 27 de março de 2008.

NASCIMENTO, L.F.C. et al. Efeitos da poluição atmosférica na saúde infantil em São José dos Campos, SP. **Revista de Saúde Pública**. v. 40, n. 1, p. 77-82, jan./fev. 2006.

NAVEIRO, R.M.; PACHECO, E.B.A.V.; MEDINA, H.V. Ecodesign: o desenvolvimento de projeto de produto orientado para reciclagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 5., 2005, Porto Alegre. **Anais...**

OLIVEIRA, R.A.; SOARES NETO, T.G. Concentrações das espécies químicas liberadas durante a combustão de biomassa. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INPE, 2008, São José dos Campos. **Resumos...**

OTTOMAN, J.A. **Marketing Verde**. São Paulo: Makron Books, 1994.

PAHL, G. et al. **Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos – métodos e aplicações**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 412 p.

PEITER, P.; TOBAR, C. Poluição do ar e condições de vida: uma análise geográfica de riscos à saúde em Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 14, n. 3, p. 473-485, jul./set. 1998.

POCHAT, S.L.; BERTOLUCI, G.; FROELICH, D. Integrating ecodesign by conducting changes in SMEs. **Journal of Cleaner Production**. v. 15, n. 7, p. 671-680, 2007.

PORTER, M.E.; VAN DER LINDE, C. Green and competitive: ending the stalemate. **Journal of Business Administration and Policy Analysis**. v. 1, p. 215, jan. 1999.

PORTER, M.E.; VAN DER LINDE, C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. **Journal of Economic Perspectives**. v. 9, n. 4, p. 97-118, 1995.

RIBEIRO, W.C. Água doce: conflitos e segurança ambiental. In: MARTINS, R.C.; VALENCIO, N.F.L.S. **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil: desafios teóricos e político-institucionais**. São Carlos: RiMA, 2003. p. 71-77.

RIO GRANDE ENERGIA (RGE). **Impactos ambientais do setor elétrico**. Disponível em: <http://www.rge-rs.com.br/gestao_ambiental/impactos_ambientais/impactos.asp>. Acesso em: 25 de março de 2008.

ROHRICH, S.S.; CUNHA, J.C. da. A proposição de uma taxonomia para análise da gestão ambiental no Brasil. **Revista de Administração Contemporânea (RAC)**. v. 8, n. 4, p. 81-97, out./dez. 2004.

ROSEN, C.M. Environmental strategy and competitive advantage: An introduction. **California Management Review**. v. 43, n. 3, p. 8-15, 2001.

SANCHES, C.S. Gestão ambiental proativa. **Revista de Administração de Empresas (RAE)**. v. 40, n. 1, p. 76-87, jan./mar. 2000.

SÁNCHEZ, L.E. **Desengenharia: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

SÃO PAULO. Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/leis/2006_Lei_Est_12300.pdf>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2009.

SCHENINI, P.C. Avaliação dos padrões de competitividade à luz do desenvolvimento sustentado: o caso de uma indústria de papel e embalagens em Santa Catarina. In: _____. **Gestão empresarial sócio ambiental**. Florianópolis: Núcleo de Pesquisas e Estudos em Gestão do Meio Ambiente (NUPEGEMA) – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2005. p. 161-180.

SISINNO, C.L.S.; MOREIRA, J.C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 12, n. 4, p. 515-523, out./dez. 1996.

STANWICK, P.A.; STANWICK, S.D. The relationship between corporate social performance, and organizational size, financial performance, and environmental performance: an empirical examination. **Journal of Business Ethics**. v. 17, n. 2, p. 195-204, jan. 1998.

STEVENS, A.L.N. Five ways to be green and profitable. **The Journal of Sustainable Product Design**. v. 1, n. 2, p. 81-89, jun. 2001.

STEVENS, A.L.N. Moving companies towards sustainability through eco-design: conditions for success. **The Journal of Sustainable Product Design**. n. 3, p. 47-55, out. 1997.

TISCHNER, U.; SCHMIDT-BLEEK, F. Designing goods with MIPS. **Fresenius Environmental Bulletin**. v. 2, n. 8, p. 479-484, ago. 1993.

TISCHNER, U. Sustainability by design: new targets and new tools for designers. **The Journal of Sustainable Product Design**. n. 3, p. 28-34, out. 1997.

VAZ, T. A solução cai do céu. Para reduzir o consumo de água – um de seus principais desafios ambientais – a Coca-Cola já usa até água da chuva na produção de refrigerantes. **Revista Época Negócios**. n. 9, p. 38, nov. 2007.

VENZKE, C.S.; NASCIMENTO, L.F. O ecodesign no setor moveleiro do Rio Grande do Sul. **Revista Eletrônica de Administração (REAd)**. v. 8, n. 6, nov./dez. 2002.

VIALLI, A.; FRASÃO, L. Política Nacional de Resíduos tramita no Congresso há 18 anos. **O Estado de São Paulo**. jun. 2009. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/vidae/not_vid382411,0.htm>. Acesso em: 20 de junho de 2009.

VOSS, C. et al. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.

WILKINSON, A.; HILL, M.; GOLLAN, P. The sustainability debate. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 21, n. 12, p. 1492-1502, 2001.

WU, H.; DUNN, S.C. Environmentally responsible logistics systems. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**. v. 25, n. 2, p. 20-38, 1995.

WWF-Brasil. **Relatório afirma que consumo humano supera capacidade de recuperação do planeta**. out. 2006. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br/index.cfm?uNewsID=4400>>. Acesso em: 12 de julho de 2007.

YIN, R.K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YOUNG, C.E.F.; LUSTOSA, M.C.J. Meio ambiente e competitividade na indústria brasileira. **Revista de Economia Contemporânea**. v. 5, n. especial, p. 231-259, 2001.

ZAMPIERON, S.L.M.; VIEIRA, J.L.A. **Poluição da água**. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt5.html>. Acesso em: 27 de março de 2008.

ZANARDI Jr., V. et al. **GEO Brasil - recursos hídricos**: componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente (MMA), Agência Nacional de Águas (ANA), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), 2007. 264 p.

ZANNIN, P.H.T.; SZEREMETTA, B. Avaliação da poluição sonora no parque Jardim Botânico de Curitiba, Paraná, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 19, n. 2, p. 683-686, mar./abr. 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Reunião das práticas ambientais por etapa do ciclo de vida do produto

Nos quadros, os autores são apresentados em ordem cronológica. São mencionados somente aqueles que apresentam práticas ambientais sobre a etapa do ciclo de vida do produto analisada.

ETAPA: GERAÇÃO e AQUISIÇÃO de MATÉRIAS-PRIMAS	
Autores (em ordem cronológica) e suas respectivas práticas ambientais, referentes a esta etapa.	
Autor: Fiksel e Wapman (1994)	
Ferramenta (tipo): Diretrizes / Nome: Práticas de PMA	
Substituição de materiais: por aqueles com maior possibilidade de reciclagem. Redução de resíduos na fonte: através da diminuição do peso dos produtos e de suas embalagens. Redução do uso de substâncias tóxicas: incorporadas no produto.	Redução do uso de energia: diminuir a energia necessária para gerar matérias-primas. Projeto para a reciclagem: seleção de materiais e componentes reciclados e/ou recicláveis.
Autor: Brezet e Hemel (1997)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Ecodesign Checklist	
Estratégia 1: Seleção de materiais de baixo impacto Materiais mais limpos. Materiais renováveis. Materiais de menor conteúdo energético. Materiais reciclados.	Materiais recicláveis. Estratégia 2: Redução do uso de material Redução do peso. Redução no volume (transporte).
Autor: Brown e Wilmanns (1997)	
Ferramenta (tipo): ACV simplificada / Nome: ACV simplificada – Empresa Patagônia (roupas esportivas)	
Fibras naturais produzidas de maneira sustentável. Biopolímeros. Conteúdo reciclado.	Identificação de todos os insumos para a produção de materiais e caracterização de suas toxicidades. Tóxicos: se utilizados, eles devem ser produzidos, consumidos e tratados na própria planta. O produto final não deve ser tóxico.
Autor: Stevels (1997)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Checklist da Philips (S&V) para avaliação de oportunidades ambientais	
Minimização do impacto do produto Redução de substâncias tóxicas. Minimização do consumo de materiais (através da miniaturização, redução de peso e integração de sistemas).	Minimização do uso de recursos não renováveis. Minimização do consumo de energia fóssil (através do uso eficiente de energia).
Autor: Stevels (2001)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Ações de ecodesign	
Consumo de energia Uso de circuitos integrados mais eficientes, miniaturização. Aplicação de material Uso de menor quantidade de material. Substituição de material.	Uso de materiais reciclados. Conteúdo químico Uso de um único tipo de material. Eliminação de retardadores de incêndio.

“... continua...”.

Autor: Manzini e Vezzoli (2002)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Estratégias do Projeto do Ciclo de Vida	
<p>MINIMIZAR O USO DE RECURSOS NA PRODUÇÃO</p> <p>Minimizar o conteúdo material de um produto Desmaterializar o produto ou algumas das suas partes. Digitalizar o produto ou algumas das suas partes. Miniaturizar. Evitar dimensionamentos excessivos. Minimizar os valores das espessuras dos componentes. Usar nervuras para enrijecer as estruturas. Evitar componentes ou partes que não sejam estritamente funcionais.</p> <p>ESCOLHA DOS MATERIAIS E FONTES ENERGÉTICAS DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL</p> <p>Escolha dos materiais de baixo impacto Evitar inserir materiais tóxicos e danosos no produto. Minimizar o risco dos materiais tóxicos e danosos. Evitar aditivos que causam emissões tóxicas e danosas. Evitar acabamentos tóxicos e danosos.</p>	<p>Escolher os materiais com menor conteúdo tóxico de emissões na pré-produção. Usar materiais renováveis. Evitar usar materiais que estão para se exaurir. Usar materiais que provenham de refugos de processos produtivos. Usar componentes que provenham de produtos já eliminados. Usar materiais reciclados, em separado ou junto com outros materiais virgens. Usar materiais biodegradáveis. Evitar inserir no produto materiais tóxicos e danosos.</p> <p>Escolha de fontes energéticas de baixo impacto Escolher fontes energéticas renováveis. Escolher fontes energéticas locais. Escolher fontes energéticas que minimizem as emissões nocivas durante a fase de pré-produção. Escolher fontes energéticas que minimizem os lixos e as escórias tóxicas nocivas. Adotar uma relação do tipo “efeito cascata”. Escolher fontes energéticas com alto rendimento de segunda ordem.</p>
Autor: Venzke e Nascimento (2002)	
Ferramenta (tipo): Diretrizes / Nome: Práticas para o ecodesign de produtos do setor moveleiro	
<p>Recuperação de material: deve-se evitar o uso de materiais compostos, pois são de difícil separação, o que pode impossibilitar a recuperação e reciclagem dos componentes do produto.</p> <p>Projetos voltados à simplicidade: projetar um produto mais simplificado pode proporcionar um menor custo de produção (devido ao uso de menor quantidade de matéria-prima) e, também, facilitar a montagem e desmontagem, permitindo a sua recuperação e reciclagem.</p> <p>Redução de matérias-primas na fonte: ao diminuir o uso de matérias-primas, é reduzida, também, a geração de resíduos.</p>	<p>Uso de formas de energia renováveis: dar preferência ao uso de energia solar, eólica e hidrelétrica (na geração de matérias-primas).</p> <p>Utilização de materiais renováveis: substituir o uso de materiais não renováveis por materiais renováveis.</p> <p>Utilização de substâncias à base de água: deve ser dada preferência ao uso de produtos (por exemplo, solventes e tintas) à base de água, e não à base de petróleo.</p>
Autor: Luttrupp e Lagerstedt (2006)	
Ferramenta (tipo): Diretrizes / Nome: As dez regras de ouro (<i>The Ten Golden Rules</i>)	
<p>1- Não utilizar substâncias tóxicas. Se necessárias, utilizá-las através de ciclos fechados de produção.</p> <p>2- Minimizar o consumo de energia e de recursos naturais na etapa de geração de matérias-primas, através de melhores práticas.</p> <p>3- Estudar características estruturais e utilizar materiais de alta qualidade para minimizar o peso dos produtos, garantindo que os mesmos não interferiram na flexibilidade, resistência a impactos ou outras prioridades funcionais.</p>	<p>7- Investir em melhores materiais, tratamentos de superfícies ou arranjos estruturais para proteger os produtos de sujeira, corrosão e desgaste, proporcionando, como consequência, reduzida manutenção e mais longa vida útil ao produto.</p> <p>9- Facilitar a atualização, reparo e reciclagem por meio do uso de materiais em pequena diversidade, recicláveis e não misturados (nenhuma liga de metais, por exemplo).</p>
Autor: Kurk e Eagan (2007)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Checklist para o PMA	
Existem materiais naturais ou subprodutos de outros processos que podem ser utilizados como matéria-prima deste produto?	As quantidades e tipos de materiais utilizados no produto são minimizados?

Quadro A.1. Geração e aquisição de matérias-primas.

