

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
CELSO SUCKOW DA FONSECA – CEFET/RJ

DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA

DISSERTAÇÃO

ANÁLISE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO COMPÓSITO ECOWOOD: ESTUDO DE  
CASO DE RECICLAGEM

Sidnei Castilhos Rodrigues

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A  
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM TECNOLOGIA

José Antonio Assunção Peixoto, D. Sc.

Leydervan de Souza Xavier, D.C.

Orientadores

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

DEZEMBRO/2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

## SUMÁRIO

|   | Pág. |
|---|------|
| INTRODUÇÃO  | 1    |
| 1.1 - CONTEXTO DO ESTUDO  | 1    |
| 1.2 – OBJETIVOS   | 4    |
| 1.2.1 - OBJETIVO GERAL  | 4    |
| 1.2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS   | 4    |
| 1.3 – JUSTIFICATIVA   | 4    |
| 1.4 – METODOLOGIA   | 5    |
| 1.5 – ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO   | 6    |
| CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA                              | 7    |
| I.1 – DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CONCEITO E EVOLUÇÃO HISTÓRICA                     | 7    |
| I.1.1 – Índice de Sustentabilidade Empresarial  | 10   |
| I.1.2 – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL (Mercado de Carbono)                 | 12   |
| I.1.3 – Problemática Ambiental e Soluções   | 14   |
| I.1.3.1 - O Conceito dos R's  | 17   |
| I.1.3.2 - O Consumo Consciente  | 19   |
| I.1.4 – Lixo, Resíduo e Reciclagem  | 20   |
| I.1.5 – Ecologia Industrial e os Produtos Eco-Eficientes                              | 22   |
| I.1.6 – Produção Mais Limpa – PmaisL  | 26   |
| I.1.7 – Responsabilidade Social   | 28   |
| I.1.8 – Governança Corporativa  | 31   |
| I.1.9 – Sustentabilidade  | 32   |
| I.2 – Normas de Gestão Ambiental NBR ISO Série 14000                                  | 35   |
| I.2.1 – Análise ou Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)                                   | 37   |
| I.3 – Cadeia de Suprimentos   | 41   |
| I.4 – Logística Reversa   | 45   |
| CAPÍTULO II – RECURSOS METODOLÓGICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DAS REPRESENTAÇÕES        | 48   |
| CAPÍTULO III – ANÁLISE ORGANIZACIONAL DA EMPRESA ECOWOOD RIO PLÁSTICOS LTDA.          | 52   |
| III.1 – O Ecowood e o Contexto de Sustentabilidade                                    | 52   |
| III.2 – A Organização   | 54   |
| III.2.1 - Concorrentes  | 59   |
| III.3 – A Relação com os Fornecedores e Clientes no Contexto da Cadeia de Suprimentos | 60   |

|  |     |
|--|-----|
| III. 4 – O Processo de Produção de Ecowood   | 62  |
| III.4.1 – A Aquisição  | 63  |
| III.4.2 – Armazenamento  | 64  |
| III.4.3 – Movimentação para a moagem   | 64  |
| III.4.4 – Moagem   | 64  |
| III.4.5 – Movimentação pós moagem  | 65  |
| III.4.6 – Pesagem  | 66  |
| III.4.7 – Adensamento  | 67  |
| III.4.8 – Extrusão/Intrusão  | 68  |
| III.4.9 – Sistema de Resfriamento  | 70  |
| III.4.10 – Insumos e Fornecedores  | 71  |
| III.5 – Alterações no processo produtivo durante o período de pesquisa   | 75  |
| CAPÍTULO IV - ANÁLISE DA INTERAÇÃO DA ECOWOOD NAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS PRÉ-EXISTENTES SOB A PERSPECTIVA DA ECOLOGIA INDUSTRIAL | 81  |
| IV.1 – Representação das Cadeias de Suprimentos  | 81  |
| IV.1.1 – Critério para análise de casos  | 86  |
| IV.2 – Análise de dois casos de transformação das Cadeias de Suprimentos após a Ecowood  | 86  |
| IV.2.1 – Tapetes São Carlos  | 86  |
| IV.2.2 – Kimberly-Clark (Fraldas)  | 87  |
| IV.3 – Análise dos resultados à luz da Governança Corporativa  | 87  |
| IV.4 - Análise dos resultados à luz da Sustentabilidade  | 87  |
| IV.4.1 - Aspectos quantitativos [Representação dos processos intramuros]   | 87  |
| IV.4.2 - Aspectos qualitativos   | 96  |
| IV.4.3 - Substituição de madeira natural no Estado do Rio de Janeiro   | 96  |
| IV.4.4 – Análise da Cadeia de Suprimento - usando o Conceito dos R's   | 97  |
| IV.5 - Algumas Considerações   | 97  |
| IV.5.1 - Aspectos quantitativos e qualitativos limitados pela escala de produção atual da Ecowood.                               | 98  |
| IV.5.2 – Aspectos relacionados à Cadeia “dinâmica” de Suprimentos  | 98  |
| IV.5.3 - A compensação favorável ou não do transporte  | 98  |
| CONCLUSÕES   | 99  |
| CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO   | 101 |
| REDESENHO DA ORGANIZAÇÃO - ASPECTOS DE MELHORIA DA PRODUÇÃO  | 101 |
| ASPECTOS DE VALOR GERADOS COM A PARCERIA ENTRE A ECOWOOD RIO E O CEFET-RJ  | 101 |

|   |     |
|---|-----|
| CONSIDERAÇÃO EM RELAÇÃO À ALOCAÇÃO FABRIL, ALTERANDO OS FLUXOS DE TRANSPORTE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS | 102 |
| CONSIDERAÇÕES SOBRE O AUMENTO DE PRODUÇÃO   | 102 |
| CONSIDERAÇÕES DE CENÁRIOS: O LIXO NO RIO DE JANEIRO E A LOGÍSTICA LOCAL                               | 103 |
| CONSIDERAÇÕES REFERENTES À APLICAÇÃO DE ACV   | 103 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS  | 104 |
| SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS  | 105 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS  | 106 |

## ANEXOS

- I – CERTIFICAÇÃO DE MANEJO FLORESTAL – FSC
- II - CONSUMO DE MADEIRA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
- III - SOLUÇÕES E REAPROVEITAMENTO DE SOBRAS DE MADEIRA
- IV – DIAGNÓSTICO DO LIXO/RESÍDUOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
- V - RECICLAGEM

## Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

- R696 Rodrigues, Sidnei Castilhos  
Análise do processo de fabricação do compósito ecowood : estudo de caso de reciclagem / Sidnei Castilhos Rodrigues. – 2009.  
xiii, 111f.+ Anexos : il.col. , graf. , tabs. ; enc.
- Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2009.  
Bibliografia : f. 106-111  
Orientadores: José Antonio Assunção Peixoto [e] Leydervan de Souza Xavier.
- 1.Desenvolvimento sustentável 2.Reciclagem- Estudo de casos 3.Ecologia industrial 4.Desenvolvimento organizacional I.Peixoto, José Antonio Assunção(orient.) II.Xavier, Leydervan de Souza (orient.) III.Título.
- CDD 338.927

## Agradecimentos

- Aos meus prezados orientadores José Antonio Assunção Peixoto e Leydervan de Souza Xavier, pela oportunidade e atenção.
- A todos da empresa Ecowood Rio, em especial ao Marcelo Queiroga, João Capistrano, Carlos Lopes e Diogo Lopes, pela cessão de suas instalações, confiança, oportunidade e paciência.
- A todos os professores e funcionários do PPTEC/CEFET que me auxiliaram nesta caminhada.
- Aos professores de disciplinas externas Peter Herman May – CPDA/UFRRJ e Rogério de Aragão Bastos do Valle da COPPE/UFRJ.
- Aos colegas de mestrado que dividiram momentos de angustia, alegria e aprendizado.
- Ao amigo Dejair de Pontes Souza do SAGE/COPPE, pelas aulas do software UMBERTO.
- Aos graduandos de Engenharia de Produção – CEFET-RJ – Diogo Lotta e Fernanda Pires, pelo auxílio na captação de dados e representação do processo de produção de ecowood.
- Aos meus amigos e familiares que de alguma forma me ajudaram neste período.
- Aos professores Carlos Alexandre Duarte e Miguel Marun, pelo exemplo de docência e pelas oportunidades.
- À minha mãe Sonia Castilhos Rodrigues e ao meu pai Wilson Antunes Rodrigues (*in memoriam*), pela educação e tudo mais.
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo suporte financeiro a esta pesquisa.
- A Deus, pela força e oportunidade.

“Nunca deixe que lhe digam que não vale à pena acreditar  
no sonho que se tem, ou que seus planos nunca vão dar  
certo, ou que você nunca vai ser alguém”  
(Renato Russo)

Resumo da dissertação submetida ao PPTEC/CEFET-RJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Tecnologia (M.T.)

ANÁLISE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO COMPÓSITO ECOWOOD: ESTUDO DE CASO DE RECICLAGEM.

SIDNEI CASTILHOS RODRIGUES

Dezembro de 2009

Orientadores: José Antonio Assunção Peixoto, D. Sc,  
Leydervan de Souza Xavier, D.C.

Programa: PPTEC

Esta dissertação tem o propósito de descrever e analisar o processo de produção do compósito ecowood<sup>®</sup> sob a ótica da sustentabilidade, considerando os seus efeitos nas cadeias produtivas geradoras de resíduos e os possíveis desdobramentos da rede de suprimentos associados decorrentes da potencial substituição de madeira tropical pelo produto. O mapeamento de processos produtivos segue a lógica da avaliação de ciclo de vida com as interações entre as empresas e demais atores sociais avaliadas com base em princípios da Ecologia Industrial e Produção Mais Limpa, dentre outros conceito-chave. As representações e balanços parciais de matéria e energia seguem o modelo de redes de Petri, utilizando-se o software UMBERTO. A relevância do tema e as contribuições decorrentes do trabalho se relacionam ao fato de que o produto é singular, incorporando qualidades de sustentabilidade promissoras às atividades de reciclagem, assim como são peculiares as alterações, promovidas por sua participação, nas cadeias produtivas fornecedoras dos resíduos.

Palavras-chave: Análise de Ciclo de Vida (ACV); Reciclagem; Desenvolvimento Sustentável; Sustentabilidade; Madeira Plástica Ecowood; Ecologia Industrial.

Abstract of the dissertation submitted to the PPTEC/CEFET-RJ as part of the necessary requirements for the attainment of the degree of Master in Technology (M.T.)

ANALYSIS OF THE PROCESS OF MANUFACTURE OF COMPOSITION ECOWOOD: STUDY OF RECYCLING CASE.

SIDNEI CASTILHOS RODRIGUES

December / 2009

Supervisors: José Antonio Assunção Peixoto, D. Sc,  
Leydervan de Souza Xavier, D.C.

Program: PPTEC

This dissertation has the intention to describe and to analyze the process of production of the composition ecowood® under the optics of the sustainability, considering their impact on production chains that generate waste and the possible consequences of the associated supply network arising from potential replacement of tropical timber for the product. The mapping of productive processes follows the logic of the evaluation of life cycle and the interactions between the social companies and other social actors are worked on the basis of the Industrial Ecology and Cleaner Production. The representations and partial balance of matter and energy follow the model of Petri nets, using the software UMBERTO. The relevance of the topic and the contributions arising from work related to the fact that the product is unique, incorporating sustainability qualities promising to recycling activities, as are peculiar to the changes promoted by their participation in the production chains that supply the waste.

Keyword: Life Cycle Assessment (LCA); Recycling; Sustainable development; sustainability; Plastic wood Ecowood; Industrial ecology.

## Lista de figuras

|   | Pág. |
|---|------|
| Figura I.1: Representação dos ciclos fechado e aberto de reciclagem. (fonte: adaptado de ALMEIDA, 2006).                          | 23   |
| Figura I.2: Representação dos sistemas abertos, quase fechados e fechados. (Fonte: Adaptado de Almeida, 2006)                     | 25   |
| Figura I.3: Estratégias de Produção Mais Limpa e Minimização de Resíduos. (Fonte: CEBDS, 2003).                                   | 28   |
| Figura I.4: Equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental.  | 33   |
| Figura I.5: Principais estágios do ciclo de vida de um produto (Fonte: Almeida, 2006).  | 39   |
| Figura I.6: Metodologia de Análise de Ciclo de Vida (Fonte: ABNT NBR ISO 14.040)  | 40   |
| Figura I.7: Alguns termos utilizados para descrever a gestão de partes da cadeia de suprimentos. (Fonte: Adaptado de Slack, 2006) | 43   |
| Figura I.8: Foco da atuação da logística reversa (Fonte: Leite, 2003)   | 47   |
| Figura II.1: Exemplo de Rede de Petri.  | 48   |
| Figura II.2: Exemplo de cenário do UMBERTO.   | 49   |
| Figura II.3: Exemplo de Inventário.   | 50   |
| Figura II.4: Descrição dos principais símbolos do cenário do UMBERTO  | 51   |
| Figura III.1: Propaganda do produto Ecowood. [Fonte: ECOWOODRIO, 2008]  | 53   |
| Figura III.2: Vista aérea da empresa Ecowood Rio. (Fonte: Google earth)   | 54   |
| Figura III.3: Mosaico com alguns produtos feitos de ecowood   | 55   |
| Figura III.4: Organograma da empresa Ecowood Rio Plásticos Ltda.  | 59   |
| Figura III.5: Exemplo de declaração de destinação sustentável de rejeitos.  | 60   |
| Figura III.6: Fluxograma de Processos (Fonte: LÓTA, 2009).  | 62   |
| Figura III.7: Placa de identificação do motor do moinho de facas.   | 65   |
| Figura III.8: Depósito de aparas de fraldas já moídas   | 66   |
| Figura III.9: Tambores contendo os insumos com a separação da receita.  | 66   |
| Figura III.10: Adensador Deutschsul, similar ao utilizado pela Ecowood Rio. (fonte: DEUTSCHSUL, 2008).                            | 67   |
| Figura III.11: Motor da rosca que alimenta a bacia da extrusora.  | 68   |
| Figura III.12: Ventoinhas responsáveis pelo controle de temperatura da Rosca.   | 68   |
| Figura III.13: Magazine “porta-moldes” e parte da Rosca.  | 69   |
| Figura III.14: Painel de controle da extrusora.   | 69   |
| Figura III.15: Torre de Resfriamento.   | 70   |
| Figura III.16: Bomba FAMAC, responsável pelo retorno d’água.  | 70   |
| Figura III.17: Ventoinha da marca ANNEMOS, utilizada para resfriamento d’água   | 71   |
| Figura III.18: Selo do Green Building Council (fonte: www.kimberly-clark.com.br)  | 73   |

|   |    |
|---|----|
| Figura III.19: Ponteira moldadora   | 75 |
| Figura III.20: Bacia de resfriamento  | 76 |
| Figura III.21: Trator ou controlador  | 76 |
| Figura III.22: Serra móvel  | 77 |
| Figura III.23: Silos para a separação dos insumos (em reforma)  | 77 |
| Figura III.24: Silos para a separação dos insumos   | 78 |
| Figura III.25: Adensador após a reforma   | 78 |
| Figura III.26: Moinho de facas reformado e com esteira para alimentação   | 79 |
| Figura III.27: Rosca interna do alimentador adensador/extrusora (em reforma)  | 79 |
| Figura III.28: Novo processo montado  | 80 |
| Figura IV.1: Representação da cadeia de suprimentos da empresa Ecowood Rio.   | 81 |
| Figura IV.2: Cadeia produtiva da empresa Tapetes São Carlos – Sem a participação da empresa Ecowood Rio.                                | 82 |
| Figura IV.3: Cadeia produtiva da empresa Kimberly-Clark – sem a participação da empresa Ecowood Rio.                                    | 83 |
| Figura IV.4: Cadeia produtiva da empresa Vicunha Têxtil – sem a participação da empresa Ecowood Rio.                                    | 84 |
| Figura IV.5: Cadeia produtiva da empresa Café Iguaçu – sem a participação da empresa Ecowood Rio.                                       | 84 |
| Figura IV.6: Cadeia produtiva da empresa Hortifruti (representando somente o insumo “coco”) – sem a participação da empresa Ecowood Rio | 85 |
| Figura IV.7: Cadeia produtiva da empresa Tapetes São Carlos, com a inserção da empresa Ecowood Rio.                                     | 86 |
| Figura IV.8: Cadeia produtiva da empresa Kimberly-Clark, com a inserção da empresa Ecowood.   | 86 |
| Figura IV.9: Representação do cenário da empresa Ecowood Rio no Software UMBERTO.   | 89 |
| Figura IV.10: Pasta materiais insumos da janela de materiais do software UMBERTO.   | 90 |
| Figura IV.11: Gráfico de setores representando a composição do ecowood.   | 91 |
| Figura IV.12: Pasta energia da janela de materiais do software UMBERTO.   | 92 |
| Figura IV.13: Pasta produtos da janela de materiais do software UMBERTO.  | 92 |
| Figura IV.14: Pasta emissões da janela de materiais do software UMBERTO.  | 93 |
| Figura IV.15: Especificações do processamento (T1), referente à moagem. (UMBERTO)   | 93 |
| Figura IV.16: Especificações do processamento (T2), referente ao adensamento. (UMBERTO)   | 94 |
| Figura IV.17: Especificações do processamento (T3), referente à extrusão. (UMBERTO)   | 95 |

## Lista de Gráficos

|  | Pág. |
|--|------|
| Gráfico I.1: Comparação de rentabilidade entre o Fundo Ethical e o Ibovespa. (BANCO REAL, 2009). | 11   |

## Lista de tabelas

|  | Pág. |
|--|------|
| Tabela I.1: Comparação de rentabilidade entre o Fundo Ethical e outros indicadores econômicos. (BANCO REAL, 2009). | 12   |
| Tabela III.1: Especificações técnicas da ventoinha utilizada na torre de resfriamento. (fonte: ANNEMOS, 2008).     | 71   |
| Tabela III.2: Insumos, fornecedores regulares e proporção da receita de ecowood.                                   | 72   |

## Lista de abreviações

| <b>Abreviatura</b> | <b>Significado</b>   |
|--------------------|--|
| ABIPA              | Associação Brasileira da indústria de painéis de madeira                 |
| ABNT               | Associação Brasileira de Normas Técnicas                                 |
| ACV                | Avaliação de Ciclo de Vida   |
| AICV               | Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida                                    |
| ALERJ              | Assembléia legislativa do estado do Rio de Janeiro                       |
| ANA                | Agência Nacional de Águas  |
| BRDE               | Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul                         |
| CDS                | Comissão para o Desenvolvimento Sustentável                              |
| CEBDS              | Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável       |
| CERs               | Reduções Certificadas de Emissão   |
| CLM                | Concil of Logistic Management  |
| COMLURB            | Companhia Municipal de Limpeza Urbana                                    |
| CONAMA             | Conselho Nacional do Meio Ambiente                                       |
| CNTL               | Centro Nacional de Tecnologias Limpas                                    |
| CV                 | Cavalo-Vapor   |
| DEDS               | Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável                    |
| ECOPROFIT          | Ecological Project for Integrated Environmental Technologies             |
| EDS                | Educação para o Desenvolvimento Sustentável                              |
| EPA                | Environmental Protection Agency  |
| EPI                | Environmental Performance Indicator                                      |
| EPT                | Educação para Todos  |
| FEEMA              | Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente                         |
| GCS                | Gerenciamento da cadeia de Suprimentos                                   |
| GEE                | Gases de Efeito Estufa   |
| GLP                | Gás Liquefeito de Petróleo   |
| GM                 | General Motors   |
| GRI                | Global Reporting Initiative  |
| HP                 | Horse Power  |
| IBAMA              | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| IBASE              | Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas                    |
| IBGC               | Instituto Brasileiro de Governança Corporativa                           |
| IMAFLOA            | Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola                  |
| IMAZON             | Instituto para o Homem e Meio Ambiente da Amazônia                       |
| IPCC               | Intergovernmental Panel on Climate Change                                |

|        |  |
|--------|--|
| ISE    | Índice de Sustentabilidade Empresarial                               |
| ISO    | International Organization for Standardization                       |
| IUCN   | International Union for Conservation of Nature and Natural Resource  |
| MCT    | Ministério da Ciência e Tecnologia                                   |
| MDL    | Mecanismo de Desenvolvimento Limpo                                   |
| MIT    | Massachussetts Institute of technology                               |
| MPI    | Management Performance Indicator                                     |
| NBR    | Norma Brasileira   |
| NR's   | Normas Regulamentadoras  |
| ONG's  | Organizações Não Governamentais                                      |
| ONU    | Organização das Nações Unidas  |
| OPI    | Operational Performance Indicator                                    |
| PDCA   | Plan, Do, Check, Action  |
| PE     | Polietileno  |
| PEAD   | Polietileno de Alta Densidade  |
| PEBD   | Polietileno de Baixa Densidade                                       |
| PMA    | Projeto Para o Meio Ambiente   |
| PmaisL | Produção Mais Limpa  |
| PNQ    | Prêmio Nacional da Qualidade   |
| PNUMA  | Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente                      |
| PP     | Polipropileno  |
| PP     | Programa de Prevenção à Poluição                                     |
| RdP    | Redes de Petri   |
| SAI    | Social Accountability International                                  |
| SER    | Responsabilidade Social Empresarial                                  |
| SEBRAE | Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas             |
| SENAI  | Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial                          |
| SETAC  | Society of Environmental Toxicology and Chemistry                    |
| SGI    | Sistemas de Gestão Integrados  |
| TNT    | Tecido Não Tecido  |
| UNEP   | United Nations Environment Program                                   |
| UNESCO | Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura |

## INTRODUÇÃO

### 1.1 - CONTEXTO DO ESTUDO

O que fazer com o volume de rejeitos provenientes do incremento das atividades produtivas e mercadológicas conduzidas de forma insustentável? Frente à capacidade da natureza de suprir as necessidades de consumo da sociedade, isto se torna um problema que demanda solução eficientemente planejada, implementada e monitorada para avaliação do desempenho.