ETAPA: PRODUÇÃO DO PRODUTO	
Autores (em ordem cronológica) e suas respectivas práticas ambientais, referentes a esta etapa.	
Autor: Tischner e Schmidt-Bleek (1993)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Checklist de propriedades ambientalmente relevantes do produto	
Intensidade de material. Intensidade de energia. Consumo de recursos renováveis. Aproveitabilidade dos materiais produzidos. Intensidade de resíduos.	Desperdício na produção. Intensidade de transporte e embalagem. Materiais perigosos. Uso eficiente do terreno (terra, solo). Consumo de água.
Autor: Fiksel e Wapman (1994)	
Ferramenta (tipo): Diretrizes / Nome: Práticas de PMA	
Redução do uso de substâncias tóxicas: utilizadas no seu processo de fabricação.	Redução do uso de energia: diminuir a energia necessária para produzir o produto e a embalagem.
Autor: Brezet e Hemel (1997)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Ecodesign Checklist	
Estratégia 3: Otimização das técnicas de produção Técnicas alternativas de produção. Menor número de etapas de produção.	Menor e mais “limpo” consumo de energia. Menor produção de resíduos. Uso, no processo de produção, de materiais auxiliares (solventes, óleos lubrificantes, etc.) mais “limpos” e em menor quantidade.
Autor: Brown e Wilmanns (1997)	
Ferramenta (tipo): ACV simplificada / Nome: ACV simplificada – Empresa Patagônia (roupas esportivas)	
Eficiência da utilização de materiais analisada e otimizada. Utilização de energia e água analisada e otimizada. Energia de fonte solar.	Padrões de qualidade especificados e falhas de produção satisfazem o nível 3 sigma (97% dos produtos livres de defeitos). Resíduos são eliminados e não há descartes advindos da produção.
Autor: Stevels (1997)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Checklist da Philips (S&V) para avaliação de oportunidades ambientais	
Minimização do impacto da produção Minimização de resíduos, emissões e da utilização de energia.	Respeito à biodiversidade.
Autor: Manzini e Vezzoli (2002)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Estratégias do Projeto do Ciclo de Vida	
MINIMIZAR O USO DE RECURSOS NA PRODUÇÃO Minimizar as perdas e os refugos Escolher os processos produtivos que minimizem o consumo de materiais. Adotar sistemas de simulação para a otimização dos parâmetros dos processos de transformação. Minimizar a energia necessária para a produção do produto Escolher os processos produtivos com menor consumo energético. Utilizar instrumentos e aparelhagens produtivas eficientes. Utilizar o calor disperso por algum processo produtivo, para o pré-aquecimento de alguns fluxos de determinados processos. Utilizar sistemas de regulação flexível da velocidade dos elementos de funcionamento de bombas e outros motores. Utilizar sistemas de interruptores inteligentes das aparelhagens. Dimensionar os motores de maneira otimizada.	Facilitar a manutenção dos motores. Definir cuidadosamente os limites e tolerâncias. Otimizar os volumes de compra dos lotes (estoques). Otimizar os sistemas de controle de estoque (inventário). Otimizar os sistemas e minimizar os pesos em todas as formas de transferência dos materiais e componentes semielaborados. Utilizar sistemas eficientes de aquecimento, ventilação e iluminação das edificações. ESCOLHA DOS PROCESSOS E FONTES ENERGÉTICAS DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL Escolha dos processos de baixo impacto Escolher tecnologias de transformação dos materiais de baixo impacto. Escolha de fontes energéticas de baixo impacto Escolher fontes energéticas que minimizem as emissões nocivas durante a fase de produção.

“... continua...”.

Autor: Venzke e Nascimento (2002)	
Ferramenta (tipo): Diretrizes / Nome: Práticas para o ecodesign de produtos do setor moveleiro	
Recuperação e reutilização de resíduos: adotar tecnologias de recuperação dos vários tipos de resíduos gerados no processo produtivo.	Uso de formas de energia renováveis: dar preferência ao uso de energia solar, eólica e hidrelétrica (na produção do produto).
Autor: Luttrupp e Lagerstedt (2006)	
Ferramenta (tipo): Diretrizes / Nome: As dez regras de ouro (<i>The Ten Golden Rules</i>)	
1- Não utilizar substâncias tóxicas. Se necessárias, utilizá-las através de ciclos fechados de produção.	2- Minimizar o consumo de energia e de recursos naturais na etapa de produção, através de melhores práticas.
Autor: Kurk e Eagan (2007)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Checklist para o PMA	
O produto é projetado para que seja evitada a necessidade de utilização de materiais perigosos ou proibidos durante o processo de produção?	O projeto minimiza a geração de resíduos durante o processo de produção, como restos de revestimentos, serragens, rebarbas e subprodutos?

Quadro A.2. Produção do produto.

ETAPA: DISTRIBUIÇÃO	
Autores (em ordem cronológica) e suas respectivas práticas ambientais, referentes a esta etapa.	
Autor: Fiksel e Wapman (1994)	
Ferramenta (tipo): Diretrizes / Nome: Práticas de PMA	
Redução do uso de energia: diminuir a energia necessária para transportar e armazenar o produto.	
Autor: Brezet e Hemel (1997)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Ecodesign Checklist	
Estratégia 2: Redução do uso de material Redução do peso. Redução no volume (transporte).	Estratégia 4: Otimização do sistema de distribuição Embalagem menor, de materiais mais “limpos” e reutilizável. Meio de transporte eficiente em energia. Logística eficiente em energia.
Autor: Brown e Wilmanns (1997)	
Ferramenta (tipo): ACV simplificada / Nome: ACV simplificada – Empresa Patagônia (roupas esportivas)	
Embalagem produzida de fontes renováveis e posteriormente reciclada ou direcionada a compostagem.	Transporte é otimizado visando-se a eficiência energética (combustível). Energia de fonte solar.
Autor: Stevels (1997)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Checklist da Philips (S&V) para avaliação de oportunidades ambientais	
Distribuição e Logística eficientes Produzir no local onde ocorrerá o consumo.	Distribuição direta ao consumidor.
Autor: Stevels (2001)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Ações de ecodesign	
Embalagem, transporte Uso de menor quantidade de materiais na embalagem.	Redução do volume da embalagem.
Autor: Manzini e Vezzoli (2002)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Estratégias do Projeto do Ciclo de Vida	
MINIMIZAR O USO DE RECURSOS NA DISTRIBUIÇÃO Minimizar as embalagens Evitar excesso de embalagens. Utilizar material somente onde for realmente útil. Projetar a embalagem como parte integrada do produto. Minimizar os consumos no transporte Projetar produtos compactos com alta densidade de transporte e de armazenagem.	Projetar produtos concentrados. Projetar produtos montáveis no local de uso. Tornar os produtos mais leves. Otimizar a logística. ESCOLHA DE FONTES ENERGÉTICAS DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL Escolher fontes energéticas que minimizem as emissões nocivas durante a fase de distribuição.
Autor: Venzke e Nascimento (2002)	
Ferramenta (tipo): Diretrizes / Nome: Práticas para o ecodesign de produtos do setor moveleiro	
Recuperação e reutilização de resíduos: adotar tecnologias de recuperação dos vários tipos de resíduos gerados na distribuição (transporte, armazenamento).	
Autor: Luttrupp e Lagerstedt (2006)	
Ferramenta (tipo): Diretrizes / Nome: As dez regras de ouro (<i>The Ten Golden Rules</i>)	
2- Minimizar o consumo de energia e de recursos naturais na etapa de transporte, através de melhores práticas.	
Autor: Kurk e Eagan (2007)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Checklist para o PMA	
São evitadas substâncias perigosas ou proibidas nas tintas, corantes e materiais utilizados na embalagem do produto?	O projeto possibilita o uso de embalagens de transporte reutilizáveis?

Quadro A.3. Distribuição.

ETAPA: USO	
Autores (em ordem cronológica) e suas respectivas práticas ambientais, referentes a esta etapa.	
Autor: Tischner e Schmidt-Bleek (1993)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Checklist de propriedades ambientalmente relevantes do produto	
Taxa de utilização de materiais (rendimento). Consumo e rendimento de energia. Consumo de água. Peso. Tamanho (área). Auto-controle, auto-otimização. Multifuncionalidade. Potencial para usos posteriores. Potencial para uso compartilhado.	Longevidade. Propriedades da superfície. Anti-corrosividade. Reparabilidade. Estrutura e facilidade de desmontagem. Robustez, confiabilidade. Probabilidade de fadiga do material. Adaptabilidade ao progresso técnico.
Autor: Fiksel e Wapman (1994)	
Ferramenta (tipo): Diretrizes / Nome: Práticas de PMA	
<u>Redução do uso de energia:</u> diminuir a energia necessária para utilizar o produto.	<u>Extensão da vida:</u> aumentar a vida útil do produto.
Autor: Brezet e Hemel (1997)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Ecodesign Checklist	
Estratégia 5: Redução do impacto durante o uso Menor consumo de energia. Fontes de energia mais “limpas”. Menor necessidade de produtos auxiliares. Produtos auxiliares mais “limpos”. Redução do desperdício de energia e de produtos auxiliares.	Estratégia 6: Otimização do tempo de vida inicial Confiabilidade e durabilidade. Manutenção e reparo mais fáceis (manutenibilidade). Estrutura modular do produto. Design clássico (refere-se ao produto que nunca se tornará antiquado. Por exemplo, algumas calças da marca Levi's). Mais forte relação produto-usuário (essa relação é alcançada quando o consumidor, depois do surgimento de um problema com o produto, procura repará-lo ao invés de jogá-lo no lixo).
Autor: Brown e Wilmanns (1997)	
Ferramenta (tipo): ACV simplificada / Nome: ACV simplificada – Empresa Patagônia (roupas esportivas)	
Cuidado por parte do consumidor é minimizado. Produto requer apenas limpeza com água fria e sabão suave. Limpeza a seco e desnecessidade de passagem da roupa são, também, características requeridas.	É oferecido serviço rápido e barato (compensador) para o reparo das peças.
Autor: Stevels (1997)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Checklist da Philips (S&V) para avaliação de oportunidades ambientais	
Intensidade de uso Alugar ao invés de vender. Uso coletivo. Durabilidade dos produtos Reutilizar. Atualização técnica.	Prolongar o tempo de vida. Reparar (consertar). Restaurar. Possibilitar o envelhecimento com preservação da qualidade.

“... continua...”.

Autor: Manzini e Vezzoli (2002)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Estratégias do Projeto do Ciclo de Vida	
<p>MINIMIZAR O CONSUMO DE RECURSOS DURANTE O USO Projetar produtos de uso coletivo. Projetar buscando a eficiência do consumo de recursos bastantes para o funcionamento do produto. Projetar para a eficiência do uso dos recursos e manutenção. Usar suportes digitais reconfiguráveis. Projetar sistemas com consumo variável de recursos para diferentes exigências de funcionamento. Usar sensores para o ajuste dos consumos às exigências de funcionamento. Incorporar nos produtos mecanismos programáveis para desligar automaticamente. Fazer com que o estado de <i>default</i> seja o de menor consumo possível. Projetar sistemas com consumo passivo de recursos. Adotar sistemas de transformação de energia de alto rendimento. Usar motores com maior eficiência. Projetar / adotar sistemas de transmissão de energia de alta eficiência. Utilizar materiais ou componentes técnicos altamente isolados. Projetar sistemas com isolamento ou distribuição de recursos precisos. Minimizar o peso dos produtos que devem ser movidos. Projetar sistemas de recuperação de energia e de materiais. Facilitar o uso da economia de energias e de materiais.</p> <p>ESCOLHA DOS MATERIAIS E FONTES ENERGÉTICAS DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL Escolha dos materiais de baixo impacto Projetar os produtos de maneira a evitar o uso de materiais de consumo tóxicos e danosos. Minimizar a dispersão dos resíduos tóxicos e nocivos durante o uso. Escolha de fontes energéticas de baixo impacto Escolher fontes energéticas que minimizem as emissões nocivas na fase de uso.</p> <p>OTIMIZAÇÃO DA VIDA DOS PRODUTOS: PROJETAR ARTEFATOS QUE PERDUREM AUMENTO DA DURABILIDADE DOS PRODUTOS (E/OU DE ALGUNS DOS SEUS COMPONENTES) Projetar a durabilidade apropriada Projetar vidas iguais para os vários componentes.</p>	<p>Facilitar a atualização e a adaptabilidade Predispor e facilitar a substituição, para a atualização das partes de <i>software</i>. Facilitar a substituição, para a atualização das partes <i>hardware</i>. Projetar produtos modulares e reconfiguráveis para a adaptação em relação a diversos ambientes. Projetar produtos reconfiguráveis e/ou multifuncionais, para a adaptação em relação à evolução física e cultural dos indivíduos. Projetar buscando facilitar a atualização no próprio lugar de uso. Projetar buscando fornecer ao produto instrumentos e referências para a sua atualização e adaptabilidade.</p> <p>Facilitar a manutenção Facilitar a substituição das partes que necessitem de manutenção periódica, simplificando o acesso e remoção. Facilitar o acesso às partes que devem ser limpas, evitando espaços e orifícios estreitos. Prover e facilitar a substituição dos componentes de forma mais veloz. Prover para que fiquem à mão com maior facilidade os instrumentos a serem usados. Prover sistemas para a diagnose e/ou autodiagnose das partes a passar por manutenção. Projetar para a manutenção ser fácil no próprio local de uso. Projetar para fornecer, junto com o produto, instrumentos e instruções para a sua manutenção. Projetar procurando reduzir as operações de manutenção.</p> <p>Facilitar a reparação Predispor e facilitar a remoção e retorno das partes do produto que estão sujeitas a danos. Projetar partes e componentes standardizados. Prover o produto de sistemas automáticos que identifiquem causas de avarias. Projetar buscando facilitar o reparo no local de uso. Projetar para fornecer junto com o produto, instrumentos, materiais e informações para o seu reparo.</p> <p>Facilitar a reutilização Incrementar a resistência das partes mais sujeitas a avarias e rupturas. Predispor o acesso para facilitar a remoção das partes e componentes que podem ser reutilizados. Projetar partes e componentes intercambiáveis e modulares. Projetar partes e componentes standardizados. Projetar a reutilização de partes auxiliares.</p>

“... continua...”

<p>Projetar uma vida útil dos componentes correspondente à duração prevista para substituí-los durante o seu uso.</p> <p>Escolher os materiais duráveis considerando as serventias e a vida útil do produto.</p> <p>Evitar materiais permanentes para funções temporárias.</p> <p>Projetar a segurança (confiabilidade)</p> <p>Minimizar o número de partes e componentes.</p> <p>Simplificar os produtos.</p> <p>Evitar as junções frágeis.</p>	<p>Projetar a possibilidade de recarga e/ou reutilização das embalagens.</p> <p>Projetar prevendo um segundo uso.</p> <p>INTENSIFICAÇÃO DO USO DOS PRODUTOS (E/OU DE ALGUNS DOS SEUS COMPONENTES)</p> <p>Intensificar o uso</p> <p>Projetar produtos-serviços voltados para o uso compartilhado.</p> <p>Projetar produtos-serviços voltados para o uso coletivo.</p> <p>Projetar produtos multifuncionais com componentes comuns e substituíveis.</p> <p>Projetar produtos com funções integradas.</p>
<p>Autor: Venzke e Nascimento (2002)</p> <p>Ferramenta (tipo): Diretrizes / Nome: Práticas para o ecodesign de produtos do setor moveleiro</p>	
<p><u>Recuperação e reutilização de resíduos:</u> adotar tecnologias de recuperação dos vários tipos de resíduos gerados na fase de uso do produto.</p> <p><u>Uso de formas de energia renováveis:</u> dar preferência ao uso de energia solar, eólica e hidrelétrica (para o funcionamento do produto).</p>	<p><u>Produtos com maior durabilidade:</u> um produto com maior durabilidade possibilita que seja prorrogada a produção de um novo.</p>
<p>Autor: Luttrupp e Lagerstedt (2006)</p> <p>Ferramenta (tipo): Diretrizes / Nome: As dez regras de ouro (<i>The Ten Golden Rules</i>)</p>	
<p>4- Minimizar a utilização de energia e de recursos naturais na fase de uso, principalmente para os produtos que apresentam consumos mais significativos nessa fase.</p> <p>5- Promover o reparo e atualização, principalmente para produtos dependentes de sistemas. Por exemplo: telefone celular, computadores e tocadores de CD (<i>Compact Disc</i>).</p>	<p>6- Promover vida útil duradoura, principalmente para produtos que apresentam impactos ambientais significativos após a fase de uso.</p> <p>8- Planejar para a atualização, reparo e reciclagem, através da classificação de partes, maior facilidade de acesso às partes, criação de módulos, identificação de pontos de separação e fornecimento de manuais de instrução para a desmontagem.</p>
<p>Autor: Kurk e Eagan (2007)</p> <p>Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Checklist para o PMA</p>	
<p>O projeto do produto possibilita a fácil desmontagem para o reparo, atualização ou reutilização?</p>	<p>O produto é projetado para o uso eficiente ou alternativo de energia?</p>

Quadro A.4. Uso.

ETAPA: FINAL DA VIDA	
Autores (em ordem cronológica) e suas respectivas práticas ambientais, referentes a esta etapa.	
Autor: Tischner e Schmidt-Bleek (1993)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Checklist de propriedades ambientalmente relevantes do produto	
Composição e complexidade do material. Oportunidades de coleta e seleção. Potencial de reciclagem dos materiais e partes.	Potencial para incineração. Potencial para compostagem. Impacto ao ambiente após a disposição final.
Autor: Fiksel e Wapman (1994)	
Ferramenta (tipo): Diretrizes / Nome: Práticas de PMA	
<u>Redução do uso de energia:</u> diminuir a energia necessária para reciclar o produto e sua embalagem. <u>Projeto para a separação e desmontagem:</u> facilitar a desmontagem dos produtos e de seus componentes. <u>Projeto para a disposição final:</u> garantir que todos os materiais não reaproveitáveis componentes do produto sejam dispostos com segurança.	<u>Projeto para a reutilização:</u> possibilitar que determinados componentes do produto sejam recuperados, restaurados e reutilizados. <u>Projeto para a remanufatura:</u> aproveitar resíduos pós-industriais ou pós-consumo recicláveis e utilizá-los como insumos para a produção de novos produtos. <u>Projeto para a recuperação de energia:</u> obtenção de energia contida nos resíduos.
Autor: Brezet e Hemel (1997)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Ecodesign Checklist	
Estratégia 7: Otimização do sistema de fim de vida Reuso do produto (componentes). Remanufatura / restauração.	Reciclagem de materiais. Incineração mais segura.
Autor: Brown e Wilmanns (1997)	
Ferramenta (tipo): ACV simplificada / Nome: ACV simplificada – Empresa Patagônia (roupas esportivas)	
Consumidores desejam manter e utilizar o produto enquanto ele ainda é útil. Produtos compostáveis oferecem instruções de compostagem aos consumidores. Produto pode ser retornado à empresa se o consumidor não quiser descartá-lo.	Onde for possível, implantar sistemas para desmontar produtos não compostáveis para reutilizar, reciclar ou remanufaturar seus componentes.
Autor: Stevels (1997)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Checklist da Philips (S&V) para avaliação de oportunidades ambientais	
Reciclabilidade dos materiais Redução da diversidade de materiais. Possibilitar a separação de materiais (<i>materials cascading</i>).	Projetar para a desmontagem. Disposição seletiva e segura.
Autor: Stevels (2001)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Ações de ecodesign	
Final da vida, reciclabilidade Projeto para a desmontagem.	

“... continua...”.

Autor: Manzini e Vezzoli (2002)	
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Estratégias do Projeto do Ciclo de Vida	
<p>OTIMIZAÇÃO DA VIDA DOS PRODUTOS: PROJETAR ARTEFATOS QUE PERDUREM</p> <p>AUMENTO DA DURABILIDADE DOS PRODUTOS (E/OU DE ALGUNS DOS SEUS COMPONENTES)</p> <p>Facilitar a re-fabricação</p> <p>Projetar procurando facilitar a remoção e a substituição das partes mais facilmente avariadas.</p> <p>Projetar as partes estruturais separáveis das de acabamento.</p> <p>Facilitar o acesso às partes que devem ser refeitas.</p> <p>Prever tolerâncias adequadas nos pontos mais sujeitos às avarias.</p> <p>Projetar partes e acabamentos reforçados para algumas superfícies que se deterioram.</p> <p>EXTENSÃO DA VIDA DOS MATERIAIS: PROJETAR EM FUNÇÃO DA VALORIZAÇÃO (REAPLICAÇÃO) DOS MATERIAIS DESCARTADOS</p> <p>Adotar a reciclagem em efeito cascata</p> <p>Predispor e facilitar a reciclagem dos materiais com componentes de qualidades mecânicas inferiores.</p> <p>Predispor e facilitar a reciclagem dos materiais com componentes de qualidades estéticas inferiores.</p> <p>Predispor e facilitar a recuperação por combustão do conteúdo energético dos materiais.</p> <p>Escolher materiais com tecnologias de reciclagem eficientes</p> <p>Escolher aqueles materiais que facilmente recuperam as características das suas serventias iniciais.</p> <p>Evitar os materiais compostos e, caso necessário, escolher aqueles compatíveis e com uma tecnologia de reciclagem mais eficiente.</p> <p>Adotar nervuras e outras soluções geométricas para aumentar a rigidez dos polímeros, ao invés de usar fibras metálicas de reforço.</p> <p>Escolher de preferência os polímeros termoplásticos, ao invés dos termorrígidos.</p> <p>Evitar os adesivos enrijecedores, usando termoplásticos resistentes às suas temperaturas de uso.</p> <p>Projetar considerando a relação entre o produto e o material a ser utilizado.</p> <p>Facilitar a recolha e o transporte após o uso</p> <p>Projetar em relação ao sistema de recuperação dos produtos eliminados (não mais usados).</p> <p>Minimizar o peso do produto.</p> <p>Minimizar o volume e tornar facilmente empilháveis os produtos eliminados.</p> <p>Projetar considerando a facilidade de compactação dos produtos eliminados.</p> <p>Fornecer ao usuário informações sobre como descartar-se do produto.</p> <p>Identificar os materiais</p> <p>Codificar os vários materiais para definir o seu tipo.</p> <p>Fornecer informações complementares sobre a idade do material, o número de reciclagens já efetuadas e os aditivos utilizados.</p> <p>Indicar a presença de componentes contaminantes ou materiais tóxicos e danosos.</p> <p>Usar sistemas <i>standard</i> de identificação.</p> <p>Posicionar os códigos em lugares bem visíveis.</p> <p>Evitar operações de codificação posteriores à produção dos componentes.</p>	<p>Minimizar o número de materiais incompatíveis entre si</p> <p>Integrar as funções, minimizando o número de componentes e de materiais empregados.</p> <p>Quando possível, usar somente um tipo de material em um produto ou em um subconjunto do produto, isto é, aplicar a estratégia do monomaterial.</p> <p>Em estruturas modulares, usar materiais homogêneos, com diferentes processos de transformação.</p> <p>Em um mesmo produto ou subconjunto, usar materiais compatíveis entre si.</p> <p>Usar sistemas e elementos de união iguais aos materiais dos componentes que devam ser unidos, ou compatíveis com eles.</p> <p>Facilitar a limpeza</p> <p>Evitar tratamentos desnecessários de superfícies.</p> <p>Evitar acabamentos de difícil remoção.</p> <p>Facilitar a remoção dos acabamentos de superfícies.</p> <p>Usar tratamento de superfície compatível com o material subordinado.</p> <p>Evitar os adesivos; caso eles sejam indispensáveis, escolher os que sejam compatíveis com o material que deve ser reciclado.</p> <p>Optar pela pigmentação dos polímeros e não pela sua pintura.</p> <p>Evitar processos de injeção contendo agentes contaminantes.</p> <p>Evitar o acréscimo de materiais para assinalar e codificar.</p> <p>Assinalar e codificar os componentes diretamente no molde de injeção do produto.</p> <p>Codificar os polímeros utilizando o sistema a <i>laser</i>.</p> <p>Facilitar a compostagem</p> <p>Usar materiais degradáveis em relação ao ambiente de despejo.</p> <p>Evitar a inserção de materiais não biodegradáveis nos produtos destinados à compostagem.</p> <p>Facilitar a separação dos materiais não biodegradáveis.</p> <p>Facilitar a combustão e a incineração</p> <p>Usar materiais com alto poder de combustão nos produtos que devem ser incinerados.</p> <p>Evitar materiais que produzam substâncias nocivas durante a combustão.</p> <p>Evitar aditivos que produzam substâncias perigosas durante a combustão.</p> <p>Facilitar a separação dos materiais que tornam ineficiente ou dificultam o processo de combustão.</p> <p>FACILIDADE DE DESMONTAGEM: PROJETAR EM FUNÇÃO DA FACILIDADE DE SEPARAÇÃO DAS PARTES E DOS MATERIAIS</p> <p>MINIMIZAR E FACILITAR OS MOVIMENTOS E AS OPERAÇÕES DE DESMONTAGEM E SEPARAÇÃO</p> <p>Arquitetura geral</p> <p>Apresentadas no Quadro F.5.</p> <p>Forma dos componentes e das partes</p> <p>Apresentadas no Quadro F.5.</p> <p>Forma e acessibilidade das junções</p> <p>Apresentadas no Quadro F.5.</p> <p>USAR SISTEMAS DE JUNÇÕES REVERSÍVEIS</p> <p>Apresentadas no Quadro F.5.</p> <p>USAR SISTEMAS DE UNIÃO PERMANENTE QUE POSSAM SER FACILMENTE ABERTOS</p> <p>Apresentadas no Quadro F.5.</p> <p>PREVER TECNOLOGIAS ESPECÍFICAS E FORMAS ESPECIAIS PARA A DESMONTAGEM DESTRUTIVA</p> <p>Apresentadas no Quadro F.5.</p> <p>SEPARAÇÃO PARCIAL OU TOTAL DOS MATERIAIS ATRAVÉS DA TRITURAÇÃO</p> <p>Apresentadas no Quadro F.5.</p>
Autor: Venzke e Nascimento (2002)	
Ferramenta (tipo): Diretrizes / Nome: Práticas para o ecodesign de produtos do setor moveleiro	
<p>Recuperação de embalagens: desenvolver sistemas de recolhimento para reaproveitar as embalagens, reutilizando-as (produtos com refil, por exemplo) ou reciclando-as.</p>	

“... continua...”.

Autor: Luttrupp e Lagerstedt (2006)
Ferramenta (tipo): Diretrizes / Nome: As dez regras de ouro (<i>The Ten Golden Rules</i>)
<p>5- Promover o reparo e atualização (realizados pela empresa), principalmente para produtos dependentes de sistemas. Por exemplo: telefone celular, computadores e tocadores de CD (<i>Compact Disc</i>).</p> <p>8- Planejar para a atualização, reparo e reciclagem (realizados pela empresa), através da classificação de partes, maior facilidade de acesso às partes, criação de módulos, identificação de pontos de separação e fornecimento de manuais de instrução para a desmontagem.</p> <p>10- Utilizar o mínimo possível de elementos unidos, dando preferência ao uso de parafusos, encaixes, fechos, entre outros artifícios.</p>
Autor: Kurk e Eagan (2007)
Ferramenta (tipo): Checklist / Nome: Checklist para o PMA
<p>Final da vida</p> <p>O projeto possibilita a fácil desmontagem para o reuso, reciclagem ou compostagem?</p> <p>Os materiais são classificados (marcados, numerados) para facilitar a identificação por tipo e a separação?</p>

Quadro A.5. Final da vida.

APÊNDICE B – Protocolo da Pesquisa

Apresentação da pesquisa

Esta pesquisa é parte integrante de tese de doutorado em desenvolvimento no Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). O objetivo é identificar e analisar as práticas ambientais adotadas por empresas paulistas processadoras de madeira, nas etapas de geração e aquisição de matérias-primas e de produção do produto.

São consultados funcionários responsáveis pela área de meio ambiente (ou de sustentabilidade ambiental). A duração das entrevistas pessoais é de 1 a 1,5 horas. Uma entrevista via internet (com resposta do questionário por escrito) poderá ser realizada, caso este seja o único procedimento aceito pela empresa.

O resultado da pesquisa será divulgado no meio acadêmico, em forma de uma tese de doutorado, e será enviado, posteriormente, às empresas participantes. São solicitadas informações gerais que não comprometem o sigilo industrial e os nomes das empresas não serão divulgados.