Seguindo a tendência da pressão mundial em atender as expectativas sócio-ambientais, em alguns países como a Alemanha, Holanda e Suécia as empresas são consideradas responsáveis pelos impactos produzidos na natureza e no bem estar da sociedade relativos aos seus produtos até mesmo após a vida útil a que foram gerados, assumindo esta responsabilidade preferencialmente através de acordos voluntários, tendo assim o acréscimo de participação na preocupação com o descarte desses produtos, agora rejeitos, na natureza. (CHEHEBE, 1997).

A Ecologia Industrial, conceito apresentado mais adiante, invoca a percepção de que os sistemas industriais são subsistemas da natureza, no sentido em que necessitam de recursos, provocando e despejando resíduos durante e após o processo produtivo. Neste contexto, é preciso aprimorar os processos industriais com o foco em reduzir a necessidade de recursos naturais e reduzir a quantidade de resíduos, com o intuito de tornar o ciclo de materiais retirados da natureza o mais fechado possível.

“Todo produto, não importa de que material seja feito, madeira, vidro, plástico, metal ou qualquer outro elemento, provoca um impacto no meio ambiente, seja em função de seu processo produtivo, das matérias-primas que consome, ou devido ao seu uso ou disposição”. (CHEHEBE, 1997).

O desequilíbrio, em relação ao volume de resíduos produzidos, traz sérios riscos à preservação ambiental, comprometendo a Qualidade de Vida das gerações vindouras. Neste compasso, nos níveis de exploração atual e descarte inconseqüente de resíduos nocivos ao meio ambiente, o mundo caminha para a redução e comprometimento de seus recursos naturais, como água, energia, ar e solo, em ritmo mais acelerado que a capacidade do planeta em absorvê-lo. Hoje em dia o planeta não consegue renovar o que se consome, segundo o Relatório Planeta Vivo 2008, divulgado pela instituição WWF-Brasil, a Pegada Ecológica

Global, ferramenta que visa a conscientização através da comparação do nível de consumo e descarte atual com o tolerável pelo meio ambiente, é 30% superior à capacidade de regeneração ambiental do planeta. (WWF-Brasil, 2009). Então é preciso repensar os padrões de produção, objetivando o consumo sustentável, por exemplo, através do uso de fontes de energia menos poluidoras, diminuindo a produção de lixo e reciclando o máximo possível, além de rever quais produtos e bens são realmente necessários para alcançar o bem-estar. É possível e é permitido aos países crescer economicamente, desde que não repitam perenemente um modelo predatório, buscando alternativas para gerar riquezas sem promover, por exemplo, a destruição de florestas ou a contaminação das fontes de água. (RODRIGUES, S.C.; PEIXOTO, J.A.A.; XAVIER, L.S, 2009).

Neste contexto, a madeira se torna um símbolo no movimento para a conquista de um mundo mais justo e sustentável. Presente de forma quase universal e imemorial em todas as épocas da sociedade humana, como base para o desenvolvimento tecnológico em cada uma delas, permanece como uma fonte de matéria-prima renovável, cuja utilização também se renova pelo desenvolvimento e desdobramento de novos projetos de produtos. Nesse processo histórico, persistem, de forma local e global, vários problemas referentes às deficiências no planejamento e condução dos processos de extração, uso e despejo. Sendo assim, embora potencialmente renovável, a sua produção ainda é alvo de ilegalidade e desrespeito ao meio ambiente. No caso da produção de carvão, um uso menos nobre para muitas espécies vegetais, além dos problemas ambientais, acrescenta-se o drama de problemas sociais, como o do trabalho infantil em carvoarias. (ACERTANDO O ALVO, 1999). A madeira é um material orgânico, portanto apodrece. O despejo inconsequente de sobras de processamentos de madeira pode contaminar o solo e conseqüentemente os lençóis freáticos.

Outra fonte de problemas ocorre com o plástico. O plástico é um produto derivado do petróleo e também tem importante papel no desenvolvimento tecnológico e social, porém, devido ao seu elevado tempo de decomposição e de ser produto de fonte não renovável, seu despejo inconsequente pode se tornar um passivo ambiental, no que tange o agrave de desastres ambientais majorados pelo descarte de forma incorreta em caminhos de escoamento d'água, como em rios e galerias de esgoto.

Neste contexto as fibras também podem ocasionar problemas ao serem descartadas. As fibras que podem resultar de materiais naturais como o algodão, a celulose, o coco, entre outros, e também de materiais sintéticos provenientes do petróleo. O problema relacionado às fibras está associado à dificuldade de retornar ao ciclo produtivo e também no descarte de produtos como o coco que apodrecem, podendo contaminar solo e água.

As alternativas em relação à destinação correta seguem a lógica do Conceito dos R's, conceito apresentado mais adiante, porém é preciso salientar para a possibilidade de contaminação desses plásticos, o que restringe as alternativas de reuso. Se as possibilidades de coleta seletiva de lixo e reciclagem fossem exploradas adequadamente, os impactos produzidos pelo descarte de plástico poderiam ser minimizados, porém, como na realidade isto não ocorre, cresce o passivo ambiental, na forma de aterros sanitários ou em outros sítios, de forma generalizada. Tanto o plástico e as fibras, quanto a madeira estão diretamente relacionados com o produto "ecowood", objeto base deste estudo. O plástico, em função de mais uma alternativa promissora de destinação responsável, aumentando a sua vida útil e, a madeira, em razão da possibilidade de redução da demanda do produto natural por sua substituição pelo produto "ecowood".

O ecowood® é um compósito, fruto do resultado do reaproveitamento de resíduos industriais de diversas cadeias produtivas, como de fraldas descartáveis, tapetes, coco, café, plásticos diversos, entre outros, respeitando a proporção de 20% a 40% de fibras e 60% a 80% de plástico. Sua fabricação consiste no preenchimento de moldes, através de um processo de intrusão, utilizando calor e pressão. Este produto, chamado também de madeira plástica, é substituto da madeira natural, tanto pela sua semelhança como pela aplicabilidade e tem vocação sustentável no que tange ao reaproveitamento de resíduos, agora matéria, que seriam, em sua maioria, despejados em lixões, aterros sanitários, ou até de forma inconseqüente no meio ambiente, e também pela sua potencial substituição à madeira natural, o que poderia reduzir a retirada e o consumo de madeira, parte dela ilegal, auxiliando no combate ao desmatamento, favorecendo o equilíbrio da natureza. Neste contexto, se faz necessário investigar o quanto sua produção afeta o meio ambiente.

Esta dissertação tem como objeto de pesquisa o sistema de produção do produto ecowood® e seus impactos na sociedade. O ambiente empírico de pesquisa é a Empresa Ecowood Rio Industrial Plásticos, localizada no Município de Duque de Caxias – RJ. A empresa foi escolhida pela singularidade de seu produto, que altera o fluxo de materiais das cadeias produtivas preexistentes afetadas. A parceria do CEFET com a Ecowood Rio, para o desenvolvimento desta dissertação, resulta de uma parceria apoiada pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ, no Programa de Apoio às Engenharias (Edital nº25 / 2008). Esta dissertação, pela singularidade do produto e pelo pertinente período de pesquisa, em consonância com o período de transformações e adaptações do processo produtivo, também mostra a dificuldade de uma empresa brasileira no processo de inovação.

## **1.2 - OBJETIVOS**

Para esta dissertação estabeleceram-se os seguintes objetivos gerais e específicos:

### **1.2.1 – Objetivo Geral**

O objetivo central é o de descrever e analisar o processo de produção do compósito ecowood® sob a ótica da sustentabilidade, considerando os seus efeitos nas cadeias produtivas geradoras de resíduos e os possíveis desdobramentos para a geração e uso de resíduos sólidos decorrentes da potencial substituição de madeira tropical pelo produto.

### **1.2.2 – Objetivos Específicos**

Realizar o mapeamento de processos produtivos seguindo a lógica da avaliação de ciclo de vida.

Representar os balanços parciais de matéria e energia conforme o modelo de redes de Petri, utilizando o software UMBERTO.

Identificar e interpretar as interações entre as empresas e demais atores sociais com base na Ecologia Industrial e na Produção Mais Limpa.

Descrever e discutir a natureza do produto e de seu processo produtivo, na perspectiva de que constituem características promissoras para a sustentabilidade, considerando-se as cadeias de suprimento previamente existentes.

## **1.3 - JUSTIFICATIVA**

O esforço de prospectar e compilar as iniciativas nacionais existentes de boas práticas de produção se justifica pela escassez de sistemas de informações oficiais ou da sociedade civil organizada que sirvam de base, por exemplo, para pesquisa científica. As possíveis soluções ou tecnologias estão, freqüentemente, pulverizadas nas condutas e atitudes espontâneas das empresas que utilizam rejeitos como insumo.

O processo de produção do compósito “ecowood” utiliza plásticos, serragem de madeira e outros rejeitos que, em sua maioria, seriam destinados aos aterros sanitários ou despejados no meio ambiente de forma inseqüente. Esse processo implica no movimento de se desviar rejeitos industriais destinados ao descarte em aterros sanitários ou outros locais, por vezes impróprios e dar-lhes uma sobrevida com a formação de um novo produto, dentro de uma rede de reciclagem, fato esse que interessa diretamente ao campo da Ecologia Industrial. No

entanto, as práticas tidas, à primeira vista, como soluções sustentáveis podem ser problemáticas em outras esferas, como por exemplo, o consumo de energia elétrica ou a emissão de poluentes nos processos e no transporte, tornando necessária e recomendável uma crítica mais ampla como as que são alcançadas, por exemplo, com a avaliação de ciclo de vida (ACV).

A realização de ACV integral é tarefa extensa e complexa, que transcende o escopo desta dissertação. Não havendo, para esse caso, um inventário pré-existente das grandezas físicas indispensáveis, nem o mapeamento das cadeias de suprimentos acionadas e dos processos produtivos envolvidos, é preciso antes superar essas etapas para se viabilizar a ACV completa desejada. É nessa perspectiva de contribuir com a futura realização de uma ACV completa que se organiza a metodologia deste trabalho.

#### **1.4 - METODOLOGIA**

Para a realização desta dissertação, trata-se, no primeiro momento, dos conceitos relativos à sustentabilidade, envolvendo consumo, produção mais limpa, ecologia industrial, eco-eficiência e reciclagem e buscam-se suas inter-relações com as práticas cotidianas, com base em estudos recentes de associações e organizações voltadas para as questões socioambientais, como Imazon, Imaflora, WWF-Brasil e institutos responsáveis pela regulamentação, como Ibama e Feema. Em seguida, realiza-se uma pesquisa de campo para coleta de dados para representação da cadeia de suprimentos e do processo produtivo do compósito Ecowood, na própria empresa Ecowood Rio Industrial Plásticos Ltda, localizada no município de Duque de Caxias/RJ. O propósito, deste estudo de caso, é a preparação de cenário, com o macro-levantamento do processo produtivo e da cadeia produtiva, para a aplicação futura da técnica de ACV, compreendendo quatro etapas abordadas pela Norma ISO 14040, Objetivo e Escopo; Análise de Inventário; Avaliação de Impacto; e Interpretação. (CHEHEBE, 1997).

A análise prevista na pesquisa se limita à produção de apenas uma composição de ecowood. Procura-se escolher um determinado produto com proporções de matérias-primas previamente definidas, escolha essa baseada na demanda de produção expressiva no período de coleta de dados, compreendido entre outubro de 2008 e janeiro de 2009. Esta decisão se justifica pelo fato do processo de produção do produto ecowood poder utilizar uma gama praticamente ilimitada de insumos, sendo preciso restringir, por questões de viabilidade de pesquisa, o universo de elementos envolvidos.

## 1.5 – ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esta dissertação está dividida em 8 partes:

Na introdução são apresentados o contexto do estudo, a caracterização da motivação do estudo, os objetivos, a metodologia que norteou o desenvolvimento da dissertação e a organização do trabalho.

No Capítulo I, apresenta-se o referencial teórico referente ao Desenvolvimento Sustentável, envolvendo seu conceito e evolução histórica, assim como alguns mecanismos utilizados para o seu alcance, que são explorados para contextualizar e fundamentar o desenvolvimento desta dissertação.

No Capítulo II, apresenta-se a metodologia utilizada para a descrição e representação da análise do processo produtivo da empresa Ecowood Rio.

No Capítulo III, é apresentada a análise organizacional, primeiramente no contexto sustentável e posteriormente o detalhamento do seu processo produtivo.

No Capítulo IV, é apresentada a interação da Empresa Ecowood nas cadeias de suprimentos pré-existentes, destacando dois casos de transformação. Neste mesmo capítulo, são apresentadas algumas análises quantitativas e qualitativas e algumas considerações.

Na Conclusão, encontra-se a discussão sobre a dissertação, incluindo suas contribuições e outras considerações.

Após a conclusão, apresentam-se as referências bibliográficas que nortearam o estudo.

Ao final, os anexos complementam o estudo com referências à certificação de manejo florestal; o consumo de madeira no Estado do Rio de Janeiro, incluindo as soluções sustentáveis para o reaproveitamento de sobras de madeira; um estudo sobre reciclagem; e um estudo sobre o diagnóstico do lixo/resíduo no Estado do Rio de Janeiro, incluindo um mapa legislativo atual.

## CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO

### I.1 – DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CONCEITO E EVOLUÇÃO HISTÓRICA

Desenvolvimento sustentável é o esforço voltado a garantir as mesmas ou melhores condições de vida para as gerações vindouras, levando em consideração as pessoas e o meio em que vivem.

O conceito de desenvolvimento sustentável, objeto em franca construção conceitual e prática, envolve o relacionamento da sociedade com o ambiente garantindo sua própria continuidade e a de seu meio externo. Ainda não há a definição formal aceita sem conflitos, porém existe um certo grau de consenso relacionado às necessidades de redução da poluição ambiental, redução dos desperdícios e do índice de pobreza. (BARONI, 1992; BELLEN, 2007; ABRANTES, 2005).

A Ex-Ministra do Meio Ambiente – Marina Silva, em novembro de 2006, na 84ª Reunião Ordinária do CONAMA, expressa seu entendimento sobre a necessidade de repensarmos o desenvolvimento em prol da sustentabilidade. "Que o meio ambiente não seja visto como mais uma camada de dificuldade para o desenvolvimento, mas como a única forma do desenvolvimento ser de fato sustentável para todos os segmentos da sociedade". (CONAMA, 2009).

Para Bellen (2007, p.23) "o conceito de desenvolvimento sustentável provém de um (...) processo histórico de reavaliação crítica da relação existente entre a sociedade civil e seu meio natural. Por se tratar de um processo contínuo e complexo, observa-se hoje que existe uma variedade de abordagens que procura explicar o conceito" e essa variedade pode ser demonstrada pelo número de definições presentes na literatura. A utilização do termo ocorreu em 1980 no documento *World Conservatin Strategy* pela *International Union for Conservation of Nature and Natural Resource* (IUCN), esse documento relata que para ser sustentável o desenvolvimento deve considerar três dimensões: social, ecológica e econômica. (BELLEN, 2007).

Silva e Mendes (2005) também abordam a questão histórica na construção do conceito de sustentabilidade e apontam o vínculo do conceito com a manutenção e existência dos recursos naturais possibilitando a continuidade das futuras gerações, propondo repensar o ritmo do desenvolvimento das sociedades imposto pelo sistema capitalista. Com o passar dos anos, o termo evoluiu e segundo Pronk e ul Haq (1992 apud BELLEN, 2007), o

desenvolvimento é sustentável quando proporciona justiça social sem privilegiar alguns e sem prejudicar o meio ambiente respeitando sua capacidade de regeneração.

Para Dahl (1997) apud Bellen (2007), este termo é carregado de valores e está relacionado fortemente aos princípios, a ética, as crenças e os valores que fundamentam uma sociedade e sua concepção de sustentabilidade.

A sociedade e o meio ambiente sofrem constantes mudanças no âmbito tecnológico e cultural, acarretando alterações nas necessidades de uma sociedade sustentável. Por tanto, o conceito de desenvolvimento sustentável deve ser dinâmico visando atender a sociedade. (BOSSSEL, 1999 apud BELLEN, 2007).

Os estudos acerca do desenvolvimento sustentável apresentam em geral, as dimensões: ambiental, social e econômica como base. Mas, segundo Sachs (1997) apud BELLEN 2007) o conceito de desenvolvimento sustentável apresenta cinco dimensões, acrescentando as questões geográficas e culturais, as já citadas. Os autores Lage & Barbieri (2001) acrescentam mais duas dimensões, além das citadas, que são: tecnológica e política.

No século XX, sobretudo após a reconfiguração das fronteiras nacionais decorrentes das Grandes Guerras, registra-se que a acentuada acumulação de conhecimento tecnológico propiciou a produção e disseminação de bens de consumo, segundo a lógica do capitalismo aplicada em escala global. O desenvolvimento econômico era, então, a diretriz prevalente e, assim, o sistema financeiro instaurado passa a afetar tudo que se constrói, planeja e decide dentro dos territórios. Esse fenômeno, geralmente denominado por globalização, promoveu o aumento da desigualdade social. (RATTNER, 2000).

A racionalidade técnica que produziu e sustentou essa concepção de desenvolvimento pressupunha poder, pelo uso ainda mais intensivo e abrangente dos mesmos recursos tecnológicos, superar os problemas sócio-econômicos produzidos, sem que a chamada questão ambiental emergisse como significativa. (ZANINI, 1983; RATTNER, 2004).

Ainda no século XX a globalização, apropriada pelos modelos econômicos, já se apresenta, para o senso comum, progressivamente como objeto da preocupação sócio-ambiental. O cidadão comum – em diversas latitudes começa a perceber que a dimensão de seus atos, cumulativamente, também pode ter efeitos globais. Efeitos esses, percebidos no campo social, econômico e ambiental, de forma particular em cada região, mas conectado ao planeta, com um todo. Torna-se, cada vez mais, notório que a produção industrial é a grande responsável pela degradação ambiental, contudo havia degradação ambiental antes da industrialização, porém nesta época a população do planeta era bem menor, sendo possível aos povos emigrar de áreas degradadas, deixando a cargo da natureza a sua regeneração. Com

o aumento populacional, essa atitude evasiva não é mais possível, trazendo paulatinamente a preocupação em preservar o meio ambiente para a perenidade da espécie humana. (ALMEIDA, 2006; LIMA, 2006; RATTNER, 2007).

Com o tempo, ainda no século XX, a preocupação com o futuro, pelo aguçamento da percepção de risco, se avizinha de ser uma coerção social, através da proposta de mudança de comportamento das pessoas e das organizações. Emerge, então, o pensamento sustentável, como lastro crítico para orientar e viabilizar a concepção e práticas sustentáveis. Isso se manifesta na produção de legislação local e de dispositivos reguladores mundiais, exercendo influência na educação escolar e fora da escola, na legislação e nas práticas cotidianas. Lentamente, como é próprio da sedimentação cultural, a consciência coletiva passa a tomar corpo nas últimas décadas, impulsionando a mobilização dos atores sociais no sentido de repensar as práticas visando ao chamado desenvolvimento sustentável. (RODRIGUES; PEIXOTO; XAVIER, 2008).

Assim também ocorre com as instituições e as organizações, de modo que nos últimos anos, se fazem crescentes a atenção e a adesão de empresas e entidades ao tema Responsabilidade Social.

A partir dos anos 70, as iniciativas de alcance global visando à Responsabilidade Sócio-Ambiental tiveram início com a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, em Estocolmo no ano de 1972, que resultou no PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. O PNUMA faz parte da Organização das Nações Unidas (ONU) e tem como objetivo atuar ativamente na concepção de proteção e conservação do meio ambiente de forma internacional, informando as nações, divulgando boas práticas e estabelecendo políticas a fim de aumentar a qualidade de vida sem comprometer as gerações vindouras. Já em 1987, a ONU publica o relatório Brundtland, indicando a pobreza nos países do sul e o consumismo extremo nos países do norte como as causas fundamentais da insustentabilidade do desenvolvimento e das crises ambientais. Ainda em 1987, foi gerado o Protocolo de Montreal, que trata-se de um acordo mundial visando a proteção da Camada de Ozônio. As principais medidas em relação às mudanças climáticas surgiram em 1988, quando foi realizada no Canadá a Conferência Mundial sobre Mudanças Atmosféricas. O principal fruto dessa conferência foi o surgimento da necessidade da adoção de uma convenção mundial sobre as mudanças climáticas, impulsionada também pelo PNUMA. Neste contexto, em 1988, surge o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*), constituído por 2500 técnicos e cientistas de diversos países, com a finalidade de respaldar, com base científica, as discussões sobre o assunto. Com a necessidade de elaborar diretrizes para o desenvolvimento sustentável, é realizada no Rio de Janeiro, em 1992, a segunda Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e

Desenvolvimento, conhecida como Eco 92, quando é gerada a Agenda 21, que trata de diretrizes para o desenvolvimento sustentável para o século XXI. Em relação ao modelo de desenvolvimento predatório, foi gerado o Protocolo de Quioto, assinado em 1997 no Japão, se tratando de um acordo internacional de redução das emissões de Gases de Efeito Estufa, principalmente pelos países mais desenvolvidos. Os eventos subseqüentes relacionados a ECO 92 são o Rio + 10, realizado em Joanesburgo na África do Sul, em 2002 e o Rio + 15, realizado no Rio de Janeiro, onde a Cúpula Mundial Sobre o Desenvolvimento Sustentável discutiu a avaliação e os desdobramentos da Conferência realizada em 1992. (MAY, 2003; ANA, 2009).

Entre as iniciativas que se desdobram vinculadas à questão ambiental, há as que associam os ativos financeiros às suas conseqüências sócio-ambientais e procuram determinar e evidenciar *um valor de sustentabilidade*, em contraste com os valores tradicionais, exclusivamente econômicos. Desta forma, a organização de fundos de investimento e de regulações para a comercialização de títulos e ações de empresas passa a incorporar esses novos valores. Isto implica uma avaliação diferente sobre a conduta das empresas e seu valor, não só para acionistas, mas agora, também, para os chamados **stakeholders**. *Stakeholders* é o nome que se dá às pessoas e organizações interessadas e afetadas pelas atividades da empresa, ou seja, acionistas, funcionários, governo, sociedade, comunidade adjacente, entre outros. (KOTLER, 2000).

Há, entretanto, outras iniciativas cujo objeto e escala de influência são os conjuntos de empresas dos países como um todo. Nesse caso, independente da percepção e comercialização do valor econômico das empresas, o interesse se volta para a efetiva e pronta redução de impactos ambientais negativos. A seguir serão apresentados dois casos com que se ilustram essas ações.

### **I.1.1 Índice de Sustentabilidade Empresarial**

Segundo o Instituto Akatu, em dezembro de 2005, foi lançado na Bolsa de Valores de São Paulo o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE), uma carteira de ações que reúne empresas com reconhecido comprometimento com a responsabilidade social e a sustentabilidade empresarial. O ISE, em cinco meses, teve uma valorização de mais de 18%. A percepção do mercado é de que essas empresas geram maior valor para o acionista no longo prazo, pois estão mais preparadas para enfrentar riscos econômicos, sociais e ambientais. Portanto, esse movimento em prol do desenvolvimento sustentável vem sendo absorvido pelo setor privado e tende a reverter em ações benéficas à sociedade como um todo. (INSTITUTO AKATU, 2006).

Neste sentido, mesmo antes da Bolsa de Valores de São Paulo, o banco privado ABN AMRO *Bank*, detentor do Banco Real, lançou em 2001 o Fundo *Ethical* - Investimento Socialmente Responsável. O fundo baseia-se na composição de uma carteira de investimento formada por empresas socialmente responsáveis, nos parâmetros de Governança Corporativa, de boas práticas sociais e de proteção ao meio-ambiente. O público-alvo são investidores dispostos a investir em ações de empresas socialmente responsáveis, no mercado de valores. Segundo o gráfico I.1, investir em empresas socialmente responsáveis é um negócio rentável.

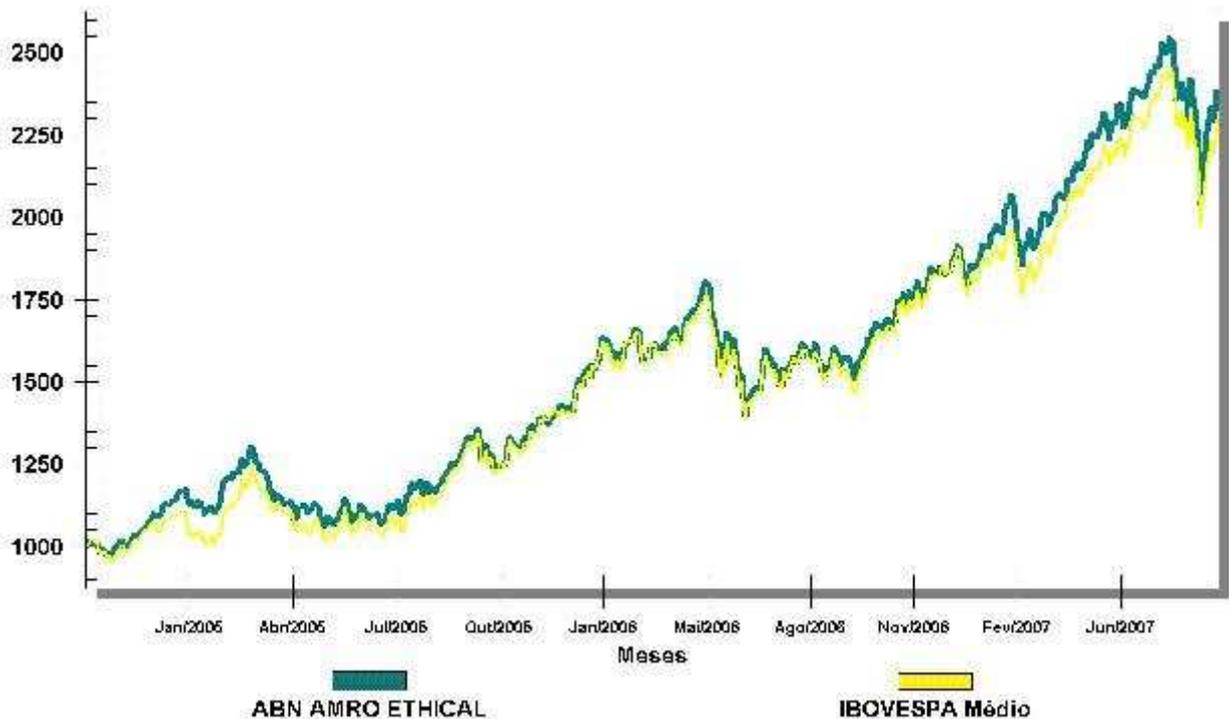


Gráfico I.1: Comparação de rentabilidade entre o Fundo Ethical e o Ibovespa. (BANCO REAL, 2009).

A tabela I.1 mostra uma variação muito semelhante entre o Fundo *Ethical* e o Ibovespa, mas o investimento em empresas socialmente responsáveis ainda supera a bolsa de valores de São Paulo no período de 36 meses. Do seu lançamento em novembro de 2001, até maio de 2008, a rentabilidade acumulada do Fundo *Ethical* foi de 578,2%, bem superior ao Ibovespa, que ficou em 490,6%. (BANCO REAL, 2009).

A carteira do Fundo Ethical do Banco ABN é composta por 32 empresas e a carteira do ISE Bovespa é composta por 43 empresas. Apenas 11 empresas estão contidas nas duas carteiras, que são: Bradesco, Cemig, Dasa, Duratex, Itaú.SA, Light, Natura, Sabesp, Telemar, Usiminas e Vivo, que juntas representam mais de 48% da carteira sustentável da Bovespa. As curiosidades ficam por conta da ausência da Petrobras de ambas as carteiras e também em relação às empresas Vale do Rio Doce e CSN, por só constarem na carteira do Banco ABN.

| Rentabilidade Acumulada     |        |         |          |          |          |
|-----------------------------|--------|---------|----------|----------|----------|
|                             | 2006   | 2007    | 12 meses | 24 meses | 36 meses |
| <b>ABN AMRO ETHICAL</b>     | 32,56  | 36,94   | 64,53    | 92,72    | 161,47   |
| <b>IBOVESPA Médio</b>       | 33,73  | 35,88   | 65,79    | 92,84    | 159,39   |
| <b>IGC MED</b>              | 40,88  | 35,12   | 66,66    | 114,32   | 234,78   |
| <b>ISE Médio</b>            | 37,01  | 25,08   | 49,72    | -        | -        |
| <b>Patrimônio (R\$ mil)</b> | 80.429 | 233.394 | 197.603  | 134.650  | 106.214  |

Tabela I.1: Comparação de rentabilidade entre o Fundo *Ethical* e outros indicadores econômicos. (BANCO REAL, 2009).

É possível que, embora as empresas que compõem essa carteira pratiquem ações de cunho sócio-ambiental, elas não necessariamente apresentam programas sustentáveis de produção e desenvolvimento. Algumas dessas empresas atendem as questões legais e desenvolvem programas de responsabilidade social, o que nem sempre é suficiente para alcançar o Desenvolvimento Sustentável, mas já mostram boas práticas de governança. (LEVEK, 2004).

A pressão social por intervenções orientadas à preservação ambiental de emprego imediato no sistema produtivo, de um lado, e a resistência e inércia dos agentes produtivos para se modificarem no curto prazo, pelo outro, levaram à concepção de mecanismos compensatórios, como forma de mediação entre as demandas sócio-ambientais e a forma de produção dominante. O tratamento do chamado efeito estufa é o exemplo mais notável desse movimento. (CHEHEBE, 1997; MAY, 2003).

### I.1.2 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL (Mercado de Carbono)

O efeito estufa é formado pela concentração, com certo equilíbrio, de alguns gases na atmosfera, que há milhares de anos proporciona as condições favoráveis de sobrevivência na Terra. Segundo algumas correntes de pesquisa, sem a proteção desses gases a temperatura média do planeta, que é de 15°C, estaria por volta de 17°C negativos e nessa temperatura toda água da superfície do planeta estaria congelada e toda a superfície do planeta estaria sujeita a intensas variações de temperatura entre o dia e a noite, como ocorre nos desertos. Os gases vapor d'água (H<sub>2</sub>O), ozônio (O<sub>3</sub>, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), clorofluorcarbonos (CFCs), hidrofluorcarbonos (HFCs) e perfluorcarbonos (PFCs), são os principais Gases de Efeito Estufa (GEE). (MAY, 2003)

O tema de discussão atual é que a atividade humana, acelerada principalmente pelo desenvolvimento industrial, tem alterado a concentração desses Gases de Efeito Estufa na

atmosfera, proporcionando o aquecimento global. Parte desse desequilíbrio é fruto da emissão de gases gerada pela queima de combustíveis fósseis que alteram a relação de carbono na atmosfera.

Segundo May (2003), o aquecimento global interfere no sistema climático do planeta, trazendo conseqüências que podem ser irreversíveis e até catastróficas para os ecossistemas, a diversidade biológica e, portanto, para a sociedade. As previsões otimistas estimam um aumento médio de temperatura global em torno de 1,5°C, e as pessimistas chegam a 5,8°C em 100 anos, dependendo das alterações do cenário de emissões e modelos de matrizes energéticas adotados. O autor ainda aponta os setores metalúrgico, siderúrgico, de cimento e de transportes, como os principais emissores de GEE.

Entre as conseqüências possíveis do aquecimento global e das mudanças climáticas, figuram o derretimento das calotas polares e, por conseqüência, a elevação do nível dos oceanos, o que provocaria sérios danos às regiões litorâneas; as mudanças nos regimes de chuvas, intensificando os fenômenos climáticos extremos, como furacões, ciclones e tempestades tropicais; a intensificação da desertificação e o aumento da dificuldade de acesso à água potável. (MAY, 2003).

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é uma ferramenta ou mecanismo de apoio à conquista das metas de mitigação de emissões de GEE pelos países desenvolvidos. O MDL consiste em permitir que os países desenvolvidos possam auxiliar na implementação de tecnologia de desenvolvimento limpo nos países em desenvolvimento, para que eles não repitam o modelo predatório utilizado até então. Esse mecanismo permite que os países contabilizem para si unidades de redução de emissão de GEE e seqüestro de carbono, tanto pela aquisição das Reduções Certificadas de Emissão (CERs), descritas no Artigo 17 do Protocolo de Quioto, como também, por intermédio de investimentos em projetos em outros países, pois não importa a origem das emissões de GEE, tendo em vista que a poluição gerada tem caráter inerentemente global. Neste sentido, abre-se a possibilidade de comercialização de certificados sobre a redução na emissão de carbono, criando assim o mercado de carbono. (MAY, 2003; MCT, 1998).

De acordo com o Protocolo de Quioto consolidado em um documento assinado voluntariamente pelos países signatários em 1998, estabelece-se uma negociação para a redução de emissões de GEE, principalmente pelos países desenvolvidos descritos no Anexo I do Protocolo, nos anos de 2008 a 2012, para níveis de emissões do ano de 1990. A transcrição do 1º parágrafo do Artigo 3º do Protocolo de Quioto serve para elucidar e sintetizar seu caráter em benefício do meio ambiente. (MCT, 1998).

As Partes incluídas no Anexo I devem empenhar-se em implementar políticas e medidas a que se refere este Artigo de forma a minimizar efeitos adversos, incluindo os efeitos adversos da mudança do clima, os efeitos sobre o comércio internacional e os impactos sociais, ambientais e econômicos sobre outras Partes, especialmente as Partes países em desenvolvimento e em particular as identificadas no Artigo 4, parágrafos 8 e 9, da Convenção, levando em conta o Artigo 3 da Convenção. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo pode realizar ações adicionais, conforme o caso, para promover a implementação das disposições deste parágrafo.

Na realidade, o Protocolo de Quioto só entrou em vigor depois da adesão dos países que representavam no mínimo 55% das emissões, ou seja, após a adesão da Rússia no final de 2004, portanto, mesmo sem a adesão dos Estados Unidos, o Protocolo está em vigor. O Protocolo se refere ao compromisso quantificado de limitação ou redução de emissões, tendo como base o ano de 1990.

Segundo May (2003), dentre as publicações do IPCC, destacam-se as afirmações de que a mudança climática representaria uma ameaça real à humanidade e que há evidências de que a maior causa do aquecimento global, observado na segunda metade do século XX, é fruto das atividades humanas.

Segundo o Terceiro Relatório sobre mudança climática do IPCC, publicado em 2007, é possível deter o aquecimento global, mas para isso o processo de redução das emissões de GEE tem que começar até 2015 e as emissões precisam ser reduzidas na ordem de 50% a 85% até a metade do século XXI. (WWF-Brasil, 2007).

### **I.1.3 Problemática Ambiental e Soluções**

Assim, para superar as principais conseqüências (Almeida, 2006) trazidas pelo modelo de produção insustentável -- o efeito estufa; a destruição da camada de ozônio; a acidificação do solo e de córregos d'água; a emissão de substâncias tóxicas na atmosfera; o acúmulo de lixo radioativo e de substâncias não-biodegradáveis no meio ambiente e a redução da biodiversidade e de áreas florestais -- teve lugar evolução e materialização das práticas voltadas à conservação do meio ambiente. Estas se transformaram em pressões legislativas, contribuições ao movimento da qualidade total e outros movimentos com desdobramentos normativos que culminariam com o desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental baseados em conjunto de normas internacionais correspondentes, no Brasil, à Série NBR ISO 14000, que trata de requisitos para o sistema de gestão ambiental. Em particular, a Norma NBR ISO 14040, em conjunto com as Normas NBR ISO 14041, que trata da definição de objetivo, escopo e análise de inventário, a NBR ISO 14042, que trata da avaliação do impacto do ciclo de vida e a NBR ISO 14043, que trata da interpretação do ciclo de vida, que somadas

orientam a aplicação da Análise de Ciclo de Vida de Produtos e Processos (ACV) em situações diversas.

Neste contexto, o PNUMA (1972), e a Agenda 21 (1992), influenciaram, também, na geração de diretrizes para o desenvolvimento sustentável ao nível mundial.

A Organização das Nações Unidas – ONU teve e tem uma importante participação no engajamento político referente ao cuidado em relação à preservação do meio ambiente e a educação ambiental. Dentre as principais articulações destaca-se a Organização das Nações Unidas Para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, que identifica na educação a possibilidade de proporcionar um futuro sustentável para o planeta e estabelece um direcionamento político para que isso ocorra.