Procedimentos adotados nas entrevistas

Primeiramente, realizar um contato por telefone ou e-mail com as empresas e apresentar os objetivos da pesquisa.

Entrevistar funcionários de nível gerencial, responsáveis pela área de meio ambiente.

Nas entrevistas pessoais:

Enviar o questionário anteriormente aos entrevistados, para que tenham conhecimento dos assuntos tratados.

Durante a entrevista, anotar as principais informações transmitidas pelo entrevistado.

Um relatório contendo as principais informações deve ser escrito logo após a realização da entrevista.

Caso ainda existam dúvidas, realizar uma nova consulta ao entrevistado, o mais rápido possível, via e-mail ou telefone.

O tempo de cada entrevista é de 1 a 1,5 horas.

Nas entrevistas via internet:

Caso não seja possível realizar uma entrevista pessoal, solicitar uma entrevista via internet.

Neste caso, enviar o questionário ao entrevistado, que o responderá por escrito, assinalando as alternativas e elaborando comentários.

Posteriormente, as respostas devem ser analisadas pelo pesquisador e as dúvidas ainda existentes devem ser esclarecidas através de um novo contato via e-mail.

Procedimentos adotados nas análises de documentos

Analisar os seguintes documentos (quando divulgados pelas empresas):

- Relatórios de Sustentabilidade;
- Planos de Manejo Florestal;
- Informações ambientais divulgadas nos sites das empresas.

Usar o questionário como roteiro para a análise dos documentos.

Escrever um relatório contendo as principais informações obtidas dos documentos.

Comparar as informações obtidas dos documentos com as informações coletadas nas entrevistas e elaborar uma síntese das mesmas.

Questionário

Informações Gerais

Empresa:

Localização:

Data:

Função (cargo) do entrevistado (*opcional*):

E-mail (*opcional*):

Telefone (*opcional*):

Qual o número de funcionários da empresa? R:

Quais os principais produtos produzidos? R:

Práticas Ambientais

Quais as principais práticas ambientais adotadas pela empresa na etapa de geração e aquisição de matérias-primas?

Geração e aquisição de matérias-primas

- () Seleção de matérias-primas (menos poluentes, recicláveis, recicladas, renováveis, biodegradáveis, etc.)
- () Seleção de tecnologias (utilizadoras de menos recursos naturais, menos poluentes)
- () Seleção de práticas operacionais (utilizadoras de menos recursos naturais, menos poluentes)
- () Seleção de fontes energéticas (fontes energéticas renováveis, formas de energia mais limpas)
- () Estruturação do produto e/ou embalagem (redução do peso, do tamanho ou simplificação)
- () Outras – Quais? R:

Comentários:

Quais as principais práticas ambientais adotadas pela empresa na etapa de produção do produto?
<p><u>Produção do produto</u></p> <p>() Seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo (menos poluentes, renováveis)</p> <p>() Seleção de tecnologias (utilizadoras de menos recursos naturais, menos poluentes, para a recuperação de resíduos do processo produtivo, etc.)</p> <p>() Seleção de práticas operacionais (utilizadoras de menos recursos naturais, menos poluentes, uso de ciclos fechados de produção, etc.)</p> <p>() Seleção de fontes energéticas (fontes energéticas renováveis, formas de energia mais limpas)</p> <p>() <u>Outras</u> – Quais? <u>R</u>:</p> <p><u>Comentários:</u></p>

Influências das Práticas Ambientais sobre Aspectos da Produção

As práticas ambientais adotadas pela empresa estão influenciando <u>aspectos da produção do produto</u>?	
<p>() Não</p> <p>() Sim (preencha a tabela abaixo)</p>	
ASPECTOS DA PRODUÇÃO	Comentários
<p>Custo de produção: () Não foi alterado () Aumentou () Diminuiu</p>	
<p>Necessidade de aquisição de novas máquinas e/ou equipamentos: () Sim () Não</p>	
<p>Modificações no layout industrial: () Sim () Não</p>	
<p>Necessidade de reformas nos edifícios: () Sim () Não</p>	
<p>Mudanças nas rotinas de manutenção de equipamentos: () Sim () Não</p>	
<p>Realização de novos testes (ensaios) nos produtos: () Sim () Não</p>	
<p>Outras influências – <u>R</u>:</p>	

Influências das Práticas Ambientais sobre Atributos do Produto

As práticas ambientais adotadas pela empresa estão influenciando os atributos dos produtos?	
<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim (preencha a tabela abaixo)	
ATRIBUTOS DO PRODUTO	Comentários
Tempo de vida útil: <input type="checkbox"/> Não foi alterado <input type="checkbox"/> Aumentou <input type="checkbox"/> Diminuiu	
Qualidade dos materiais: <input type="checkbox"/> Não foi alterada <input type="checkbox"/> Maior <input type="checkbox"/> Menor	
Estética (aparência) do produto: <input type="checkbox"/> Não foi alterada <input type="checkbox"/> Melhorou <input type="checkbox"/> Piorou	
Segurança para o usuário: <input type="checkbox"/> Não foi alterada <input type="checkbox"/> Aumentou <input type="checkbox"/> Diminuiu	
Preço final para o usuário: <input type="checkbox"/> Não foi alterado <input type="checkbox"/> Aumentou <input type="checkbox"/> Diminuiu	
Aceitabilidade no mercado: <input type="checkbox"/> Não foi alterada <input type="checkbox"/> Aumentou <input type="checkbox"/> Diminuiu	
Outras influências – R:	

Ferramentas

A empresa utiliza ferramentas de apoio ao gerenciamento ambiental?
<input type="checkbox"/> Não conhece essas ferramentas (desconsidere as próximas questões) <input type="checkbox"/> Conhece mas não as utiliza (desconsidere as próximas questões) <input type="checkbox"/> Utiliza - Qual (is)? <input type="checkbox"/> Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) <input type="checkbox"/> ACV simplificada <input type="checkbox"/> Índices / bases de dados ambientais (ferramentas de apoio à ACV) <input type="checkbox"/> Checklists <input type="checkbox"/> Matriz MET (Material-Energia-Toxicidade) <input type="checkbox"/> Diretrizes <input type="checkbox"/> Benchmarking do ecodesign <input type="checkbox"/> Manuais <input type="checkbox"/> Sistemas de suporte via internet <input type="checkbox"/> <u>Outra (s)</u> – Quais? R:
Qual a origem da ferramenta? <input type="checkbox"/> Desenvolvida na própria empresa <input type="checkbox"/> Desenvolvida por centros de pesquisa (universidades, institutos de pesquisa, etc.) <input type="checkbox"/> Desenvolvida em parceria entre empresa e centros de pesquisa <input type="checkbox"/> Comprada (ferramenta à venda no mercado) <input type="checkbox"/> Ferramenta comprada, mas adaptada à realidade da empresa <input type="checkbox"/> <u>Outra</u> – Qual? R:

“... continua...”.

Quais impactos ambientais são considerados pela ferramenta?

- Consumo de matérias-primas Consumo de água Consumo de energia
 Poluição do ar Poluição do solo Poluição da água
 Poluição sonora Outros – Quais? R:

Quais etapas do ciclo de vida do produto são avaliadas pela ferramenta?

- Geração de matérias-primas Produção do produto Distribuição
 Uso Final da vida Outra – Qual? R:

APÊNDICE C – Sínteses das principais práticas ambientais adotadas pelas empresas, nas duas primeiras etapas do ciclo de vida do produto.

<p>Seleção das matérias-primas componentes do produto e embalagem</p>	<p><u>Principais práticas ambientais adotadas na etapa de geração e aquisição de matérias-primas</u></p> <p><u>Seleção de matérias-primas mais limpas</u> Uso de tintas atóxicas (livres de metais pesados) para a pintura dos produtos (nas empresas A e E).</p> <p><u>Seleção de matérias-primas renováveis</u> O produto é produzido com madeira proveniente de florestas plantadas, com certificação FSC (nas empresas A, B, C e D).</p> <p><u>Utilização de matérias-primas provenientes de refugos de processos produtivos e/ou de produtos já eliminados</u> São aproveitadas aparas de papéis, geradas antes e após o consumo, para a produção de papel reciclado (na empresa D), e, o papelão usado (descartado), para a produção de embalagens de papelão reciclado (na empresa E).</p> <p><u>Seleção de matérias-primas de melhor qualidade</u> Melhoramento genético das árvores (nas empresas A, C e D), o que proporciona maior produtividade das florestas (necessidade de menor área de plantio), maior resistência a pragas e doenças (evita ou diminui o uso de agrotóxicos) e melhor qualidade da madeira (menor consumo de madeira e de produtos químicos no processo produtivo).</p> <p><u>Seleção de tecnologias utilizadoras de menos água</u> Uso de novas tecnologias de irrigação de mudas (nas empresas B e D) e implantação de sistemas de tratamento e reutilização da água (na empresa B), que proporcionaram a diminuição do consumo.</p>
<p>Seleção de tecnologias para a geração de matérias-primas</p>	<p><u>Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição (preventivas)</u> Uso de equipamentos e veículos (estação meteorológica, torres de vigilância, estações de rádio e/ou caminhões-pipa) para a prevenção e combate a incêndios nas florestas plantadas e nas áreas de preservação (nas empresas A e C).</p>

<p>Seleção de práticas operacionais para a geração de matérias-primas</p>	<p><u>Seleção de melhores práticas, que utilizam menos água</u> Uso de materiais que retêm água (na empresa B) ou de gel hidratado (na empresa C) no plantio de mudas, e, fechamento de circuito e reutilização da água de irrigação de um dos viveiros de mudas (na empresa D), proporcionaram a redução do consumo de água na irrigação.</p> <p><u>Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição</u> Análise e correção do solo, garantindo quantidade adequada de nutrientes, evitando excessos (nas empresas A e C).</p> <p>Prevenção da erosão dos solos e recuperação de áreas degradadas por processos erosivos (nas empresas A, C e D).</p> <p>Restos da colheita (cascas, galhos e folhas) são deixados no solo, para enriquecê-lo (fornecimento de nutrientes) e protegê-lo (proteção contra erosão e evitar o assoreamento dos cursos d'água), evitando a geração de resíduos (nas empresas A, C e D).</p> <p>Embalagens de agrotóxicos são coletadas e destinadas adequadamente (nas empresas B, C e D).</p> <p>Agrotóxicos são aplicados de forma controlada, de acordo com a legislação (nas empresas C e D).</p> <p>Herbicidas são aplicados apenas quando necessário (quando roçadas e capinas manuais não são suficientes), e, no controle de pragas e doenças, procura-se evitar o controle químico, dando-se preferência a outros métodos de controle, como o cultural, físico, genético ou biológico (na empresa C).</p> <p>Adoção de práticas para a prevenção e combate a incêndios: não utilização de fogo para o preparo do solo (na empresa A); formação de brigada de incêndio (na empresa C); elaboração de programa de prevenção de incêndios florestais (na empresa D).</p> <p>Não realização de grandes colheitas em uma mesma região para reduzir a exposição de áreas extensas de solo e minimizar o transtorno para a vizinhança (na empresa C); e, plantio e colheita rotativos, em 7 áreas, para diminuir o impacto visual (na empresa D).</p> <p>Destinação e/ou tratamento adequado de resíduos. Ex: gerenciamento de resíduos florestais (na empresa D), de acordo com a Norma ABNT NBR 10.004 (óleo usado e peças contaminadas são encaminhados para uma empresa</p>
--	--

	<p>especializada, que os destinam à incineração, co-processamento ou aterro industrial; solo contaminado por vazamentos de produtos químicos ou combustíveis é removido e encaminhado para um depósito de resíduos).</p> <p>Envio de resíduos gerados nas atividades florestais para serem aproveitados por outras empresas. Ex: serragem é vendida para granjas ou para a fabricação de briquetes e chapas de aglomerados, e, as cinzas da caldeira são utilizadas por outras indústrias, como matéria-prima para a produção de cimento ou como fertilizantes empregados por empresas de paisagismo (na empresa A); resíduos de eucalipto são enviados para a produção de produtos artesanais (na empresa D).</p> <p>Uso de resíduos provenientes de processos externos à empresa. Ex: em pequena área cultivada, é usado adubo denominado de biossólido, advindo da lama seca do esgoto tratado de uma cidade do interior paulista (na empresa D).</p>
Seleção de fontes energéticas para a geração de matérias-primas	<p><u>Seleção de fontes energéticas renováveis</u></p> <p>Utilização de madeira reflorestada (toras mais finas e serragem) para a geração de energia (na empresa A), e, uso de biodiesel como combustível de algumas máquinas colheitadeiras (experimento, na empresa D).</p>
Estruturação do produto e/ou embalagem	<p><u>Redução do tamanho do produto e/ou embalagem</u></p> <p>As dimensões do lápis (comprimento e diâmetro) foram reduzidas (na empresa A). Em uma das fábricas (da empresa B), foi reduzido o volume de embalagens de transporte (canudos que servem de suporte para a bobina de papel). Avaliação do tamanho da embalagem usada para cada tipo de produto, para diminuir o consumo de matérias-primas (na empresa D).</p>
Outras	<p>Atendimento à legislação ambiental referente às áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente (nas empresas A, B, C e D).</p> <p>Utilização somente de terras degradadas, já empregadas em projetos florestais ou áreas de pastagem, não sendo realizados desmatamentos de áreas nativas (nas empresas A e C).</p> <p>Realização do monitoramento da fauna e flora nas áreas das empresas (florestas plantadas e áreas nativas), para preservação, recuperação e/ou incremento das espécies (nas empresas A, B, C e D).</p> <p>Exigências ambientais (mesmos padrões adotados pelas empresas) são requeridas dos fornecedores de matérias-primas (nas empresas A, B e D) e dos prestadores de serviço (na empresa C).</p> <p>Participação em projetos de reflorestamento de florestas nativas para a formação de corredores ecológicos, para a preservação e recuperação da Mata Atlântica (nas empresas B e D).</p>

Quadro B.1. Síntese das práticas ambientais adotadas pelas empresas na etapa de geração e aquisição de matérias-primas.