Neste sentido a UNESCO foi escolhida para liderar e elaborar um plano internacional de implementação do programa Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável – DEDS. Este programa é uma iniciativa complexa e ambiciosa, elaborado em dezembro de 2002, na Assembléia Geral das Nações Unidas, e sua duração será de 2005 a 2014. Seu objetivo é integrar os valores inerentes ao desenvolvimento sustentável relacionados à aprendizagem com o intuito de mudar o comportamento e criar uma sociedade sustentável e mais justa para todos. Segundo a UNESCO (2006), os cinco objetivos da DEDS visam dar oportunidade de aprendizado a todos para um futuro sustentável da sociedade. São eles:

1. Valorizar o papel da educação e da aprendizagem na busca do desenvolvimento sustentável;
2. Facilitar os contatos, a criação de redes entre as partes envolvidas no programa de Educação para o Desenvolvimento Sustentável - EDS;
3. Fornecer o espaço e as oportunidades para aperfeiçoamento e promoção do conceito de desenvolvimento sustentável a todos os cidadãos;
4. Promover a melhoria da qualidade de ensino e aprendizagem;
5. Desenvolver estratégias em todos os níveis visando o fortalecimento da capacidade relacionada à EDS;

São propostas sete estratégias para a DEDS que, juntas, formam uma abordagem para o fortalecimento progressivo da promoção e implementação do programa. As propostas são: mobilização e prospectivas; consulta e responsabilização; parcerias e redes; capacitação e treinamento; pesquisa e inovação; tecnologias de informática e comunicação; monitoramento e avaliação. Estas estratégias visam assegurar que as mudanças nos comportamentos dos

cidadãos e nos métodos educacionais sejam alinhados aos desafios para o desenvolvimento sustentável. Sua implementação depende do nível de comprometimento dos envolvidos em âmbito nacional e internacional. Espera-se alcançar resultados com base em objetivos, relacionados a mudança na conscientização do cidadão e no sistema educacional e a integração do programa EDS em todo o planejamento e desenvolvimento. O calendário proposto apresenta fóruns, eventos e atividades sobre a DEDS nos primeiros cinco anos enfatizando as relações necessárias entre os níveis local, nacional, regional e internacional, por um lado, e, por outro, enfatizando a DEDS e outras iniciativas como a Comissão para o Desenvolvimento Sustentável - CDS e o programa de Educação para Todos - EPT. (UNESCO, 2006).

Chrispino (2007) e Zanini (1983) destacam a importância da previsão tecnológica no processo de planejamento político. Este conceito aborda a importância que deve ser dispensada ao planejamento de políticas públicas em relação ao descarte de rejeitos, já que este problema constitui numa ameaça à sobrevivência das gerações vindouras. Ainda em relação ao engajamento político, cabe citar Lafer (2001, apud Chrispino, 2007) e o Ex-Presidente Fernando Henrique Cardoso (2001, apud Chrispino, 2007), quando afirmam que a decisão de planejar é essencialmente política, principalmente associada com a inserção de valores em seus resultados, os planos.

Ainda segundo Chrispino (2007), o aumento da população mundial, que causou uma proporcional demanda de consumo, pode ter motivado a necessidade de planejamento de longo prazo, permitindo que o homem pudesse se prevenir e alterar o rumo do desenvolvimento no sentido de uma hipótese mais agradável para o futuro. Neste contexto é possível afirmar que a previsão e o planejamento não garantem o sucesso, mas trabalham o futuro de forma mais proativa que o acaso.

Segundo Cerqueira (1992), a gestão dos problemas ambientais assume um caráter de bem público, mas o Estado não pode arcar sozinho com todas as responsabilidades. Segundo o autor, a gestão ambiental deve ser compartilhada também com outros agentes sociais, como empresários e sociedade civil.

Segundo Pacheco *et al.*(1992) apud Silva (2005), deve-se transpor a idéia de que a esfera privada é responsável pela devastação do meio ambiente, e a esfera pública como defensora. A superação dessa dualidade implica na consolidação de estratégias de parceria, integração e co-responsabilidade entre os dois setores. O autor também destaca que os setores público e privado devem parar de trabalhar em direções opostas e empenhar a administração para uma integração sistêmica de interesse comum.

Nunesmaia, (2000) apud Silva (2005), destaca como deve ser a gestão ambiental integrada:

Uma gestão ambiental integrada, a nível municipal, deve levar em consideração as dimensões econômica, social, cultural e ambiental, incluindo o fortalecimento de cooperações intermunicipais e a participação da população na definição de prioridades associadas às práticas de gestão ambiental que devem envolver o planejamento, controle, acompanhamento e comunicação permanente.

Neste contexto, nota-se a importância da participação da sociedade civil, tanto no que se refere à construção e direcionamento das leis e políticas públicas voltadas à preservação ambiental, como também, na conscientização ambiental e no que tange ao auxílio ao cumprimento e controle das políticas propostas.

### **I.1.3.1 O Conceito dos R's**

Dentre as iniciativas de efeito imediato sobre o meio ambiente, cumpre destacar aquelas que podem ser tomadas na escala individual e no plano do cotidiano. Assim é que, com o aumento da percepção de risco, por parte do cidadão comum, desenvolve-se-lhe o hábito de escolher melhores produtos e serviços, aqueles, por exemplo, que agridam menos o meio ambiente e estejam adequados aos anseios de contribuição ao mundo.

Hoje, o passivo ambiental gerado pelo descarte de produtos é uma realidade a ser combatida e o conceito dos “r”s (reduzir, reutilizar, reciclar, repensar e recuperar), tem sido um norteador de conduta sustentável. Esse conceito compreende o conjunto dos fatores relacionados à redução da necessidade de matéria-prima em função de melhores práticas de produção, a reutilização de bens e materiais aumentando sua vida útil e assim amenizando os efeitos do seu despejo precoce, a reciclagem que visa fechar o ciclo de retirada de matéria-prima da natureza, além de repensar o consumo e recuperar as sobras, forma o caminho para um possível equilíbrio. (ULBANERE, 1995; GIACOMINI; 2003; BRDE, 2006)

Os autores Portugal e Veiga (2004) apontam três princípios fundamentais do cuidado com os resíduos visando o desenvolvimento sustentável. São eles: redução, reutilização e reciclagem.

A rigor, três princípios básicos devem ser seguidos para que o gerenciamento dos resíduos sólidos possa se encaixar nos verdadeiros fundamentos do desenvolvimento sustentável: o primeiro deles é a redução, sempre que possível, da geração dos resíduos, através de procedimentos e hábitos a serem aplicados no dia-a-dia, como por exemplo: reduzir o consumo e evitar o uso de produtos descartáveis, e no caso das indústrias, a busca constante de tecnologias que reduzam as quantidades de resíduos gerados. O segundo se baseia na reutilização, de uma maneira geral, maximizando a utilização, principalmente se os produtos forem descartáveis, como no caso das

embalagens; um exemplo simples é a reutilização das sacolas plásticas dos supermercados para acondicionamentos diversos, inclusive de lixo, evitando-se que outro saco de plástico seja incorporado ao lixo final de nossas casas; no caso das indústrias, um exemplo seria o aproveitamento dos pós gerados no processo produtivo e captados por sistemas de controle de poluição atmosférica, fazendo-os voltar ao processo. Finalmente, o terceiro princípio se baseia na reciclagem, que nada mais é do que reutilizar o resíduo para a fabricação de outro bem de consumo, ou até mesmo o mesmo bem. É o papel usado, utilizado para fabricar papel novo, é o pneu usado para fabricação de tapetes de borracha etc. (PORTUGAL *apud* VEIGA, 2004. p.25).

No Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE), é possível encontrar a incorporação de mais dois valores aliados ao conceito dos “R”s, são eles: o de recuperar os resíduos e de se repensar o consumo, além dos já citados anteriormente, que visam reduzir a produção de lixo; reutilizar os bens de consumo; e reciclar, devolvendo o material para o ciclo de produção. Já o autor Giacomini apresenta um sexto “r” que seria referente à reprojeter. (BRDE, 2006; GIACOMINI, 2003).

A descrição específica da cada “R” diferencia seus enfoques, como:

- **Reduzir** – Consiste no esforço de reduzir a produção de lixo, pois esse é o primeiro passo mais racional, que traduz a luta contra o desperdício.
- **Reutilizar** – Consiste no esforço de prolongar a vida útil dos objetos, podendo reduzir a demanda por outras matérias-primas, aumentando assim sua durabilidade ou um novo uso, muito comum com as embalagens retornáveis, rascunhos, roupas, e nas oficinas de Arte com Sucatas. Um bom começo é escolher produtos que utilizem pouca embalagem ou que tenham embalagens reutilizáveis ou recicláveis.
- **Recuperar** – Consiste no esforço de tentar recuperar os materiais orgânicos, ou pelo menos, de destiná-los corretamente, como por exemplo: levar as pilhas usadas aos postos de coleta, pois as pilhas são compostas de metais pesados altamente tóxicos que podem contaminar o solo e a água.
- **Reciclar** - Significa devolver o material usado ao ciclo de produção, poupando assim o percurso dos insumos trazendo enormes vantagens econômicas e ambientais. A reciclagem ajuda na conservação de recursos naturais, mas isso significa custos econômicos e ambientais associados à coleta e ao processo de reciclagem.
- **Repensar** - É necessário que cada um repense os seus hábitos de consumo, evitando o ato compulsivo de consumo. Portanto a simples opção de consumo pode estimular empresas a atuar na transformação da realidade, com conseqüências positivas para a

sociedade e o meio ambiente. Um bom exemplo é comprar equipamentos com selo de eficiência energética, desde a produção na fábrica até o seu uso no dia a dia.

- **Reprojetar** – Consiste em fazer uso dos outros erros para a alteração de processos visando o melhor aproveitamento dos materiais.

### I.1.3.2 O Consumo Consciente

No cerne da preocupação com a sustentabilidade, há dois problemas, o da produção de resíduos e o do esgotamento de recursos naturais. Como se constata que o planeta não consegue renovar o que se consome nos tempos atuais, então, é preciso repensar os padrões de produção, objetivando o consumo sustentável, ou seja, através de fontes de energia menos poluidoras, com ênfase no ciclo de vida dos produtos, diminuindo a produção de lixo e reciclando o máximo possível, além de rever quais produtos e bens são realmente necessários para alcançar o bem-estar. É possível e é permitido aos países crescerem economicamente desde que não repitam um modelo predatório, buscando alternativas para gerar riquezas sem promover a destruição de florestas ou da contaminação das fontes de água.

Segundo Cohen (2003) “para alcançar o desenvolvimento sustentável torna-se necessário atingir eficiência na produção, mas também mudar padrões de consumo, otimizando o uso dos recursos e minimizando a criação de rejeitos”. Com base nesta afirmação, percebe-se que a conscientização social é um fator preponderante para que se atinja o desenvolvimento sustentável, pois além de se repensar o consumo, a mobilização social tem o poder de influenciar as empresas na escolha por sistemas de produção mais eco-eficientes.

Nesse contexto, o consumidor consciente tem um papel fundamental, ou seja, nas suas escolhas do dia a dia, seja na forma como consome os recursos naturais, serviços e produtos, seja na escolha de empresas das quais comprará em função da responsabilidade social que auxiliará na construção de uma sociedade mais sustentável e mais justa.

O consumidor, hoje em dia, é considerado consciente quando ele valoriza e divulga empresas que procuram ser responsáveis socialmente, quando se preocupa com o impacto da produção e do consumo dessa produção sobre o meio ambiente, quando busca a melhor relação entre preço, qualidade e atitude social em produtos e serviços oferecidos no mercado, quando atua de forma construtiva junto às empresas para que elas aprimorem seus processos e suas relações com a sociedade e quando mobiliza outros consumidores para a prática do consumo consciente.

O consumismo, segundo Ashley (2006, p. 59) é um fenômeno característico da sociedade contemporânea ocidental, fortemente influenciada pela sociedade norte americana, com sua origem nas indústrias que foram desenvolvendo a capacidade de produzir e fornecer uma abundante e variada gama de bens e serviços. Neste caso, pode ser definido como a aquisição desmedida de produtos, que é facilitada pelo sistema financeiro através da facilidade de crédito e pela publicidade que incentiva o consumidor a adquirir um número cada vez maior e renovado de produtos. Ele pode ser visto ainda como uma força que encoraja as pessoas a consumir mais, independente das conseqüências.

O consumerismo verde, segundo Ashley (2006, p. 60) é uma tentativa de fazer com que as pessoas comprem bens ou serviços que não agridam ao meio ambiente. Já o consumerismo ético, considera questões mais amplas do que, apenas, ser “amigo do meio ambiente”. Através de um monitoramento de comportamento da empresa o consumerismo ético, objetiva o comércio ético dentro do atual sistema econômico.

Segundo Ashley (2006, p. 62) o anticonsumerismo é um desafio maior ao conjunto de premissas sobre o que é necessário para a sociedade. Esse conceito parte da visão de que os países ricos, em sua busca de aquisição de bens e serviços, estão destruindo o planeta e a eles mesmos. A proposta nesse sentido é repensar a dependência de consumir para se sentir bem.

#### **I.1.4 Lixo, Resíduo e Reciclagem**

A palavra lixo, deriva do termo latim *lixu* ou *lixiu* e significa "cinza". No dicionário português on-line Priberam (PRIBERAM, 2009), o lixo é definido como “todo o tipo de material desnecessário não aproveitável ou indesejado, originado no processo de produção e consumo de produtos úteis; tudo o que se retira de casa ou de qualquer lugar para o tornar limpo; sobras; detritos; imundice”. Existem outras denominações para o lixo, como: resíduo, rejeito, refugo, dejetos, restos, entre outros, mas todos significam um incômodo e imputam o desejo de se descartar esses materiais.

Segundo o Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul - BRDE (2006) são coletados diariamente 100 mil toneladas de lixo no Brasil. Deste total, 40% poderiam ser reaproveitados, pois são formados por materiais inorgânicos. As residências geram diariamente 20 mil toneladas de lixos inorgânicos. Por ano, uma família joga fora, em média, 47 kg de plástico, 32 kg de metais e 74 kg de vidros, sem contar o rejeito de papel. Reduzir esses números e fazer com que este descarte seja direcionado para seu melhor aproveitamento, são exemplos de esforços visando a sustentabilidade.

Segundo dados da empresa carioca Companhia Municipal de Limpeza Urbana - COMLURB (2009), o Brasil gera 245 mil toneladas de lixo diariamente, sendo que 9 a 10 mil toneladas por dia são despejadas no aterro sanitário de Gramacho – Duque de Caxias – RJ.

Confrontando as informações do BRDE e da COMLURB, percebe-se o saldo negativo díspar de aproximadamente 150 mil toneladas entres as quantidades diárias de lixo gerado devidamente coletado.

Segundo Lima (2006), “O problema do descarte do lixo está diretamente relacionado ao aumento crescente de sua produção e a falta de locais adequados para sua disposição”. A autora ainda aponta as principais rotas de destinação do lixo, sendo o aterro o principal destino, frente à reciclagem, a compostagem e a incineração. Neste caso o aterro é dividido em três tipos: vazadouros, aterros controlados e aterros sanitários.

Diante das possibilidades de destinação dos resíduos a reciclagem é a que apresenta a melhor alternativa em relação à despoluição ambiental, reposição parcial de matéria-prima, redução de material enviado aos aterros, além de ser uma possibilidade de inserção social com a criação de cooperativas. Os processos de reciclagem geralmente têm baixo custo e são autofinanciáveis. (LIMA, 2006).

Reciclagem é o termo popular usado para designar o reaproveitamento de materiais, mas o seu conceito designa apenas o material que pode retornar ao estado original, podendo ser transformado novamente em um produto igual ao anterior. A reciclagem tornou-se mais evidente após a crise do petróleo nos anos 70, quando começaram a preocupação por escassez de matéria-prima e acúmulo de dejetos. (RECICLAGEM.NET, 2009).

Ainda segundo o BRDE (2006), o lixo, em razão da capacidade de reciclagem, pode ser classificado em dois tipos. O primeiro é chamado de Lixo Seco, que são os materiais que podem (e devem) ser reciclados, como por exemplo: papéis (brancos ou mistos), jornais, metais, plásticos, papelões, vidros/cacos de vidros, alumínio, isopor, peças de computador e embalagens de longa vida. O segundo tipo é o chamado de Lixo Orgânico/Não Reciclável, que são os materiais que não são recicláveis, mas devem ter uma destinação apropriada em razão da sua periculosidade ao meio ambiente ou por terem a capacidade de virar adubo, como por exemplo: madeira, papéis sujos, baterias e pilhas, tecidos, cascas de frutas, restos de alimentos, lâmpadas e cigarros.

No Brasil, estima-se que 40% do resíduo gerado é composto por material inorgânico, portanto, passível de ser reciclado, porém apenas 2% deste total é destinado a reciclagem e menos da metade acaba retornando ao ciclo produtivo (GONÇALVES, 2006). Estes dados

evidenciam, tanto o desperdício do que poderia ser reaproveitado, quanto o potencial de crescimento do setor de reciclagem.

Segundo Joppert (2008), o processo de reciclagem de plásticos pode ser mecânico, envolvendo a transformação dos plásticos retornados, anteriormente separados, em grânulos para poder retornar ao ciclo produtivo; o processo químico (hidrogenação, gaseificação, quimólise e pirólise), que consiste no reprocessamento dos plásticos, transformando-os em petroquímicos básicos; e o processo de reciclagem energética que, ao contrário da incineração, aproveita o calor gerado pela queima do plástico na produção de energia.

Toda a mobilização em relação ao cuidado com o acúmulo de resíduos e sua destinação correta resulta em leis que orientam o seu descarte. Neste contexto existem diversas leis municipais, estaduais e federais e resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, como apresentadas no ANEXO IV – DIAGNÓSTICO DO LIXO/RESÍDUOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. O destaque é para o projeto de lei nº1991 de 2007, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Essa proposta já passou pelo congresso nacional e foi publicada em 19 de setembro de 2007 no diário da câmara dos deputados – Brasília – DF. O Artigo 2º desta lei estipula as diretrizes, dentre elas estão a proteção da saúde pública e da qualidade do meio ambiente; a não-geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos; o desenvolvimento de projetos que busquem a alteração dos padrões de produção e consumo sustentável de produtos e serviços, a gestão integrada de resíduos sólidos; entre outras. Outro fato relevante na lei é a Avaliação de Ciclo de Vida – ACV, constar nas definições, como ferramentas e metodologias para o alcance da melhor destinação dos resíduos.

O setor de reciclagem no Brasil está em crescimento, por vezes, impulsionado pela desigualdade social e desemprego, o que promove a ação dos “catadores” e de cooperativas. A logística reversa, conceito que será apresentado mais adiante, apresenta-se como uma solução para um melhor aproveitamento dos resíduos e otimização da reciclagem como um todo. Ressalta-se que, num contexto mais amplo como o da Ecologia Industrial, esses resíduos são matéria e foram retirados da natureza, muitas vezes de fontes não renováveis, portanto a reciclagem também atende a expectativa da Ecologia Industrial, no que tange a redução da necessidade de extração de matéria-prima da natureza e aceitar como dejetos somente o que não pode ser reaproveitado, reduzindo assim o passivo ambiental.

### **I.1.5 – Ecologia Industrial e os Produtos Eco-Eficientes**

Atualmente, as organizações estão despertando para a importância do desenvolvimento sustentável, e com isso estão atuando cada vez mais de forma responsável, lançando mão de

ferramentas como a eco-eficiência, os sistemas de gestão ambiental, a análise de ciclo de vida entre outros mecanismos que as auxiliem na avaliação de seu desempenho ambiental perante os sistemas industriais. (AGNER, 2006)

Originalmente, as primeiras ações de combate à poluição gerada por processos industriais eram motivadas por pressões legais que visavam minimizar as emissões com o emprego do tratamento e o controle de poluentes, sendo conhecidas como práticas de final de tubo (*end of pipe*) termo em inglês. As práticas de final de tubo recebem este nome por voltarem à atenção apenas ao o controle de emissões no fim do processo produtivo e não em reduzi-los durante o processo.

Segundo Almeida (2006), o Programa de Prevenção à Poluição (PP ou P2), lançado pela Agência de Proteção Ambiental (*Environmental Protection Agency – EPA*), foi o segundo passo para o controle de emissões industriais. Este programa se baseia na ação de cooperação entre empresas, visando um maior aproveitamento dos materiais, lançando mão da reciclagem, ora em ciclo fechado, onde o rejeito do processo produtivo volta como matéria-prima do mesmo processo, ou pela representação de ciclo aberto, onde o reaproveitamento de rejeitos de um processo produtivo de uma empresa é feito por outra empresa, utilizando esse rejeito como sua matéria-prima, como mostra a figura a seguir.

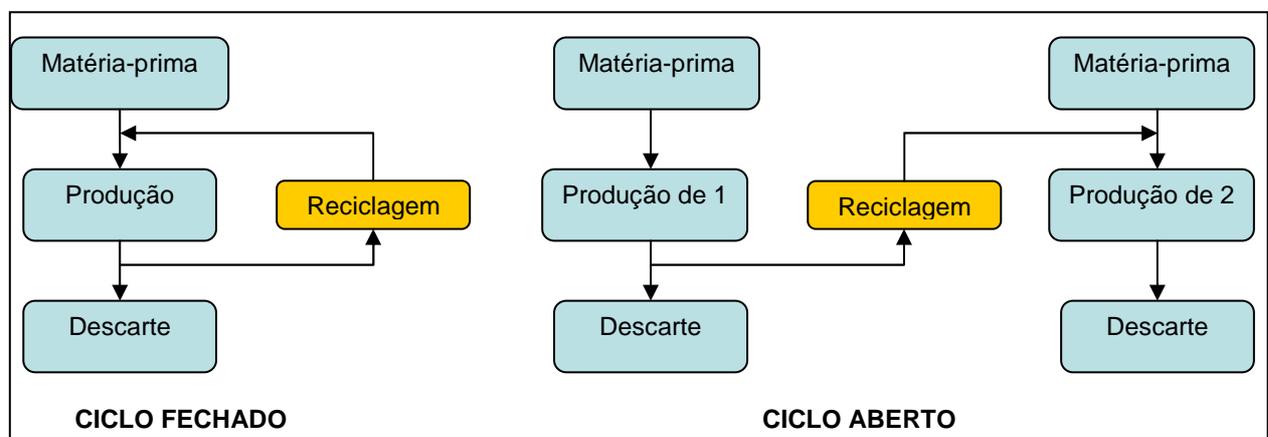


Figura I.1: Representação dos ciclos fechado e aberto de reciclagem. (fonte: adaptado de ALMEIDA, 2006).

Esta visão de que as práticas de final de tubo seriam suficientes para prevenir a degradação ambiental sofreu uma rápida transformação, pois na década de 70 as questões ambientais e os processos produtivos eram vistos de forma dissociada, acontecendo a mudança de paradigma em duas décadas, através da Produção mais Limpa, filosofia apresentada mais adiante, quando a preocupação com o meio ambiente passa a fazer parte do planejamento das organizações. (ALMEIDA, 2006).

Segundo Almeida (2006) a ecologia industrial tem como foco principal a transposição de paradigma, no que se refere à percepção de que os sistemas produtivos e naturais fazem parte do mesmo sistema, a biosfera. Portanto, a ecologia industrial visa o equilíbrio entre a retirada de matéria da natureza, que deve ser progressivamente reduzida, com a capacidade que o meio ambiente tem em fornecer essa matéria e absorver seus rejeitos.

Segundo Agner (2006) e Almeida (2006), são diversas as razões que levaram as organizações a elaboração destas ferramentas, tais como a economia de recursos como energia, água, e matérias-primas, trazendo a redução de custos, a vantagem competitiva conseguida através do marketing, questões referentes às pressões legais, novos conhecimentos e tecnologias em gestão, ou até mesmo por razões pró-ativas visando à preservação ambiental. Almeida (2006) ainda cita as oportunidades de negócios geradas pela comercialização de novas tecnologias e pela prestação de serviço de suporte às mudanças organizacionais advindas com a Ecologia Industrial, assim como também a consultoria para as empresas e o treinamento e desenvolvimento de pessoal para atuação nesta área.

O *international institute for sustainable development* possui um conceito de ecologia industrial que ilustra de forma clara este princípio: (AGNER, 2006).

Ecologia industrial provê uma visão holística dos sistemas industriais. É um princípio de orientação dos sistemas que equilibra desenvolvimento industrial com o uso sustentável de recursos naturais, A ecologia industrial está baseada em uma analogia de sistemas industriais com sistemas ecológicos naturais.

Neste sentido, a Ecologia industrial baseia-se no entendimento por parte das empresas, de que os sistemas produtivos não estão dissociados do meio ambiente, na medida em que necessitam dele para a extração de recursos e posteriormente para a alocação de rejeitos. Esta visão é abrangente e torna possível o entendimento dos impactos que os processos produtivos podem gerar no planeta e com consequências para toda a sociedade.

Almeida (2006), também apresenta uma conceituação de ecologia industrial, onde menciona os esforços voltados a criar um circuito fechado de matéria no ecossistema.

A Ecologia Industrial é uma ciência otimista, pois parte premissa de que é possível reorganizar os fluxos de matéria e de energia que circulam pelo sistema industrial, de maneira a torná-lo um circuito quase inteiramente fechado e compatível com a vida do planeta. Com isso será possível tornar ambientalmente sustentáveis os sistemas criados pelo homem.

Segundo Agner (2006), o conceito de ecologia industrial sugere uma mudança na estrutura dos sistemas industriais, provocando a alteração dos mesmos de sistemas industriais lineares abertos para sistemas fechados integrados e interagindo não mais como componentes

isolados, assim como os sistemas encontrados no meio ambiente natural. Desta forma, para a ecologia industrial, os resíduos passam a ter outras possibilidades, sendo compreendidos como matéria-prima para outras atividades, como mostra a figura abaixo.

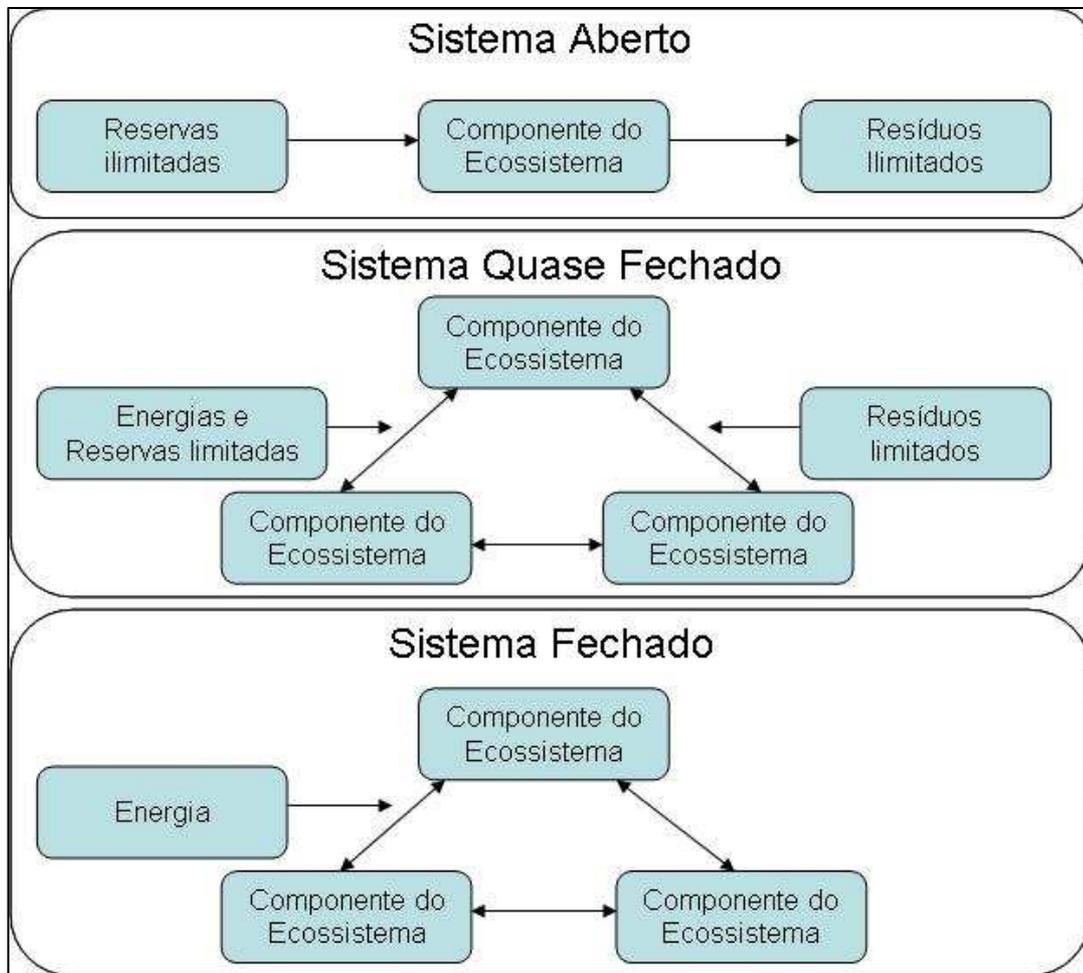


Figura 1.2: Representação dos sistemas abertos, quase fechados e fechados. (Fonte: Adaptado de Almeida, 2006)

Almeida (2006) enfatiza a vantagem competitiva que a ecologia Industrial pode trazer às empresas, como nesta citação.

As oportunidades de redução da produção de resíduos e do consumo de matérias-primas e energia podem ser analisadas vantajosamente sob a ótica da Ecologia Industrial, que visa interligar o destino de materiais e de sua transformação em produto por meio de vários processos.

O movimento referente à aplicação do conceito de ecologia industrial tende a guiar as organizações, principalmente no seu contexto operacional fabril, para o caminho da sustentabilidade, através da otimização de recursos e redução dos desperdícios. Mas, por se tratar de um tema novo, seu conceito ainda pode ser modelado, no contexto do desenvolvimento sustentável, com a possibilidade de surgimento de novas técnicas para o impulso da competitividade sustentável.

Segundo Almeida (2006), o Projeto Para o Meio Ambiente – PMA é outra ferramenta que a Ecologia Industrial utiliza para minimizar os impactos ambientais causados por processos industriais, através da observação de todo o ciclo de vida do produto, semelhante à Avaliação de Ciclo de Vida – ACV.

Contudo, a eco-eficiência resulta da utilização dos conceitos acima. Segundo Ashley (2006), as principais características dos produtos eco-eficientes são: menor consumo de matérias-primas e maior índice de conteúdo reciclável; produção não-poluidora e materiais não-tóxicos (tecnologia limpa); sem testes desnecessários com animais e cobaias; sem impacto negativo ou dano a espécies em extinção; menor consumo de energia e água durante o processo de produção, distribuição e descarte pós-consumo; embalagem reduzida ou sem embalagem; passível de reutilização ou reabastecimento (refil e/ou recarga); longa duração, permitindo atualizações; passível de coleta ou desmonte pós-consumo; passível de reutilização ou reciclagem.

Dentre as diversas alternativas para o alcance da ecologia industrial e a fabricação de produtos eco-eficientes está a filosofia de Produção mais Limpa, que sugere a metodologia de melhoramento contínuo em relação à redução do desperdício.

#### **I.1.6 – Produção Mais Limpa - PmaisL**

O termo Produção Mais Limpa foi citado pela primeira vez em 1989 pela UNEP – (*United Nations Environment Program*), e sua conceituação “significa a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada a processos, produtos e serviços, para aumentar a eficiência global e reduzir os riscos ao ser humano e ao ambiente” (UNEP *apud* CNTL, 2006).

Para Agner (2006), Produção Mais Limpa “é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva para aumentar a eficiência global da organização, e reduzir riscos aos humanos e ao ambiente. Pode ser aplicada a qualquer processo utilizado na indústria”.

A Produção Mais Limpa (PmaisL) é uma avaliação técnica, que envolve os aspectos econômicos e ambientais de um sistema produtivo e incorpora em sua metodologia as ações de prevenir a poluição e evitar os processos que sejam poluidores, com um monitoramento contínuo de movimento cíclico, com atenção nos valores de reciclagem, reutilização de água e outros rejeitos, recuperação de energia, e tratamento dos resíduos de forma que possam ser aproveitados ou na intenção de mitigar os efeitos nocivos ao meio ambiente. De certa forma pode ser observada a influência do Conceito dos R's na composição da sua metodologia.

A PmaisL tem o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos, atenuar a sua toxicidade, atendendo as legislações vigentes. Essa filosofia traz também como benefício a redução de custos. (CNTL, 2006).

Almeida (2006), acrescenta que a PmaisL é uma filosofia pró-ativa e uma ferramenta da Ecologia Industrial, tendo a capacidade de antecipar e prever impactos, podendo ser utilizada em todo o ciclo de vida de um produto.

A PmaisL está fundamentada pelos preceitos de ações prioritárias da Agenda 21, (documento gerado em prol da preservação ambiental e mudança de paradigmas de produção, na conferência Eco 92, no Rio de Janeiro), de forma a estimular parcerias entre as empresas, visando a cooperação tecnológica e a transferência de tecnologia, promovendo a Eco-eficiência e a Responsabilidade Social.

A evolução histórica da metodologia de PmaisL, teve seu início nos EUA, pelo Programa 3P, que estimulava a prevenção da poluição na década de 70. Esse programa foi instituído pela empresa 3M e obteve uma considerável redução de custos através da minimização do desperdício. Depois, na década de 80, teve início o movimento legislativo em relação a prevenção da poluição, também nos EUA. Enquanto isso, no leste Europeu, o movimento era para a adoção de um novo modelo de gestão de processos produtivos, denominado *Cleaner Production*. Em 1990, a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial – UNIDO desenvolve e apresenta um programa de treinamento para promover a utilização de tecnologias limpas, focando o aumento da produtividade e a mitigação da poluição. (AGNER, 2006; ALMEIDA, 2006; CNTL, 2006).

Em 1992, como já descrito anteriormente, ocorre a Eco 92, onde é gerada a Agenda 21, que estabelece propostas e metas para o desenvolvimento sustentável no século XXI. Na Agenda 21 o termo PmaisL começa a ser aceito pelos dirigentes do programa ambiental das nações unidas. Para a aplicação e o desenvolvimento da PmaisL, são criados os Centros Nacionais de Produção Mais Limpa, apoiados pelo UNIDO/PNUMA e representado no Brasil pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL, filiado ao SENAI-RS. Em 1998 é celebrado na Coréia do Sul o encontro que promoveu a Declaração de Produção Mais Limpa, da Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente - UNEP. (CNTL, 2006; AGNER, 2006).

Em 1999, baseado no programa da UNIDO, da UNEP e do *Ecological Project for Integrated Environmental Technologies* – ECOPROFIT, unem-se o SEBRAE Nacional, o Conselho Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável - CEBDS e o CNTL, para a

implementação da Rede Brasileira de Produção Mais Limpa, atualmente já na sua segunda etapa de implementação, contemplando 11 estados brasileiros. (BECKER, 2007).

A metodologia de PmaisL sugere a investigação das causas da geração de resíduos e sua solução deve obedecer três níveis quanto a complexidade. Como mostra a figura abaixo, o nível 1 refere-se à redução da geração de resíduos na fonte, caso não seja possível passa-se para o nível 2 relativo à reciclagem dos resíduos dentro da organização e em último caso, nível 3, recorre-se à reciclagem fora da organização.

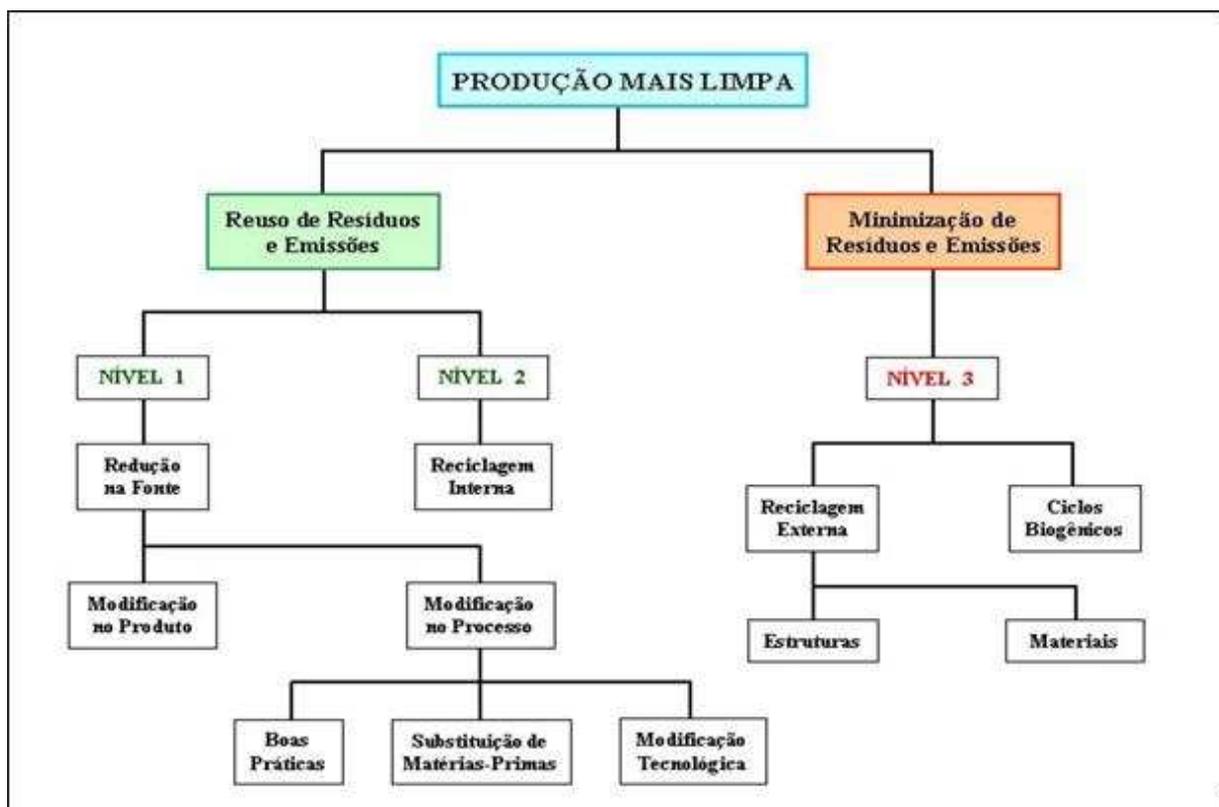


Figura I.3: Estratégias de Produção Mais Limpa e Minimização de Resíduos. (Fonte: CEBDS, 2003).

Segundo AGNER (2006), a aplicação da metodologia de PmaisL não deve ser vista como geradora de custos, mas sim uma melhor adequação do processo produtivo que proporcionará economia, ao longo do tempo, através do acompanhamento e melhor conhecimento dos seus processos.

### I.1.7 – Responsabilidade Social

Responsabilidade Social é um termo amplo, concebido como uma resposta do mundo dos negócios para um conjunto de fatores operacionais que afetam as diferentes partes interessadas de uma organização, entre elas os funcionários, a comunidade, organizações

governamentais e não-governamentais, a direção da empresa, seus proprietários e acionistas. Segundo o Instituto Ethos (2009), a definição de Responsabilidade Social é:

Responsabilidade Social Empresarial é uma forma de conduzir os negócios que torna a empresa parceira e co-responsável pelo desenvolvimento social. A empresa socialmente responsável é aquela que possui a capacidade de ouvir os interesses das diferentes partes (acionistas, funcionários, prestadores de serviços, fornecedores, consumidores, comunidade, governo e meio ambiente) e conseguir incorporá-los ao planejamento de suas atividades, buscando atender às demandas de todos, não apenas dos acionistas ou proprietários.

Rothgiesser (2004) acrescenta, em sua definição de Responsabilidade Social, os aspectos de sustentabilidade e cidadania empresarial.

Responsabilidade Social é um modelo de gestão empresarial voltado ao desenvolvimento econômico sustentável e baseado em procedimentos éticos, no campo da estratégia dos negócios. É a empresa-cidadã na condução de seus negócios de uma forma que a torna parceira e co-responsável por ações que objetivam reduzir os problemas sociais e contribuir para o desenvolvimento sustentável.