Principais práticas ambientais adotadas na etapa de produção do produto	
Seleção dos materiais auxiliares ao processo produtivo	<p><u>Seleção de materiais auxiliares mais limpos</u> Não utilização de cloro elementar para o branqueamento da celulose (nas empresas B, C e D).</p> <p><u>Seleção de tecnologias utilizadoras de menos água, energia e matérias-primas</u> Aquisição de novas tecnologias (máquinas e equipamentos modernos, nas empresas B, D e E) ou ajuste de equipamentos (na empresa A), que proporcionaram: - o baixo consumo de água (na empresa B, em sua fábrica em construção, e na empresa D, nos processos produtivos de suas fábricas); - a redução do consumo de energia nos processos produtivos (na empresa A, devido ao ajuste de equipamentos, e nas empresas B e D); - a redução do consumo de matérias-primas, como produtos químicos (na empresa B) e biomassa (na empresa E, devido ao uso de caldeira mais eficiente).</p>
Seleção de tecnologias para a produção do produto	<p><u>Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição (do solo)</u> O ajuste de equipamentos (diminuição da espessura de serras, na empresa A) e a aquisição de máquinas e equipamentos mais modernos (na empresa E) possibilitaram a redução da geração de resíduos (serragem, na empresa A, e papelão, na empresa E).</p> <p><u>Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição (do ar)</u> Substituição de equipamentos (na empresa B) e a aquisição de tecnologias modernas de produção mais limpa (na empresa D) para a redução das emissões atmosféricas (causadoras do efeito estufa e outras). Utilização de tecnologia para a captação e incineração de gases malcheirosos e, também, de precipitadores eletrostáticos para a remoção do material particulado gerado em algumas etapas do processo (na empresa C).</p> <p><u>Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição (da água)</u> Uso de Estação de Tratamento de Efluentes, para o tratamento da água que será devolvida ao meio ambiente (nas 5 empresas).</p>

	<p><u>Seleção de tecnologias geradoras de menos poluição (sonora)</u> Instalação de abafadores de ruído em alguns equipamentos para a redução da poluição sonora (na empresa D).</p> <p><u>Adoção de tecnologias de recuperação de resíduos do processo produtivo</u> Adoção de tecnologias para a recuperação e reutilização dos produtos químicos usados no processo de produção (nas empresas C e D).</p> <p><u>Seleção de melhores práticas, que utilizam menos água</u> Reutilização de água do processo produtivo (água residual de uma etapa do processo é reutilizada em outra etapa) para a redução do consumo (na empresa B). Divulgação de cartazes informativos com ações individuais a serem adotadas para diminuir o consumo de água (na empresa E).</p> <p><u>Seleção de melhores práticas, que utilizam menos energia</u> Adoção de melhores práticas de operação das caldeiras (obteve maior rendimento na queima do gás natural) e diminuição do consumo de gás (na empresa B). O aproveitamento da energia térmica presente na água quente gerada em demasia em uma das etapas do processo, proporcionou a redução do consumo de energia elétrica e vapor (na empresa B). Divulgação de cartazes informativos com ações individuais a serem adotadas para diminuir o consumo de energia (na empresa E).</p> <p><u>Seleção de melhores práticas, que utilizam menos matérias-primas</u> Suspensão da aplicação de corantes na parte externa superior do produto (superfície apontada do lápis), por ser considerada esteticamente desnecessária (na empresa A).</p> <p><u>Seleção de melhores práticas, que geram menos poluição (do solo)</u> Adoção das diretrizes 4 R's (repensar, reduzir, reutilizar e reciclar) e redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo, que seriam encaminhados a aterros sanitários (nas empresas B e D).</p> <p>Destinação e/ou tratamento adequado de resíduos sólidos perigosos gerados no processo produtivo. Ex: resíduos tóxicos, como lâmpadas e baterias, são separados e encaminhados para empresas recicladoras (nas empresas B e C); resíduos do processo produtivo são enviados para aterros sanitários adequados (na empresa E); tratamento adequado dos resíduos perigosos (na empresa A); resíduos de ambulatório médico são incinerados, óleos lubrificantes são recuperados e alguns produtos químicos são incinerados (na empresa D); e, incineração de produto tóxico (metanol) gerado como subproduto na etapa de evaporação de licor (na empresa C).</p>
<p>Seleção de práticas operacionais para a produção do produto</p>	

	<p>Reaproveitamento de resíduos do processo produtivo na própria empresa. Ex: cálculo é reaproveitado nas florestas e parte da madeira (cavacos) não classificada para o processo produtivo (tamanho não aceitável) é usada como biomassa na caldeira (na empresa C); e, reutilização do lodo produzido na estação de tratamento de efluentes, devido a sua grande quantidade de fibras (na empresa D).</p> <p>Envio de resíduos do processo produtivo para serem aproveitados por outras empresas. Ex: coleta seletiva e venda de resíduos sólidos (papel, vidro, plástico, metal e resíduo orgânico) gerados nas fábricas e nos escritórios (na empresa A); envio de resíduos do processo produtivo para outras indústrias, que os utilizam como matéria-prima para a fabricação de telhas ou canetas (na empresa E); envio de resíduos do sistema de tratamento de efluentes (Ex:lodo) para processamento em fornos de fábricas de cimento (na empresa A) ou para empresas receptoras, para a realização dos tratamentos de compostagem e co-processamento em indústrias de papel (empresa B).</p> <p><u>Uso de ciclos fechados de produção</u></p> <p><u>Fechamento de circuitos e reutilização da água.</u> Ex: águas de resfriamento (nas empresas B, C e D).</p> <p><u>Seleção de fontes energéticas renováveis</u></p> <p>Uso de licor residual de uma das etapas do processo produtivo como fonte de energia (nas empresas B, C e D, que produzem celulose).</p> <p>Utilização de biomassa (resíduos de florestas plantadas, resíduos de madeira não aceitos no processo produtivo ou resíduos de serrarias advindos de fornecedores) para a geração de energia (nas empresas B, C, D e E).</p>
<p>Seleção de fontes energéticas para a produção do produto</p>	<p>Quadro B-2. Síntese das práticas ambientais adotadas pelas empresas na etapa de produção do produto.</p>

ANEXOS

ANEXO A – Etapas do processo de produção de celulose, papel e papelão.

Etapa 1	Extração, seleção e preparação da madeira
<ol style="list-style-type: none">1. Derrubada e desgalhamento das árvores.2. Corte de toras e descascamento.3. Envio para a fábrica.4. Armazenamento no pátio de estocagem de toras.5. Separação das toras por tamanho.6. Toras não classificadas para o cozimento são enviadas para um picador, que forma cavacos para alimentação da caldeira de biomassa (geração de vapor e energia).7. Lavamento das toras classificadas para o cozimento.8. Descascamento das toras (quando ainda não realizado nas unidades florestais. A casca é enviada à caldeira de biomassa).9. Picagem das toras.10. Seleção e separação, em peneiras vibratórias, dos cavacos de tamanho adequado para o cozimento.11. Armazenamento dos mesmos no pátio de cavacos.	

Quadro C.1. Etapa 1 do processo de produção de celulose, papel e papelão.
Fonte: adaptado de CETESB (2008).

Etapa 2	Produção da celulose marrom
<ol style="list-style-type: none"> 1. Digestão dos cavacos: uso de licor branco, uma solução aquosa que contém hidróxido de sódio (NaOH) e sulfeto de sódio (Na₂S). 2. Separação do licor negro (reagentes do licor branco, lignina dissolvida e outras substâncias da madeira) da celulose (por lavagem). 3. Concentração do licor negro nos evaporadores (aumento da concentração de sólidos). 4. Queima do licor negro na caldeira de recuperação (produção de vapor, usado para cogeração de energia elétrica, através de turbinas, e vapor de processo. Também, transformação dos compostos de sódio em Carbonato de Sódio – Na₂CO₃). 5. Formação do licor verde (carbonato e sulfeto de sódio, dispostos no fundo da caldeira, são coletados e dissolvidos em água quente). 6. Recuperação de reagentes: (a) <u>tratamento (filtração ou decantação)</u>: para remoção de cinzas e impurezas (os “dregs”); (b) <u>caustificação</u>: adição de óxido de cálcio (CaO) ao licor verde, que reage com o Na₂CO₃ e forma novamente o NaOH (hidróxido de sódio / recomposição do licor branco) e uma lama calcária (CaCO₃), que é precipitada na reação; (c) <u>calcinação</u>: a lama calcária (CaCO₃) é separada e enviada para um forno de cal, no qual ocorre a sua calcinação, gerando novamente o CaO (que é reutilizado no processo) e liberando CO₂; (d) <u>fechamento do ciclo</u>: o licor branco regenerado retorna ao processo de digestão. 	

Quadro C.2. Etapa 2 do processo de produção de celulose, papel e papelão.

Fonte: adaptado de CETESB (2008).

Etapa 3	Produção da celulose branqueada
<ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Lavagem da celulose</u>: separação da polpa (fibras) do licor negro. 2. <u>Deslignificação</u>: pré-branqueamento da massa marrom. 3. <u>Branqueamento</u>: são usados compostos de cloro para impregnar a massa e oxidar os resíduos de lignina ainda existentes. O composto mais empregado é o dióxido de cloro. 4. <u>Secagem da celulose branca</u>: a massa passa pela secadora, é cortada em folhas e enfardada. 	

Quadro C.3. Etapa 3 do processo de produção de celulose, papel e papelão.

Fonte: adaptado de CETESB (2008).

Etapa 4	Produção de papel ou papelão a partir de celulose virgem / aparas *
<p>* O processo de produção a partir de aparas é semelhante ao que utiliza celulose virgem, sendo diferente: a ausência da fase de digestão e a necessidade maior de depuração e limpeza.</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pré-seleção em empresas aparistas (<i>só para processo de aparas</i>): o papel coletado é classificado pelas empresas aparistas e revendidos às fábricas de papel ou papelão. 2. Recepção e seleção (<i>só para processo de aparas</i>): nas fábricas, há a pesagem e classificação dos fardos de papel, de acordo com um grau de brancura visual. 3. Armazenamento dos fardos a céu aberto. 4. Desfibramento / preparação da massa (<i>também se pode utilizar celulose branca a partir dessa fase</i>): os fardos são encaminhados aos Hidrapulpers (semelhantes a grandes liquidificadores), onde é adicionada água, e ocorre a desagregação da massa. É formada a pasta de celulose. 5. Etapas de depuração e lavagem: uso de equipamentos (peneiras, flotores, separadores centrífugos) para remoção de materiais grosseiros, materiais finos, areias e outras impurezas. 6. Destintamento (<i>opcional – só para processo de aparas</i>): para fabricar papéis mais claros (sanitários, de escrita, para impressão e outros) é necessário retirar os resíduos de tintas, através do uso de soda cáustica e tensoativos. 7. Engrossamento (<i>opcional</i>): às vezes é necessário reduzir o teor de umidade da massa, por meio do uso de engrossadores (a pressão ou a vácuo). 8. Branqueamento (<i>somente para processo de aparas, utilização opcional</i>): dependendo do grau de brancura da massa e do produto fabricado, pode ser necessário realizar o branqueamento. A pasta pode ser branqueada por meio de processos TCF (uso de peróxido de hidrogênio), pois não contém mais lignina. 9. Refino ou despastilhamento (<i>opcional</i>): para obter uma maior resistência do produto, pode ser necessário “abrir” e reorientar as fibras de celulose (no refinador ou “despastilhador”), aperfeiçoando seu entrelaçamento. 10. Depuração fina e acerto do comprimento da fibra: nos separadores centrífugos e depuradores são eliminadas as areias e impurezas finas ainda presentes na pasta. Peneiramento fino para separação de fibras muito pequenas. 11. Máquina de papel: a massa é bombeada a tanques de armazenamento onde é diluída com água (a 98% de umidade) e recebe aditivos (amido, cargas minerais e outros). Em seguida, é aspergida, de maneira uniforme, sobre a máquina de papel, onde são formadas as folhas “secas” (5% de umidade). São geradas bobinas de papel (enrolamento). 12. Rebobinamento: as grandes bobinas são rebobinadas, formando bobinas menores. 13. Máquinas para confecção dos produtos finais: para cada tipo de papel / papelão, são utilizados equipamentos específicos, que podem ser: calandras, bobinadeiras, rebobinadeiras, onduladeiras (para papelão), aplicadoras de cola, máquinas de revestimento ou de impressão, embaladeiras, entre outras. 	

Quadro C.4. Etapa 4 do processo de produção de celulose, papel e papelão.
Fonte: adaptado de CETESB (2008).

ANEXO B – Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal.

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será: (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação. (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

Art. 3º Consideram-se, ainda, de preservação permanentes, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

a) a atenuar a erosão das terras;

b) a fixar as dunas;

c) a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;

d) a auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares;

e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;

f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;

g) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;

h) a assegurar condições de bem-estar público.

Quadro D.1. Artigos 2º e 3º da Lei Nº 4.771/1965 – Florestas e formas de vegetação natural consideradas de preservação permanente.

Fonte: Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.

Art. 16. As florestas e outras formas de vegetação nativa, ressalvadas as situadas em área de preservação permanente, assim como aquelas não sujeitas ao regime de utilização limitada ou objeto de legislação específica, são suscetíveis de supressão, desde que sejam mantidas, a título de reserva legal, no mínimo: (Redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001) (Regulamento)

I - oitenta por cento, na propriedade rural situada em área de floresta localizada na Amazônia Legal; (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)

II - trinta e cinco por cento, na propriedade rural situada em área de cerrado localizada na Amazônia Legal, sendo no mínimo vinte por cento na propriedade e quinze por cento na forma de compensação em outra área, desde que esteja localizada na mesma microbacia, e seja averbada nos termos do § 7º deste artigo; (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)

III - vinte por cento, na propriedade rural situada em área de floresta ou outras formas de vegetação nativa localizada nas demais regiões do País; e (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)

IV - vinte por cento, na propriedade rural em área de campos gerais localizada em qualquer região do País. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)

Quadro D.2. Artigo 16 da Lei Nº 4.771/1965 – Proporções das áreas de Reserva Legal, de acordo com as regiões do país.

Fonte: Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.

ANEXO C – As oito estratégias do ecodesign de Brezet e Hemel (1997), seus princípios e regras gerais para implementação.

Estratégia @ (Desenvolvimento de um novo conceito): seu foco está no desenvolvimento de novas soluções relacionadas não ao produto físico, mas à função do sistema do produto como um todo e à forma como ele satisfaz uma necessidade. A empresa deve estar mais preocupada em desenvolver um novo negócio (serviço) do que em apenas projetar um novo produto.	
Princípios	Regras gerais para implementação
Desmaterialização: não significa apenas projetar um produto menor, mas também envolve a substituição de um produto material por um imaterial que satisfaz a mesma necessidade. Por exemplo: substituição das secretárias eletrônicas domésticas (aparelho físico) por um serviço telefônico de respostas.	Nenhuma regra de implementação pode ser dada no nível do produto, pois a discussão desta estratégia relaciona-se com o sistema de produto como um todo. Pode-se chegar a redefinição dos negócios da empresa. É um assunto de estratégia corporativa de longo prazo.
Uso compartilhado do produto: ocorre quando várias pessoas fazem uso conjunto de um produto sem, na verdade, adquiri-lo. Por exemplo: serviços de aluguel de carros.	
Integração de funções: dá-se quando várias funções ou produtos são integrados em um único produto. Por exemplo: um aparelho multifuncional com telefone, fax e impressora. Ou, telefones celulares que incorporam máquina fotográfica e aparelho de mp3.	
Otimização funcional do produto (componentes): avaliação das funções principais e auxiliares do produto e eliminação dos componentes supérfluos. Além disso, as funções do produto podem ser concebidas de uma maneira menos impactante ao meio ambiente. Por exemplo: o sentimento de requinte (luxo) transmitido por algumas embalagens mais sofisticadas de perfumes pode ser sentido apenas por um design mais inteligente (e menos prejudicial ao meio ambiente).	

Quadro E.1. Estratégia @.
Fonte: Brezet e Hemel (1997).

Estratégia 1 (Seleção de materiais de baixo impacto): preocupa-se com os tipos de materiais e de tratamentos de superfície utilizados.	
Princípios	Regras gerais para implementação
Materiais mais limpos: evitar materiais e aditivos que causam emissões perigosas quando produzidos, incinerados ou descartados. São aditivos normalmente usados: corantes (tintas), retardadores de incêndio, estabilizadores de calor, reagentes de fundição, massas de preenchimento, reagentes para dilatação e antioxidantes.	Não utilizar materiais ou aditivos considerados tóxicos e, portanto, proibidos pela legislação do país onde o produto é produzido e/ou comercializado; Evitar materiais e aditivos que reduzem a camada de ozônio, como cloro, flúor, bromo e aerossóis, espumas, refrigerantes e solventes que contêm clorofluorcarbono (CFC). Evitar o uso de hidrocarbonetos causadores

	<p>de “smog” (mistura de fumaça e neblina) de verão.</p> <p>Encontrar alternativas (ou melhorias) para técnicas de tratamento de superfície como galvanização por imersão a quente e galvanização eletrolítica (a frio).</p> <p>Encontrar alternativas para metais não ferrosos como cobre, zinco, bronze, cromo e níquel, devido às emissões nocivas realizadas durante suas produções.</p>
<p>Materiais renováveis: evitar o uso de materiais oriundos de fontes não renováveis naturalmente ou que levam muito tempo para serem renovadas. Por exemplo: combustíveis fósseis, madeiras tropicais e minerais como cobre, estanho, zinco e platina.</p>	<p>Encontrar alternativas para materiais exauríveis.</p>
<p>Materiais de menor conteúdo energético: os materiais que possuem um processo de extração e de produção muito intensivos em energia são considerados materiais de alto conteúdo energético. Eles devem ser utilizados somente se conduzirem a uma outra característica ambiental que seja positiva. Por exemplo: o alumínio, apesar de possuir um alto conteúdo energético, é um material adequado para ser utilizado em produtos que são freqüentemente transportados, por ser leve. Além disso, para ele já existe um sistema de reciclagem em operação.</p>	<p>Evitar o uso de materiais de alto conteúdo energético em produtos de curto tempo de vida.</p> <p>Evitar matérias-primas oriundas de agricultura intensiva.</p>
<p>Materiais reciclados: são materiais que já foram utilizados em outros produtos.</p>	<p>Usar materiais reciclados onde for possível, para estimular a demanda por este tipo de material.</p> <p>Utilizar metais secundários, como alumínio e cobre secundários, ao invés de seus equivalentes primários.</p> <p>Usar plásticos reciclados para partes internas dos produtos que têm apenas função sustentadora e que não requerem alta qualidade mecânica ou higiene.</p> <p>Quando a higiene é importante (como em copos de café e embalagens de alimentos), um material laminado (composto de camadas) pode ser aplicado, sendo a camada central feita de plástico reciclado e a camada envoltória de plástico virgem.</p>
<p>Materiais recicláveis: utilizar materiais recicláveis onde for possível. Quanto menor o número de tipos de diferentes</p>	<p>Selecionar apenas um tipo de material para o produto como um todo e para as várias sub-montagens.</p>

materiais, mais fácil se torna a coleta e reciclagem dos mesmos.	Quando isto não for possível, escolher materiais mutuamente compatíveis. Evitar materiais que são difíceis de separar, como materiais compostos, laminados, massas de preenchimento, retardadores de incêndio e reforços de fibra de vidro. Usar, preferencialmente, materiais recicláveis para os quais já existe mercado. Evitar o uso de elementos contaminadores, como adesivos, que dificultam a reciclagem.
--	--

Quadro E.2. Estratégia 1.
Fonte: Brezet e Hemel (1997).

Estratégia 2 (Redução do uso de material): seu objetivo é utilizar, no projeto de produtos, a menor quantidade possível de material.	
Princípios	Regras gerais para implementação
Redução do peso: a utilização de menor quantidade de material diminui o impacto ambiental do produto, pois menos recursos são retirados da natureza, menos resíduos são gerados e são reduzidas as consequências negativas do transporte.	Procurar rigidez através de técnicas de construção como o uso de barras de reforço, ao invés de super dimensionar o produto. Procurar demonstrar qualidade através de um bom design, ao invés de super dimensionar o produto.
Redução no volume (transporte): quando o produto e sua embalagem são reduzidos em tamanho (volume), mais produtos podem ser transportados numa determinada unidade de transporte.	Focar na redução da quantidade de espaço necessário para o transporte e armazenamento através da diminuição do volume total do produto. Tornar o produto dobrável ou adequado para o encaixe. Considerar o transporte de componentes soltos do produto que podem ser encaixados, deixando a montagem final para um terceiro ou para o consumidor final.

Quadro E.3. Estratégia 2.
Fonte: Brezet e Hemel (1997).

Estratégia 3 (Otimização das técnicas de produção): as técnicas de produção deveriam minimizar o uso de materiais e energia, diminuir o desperdício de matérias-primas e gerar a menor quantidade possível de resíduos.	
Princípios	Regras gerais para implementação
Técnicas alternativas de produção: selecionar técnicas de produção que reduzem o impacto ambiental.	Dar preferência a técnicas de produção limpa que requerem menor quantidade de substâncias auxiliares nocivas ou aditivos. Por exemplo: substituir o uso de agentes de branqueamento a base de cloro. Selecionar técnicas de produção que geram baixas emissões, como dobramentos ou encaixes ao invés de soldagem. Escolher processos que utilizam mais eficientemente os

	<p>materiais, como pintura a pó ao invés de pintura por spray.</p> <p>Menor número de etapas de produção: utilizar o menor número possível de etapas (ou técnicas) de produção.</p> <p>Menor e mais “limpo” consumo de energia: reduzir o consumo de energia nos processos de produção existentes.</p> <p>Menor produção de resíduos: otimização do processo de produção existente para aproveitar melhor as matérias-primas e, conseqüentemente, reduzir a quantidade gerada de resíduos e de emissões.</p> <p>Uso, no processo de produção, de materiais auxiliares (solventes, óleos lubrificantes, etc.) mais “limpos” e em menor quantidade: reduzir o uso de produtos de consumo (ou materiais auxiliares) e assegurar que eles não são perigosos.</p>
	<p>Combinar funções constituintes em um único componente para que menor número de processos de produção seja necessário.</p> <p>Utilizar, preferencialmente, materiais que não necessitem de tratamento adicional de superfície.</p> <p>Motivar o departamento de produção e os fornecedores para tornarem seus processos de produção mais eficientes em energia.</p> <p>Encorajá-los a utilizar fontes de energia renovável ou mais limpa, como gás natural, carvão de baixo teor de enxofre ou energia eólica, hidrelétrica e solar.</p> <p>Projetar o produto para diminuir o desperdício de material, principalmente em processos como serragem, torneamento, moagem, prensagem e perfuração.</p> <p>Motivar o departamento de produção e os fornecedores para reduzirem o desperdício e a porcentagem de refugos durante a produção.</p> <p>Reciclar os resíduos de produção dentro da própria empresa.</p> <p>Reduzir os materiais auxiliares necessários. Por exemplo: projetando o produto para que durante o processo de corte os refugos fiquem restritos a áreas específicas e a limpeza seja reduzida.</p> <p>Consultar o departamento de produção e os fornecedores para saber se a eficiência de utilização dos materiais auxiliares pode ser aumentada. Por exemplo: através de boas práticas de fabricação, sistemas de ciclo fechado e reciclagem na própria planta.</p>

Quadro E.4. Estratégia 3.

Fonte: Brezet e Hemel (1997).

Estratégia 4 (Otimização do sistema de distribuição): garantir que o produto seja transportado da fábrica até o varejista e consumidor da maneira mais eficiente possível.	
Princípios	Regras gerais para implementação
<p>Embalagem menor, de materiais mais “limpos” e reutilizável: prevenir a geração de resíduos e emissões. Quanto menos embalagem é requerida, maior é a economia com materiais utilizados e com a energia necessária para o transporte.</p>	<p>Se toda, ou alguma parte, da embalagem é utilizada para fornecer ao produto uma certa atratividade, usar um design atrativo, mas mais enxuto, para obter o mesmo efeito.</p> <p>Para embalagens de transporte (ou de grande volume) dar preferência às reutilizáveis, através da criação de um sistema de retorno.</p> <p>Utilizar os materiais apropriados a cada tipo de embalagem. Por exemplo: evitar o uso de PVC ou alumínio em embalagens não retornáveis.</p> <p>Usar os mínimos volumes e pesos possíveis das embalagens.</p> <p>Garantir que a embalagem seja apropriada ao volume reduzido, dobragem e encaixamento dos produtos.</p>

<p>Meio de transporte eficiente em energia: escolher o meio de transporte menos impactante possível.</p>	<p>Motivar o departamento de vendas para evitar formas de transporte prejudiciais ao meio ambiente. Transporte hidroviário ou ferroviário são preferíveis ao transporte rodoviário. Transporte aéreo deve ser evitado, quando for possível.</p>
<p>Logística eficiente em energia: o eficiente carregamento do meio de transporte escolhido e a eficiente distribuição podem reduzir o impacto ambiental.</p>	<p>Motivar o departamento de compras a trabalhar, preferencialmente, com fornecedores locais para evitar o transporte de longa distância. Motivar o departamento de vendas para introduzir formas eficientes de distribuição. Por exemplo: distribuição de maiores quantidades de diferentes mercadorias simultaneamente. Utilizar embalagens de transporte padronizadas. Por exemplo: paletes.</p>

Quadro E.5. Estratégia 4.
Fonte: Brezet e Hemel (1997).

Estratégia 5 (Redução do impacto durante o uso): projetar o produto para que, quando for utilizado pelo consumidor, seu impacto ambiental seja reduzido.	
Princípios	Regras gerais para implementação
<p>Menor consumo de energia: a redução do consumo de energia diminui as emissões de CO₂ (responsável pelo efeito estufa), SO_x e NO_x (responsáveis pela acidificação).</p>	<p>Utilizar os elementos (componentes) de menor consumo de energia disponíveis no mercado. Utilizar modos automáticos de desligamento. Garantir que medidores, funções <i>standby</i> e dispositivos similares possam ser manipulados pelos usuários. Se for utilizada energia para movimentar o produto, projetá-lo o mais leve possível. Se for utilizada energia para aquecer substâncias, garantir que o componente relevante esteja bem isolado.</p>
<p>Fontes de energia mais “limpas”: a utilização de fonte de energia limpa reduz substancialmente as emissões nocivas, principalmente para produtos intensivos em energia.</p>	<p>Escolher a fonte de energia menos prejudicial. Por exemplo: na Holanda, é o gás natural e, na França e Noruega, é a eletricidade. Não estimular o uso de pilhas não recarregáveis. Por exemplo: um <i>walkman</i> pode ser alimentado por uma pilha recarregável. Estimular o uso de energia limpa, como fontes de baixo teor de enxofre (gás natural e carvão de baixo teor de enxofre) e energia eólica, hidrelétrica ou solar.</p>
<p>Menor necessidade de produtos auxiliares: projetar o produto pensando na redução da quantidade de produtos auxiliares necessários para o seu funcionamento / utilização.</p>	<p>Projetar o produto para minimizar o uso de materiais auxiliares. Por exemplo: utilizar filtros permanentes nas máquinas de café, ao invés de filtros de papel. Diminuir vazamentos (perdas) em máquinas que utilizam grande quantidade de produtos auxiliares. Por exemplo: através da instalação de um detector de vazamento. Estudar a possibilidade de reutilização dos materiais auxiliares. Por exemplo: reutilizar a água usada na máquina de lavar louça.</p>
<p>Produtos auxiliares mais “limpos”: no processo de melhoria de um produto</p>	<p>Projetar o produto para utilizar os materiais auxiliares mais limpos disponíveis no mercado. Garantir que o uso do produto não gera resíduos obscuros</p>

auxiliar, o mesmo deve ser tratado como um produto individual com seu próprio ciclo de vida.	(desconhecidos), porém nocivos. Por exemplo: através da instalação de filtros apropriados.
Redução do desperdício de energia e de produtos auxiliares: projetar o produto de tal maneira que estimule os consumidores a utilizá-los eficientemente, reduzindo, assim, o desperdício.	O mau uso do produto como um todo deve ser evitado através de instruções mais claras e de um design apropriado. Projetar o produto para que o usuário não desperdice materiais auxiliares. Por exemplo: uma abertura para envasamento deve ser projetada suficientemente larga para evitar vazamentos. Utilizar marcas indicativas (de medidas de quantidade) no produto para que o usuário saiba exatamente quanto material auxiliar utilizar. Programar o estado automático (<i>default</i>) que seja mais apropriado do ponto de vista ambiental. Por exemplo: em máquinas copiadoras, deixar programado “impressão em dupla face”.