No Brasil, preocupação prática e conceitual sobre a Responsabilidade Social Empresarial (RSE) é muito recente; as empresas iniciam um processo de envolvimento com cautela, geralmente motivadas pela melhora na percepção da imagem organizacional perante seus públicos. Trabalhar a dinâmica social não é o mesmo que definir qual é a melhor estratégia para aumentar as vendas em determinado espaço de tempo. Nesse processo é fundamental a transparência da gestão organizacional, uma vez que a RSE é uma prática que atesta o comprometimento da empresa com os seus públicos e com a sociedade, ultrapassando a idéia de que ela só existe em função de seu caráter econômico. Para que a Responsabilidade Social Empresarial exista é necessário, que as técnicas e filosofias das empresas sejam repensadas, que o fim social não seja massacrado pelo desejo de lucro.

A gestão da responsabilidade social está intimamente ligada a atender as expectativas de seus públicos, sendo eles interno e externo. Para isso, a pesquisadora Andréa Levek (2004) faz uma crítica as empresas que participam de ações sociais sem um planejamento, geralmente de forma assistencial e com a finalidade de gerar valorização da imagem organizacional.

É um equívoco pensar que apoiar e desenvolver projetos sociais já transforma uma empresa em uma entidade socialmente responsável. As empresas socialmente responsáveis têm uma postura pró-ativa, identificam possibilidades de parcerias (ONG's), investem em cultura, educação, bem estar social, desenvolvem um código de ética, tornam-se agentes de mudança social, obtendo maior potencial de sucesso e longevidade.

No processo de difusão da RSE no Brasil, o Instituto Ethos marca a sua presença como um instrumentador de metodologia para a avaliação do desempenho social das empresas. O Instituto Ethos, criado em 1998, impulsiona o interesse e a adesão de empresas aos programas de RSE, desenvolvendo indicadores na área de Ética e Responsabilidade Social, com a finalidade de estabelecer parâmetros para auxiliar as empresas em seus Sistemas de Gestão de Responsabilidade Social e Sustentabilidade, semelhante aos critérios do Prêmio Nacional da Qualidade - PNQ para a Gestão da Qualidade. A mobilização política causada pela ação de órgãos como o Ethos têm fundamento mercadológico, mas certamente impulsionam a conscientização social em relação ao cuidado que se deve ter ao meio ambiente e às relações sociais responsáveis e sustentáveis.

Com indicadores de Responsabilidade Social, usados como instrumentos de verificação da posição atual e auxílio na melhoria da gestão socialmente responsável, as empresas podem além de fazerem uma auto-avaliação, também passam a criar um ambiente organizacional banhado na cultura atual, voltada a sustentabilidade.

Os temas que concentram os indicadores são:

- Valores, Transparência e Governança;
- Público Interno;
- Meio Ambiente;
- Fornecedores;
- Consumidores e Clientes;
- Comunidade;
- Governo e Sociedade

Na mesma direção, o *Global Compact*, ou Pacto Global, é uma iniciativa das Organizações das Nações unidas – ONU, para o sentido de mobilização das empresas, no âmbito internacional, a engajarem-se em fortalecer o movimento de valores fundamentais, como: direitos humanos, trabalho e meio ambiente, visando um mercado global mais inclusivo e igualitário. Sua principal função é de auxiliar as empresas a redefinirem suas ações e estratégias, no sentido de distribuir melhor os benefícios trazidos pelo advento da Globalização. Essa participação é feita de forma voluntária por parte das empresas.

Atualmente o *Global Compact* já conta com a adesão de mais de 5100 organizações de mais de 130 países. (THE GLOBAL COMPACT, 2009).

“O que se espera de uma empresa é que ela tenha uma política institucional firme, ética, dinâmica e empreendedora, e que a RSE seja um processo natural dentro dela fluindo como a responsabilidade individual de cada cidadão”. (MATIAS *apud* ASHLEY. p.70, 2006).

O Balanço Social é mais um passo na consolidação de uma cultura empresarial socialmente responsável, em direção à sustentabilidade. Ele não é apenas um informe, mas é um poderoso argumento de Marketing e um ativo importante da empresa na conquista de clientes, mercados e valorização de sua imagem. O primeiro Balanço Social foi desenvolvido na França em 1972 pela Singer, no Brasil a sua primeira demonstração foi em 1984 pela Nitrofertil, mas a proposta se fortaleceu em 1997, quando o sociólogo Hebert de Souza (Betinho) e o Ibase (Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas) promovem eventos, criam um modelo e incentivam a publicação do Balanço Social. Em 2002 acontece a primeira edição do prêmio Balanço Social promovido por várias instituições brasileiras, tendo uma participação crescente a cada ano das empresas brasileiras. (ROTHGIESSER, 2004).

As empresas são impulsionadas e beneficiadas com a RSE, pois conseguem também um espaço importante na mídia além de conseguirem uma valorização em suas imagens perante aos seus públicos. Rothgiesser (2004) mostra um exemplo de como a Responsabilidade Social tem ganho espaço na mídia.

Considerando o volume total de inserções gratuitas, o Terceiro Setor seria hoje o maior anunciante da TV Globo. Apenas no ano passado, a emissora veiculou 61 campanhas de organizações sem fins lucrativos em 131 mil inserções que, se fossem pagas, custariam às entidades R\$ 40 milhões.

O consumidor, de uma forma geral, é preciso ter criticidade ao se deparar com a divulgação e o marketing, com apelo social, gerado pelas organizações. No sentido de avaliação da veracidade intencional das organizações a Governança Corporativa se apresenta como um diferencial, segregando as empresas com valores definidos e transparência na condução dos negócios de outras empresas que utilizam o marketing social como instrumento de ganho de mercado.

### **I.1.8 – Governança Corporativa**

Empregada recentemente ao mundo dos negócios, a filosofia de Governança Corporativa é ampla e envolve questões de ciência política, economia e de âmbito social, valorizando as questões éticas no modo das organizações gerirem seus negócios, que consiste em um sistema através do qual as sociedades são dirigidas e monitoradas, envolvendo os relacionamentos entre acionistas; conselho de administração; diretoria; auditoria independente; e conselho fiscal. Tem como finalidade de aumentar o valor da sociedade, facilitar o seu

acesso ao capital e contribuir para a sua perenidade. Baseia-se na transparência dos negócios; na prestação de contas de todo o entorno dos negócios; e na equidade. (BERARDI, 2008).

A empresa que adota boas práticas de Governança Corporativa tem entre outros fatores a preocupação com a transparência nos negócios, adotado como políticas a prestação de contas, a equidade e a responsabilidade corporativa. (IBGC, 2009).

Segundo o IBGC – Instituto Brasileiro de Governança Corporativa, a origem da Governança Corporativa aconteceu no início os anos 90, com um movimento iniciado nos Estados Unidos, no qual os acionistas despertaram para a necessidade de regulamentações a fim de protegê-los dos abusos das diretorias executivas empresariais, da inoperância dos conselhos de administração e das auditorias externas omissas ou duvidosas. (IBGC, 2009).

A observação da Governança Corporativa, empregada pelas empresas, serve de parâmetro para a avaliação de Responsabilidade Social em alguns indicadores, como os Indicadores Ethos, o *Global Compact*, o *Global Reporting Initiative* – GRI, entre outros.

O GRI é uma organização não-governamental sediada na Holanda, teve seu início em 1997 e tem como finalidade desenvolver e disseminar diretrizes para orientar a elaboração de relatórios de sustentabilidade. Esses relatórios são de publicação voluntária por parte das organizações e abrangem questões econômico-financeiras, como fusões, aquisições, retorno sobre investimento, percentual de mercado; também abordam questões na dimensão social, como direitos humanos, a diversidade e respeito entre raça, gênero, crença religiosa, no trato com os colaboradores; respeito a cultura local; interação, ações e programas de desenvolvimento junto à comunidade; e respeito às legislações ambientais, incluindo o trato em relação à preservação da natureza e uso consciente de recursos naturais, na dimensão ambiental. O fato importante a ser considerado nestes informes é que a empresa não somente atenda às questões legais, mas que seja pró-ativa, fazendo mais que mínimo imposto e esperado por leis e pela sociedade. (INSTITUTO ETHOS, 2009; GRI, 2009).

Em uma abordagem holística, todos os conceitos, ferramentas e filosofias abordadas neste capítulo I.1 estão contidas nas dimensões econômica, social e ambiental, que norteiam a perenidade dos seres humanos e a manutenção das condições de vida no planeta, chamada de sustentabilidade.

### **I.1.9 – Sustentabilidade**

Seguindo esse movimento de Responsabilidade sócio-ambiental, a Sustentabilidade visa o enquadramento e equilíbrio entre as dimensões Econômica, Social e Ambiental, onde a tendência é que as decisões, em todas as esferas, sejam tomadas não só pelo aspecto

econômico/financeiro, mas que se tenha a preocupação em atender a demanda da sociedade, tanto no âmbito de respeito aos direitos humanos e visando mitigar a desigualdade social gerada pelo sistema neoliberalista, assim como também respeitar o ciclo de vida da natureza, preservando-a ao máximo para que as gerações vindouras também possam ter acesso às mesmas condições.

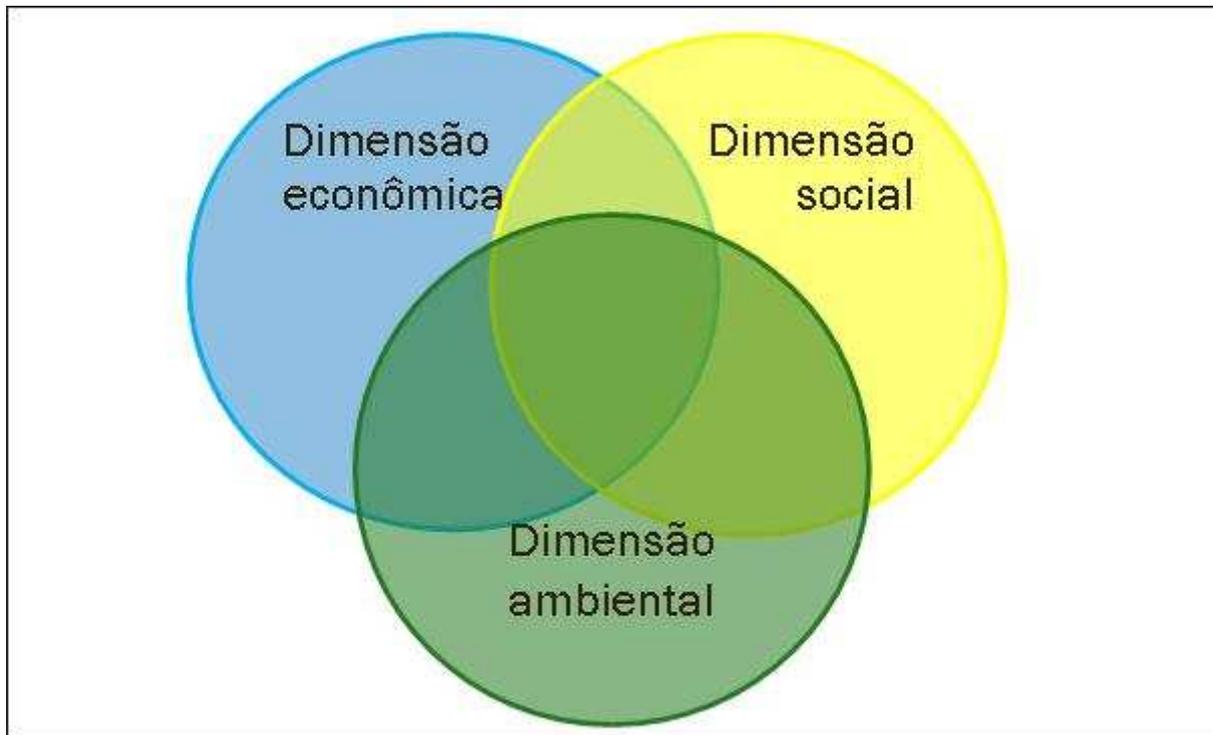


Figura I.4: Equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental.

A figura acima ilustra as três dimensões da sustentabilidade, também chamadas de *triple bottom line* e sugere que as decisões, no mundo dos negócios, sejam tomadas sob a interseção das mesmas, atendendo não só os desejos de ganhos financeiros, mas que sejam atendidos também os anseios da sociedade com respeito ao meio ambiente. (GRI, 2009).

Alguns autores citam também as dimensões política e cultural, já outros entendem que essas dimensões estão acopladas na própria dimensão social.

No mundo dos negócios, a construção do caminho que leva as empresas para a sustentabilidade invariavelmente diz respeito ao seu sistema de gestão. Esse movimento foi desencadeado principalmente pelas vertentes da qualidade, após a 2ª Guerra Mundial, na busca pela redução de desperdícios e padronização de processos que visassem garantir a satisfação dos clientes e a vertente de prevenção de acidentes, atribuindo maior valor à vida e também reduzindo custos com externalidades. O desdobramento desse movimento, ao longo do tempo, foi orientado por normas. No Brasil, desde a década de 70 as Normas Regulamentadoras - NR's – do Ministério do Trabalho já auxiliavam as implementações

referentes à prevenção de acidentes e segurança ocupacional nas empresas (CERQUEIRA, 2006). No mundo, o grande marco foi a primeira versão da série de normas de sistemas de gestão da qualidade ISO 9000, elaborada pela *International Organization for Standardization* (ISO – em português: Organização Internacional para Normalização). (RIBEIRO *et. al*, 2007).

Com o passar dos anos, a qualidade nos produtos e a prevenção de acidentes nas operações industriais já não mais atendiam os anseios da sociedade. Neste contexto, acontece a estruturação do terceiro setor e a proliferação de Organizações Não Governamentais (ONG's), que visavam atender as carências da sociedade, geradas principalmente pela má distribuição de riqueza e pelo modelo de desenvolvimento adotado sem a devida preocupação com o meio ambiente. A cidadania corporativa e as ações sociais passam a incorporar os discursos das organizações num movimento de Responsabilidade Social Empresarial (ROTHGIESSER, 2004). Com o intuito de auxiliar as empresas a atenderem as expectativas desse novo panorama, surgem as normas SA-8000, desenvolvido pelo órgão *Social Accountability International* (SAI) e posteriormente a ISO 16000 para o sistema de gestão de responsabilidade social e a norma ISO 14000 para o sistema de gestão ambiental.

Um movimento recente nas organizações é a integração desses sistemas normativos de gestão, chamado também de Sistemas de Gestão Integrados (SGI). Segundo Oskarsson e Malmberg (2003) a integração desses sistemas de gestão serve como força motriz para o alcance da sustentabilidade. Os mesmos autores também afirmam que as imposições das normas são válidas para algumas empresas, principalmente as que têm baixa percepção ambiental, porém em empresas com colaboradores pró-ativos aos valores da sustentabilidade, as imposições restringem as ações.

## I.2 – NORMAS DE GESTÃO AMBIENTAL NBR ISO SÉRIE 14000

Devido às transformações sócio-econômicas dos últimos anos, várias Organizações estão cada vez mais preocupadas em atingir e demonstrar um desempenho ambiental correto com o objetivo de controlar o impacto de suas atividades, produtos ou serviços no meio ambiente levando em consideração sua política e seus objetivos ambientais. A Responsabilidade Social anda em consonância com o conceito de desenvolvimento sustentável, essa atitude ocorre devido a uma legislação cada vez mais exigente do desenvolvimento de políticas econômicas e de outras medidas destinadas a estimular a proteção do meio ambiente, garantindo assim a não escassez de recursos, possibilitando a prevenção de riscos futuros, com impactos ambientais ou processos judiciais devido às causas de suas atividades, ou seja, passivo ambiental. (CERQUEIRA, 2006).

Várias organizações têm feito “auditorias” ambientais, porém, nem sempre esse procedimento pode proporcionar a garantia de que seu desempenho atenderá ou não os requisitos legais e da crescente cobrança por parte da sociedade. Para sua eficácia, recomenda-se a adoção de requisitos descritos nas normas de gestão.

A criação e a aplicação de normas, tanto no contexto social como no empresarial, tem como finalidade à orientação de conduta. Neste sentido, as normas ISO, ABNT, ou SAI, são exemplos da materialização da vontade social num ambiente politizado, alcançada através da conscientização coletiva, visando a qualidade dos produtos, o cuidado com o meio ambiente e a responsabilidade social em todos os seus aspectos.

A Norma de Gestão Ambiental tem por objetivo prover às organizações de um sistema de gestão ambiental eficaz visando auxiliá-las no alcance de seus objetivos ambientais e econômicos. A Norma NBR ISO 14001 estabelece requisitos e norteia a conduta para que as empresas possam implantar sistemas de gestão ambiental satisfatório e com critérios bem definidos.

A Norma de gestão ambiental está baseada no princípio de melhoria contínua, ou seja, para que uma organização renove a certificação é preciso apresentar melhorias entre os períodos de auditoria.

Na Norma NBR ISO 14001, encontramos as seguintes definições de meio ambiente, aspecto ambiental e impacto ambiental. (ABNT, 2004).

- Meio ambiente, ou seja, na circunvizinhança em que a organização opera, incluindo ar, água, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações.
- Aspecto ambiental, ou seja, nos elementos das atividades, produtos e serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente.

- Impacto ambiental, ou seja, em qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização.

O termo Impacto ambiental surgiu na década de 80, o que trouxe um grande avanço para a compreensão da relação das organizações com o meio circundante e da multidisciplinaridade do tema. Mas, nesta época, ainda não fazia parte do dia-a-dia das empresas, pois o paradigma era de tratar os dejetos com a intenção de mitigar e compensar os impactos e não de prevenção. (ALMEIDA, 2006).

Na família de Normas 14000, temos a ISO 14031 que estabelece diretrizes para a avaliação de desempenho ambiental. Esta norma segue a mesma metodologia de melhoramento contínuo e avaliação em ciclos como proposto pela ferramenta PDCA (*Plan, Do, Check, Action*), em português referem-se a planejamento, execução, monitoramento ou avaliação e ações corretivas. (NBR ISO 14031, 2004).

A Norma 14031 orienta que a empresa, para monitorar seu desempenho ambiental, deve considerar os aspectos referentes às emissões, riscos, energia usada, condição do ambiente e possibilidades de acidentes. Esse monitoramento deve acontecer desde a entrada de materiais, incluindo seu fornecimento, passando pelo processamento e até a saída, incluindo os produtos e serviços esperados e também seus resíduos e emissões.

Os tipos de indicadores propostos pela Norma 14031 são: Indicador de Performance ambiental (*Environmental Performance Indicator – EPI*), contemplando a política e o alvo ambiental; Indicador da Performance da Gestão (*Management Performance Indicator – MPI*), contemplando o gerenciamento de custos ambientais, compras, desenvolvimento de produtos, entre outros; e Indicador de Performance Operacional (*Operational Performance Indicator – OPI*), contemplando a entrada de materiais (naturais, reciclados, reutilizados, etc.), energia, o planejamento, instalação, operação produtiva e as saídas (produtos, resíduos e emissões). (NBR ISO 14031, 2004).

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é apontada pela Norma 14031 como instrumento de gestão para informações adicionais. Para que seja possível a comparação entre os resultados de Avaliações de Ciclo de Vida, se faz necessária a utilização de metodologias e procedimentos sistemáticos padronizados, como as que estão descritas na Norma NBR ISO 14040, que estabelece a base metodológica para uma aplicação de ACV, contemplando a estrutura geral e os requisitos básicos para conduzir e relatar os estudos de ACV.

Completando a família de Normas para a ACV, estão as Normas NBR ISO 14041, a 14042 e a 14043, todas elas complementares a 14040.

A Norma NBR ISO 14041 trata de estabelecer requisitos para as duas fases iniciais da ACV, que são: a definição de objetivo e escopo e a análise do Inventário do Ciclo de Vida (ICV).

A Norma NBR ISO 14042 estabelece requisitos e diretrizes para a terceira fase de ACV: a Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (AICV).

A Norma NBR ISO 14043 estabelece requisitos e recomendações para auxiliar na última fase de ACV: a interpretação do ciclo de vida, ou seja, a interpretação dos resultados de toda a ACV.

E a Norma NBR ISO 14044, que resulta do aprimoramento das Normas anteriores 14041, 14042, e 14043, tendo como objetivo a gestão ambiental através da Avaliação de Ciclo de Vida, englobando as fases de definição de escopo e objetivos; a avaliação de impacto; e a interpretação da ACV. Esta Norma, que substitui as anteriores, teve a sua primeira publicação internacional em 2006 e a última versão disponível é bem recente datada de maio/junho de 2009.

Stano (2009) ressalta a importância do acesso aos dados de ACV's dos processos e produtos das empresas fornecedoras, para que se possa fechar a ACV perfeitamente.

O interessado na realização de uma ACV precisa ter acesso a informações sobre impactos ambientais em etapas do ciclo de vida que não estão sob o seu controle. O fabricante que deseja avaliar o ciclo de vida de um determinado produto precisa, por exemplo, obter dados e informações sobre impactos na etapa de produção das matérias primas ou energia utilizadas, processos normalmente conduzidos por fornecedores externos.

### **I.2.1 – Análise ou avaliação de ciclo de vida (ACV)**

A Análise ou Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é uma metodologia que avalia os impactos ambientais dos processos industriais. É o acompanhamento dos materiais do “berço” ao “túmulo”, ou seja, desde a retirada da natureza, até a sua disposição final.

A ACV parte do princípio que toda a atividade econômica consome insumos (entradas) e emite rejeitos sólidos, líquidos e gasosos (saídas), após seu processamento.

Os insumos podem ser matérias-primas diversas, como também suprimentos operacionais, como: água, energia térmica e energia elétrica.

Segundo Chehebe (1997), a ACV é uma técnica para a avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados a um produto, compreendendo etapas que vão desde a retirada de matérias primas da natureza (berço) á disposição final (túmulo).

A Análise de Ciclo de Vida é uma técnica para determinar os aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto: juntando um inventário de todas as entradas e saídas relevantes do sistema, avaliando os impactos ambientais potenciais associados a essas entradas e saídas, e interpretando os resultados das fases de inventário e impacto em relação com os objetivos de estudo. (Norma NBR ISO 14040).

Segundo Almeida (2006), a ACV é uma ferramenta da Ecologia Industrial que permite analisar processos e produtos, com o objetivo de identificar as fontes diretas e indiretas de geração de resíduos ou poluentes.

A avaliação do ciclo de vida (ACV) é um método utilizado para avaliar o impacto ambiental de bens e serviços. A análise do ciclo de vida de um produto, processo ou atividade é uma avaliação sistemática que quantifica os fluxos de energia e de materiais no ciclo de vida do produto. (SETAC – *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* apud ALMEIDA, 2006).

A ACV evoluiu de uma iniciativa da empresa Coca-cola em avaliar o impacto ambiental de embalagens, no fim da década de 60. Nos anos 70, a crise energética impulsionou os estudos relacionados à ACV. Em 1979, foi criada a SETAC (*Society for Environmental Toxicology and Chemistry*), Sociedade para Toxicologia e Química Ambiental, que auxiliou o desenvolvimento da metodologia da ACV. Em 1993, foi criado o Comitê Técnico ISO/TC 207, que foi responsável pela elaboração da norma ISO 14040, voltada para os estudos em ACV. (CHEHEBE, 1997; GRUPO DE PESQUISA EM AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA, 2008).

A Análise de Ciclo de Vida também serve de apoio às empresas, no balizamento para o enquadramento na legislação ambiental, pois atende as exigências do constante aprimoramento dos sistemas de gestão ambiental. (VALT, 2004 apud SARAIVA, 2007).

A figura I.5 mostra todos os estágios do ciclo de vida de um produto. Vale ressaltar que em todos eles, inclusive o transporte entre as fases, podem causar danos ao meio ambiente, tanto no que tangem ao uso de recursos naturais ou emissões diversas e devem ser alvo de estudo da ACV.

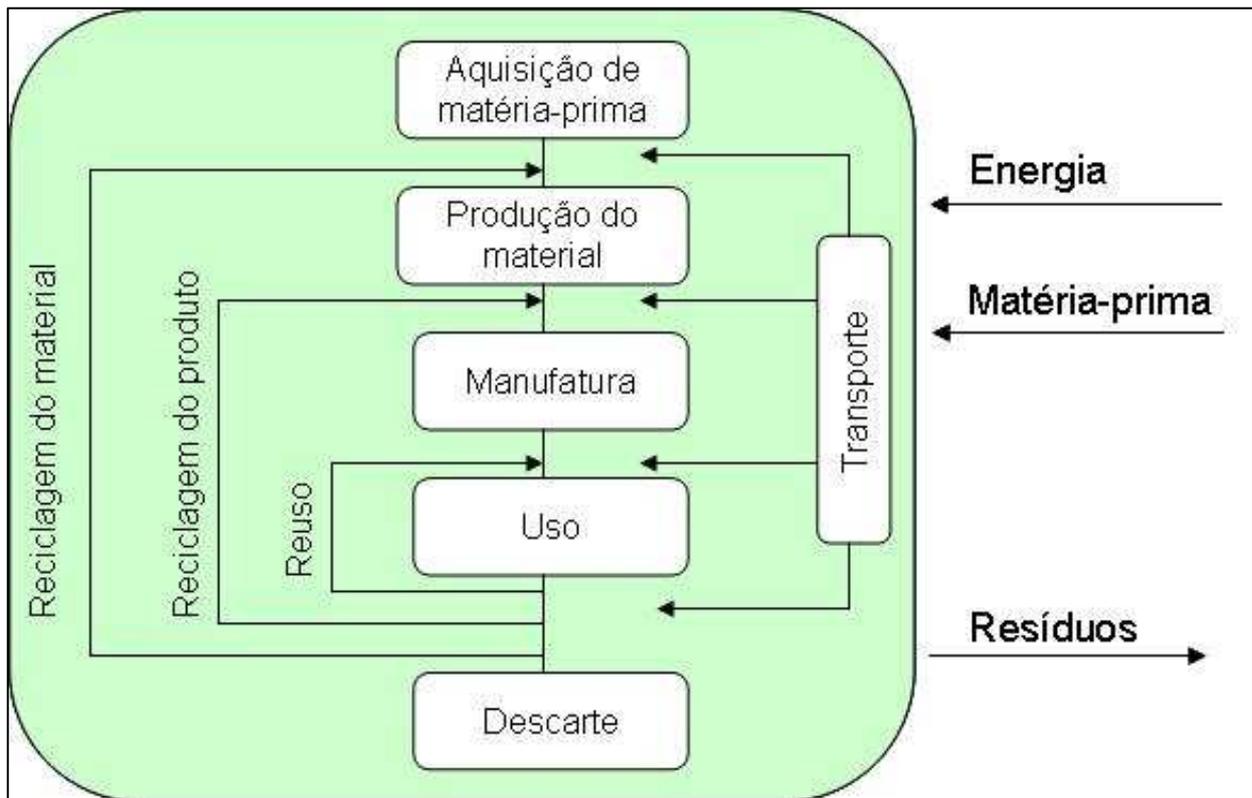


Figura I.5: Principais estágios do ciclo de vida de um produto (Fonte: Almeida, 2006).

A aplicação da metodologia de ACV pode ter diversas finalidades, como o desenvolvimento de produtos e seus processos de fabricação, onde sua aplicação pode elucidar os pontos de melhoria; no planejamento estratégico das organizações, onde a ACV auxilia na tomada de decisões sobre qual ou quais os melhores insumos a serem utilizados, tanto com enfoque ambiental como econômico e de atendimento à legislação, assim como reavaliar a estrutura fabril necessária para esse cumprimento; no desenvolvimento e aplicação de políticas públicas, onde a ACV pode nortear a comparação e avaliação dos impactos ambientais potenciais, servindo de instrumento de aplicação de políticas de produção limpa e desenvolvimento sustentável; e como marketing, onde a ACV entra como instrumento divisor de boas práticas, segregando as organizações responsáveis sócio-ambientalmente das não enquadradas.

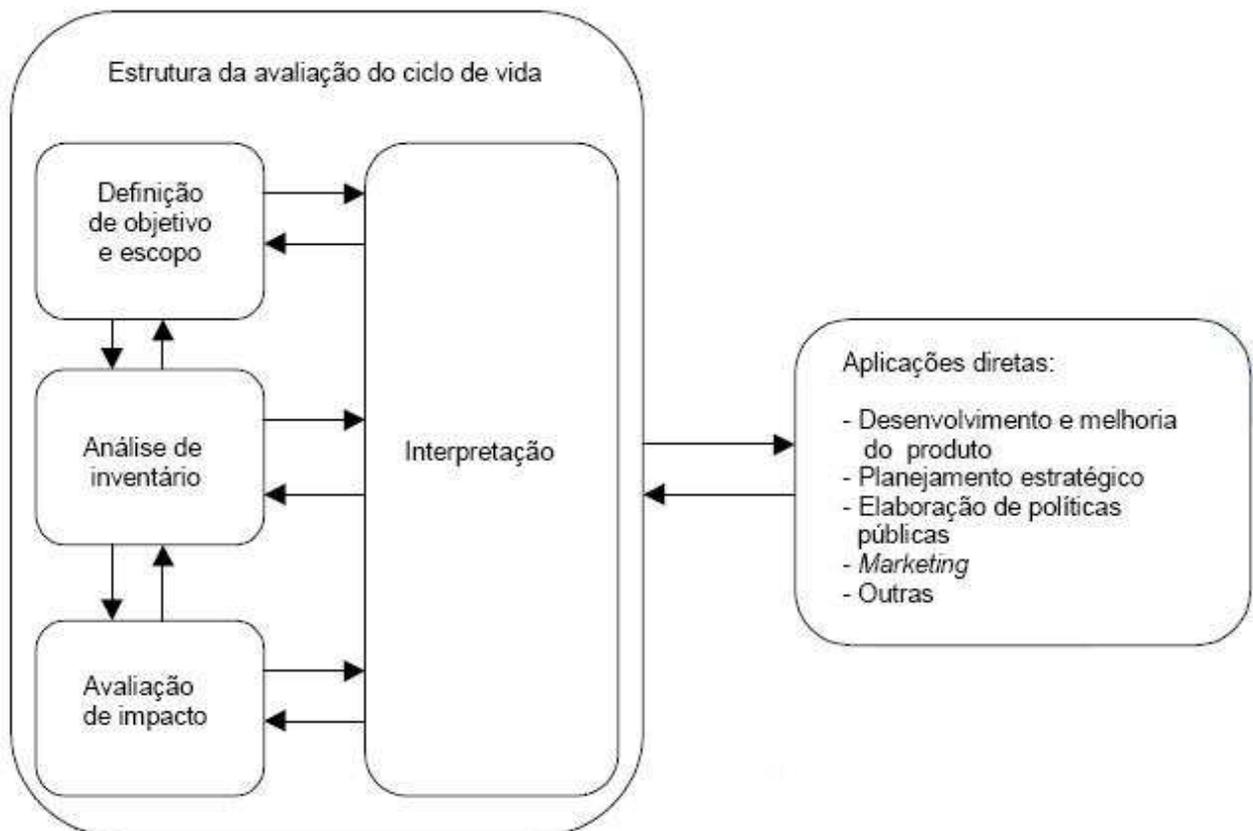


Figura I.6: Metodologia de Análise de Ciclo de Vida (Fonte: ABNT NBR ISO 14.040)

Interpretando a figura acima temos como ações da primeira fase, a descrição do produto, a identificação do público alvo, o propósito, ou para quê o estudo é destinado, quais as fronteiras do estudo em questão, etc. Para a segunda fase da metodologia, as ações situam-se na coleta de dados em relação ao fluxo de materiais para a elaboração do inventário, com a finalidade de representar o balanço da massa. E a terceira fase metodológica relaciona o inventário gerado anteriormente com impactos ambientais.

A ACV é uma ferramenta que auxilia o desenvolvimento da gestão integrada, onde a base tende para o equilíbrio entre as dimensões: econômica, social e ambiental. Para a gestão integrada é necessário avaliar:

- Uso de energia
- Impacto do Aquecimento Global / Gases de Efeito Estufa
- Destruição da Camada de Ozônio
- Uso da Água
- Uso de Materiais

- Geração de Resíduos
- Transporte
- Performance Ambiental do Produto
- Performance Ambiental de Fornecedores
- Além da Performance Financeira, Impactos Sociais, Saúde e Segurança, Governança Corporativa, etc.

Segundo Stano, Coordenador do programa de desenvolvimento sustentável da Petrobras, a aplicação da ACV tem importância tanto para a eco-eficiência, como para transpor atuais e futuras barreiras comerciais que exijam a sua certificação.

A importância de se estimular a aplicação no Brasil dessa ferramenta deriva não somente da possibilidade de se obter ganhos ambientais e econômicos através da melhoria da ecoeficiência de produtos e serviços. Está também relacionada à necessidade de se assegurar a competitividade de nossas exportações face a eventuais barreiras que poderão ser impostas principalmente pelos países europeus, através da exigência de rotulagem ambiental dos produtos brasileiros com base na avaliação do seu ciclo de vida. Esse tipo de rotulagem ambiental é inclusive objeto de norma internacional que já está em elaboração na própria ISO e que poderá representar um poderoso incentivo à disseminação do uso da Avaliação do Ciclo de Vida em nível mundial. (STANO, 2009).

Partindo-se do princípio que a ACV considera aspectos de balanço de massa e energia dos materiais constituintes de um produto desde a sua retirada da natureza até seu destino final após a vida útil a que foi projetado, faz-se necessária a compreensão de como esses materiais percorrem os fluxos de suprimento nas organizações. Neste contexto a cadeia de suprimentos é o campo do conhecimento que acompanha essa análise.

### **I.3 – CADEIA DE SUPRIMENTOS**

A Cadeia de Suprimentos é um conceito no campo do conhecimento da gestão empresarial que é responsável pelo acompanhamento e estudo das interfaces das empresas, ou seja, pelo acompanhamento e rastreamento de todos os entrantes (inputs) de materiais de uma empresa, num movimento longitudinal que abrange desde os fornecedores dos fornecedores, indo até os clientes dos clientes.

Segundo Slack (2009), “nenhuma operação produtiva ou parte dela existe isoladamente. Todas as operações fazem parte de uma rede maior” que inclui “fornecedores e

clientes. Também inclui fornecedores dos fornecedores e clientes dos clientes...”. A afirmação do autor tem uma abordagem ampla e sugere que essa relação para a operação produtiva acontece desde a extração de matéria-prima até a chegada ao cliente final.

Segundo Kotler (2000), enquanto as empresas são conectadas aos seus consumidores pelos canais de marketing, a cadeia de suprimentos ou *supply chain* é um canal mais longo, que se estende desde a extração de das matérias-primas aos componentes dos produtos finais. Kotler também aborda a importância da cadeia de suprimentos na geração de valor ao consumidor. “A cadeia de suprimento representa um sistema de entrega de valor. Cada empresa recupera apenas uma porcentagem do valor total geado pela cadeia”.

Segundo Ballou (2006), a cadeia de suprimentos “abrange todas as atividades relacionadas com o fluxo e transformação de mercadorias desde o estágio da matéria-prima (extração) até o usuário final, bem como os respectivos fluxos de informação”. Portanto, segundo Ballou, pelos fluxos da cadeia de suprimentos não passam apenas materiais, mas também de informações.

Slack (2009) corrobora com a mesma visão, afirmando que o relacionamento em uma cadeia de suprimento é feito em duas vias, “com bens fluindo em um sentido e informações no sentido contrário”.

Por vezes, Ballou (2006) iguala os conceitos de cadeia de suprimentos com a logística, como segue na citação abaixo.

A Logística/Cadeia de Suprimentos é um conjunto de atividades funcionais (transportes, controle de estoques, etc.) que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, aos quais agrega valor ao consumidor. (BALLOU, 2006).

A descrição que Ballou (2006) adota acima sobre a função da Cadeia de Suprimentos é a mesma da Logística. Segundo o autor essa semelhança se dá pela mesma orientação em que as duas formas têm em “gerir os fluxos de produtos e serviços de maneira eficaz e eficiente”.

Já para Slack (2009), a logística abrange os canais de distribuição de bens produzidos, até os clientes finais. Esse movimento é apenas parte da gestão da cadeia de suprimentos, que tem um conceito mais amplo, englobando desde a retirada da matéria-prima, passando pelos fornecedores de segunda e primeira camada, a atividade produtiva e por fim a distribuição, a cargo da logística, até os clientes finais, como é evidenciado na citação abaixo.

Gestão da cadeia de suprimentos é um conceito desenvolvido com uma abrangência bem maior e com um enfoque holístico, que gerencia além das

fronteiras da empresa. Reconhece-se que há benefícios significativos a serem ganhos ao tentar dirigir estrategicamente toda uma cadeia em direção à satisfação dos clientes finais. (SLACK, 2009).

A figura abaixo mostra o foco abrangente da cadeia de suprimentos e alguns termos utilizados para descrever suas subdivisões, segundo o conceito de Slack (2006).

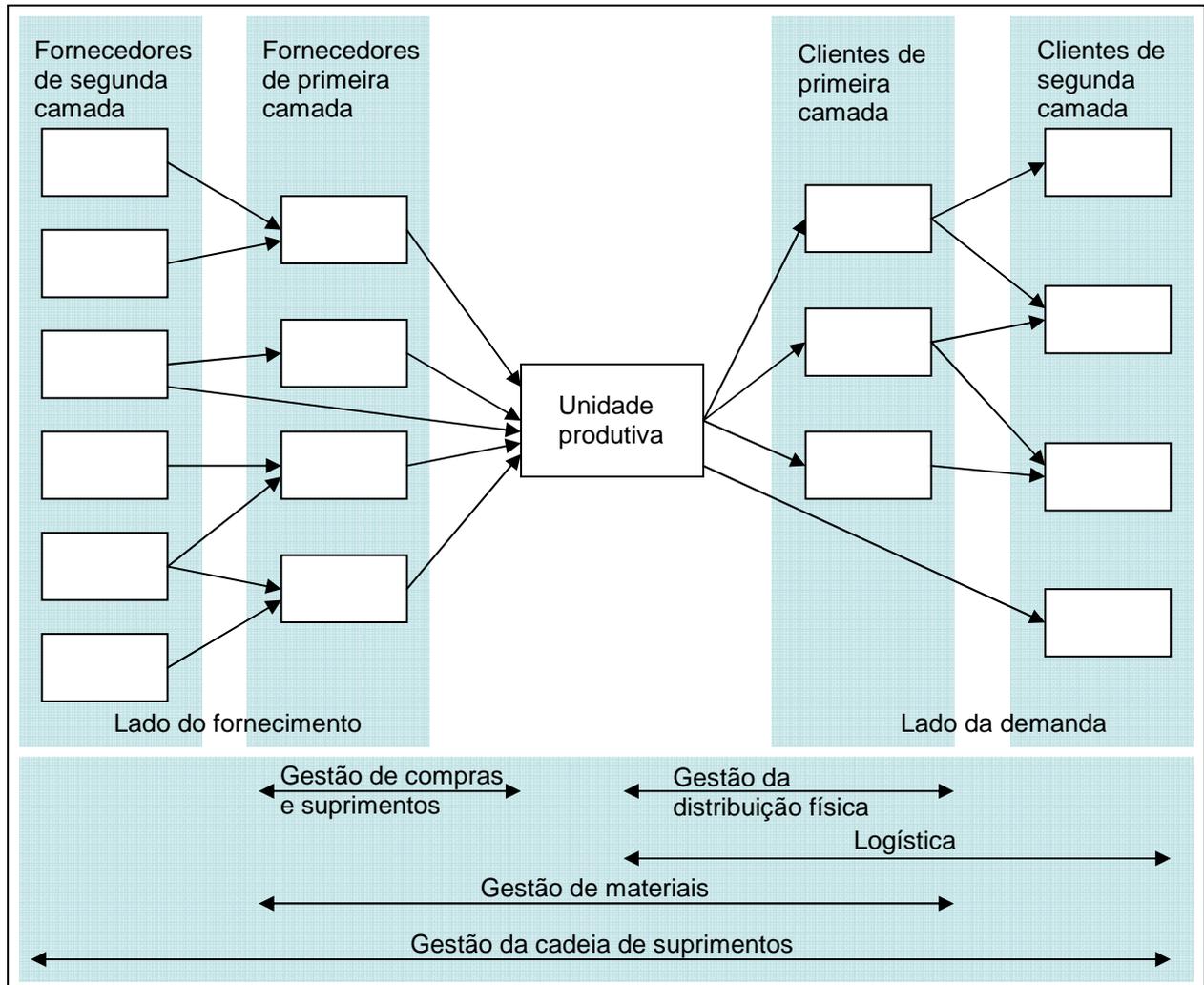


Figura I.7: Alguns termos utilizados para descrever a gestão de partes da cadeia de suprimentos. (Fonte: Adaptado de Slack, 2006)

É possível notar a abrangência da cadeia de suprimentos, que pode englobar a Gestão de compras e suprimentos, a gestão da distribuição física, a logística e a gestão de materiais. (SLACK, 2006).