Quadro E.6. Estratégia 5.

Fonte: Brezet e Hemel (1997).

Estratégia 6 (Otimização do tempo de vida inicial): prolongar o tempo de vida técnico (o tempo durante o qual o produto funciona adequadamente) e o tempo de vida estético (o tempo durante o qual o usuário acha o produto atrativo). Eventualmente, pode ser melhor não prolongar o tempo de vida de um produto. Uma vida mais curta é preferível, por exemplo, se novas alternativas, menos intensivas em energia, estão sendo desenvolvidas. Já em casos em que o tempo de vida técnico é muito mais longo que o tempo de vida estético, um novo balanceamento deve ser elaborado.	
Princípios	Regras gerais para implementação
Confiabilidade e durabilidade: aumentar a confiabilidade e a durabilidade de um produto.	Desenvolver um projeto eficiente. Métodos especiais, como o FMEA (Análise do Modo e Efeito da Falha*), podem ser utilizados para esse propósito.
Manutenção e reparo mais fáceis: são importantes para garantir que o produto será limpo, preservado e reparado adequadamente.	Projetar o produto de tal maneira que ele necessite de pouca manutenção. Indicar no produto como ele deve ser aberto para limpeza e reparo. Por exemplo: onde aplicar força de alavancagem com uma chave de fenda para abrir conexões encaixadas. Indicar no produto quais partes devem ser limpas ou conservadas de uma maneira específica. Por exemplo: utilização de código de cores nos pontos de lubrificação. Indicar no produto quais partes devem ser inspecionadas freqüentemente, devido ao rápido desgaste. Tornar o local de desgaste do produto detectável para que o reparo ou substituição possam ser realizados

	<p>rapidamente.</p> <p>Localizar as partes que se desgastam rapidamente próximas umas das outras e dentro de um fácil alcance para que as substituições possam ser realizadas facilmente.</p> <p>Tornar os componentes mais vulneráveis fáceis de desmontar para o reparo ou substituição.</p>
<p>Estrutura modular do produto: com este tipo de estrutura é possível revitalizar o produto que não é mais considerado ideal técnica ou esteticamente.</p>	<p>Projetar o produto em módulos para que ele possa ser atualizado, posteriormente, através da adição de novos módulos ou funções. Por exemplo: plugar (conectar) unidades de memória maiores nos computadores.</p> <p>Projetar o produto em estrutura modular para que os módulos que estão técnica ou esteticamente obsoletos possam ser renovados. Por exemplo: projetar móveis com superfícies substituíveis que possam ser removidas, limpas ou mesmo renovadas.</p>
<p>Design clássico (refere-se ao produto que nunca se tornará antiquado. Por exemplo, algumas calças da marca Levi's): evitar designs modernos que podem levar à substituição do produto tão logo o design se torne fora de moda.</p>	<p>Projetar a aparência do produto para que ele não se torne desinteressante rapidamente, garantindo, assim, que seu tempo de vida estético não seja muito mais curto do que seu tempo de vida técnico.</p>
<p>Mais forte relação produto-usuário (essa relação é alcançada quando o consumidor, depois do surgimento de um problema com o produto, procura repará-lo ao invés de jogá-lo no lixo): intensificar a relação entre o usuário e o produto. A maioria dos produtos precisa de algum tipo de manutenção e reparo para manter a funcionalidade e atratividade. Um usuário somente estará disposto a realizar tais atividades se ele realmente gostar do produto.</p>	<p>Projetar o produto para que as necessidades do consumidor (as possivelmente escondidas) sejam mais do que satisfeitas, e por um longo período.</p> <p>Garantir que a manutenção e o reparo do produto sejam um momento de prazer, e não de obrigação.</p> <p>Fornecer ao produto um valor adicionado em termos de design e funcionalidade para que o usuário fique relutante em substituí-lo.</p>

Quadro E.7. Estratégia 6.
Fonte: Brezet e Hemel (1997).

* De acordo com Pahl et al. (2005), o FMEA é um método de análise de possíveis falhas, suas conseqüências (efeitos) e suas causas. Objetiva reduzir ou eliminar os riscos (efeitos) gerados pelas falhas.

Estratégia 7 (Otimização do sistema de fim de vida): esta estratégia tem como objetivo reutilizar os componentes valiosos do produto e garantir o gerenciamento adequado dos resíduos.	
Princípios	Regras gerais para implementação
Reuso do produto (componentes): reutilizar o produto como um todo, para a mesma ou uma nova aplicação.	Fornecer ao produto um design clássico que o torne esteticamente agradável e atrativo para um segundo usuário. Garantir que a estrutura do produto seja adequada para que ele não se torne, prematuramente, obsoleto tecnicamente.
Remanufatura / restauração: remanufaturar ou restaurar os componentes (sub-montagens) do produto, para o propósito original ou para uma nova utilidade.	<u>Projetar para a desmontagem</u> (do produto para sub-montagens) para garantir fácil acessibilidade ao produto para inspeção, limpeza, reparo e substituição de componentes vulneráveis ou obsoletos. São feitas as seguintes recomendações: <ul style="list-style-type: none"> - O produto deve ter uma estrutura modular. Assim, os módulos podem ser desconectados e remanufaturados da maneira mais adequada. - Utilizar ligações separáveis, como encaixes e parafusos, ao invés de conexões soldadas ou coladas. - Utilizar ligações padronizadas para que o produto possa ser desmontado com poucas ferramentas universais. Por exemplo: utilizar apenas um tipo e tamanho de parafuso. - Localizar as ligações de tal forma que a pessoa responsável pela desmontagem do produto não precise girá-lo ou movê-lo. - Indicar no produto como ele deve ser aberto sem provocar danos. Por exemplo: indicando onde e como aplicar força de alavancagem com uma chave de fenda para abrir conexões encaixadas. Localizar as partes que são desgastadas mais rapidamente próximas umas das outras, para que elas possam ser substituídas com maior facilidade. Indicar no produto quais partes devem ser limpas ou conservadas de uma maneira específica. Por exemplo: utilização de código de cores nos pontos de lubrificação.
Reciclagem de materiais: há vários níveis de reciclagem: reciclagem primária (relacionada à aplicação original), reciclagem secundária (relacionada a uma aplicação de menor qualidade) e reciclagem terciária (como a decomposição de moléculas de plástico em matérias-primas elementares).	Dar prioridade à reciclagem primária e não às reciclagens secundária e terciária. <u>Projetar para a desmontagem</u> (das sub-montagens para as partes). Além das 4 primeiras recomendações mencionadas no item anterior (remanufatura / restauração), é ainda citado: <ul style="list-style-type: none"> - Se a separação não destrutiva não é possível, garantir que os diferentes materiais possam ser facilmente separados em grupos de materiais mutuamente compatíveis. Tentar utilizar materiais recicláveis para os quais já existe um mercado. Se for necessário utilizar materiais tóxicos, eles devem

	<p>ser localizados em áreas adjacentes para que possam ser separados com maior facilidade.</p> <p>Para a reciclagem de metais, procurar informações sobre compatibilidade de metais. Por exemplo: definir quais elementos impedem a reciclagem de cobre, alumínio e ferro. Também, os elementos que provocam um processo parcial de reciclagem destes metais.</p> <p>Para a reciclagem de plásticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integrar tantas funções quantas forem possíveis em uma única parte do produto (uma técnica útil é a Análise de Valor). - Selecionar um tipo de material para o produto todo. - Se isso não for possível, procurar informações sobre compatibilidade de plásticos e selecionar aqueles que são compatíveis. - Utilizar materiais recicláveis (como termoplásticos, ao invés de laminados, massas de preenchimento, retardadores de incêndio e reforços de fibra de vidro). - Evitar o uso de elementos contaminadores, como adesivos, que dificultam o processo de reciclagem. - Indicar qualquer parte feita de materiais sintéticos com um código padronizado de materiais. <p>Para a reciclagem de vidro e cerâmica, procurar informações sobre compatibilidade destes materiais.</p>
<p>Incineração mais segura: se a reutilização e reciclagem estão fora de questão, a melhor opção é a incineração com recuperação de energia (às vezes denominada de reciclagem térmica).</p>	<p>Quanto mais tóxicos são os materiais constituintes do produto, mais caro o responsável irá pagar pela sua incineração. Os elementos tóxicos devem, portanto, ser posicionados próximos uns dos outros e ser facilmente destacáveis para que possam ser removidos e tratados como um resíduo distinto.</p>

Quadro E.8. Estratégia 7.
Fonte: Brezet e Hemel (1997).

ANEXO D – As estratégias do Projeto do Ciclo de Vida de Manzini e Vezzoli (2002), suas linhas de referência (linhas guias) e opções (indicações) para a realização do projeto.

Estratégia	Subdivisão	Linhas de referência (linhas guias)	Indicações
<p>Minimização dos recursos: redução do uso de materiais e de energia.</p>		<p>Minimizar o conteúdo material de um produto</p>	<p>Desmaterializar o produto ou algumas das suas partes</p> <p>Digitalizar o produto ou algumas das suas partes</p> <p>Miniaturizar</p> <p>Evitar dimensionamentos excessivos</p> <p>Minimizar os valores das espessuras dos componentes</p> <p>Usar nervuras para enrijecer as estruturas</p> <p>Evitar componentes ou partes que não sejam estritamente funcionais</p> <p>Escolher os processos produtivos que minimizem o consumo de materiais</p> <p>Adotar sistemas de simulação para a otimização dos parâmetros dos processos de transformação</p>
		<p>Minimizar as perdas e os refugos</p>	<p>Escolher os processos produtivos com menor consumo energético</p> <p>Utilizar instrumentos e aparelhagens produtivas eficientes</p>
		<p>Minimizar a energia necessária para a produção do produto</p>	<p>Utilizar o calor disperso por algum processo produtivo, para o pré-aquecimento de alguns fluxos de determinados processos</p> <p>Utilizar sistemas de regulação flexível da velocidade dos elementos de funcionamento de bombas e outros motores</p> <p>Utilizar sistemas de interruptores inteligentes das aparelhagens</p> <p>Dimensionar os motores de maneira otimizada</p> <p>Facilitar a manutenção dos motores</p> <p>Definir cuidadosamente os limites e tolerâncias</p> <p>Otimizar os volumes de compra dos lotes (estoques)</p> <p>Otimizar os sistemas de controle de estoque (inventário)</p> <p>Otimizar os sistemas e minimizar os pesos em todas as formas de transferência dos materiais e componentes semielaborados</p> <p>Utilizar sistemas eficientes de aquecimento, aeração e iluminação das edificações</p>
		<p>Minimizar o consumo de recursos no desenvolvimento dos produtos</p>	<p>Minimizar o consumo de materiais como papéis e embalagens (fotocopiar nos dois lados de uma folha; usar espaço simples nos textos; fazer circular artigos e comunicados através de memorando; reutilizar o papel para anotações e comunicados; usar etiquetas adesivas para envios de fax, ao invés de páginas inteiras de transmissão; usar envelopes e embalagens sem componentes plásticos; reutilizar os cartuchos das impressoras)</p> <p>Usar instrumentos informáticos para o projeto, modelagem e prototipia</p> <p>Usar instrumentos informáticos para arquivamento, comunicação escrita e apresentações (usar o correio eletrônico, usar a rede de computador para a expedição de documentos)</p> <p>Usar sistemas eficientes de aquecimento, ventilação e iluminação no local de trabalho</p> <p>Usar instrumentos de telecomunicações para atividades à distância (teletrabalho e teleconferências)</p> <p>Evitar excesso de embalagens</p>
	<p>Minimizar o uso de recursos na distribuição</p>	<p>Minimizar as embalagens</p>	<p>Utilizar material somente onde for realmente útil</p> <p>Projetar a embalagem como parte integrada do produto</p>
		<p>Minimizar os consumos no transporte</p>	<p>Projetar produtos compactos com alta densidade de transporte e de armazenagem</p> <p>Projetar produtos montáveis no local de uso</p> <p>Tornar os produtos mais leves</p>

			<p>Otimizar a logística</p> <p>Projetar produtos de uso coletivo</p> <p>Projetar buscando a eficiência do consumo de recursos bastantes para o funcionamento do produto</p> <p>Projetar para a eficiência do uso dos recursos e manutenção</p> <p>Usar suportes digitais reconfiguráveis</p> <p>Projetar sistemas com consumo variável de recursos para diferentes exigências de funcionamento</p> <p>Usar sensores para o ajuste dos consumos às exigências de funcionamento</p> <p>Incorporar nos produtos mecanismos programáveis para desligar automaticamente</p> <p>Fazer com que o estado de <i>default</i> seja o de menor consumo possível</p> <p>Projetar sistemas com consumo passivo de recursos</p> <p>Adotar sistemas de transformação de energia de alto rendimento</p> <p>Usar motores com maior eficiência</p> <p>Projetar / adotar sistemas de transmissão de energia de alta eficiência</p> <p>Utilizar materiais ou componentes técnicos altamente isolados</p> <p>Projetar sistemas com isolamento ou distribuição de recursos precisos</p> <p>Minimizar o peso dos produtos que devem ser movidos</p> <p>Projetar sistemas de recuperação de energia e de materiais</p> <p>Facilitar o uso da economia de energias e de materiais</p>

	Minimizar o consumo de recursos durante o uso		

Quadro F.1. Estratégia 1.

Fonte: Manzini e Vezzoli (2002).

Estratégia	Subdivisão	Linhas de referência (linhas guias)	Indicações
Seleção de materiais, processos e fontes energéticas de baixo impacto ambiental	Escolha dos materiais e dos processos de baixo impacto	-----	<p>Evitar inserir materiais tóxicos e danosos no produto</p> <p>Minimizar o risco dos materiais tóxicos e danosos</p> <p>Evitar aditivos que causam emissões tóxicas e danosas</p> <p>Evitar acabamentos tóxicos e danosos</p> <p>Escolher os materiais com menor conteúdo tóxico de emissões na pré-produção</p> <p>Projetar os produtos de maneira a evitar o uso de materiais de consumo tóxicos e danosos</p> <p>Minimizar a dispersão dos resíduos tóxicos e nocivos durante o uso</p> <p>Usar materiais renováveis</p> <p>Evitar usar materiais que estão para se exaurir</p> <p>Usar materiais que provenham de refugos de processos produtivos</p> <p>Usar componentes que provenham de produtos já eliminados</p> <p>Usar materiais reciclados, em separado ou junto com outros materiais virgens</p> <p>Escolher tecnologias de transformação dos materiais de baixo impacto</p> <p>Usar materiais biodegradáveis</p> <p>Evitar inserir no produto materiais tóxicos e danosos</p> <p>Escolher fontes energéticas renováveis</p> <p>Escolher fontes energéticas que minimizem as emissões nocivas durante as fases de pré-produção e produção</p> <p>Escolher fontes energéticas locais</p> <p>Escolher fontes energéticas que minimizem as emissões nocivas durante a fase de distribuição</p> <p>Escolher fontes energéticas que minimizem as emissões nocivas na fase de uso</p> <p>Escolher fontes energéticas que minimizem os lixos e as escórias tóxicas nocivas</p>
	Escolha de fontes energéticas de baixo impacto	-----	

			Adotar uma relação do tipo "efeito cascata" Escolher fontes energéticas com alto rendimento de segunda ordem
--	--	--	---

Quadro F.2. Estratégia 2.

Fonte: Manzini e Vezzoli (2002).

Estratégia	Subdivisão	Linhas de referência (linhas guias)	Indicações
Otimização da vida dos produtos: projetar artefatos que perdurem	Aumento da durabilidade dos produtos (e/ou de alguns componentes)	Projetar a durabilidade apropriada	Projetar vidas iguais para os vários componentes
			Projetar uma vida útil dos componentes correspondente à duração prevista para substituí-los durante o seu uso
		Projetar a segurança (confiabilidade)	Escolher os materiais duráveis considerando as serventias e a vida útil do produto
			Evitar materiais permanentes para funções temporárias
			Minimizar o número de partes e componentes
			Simplificar os produtos
	Facilitar a atualização e a adaptabilidade		Evitar as junções frágeis
			Predispor e facilitar a substituição, para a atualização das partes de <i>software</i>
			Facilitar a substituição, para a atualização das partes <i>hardware</i>
			Projetar produtos modulares e reconfiguráveis para a adaptação em relação a diversos ambientes
			Projetar produtos reconfiguráveis e/ou multifuncionais, para a adaptação em relação à evolução física e cultural dos indivíduos
			Projetar buscando facilitar a atualização no próprio lugar de uso
Facilitar a manutenção		Projetar buscando fornecer ao produto instrumentos e referências para a sua atualização e adaptabilidade	
		Facilitar a substituição das partes que necessitem de manutenção periódica, simplificando o acesso e remoção	
		Facilitar o acesso às partes que devem ser limpas, evitando espaços e orifícios estreitos	
		Prover e facilitar a substituição dos componentes de forma mais veloz	
		Prover para que fiquem à mão com maior facilidade os instrumentos a serem usados	
		Prover sistemas para a diagnose e/ou autodiagnose das partes a passar por manutenção	
Facilitar a reparação		Projetar para a manutenção ser fácil no próprio local de uso	
		Projetar para fornecer, junto com o produto, instrumentos e instruções para a sua manutenção	
		Projetar procurando reduzir as operações de manutenção	
		Predispor e facilitar a remoção e retorno das partes do produto que estão sujeitas a danos	
		Projetar partes e componentes estandarizados	
		Prover o produto de sistemas automáticos que identifiquem causas de avarias	
Facilitar a reutilização		Projetar buscando facilitar o reparo no local de uso	
		Projetar para fornecer junto com o produto, instrumentos, materiais e informações para o seu reparo	
		Incrementar a resistência das partes mais sujeitas a avarias e rupturas	
		Predispor o acesso para facilitar a remoção das partes e componentes que podem ser reutilizados	
		Projetar partes e componentes intercambiáveis e modulares	
		Projetar partes e componentes estandarizados	
Facilitar a re-fabricação		Projetar a reutilização de partes auxiliares	
		Projetar a possibilidade de recarga e/ou reutilização das embalagens	
		Projetar prevendo um segundo uso	
		Projetar procurando facilitar a remoção e a substituição das partes mais facilmente avariadas	
		Projetar as partes estruturais separáveis das de acabamento	
		Facilitar o acesso às partes que devem ser refeitas	
			Prever tolerâncias adequadas nos pontos mais sujeitos às avarias

		Projetar partes e acabamentos reforçados para algumas superfícies que se deterioram
		Projetar produtos-serviços voltados para o uso compartilhado
		Projetar produtos-serviços voltados para o uso coletivo
		Projetar produtos multifuncionais com componentes comuns e substituíveis
		Projetar produtos com funções integradas
	Intensificar o uso de alguns dos seus componentes)	

Quadro F.3. Estratégia 3.

Fonte: Manzini e Vezzoli (2002).

Estratégia	Linhas de referência (linhas guias)	Indicações
Extensão da vida dos materiais: projetar em função da valorização dos materiais descartados.	Adotar a reciclagem em efeito cascata	Predispor e facilitar a reciclagem dos materiais com componentes de qualidades mecânicas inferiores Predispor e facilitar a reciclagem dos materiais com componentes de qualidades estéticas inferiores Predispor e facilitar a recuperação por combustão do conteúdo energético dos materiais
	Escolher materiais com tecnologias de reciclagem eficientes	Escolher aqueles materiais que facilmente recuperam as características das suas serventias iniciais Evitar os materiais compostos e, caso necessário, escolher aqueles compatíveis e com uma tecnologia de reciclagem mais eficiente Adotar nervuras e outras soluções geométricas para aumentar a rigidez dos polímeros, ao invés de usar fibras metálicas de reforço
Facilitar a recolha e o transporte após o uso		Escolher de preferência os polímeros termoplásticos, ao invés dos termorrígidos Evitar os adesivos enrijecedores, usando termoplásticos resistentes às suas temperaturas de uso Projetar considerando a relação entre o produto e o material a ser utilizado Projetar em relação ao sistema de recuperação dos produtos eliminados (não mais usados)
		Minimizar o peso do produto Minimizar o volume e tornar facilmente empilháveis os produtos eliminados Projetar considerando a facilidade de compactação dos produtos eliminados Fornecer ao usuário informações sobre como descartar-se do produto
Identificar os materiais		Codificar os vários materiais para definir o seu tipo Fornecer informações complementares sobre a idade do material, o número de reciclagens já efetuadas e os aditivos utilizados Indicar a presença de componentes contaminantes ou materiais tóxicos e danosos
		Usar sistemas <i>standard</i> de identificação Posicionar os códigos em lugares bem visíveis Evitar operações de codificação posteriores à produção dos componentes
Minimizar o número de materiais incompatíveis entre si		Integrar as funções, minimizando o número de componentes e de materiais empregados Quando possível, usar somente um tipo de material em um produto ou em um subconjunto do produto, isto é, aplicar a estratégia do monomaterial
		Em estruturas modulares, usar materiais homogêneos, com diferentes processos de transformação Em um mesmo produto ou subconjunto, usar materiais compatíveis entre si Usar sistemas e elementos de união iguais aos materiais dos componentes que devam ser unidos, ou compatíveis com eles
Facilitar a limpeza		Evitar tratamentos desnecessários de superfícies Evitar acabamentos de difícil remoção
		Facilitar a remoção dos acabamentos de superfícies Usar tratamento de superfície compatível com o material subordinado Evitar os adesivos; caso eles sejam indispensáveis, escolher os que sejam compatíveis com o material que deve ser reciclado Optar pela pigmentação dos polímeros e não pela sua pintura

		Evitar processos de injeção contendo agentes contaminantes Evitar o acréscimo de materiais para assinalar e codificar Assinalar e codificar os componentes diretamente no molde de injeção do produto Codificar os polímeros utilizando o sistema a <i>laser</i> Usar materiais degradáveis em relação ao ambiente de despejo Evitar a inserção de materiais não biodegradáveis nos produtos destinados à compostagem Facilitar a separação dos materiais não biodegradáveis Usar materiais com alto poder de combustão nos produtos que devem ser incinerados Evitar materiais que produzam substâncias nocivas durante a combustão Evitar aditivos que produzam substâncias perigosas durante a combustão Facilitar a separação dos materiais que tornam ineficiente ou dificultam o processo de combustão
	Facilitar a compostagem	
	Facilitar a combustão e a incineração	

Quadro F.4. Estratégia 4.

Fonte: Manzini e Vezzoli (2002).

Estratégia	Linhas de referência (linhas guias)	Indicações		
Facilidade de desmontagem: projetar em função da facilidade de separação das partes e dos materiais.		Arquitetura geral		
		Tornar desmontáveis principalmente os componentes e os materiais tóxicos e nocivos		
		Tornar desmontáveis principalmente as partes ou os materiais de maior valor econômico		
		Tornar desmontáveis principalmente as partes mais sujeitas a desgaste e/ou quebras		
		Adotar estruturas modulares		
		Subdividir o produto em subconjuntos que possam ser facilmente separados e manipulados como partes individuais		
		Minimizar as dimensões do produto e de seus componentes		
		Minimizar as conexões de dependência hierárquica entre os componentes		
		Facilitar a extração dos componentes e dos subconjuntos		
		Procurar a máxima linearidade no direcionamento de desmontagem		
		Adotar estruturas de desmontagem em forma de "sanduíche", posicionadas na direção vertical e que contenham elementos de fixação de fácil acesso		
		Minimizar e facilitar os movimentos e as operações de desmontagem e separação		Forma dos componentes e das partes
				Evitar partes e componentes difíceis de movimentar
Evitar partes assimétricas desnecessárias				
Projetar superfícies de apoio e componentes de alcance fácil e estandardizado				
Dispor os componentes pesados na base e próximos ao centro de gravidade				
Projetar considerando a fácil centralização dos componentes na base do produto				
Forma e acessibilidade das junções				
Evitar sistemas de fixação que, para a abertura do produto, exijam intervenções concorrentes em mais de um ponto				
Minimizar o número de fixações				
Minimizar os tipos de fixação que necessitam instrumentos diferenciados para remoção				
Usar sistemas de junções reversíveis		Evitar fixações de difícil movimentação		
		Projetar vias acessíveis e identificáveis para as operações de desmontagem		
		Projetar buscando um fácil acesso e inspeção dos pontos de separação dos componentes		
		Usar juntas de garras de duas vias		
		Usar juntas de garras que se abram com instrumentos que se encontrem facilmente		
		Quando existir risco de abertura involuntária de uma das partes, usar juntas de garras que se abram somente com instrumentos especiais		

	<p>Projetar junções com materiais que se tornem reversíveis apenas em condições especiais</p> <p>Usar parafusos de cabeças hexagonais</p> <p>Atravessar o parafuso e travá-lo com um pino ou clipe, para que se possa removê-lo novamente</p> <p>Usar parafusos compatíveis com os materiais afixados, para não ser necessária a sua extração, quando em caso de reciclagem do material</p> <p>Em componentes poliméricos, quando possível, usar parafusos auto-atarraxantes, evitando assim os insertos metálicos</p> <p>Evitar rebites em materiais incompatíveis entre si</p> <p>Evitar sistemas de pressão em materiais incompatíveis entre si</p> <p>Evitar material adicional para a soldadura</p> <p>Soldar usando material compatível com as partes que devem ser unidas</p> <p>Preferir, em componentes termoplásticos, soldadura a ultra-som e vibrações</p> <p>Evitar a colagem com adesivos</p> <p>Usar adesivos (se necessário) de fácil remoção</p> <p>Predispor áreas de quebra em locais pré-estabelecidos para a eliminação dos insertos incompatíveis com os materiais utilizados</p> <p>Predeterminar áreas de corte ou fratura para a separação de materiais incompatíveis, por meio de tecnologias apropriadas de separação</p> <p>No produto, incluir elementos ou dispositivos de separação dos materiais incompatíveis entre si</p> <p>Usar elementos de junção que possam ser destruídos física ou quimicamente</p> <p>Tornar as áreas de ruptura facilmente acessíveis e identificáveis</p> <p>Descrever as possíveis modalidades de quebra, indicando-as no próprio produto</p> <p>Uso de materiais que possam ser facilmente separados após a sua trituração</p> <p>Uso de insertos metálicos que possam ser facilmente separados antes da trituração dos materiais</p>
Usar sistemas de união permanente que possam ser facilmente abertos	
Prever tecnologias específicas e formas especiais para a desmontagem destrutiva	
Separação parcial ou total dos materiais através da trituração	

Quadro F.5. Estratégia 5.

Fonte: Manzini e Vezzoli (2002).