Segundo Ballou (2006), o gerenciamento da cadeia de suprimento é definido como:

A coordenação estratégica sistemática das tradicionais funções de negócios e das táticas ao longo dessas funções de negócio no âmbito de uma determinada empresa e ao longo dos negócios no âmbito da cadeia de

suprimentos, com o objetivo de aperfeiçoar o desempenho a longo prazo das empresas isoladamente e da cadeia de suprimentos como um todo.

O Gerenciamento da cadeia de Suprimentos (GCS) ultrapassa a essência da logística integrada, pois destaca as interações da função logística com as funções de marketing e produção, incluindo o relacionamento de empresas distintas do canal de fluxo de produtos. (BALLOU, 2006). Essa relação permite que uma empresa fornecedora controle o nível de estoque de seus clientes e participe na decisão de entrega de produtos, influenciando todo o seu processo de produção e sua cadeia de suprimentos.

Analiticamente, o conceito de cadeia de suprimento se diferencia do conceito de cadeia produtiva, como por exemplo, descrita por Prochnik (2002), na qual a “cadeia produtiva é um conjunto de etapas consecutivas pelas quais passam e vão sendo transformados e transferidos os diversos insumos” para a produção de bens. Nesta afirmação, percebe-se a diferenciação dos conceitos, pois na cadeia produtiva, conceito mais amplo utilizado em macro-economia, refere-se aos diversos entrelaces de empresas e grupos empresariais, formando até setores econômicos, para a produção de bens. Isso acontece, por exemplo, em relação à cadeia produtiva da madeira, que é composta por diversas empresas de extração e beneficiamento, que desembocam em moveleiras e outras empresas de derivados de madeira. Esse relacionamento pode ter o cruzamento de outras cadeias produtivas, como por exemplo, de derivados químicos, como cola e verniz; como também o setor metalúrgico, na produção de pregos, parafusos, etc. que resultam em produtos como móveis e outros artefatos derivados de madeira, até mesmo o papel. Já a cadeia de suprimentos não é apenas o conjunto de empresas responsáveis pela produção de bens, como a cadeia produtiva, pois seu conceito implica em relações institucionais de parcerias e compromissos no suprimento dos materiais necessários para a produção desses bens, ou seja, é composta pelas empresas parceiras na construção de cada produto. Este conceito foi utilizado para o mapeamento e descrição da cadeia de suprimento do produto ecowood, apresentado mais adiante.

O entendimento de que os produtos são formados pelo entrelace sinérgico de várias empresas de cadeias produtivas diferentes e que a cadeia de suprimento é formada pelo relacionamento entre essas empresas para a produção de um produto, na qual cada uma delas é responsável por uma ou algumas das etapas na geração de valor ao consumidor, é fundamental para perceber a importância dos conceitos de Ecologia Industrial e de como a Logística Reversa pode auxiliar na geração de valor não só para o cliente, mas para toda a cadeia produtiva no momento em que reduz o desperdício de materiais e o volume de rejeitos despejados na natureza.

## I.4 – LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa é um campo de estudo que ultrapassa a idéia de distribuição de bens da logística tradicional, pois seu foco é no retorno desses bens, atualmente, com uma visão econômica em relação à redução de custos de matérias-primas e seu processamento e também ambiental em relação à redução da necessidade de extração dessa matéria da natureza, com o auxílio de técnicas de reciclagem.

Conceituando a logística tradicional mostra-se a visão de Ballou (2006):

Segundo Ballou (2006), a logística empresarial é um campo relativamente novo do estudo, sendo o elo entre as áreas tradicionais das finanças, marketing e produção, com o conceito de gestão coordenada de atividades, substituindo a forma anterior de administrá-las separadamente, e com isso, agregando valor aos produtos e serviços através do acréscimo de satisfação do ponto de vista do consumidor. O autor acrescenta que a logística é a essência do comércio, pois contribui para a melhoria do padrão econômico de vida geral.

Segundo o *Concil of Logistic Management* – CLM, “logística é o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes”, ou seja, a logística trata de acompanhar o fluxo de mercadorias desde a sua origem como matéria-prima, até a entrega para consumo, incluindo todas as atividades relacionadas neste percurso. (BALLOU, 2006).

Já os autores Rogers e Tibben-Lembke (1998); Leite (2003) e Joppert (2008) abordam o entendimento conceitual da logística reversa:

Para Rogers e Tibben-Lembke (1998) a logística reversa é o processo de planejar, implementar e controlar a recapturação de valor ou a disposição final dos produtos comercializados. Stock (2002) apud Leite (2003) afirma que o canal reverso trata do retorno de produtos para reciclagem, reutilização, remanufatura, substituição ou disposição de bens retornados. Leite (2003) acrescenta que enquanto a logística direta gerencia o fluxo de materiais da origem ao consumo, a logística reversa gerencia o fluxo do consumo de volta à origem ou à disposição, reintroduzindo o produto ao ciclo dos negócios, agregando-lhes valor econômico, ecológico, legal e de imagem corporativa.

Segundo Leite (2005), o tratamento destas “sobras” pode permitir à empresa contribuir para o bem-estar social (doações), para preservação do meio ambiente (reciclagem) ou para fidelização do cliente (serviços especiais), trazendo ganhos de imagem ao seu negócio.

Leite (2003) aponta o retorno ao ciclo produtivo dos bens e de seus materiais constituintes como a principal preocupação da logística reversa. O retorno desses materiais além de poder minimizar os custos com matérias-primas proporciona um acréscimo de valor no que tange à preservação ambiental, pois reduz a extração de materiais naturais, geralmente esgotáveis, e permite a redução do impacto causado pelo descarte inadequado de rejeitos.

O desenvolvimento progressivo da logística reversa no final do século XX e início do século XXI se deve pela preocupação com a disposição final adequada dos bens de pós-consumo, principalmente pela tendência à descartabilidade gerada após a segunda Guerra Mundial. Essa tendência á descartabilidade foi acelerada pelo ímpeto mercadológico concomitantemente com o desenvolvimento tecnológico, que aceleraram a obsolescência, reduzindo o ciclo de vida dos produtos. (LEITE, 2003)

Segundo Leite (2003), o crescimento do lixo urbano coletado nas grandes metrópoles é um dos indicadores da descartabilidade, principalmente pela observação da substituição de lixo orgânico por rejeitos recicláveis.

Joppert (2008) aborda a relação da logística reversa com a coleta seletiva, afirmando que “a logística reversa envolve facilidades de coleta, manuseio e transporte para trazer o material coletado para um centro de reciclagem ou uma área de beneficiamento”. O autor ainda afirma que é necessário um volume representativo para a viabilidade econômica da logística reversa de certos bens. Porém, não é só por viabilidade econômica que a logística reversa deve ser aplicada; a questão ambiental, aliada às pressões legais referentes à responsabilidade dos produtos perante as empresas também impulsiona esse movimento reverso.

A figura a seguir evidencia o foco da logística reversa no que se refere ao retorno ao ciclo produtivo, englobando as fases de reciclagem e remanufatura ou em relação à disposição final segura, ou seja, o desembarço dos bens através de um meio controlado que não prejudique o meio ambiente e não afete, direta ou indiretamente, a sociedade. (LEITE, 2003).

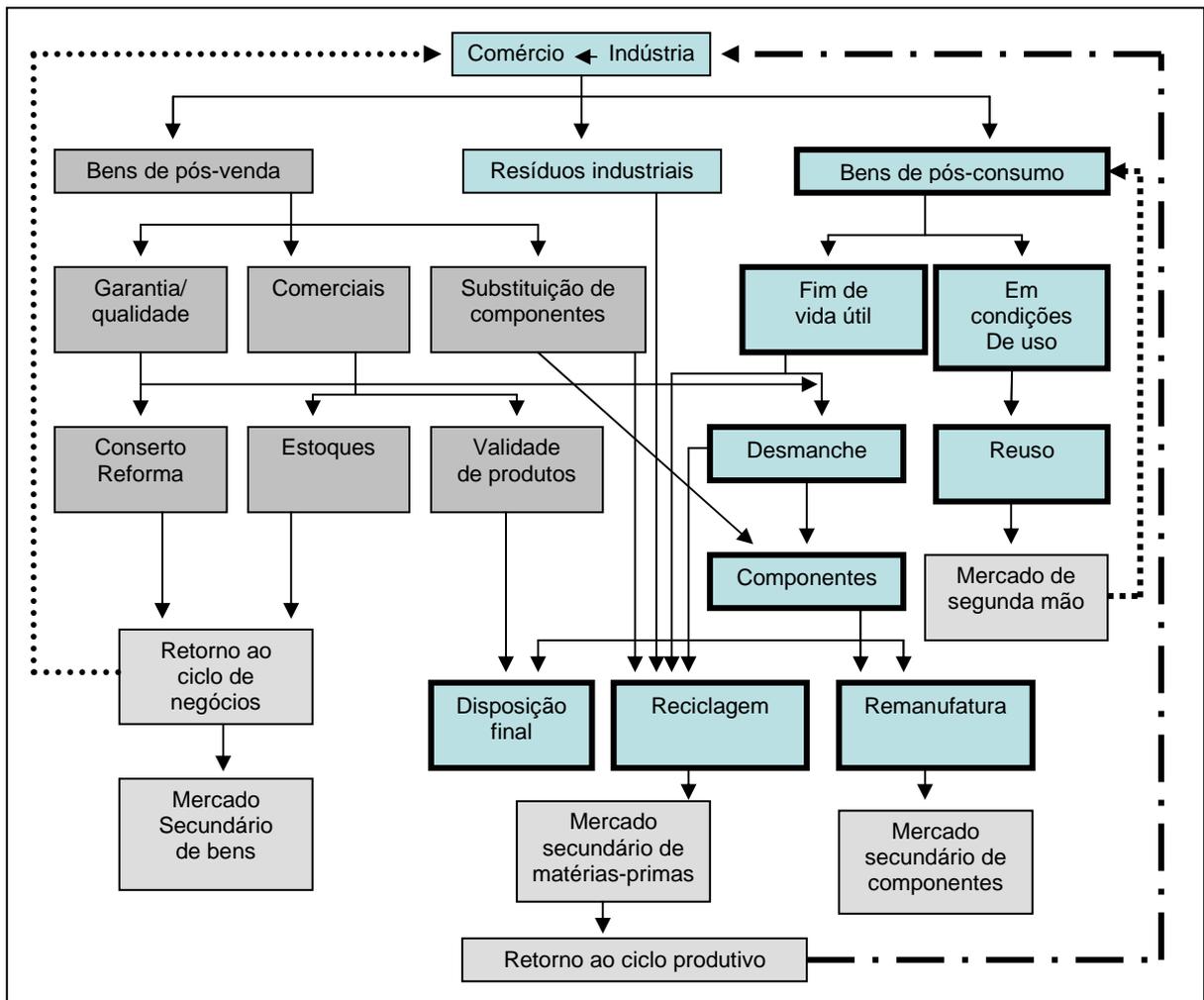


Figura I.8: Foco da atuação da logística reversa (Fonte: Leite, 2003)

É no contexto de bem-estar social e preservação do meio ambiente que a logística reversa deve ser empregada, proporcionando canais e fluxos contínuos de coleta e destino adequados, geralmente tomando atitude pró-ativa no melhor reaproveitamento do bem pós-venda, pós-consumo ou melhor aproveitamento do rejeito de vários processos. A utilização da logística reversa é fundamental para o êxito da reutilização e da reciclagem, visando à Ecologia Industrial e a Sustentabilidade.

## CAPÍTULO II – RECURSOS METODOLÓGICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DAS REPRESENTAÇÕES

A modelagem do processo de produção de ecowood teve como base teórica a metodologia de Redes de Petri (RdP). Segundo Frances (2003), a Rede de Petri “é uma técnica de modelagem, que permite a representação de sistemas” e segundo Marranguello (2005), pode ser utilizado, entre outras coisas, para a avaliação de desempenho e para a representação de sistemas de produção, que foi o foco desta dissertação.

A técnica de Rede de Petri foi criada por Carl Adam Petri, em seus estudos para tese de doutorado, em 1968, mas a primeira utilização oficial do termo “Rede de Petri”, foi em 1975, em uma convenção do MIT – *Massachusetts Institute of technology*. (MARRANGUELLO, 2005).

Segundo Marranguello (2005), a representação gráfica da RdP deve conter três elementos em sua estrutura, que são:

- Os estados, que são usados para representar componentes passivos dos sistemas. Os estados são representados graficamente por uma elipse.
- As ações, que representam componentes ativos dos sistemas e são representados graficamente por um retângulo; e,
- Os fluxos, que especifica a transformação de um estado para o outro dentro dos sistemas. Os fluxos são representados graficamente por setas.

A figura abaixo mostra um exemplo simples da representação gráfica de Rede de Petri.

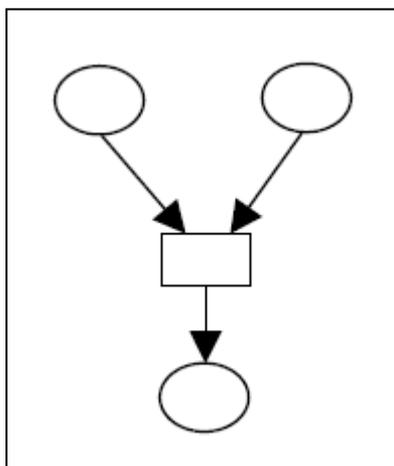


Figura II.1: Exemplo de Rede de Petri.

Neste contexto, a rede de petri foi utilizada como técnica de modelagem para a representação do processo produtivo de ecowood.

O *software* UMBERTO, também utilizado como norteador de modelagem do processo de produção de ecowood, segue a mesma estrutura de RdP. A figura abaixo mostra a representação de um cenário preliminar do processo produtivo de ecowood no UMBERTO.

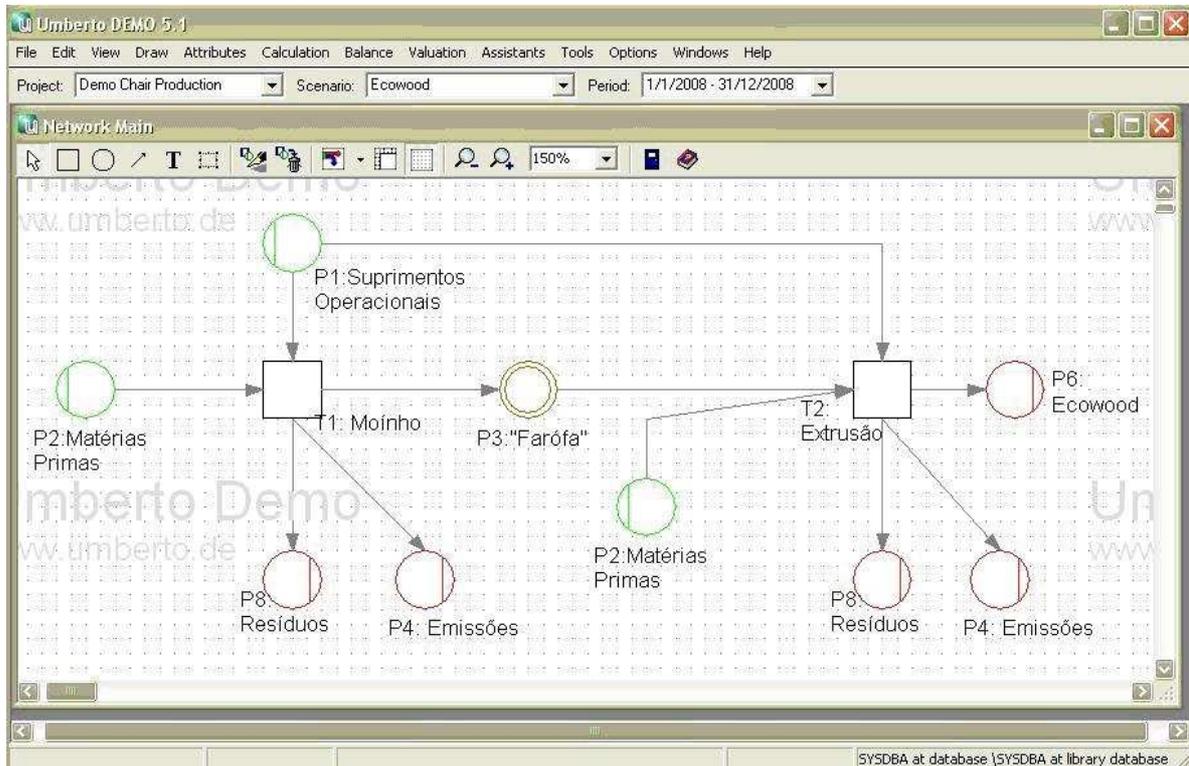


Figura II.2: Exemplo de cenário do UMBERTO.

O UMBERTO é um *software* de gestão ambiental e análise de fluxos de materiais e energia, desenvolvido pela empresa alemã (Instituto de Informática Ambiental Hamburg Ltda.). Este programa é utilizado em diversas empresas industriais, consultorias, universidades e outras instituições científicas na Europa. Seu objetivo é detectar pontos cruciais para otimização de processos produtivos, como reduzir as emissões e os insumos, utilizando a metodologia de ACV. Como a utilização não é limitada a um setor específico, nas referências figuram entre outros, empresas ligadas aos seguintes ramos: automóvel, químico, farmacêutico, revenda, alimentação, polpa e papel, equipamentos e máquinas, semicondutores etc. (UMBERTO, 2008).

Para auxiliar a tomada de decisão, o UMBERTO permite a comparação de cenários e pode apresentar os resultados na forma de gráficos e tabelas. O software também possui uma vasta biblioteca para a especificação de processos, mas também pode receber dados externos, inseridos manualmente.

| Input:                           |              |      | Output:                      |                 |      |
|----------------------------------|--------------|------|------------------------------|-----------------|------|
| Item                             | Quantity     | Unit | Item                         | Quantity        | Unit |
| basic chemical materials         |              |      | emissions (air) (a)          |                 |      |
| basic chemical materials, inorg. |              |      | inorganic compounds (a) (a)  |                 |      |
| ▲ sodium hydroxide               | 55.769175    | kg   | ▲ ammonia (a)                | 0.006556044     | kg   |
| ▲ sulfuric acid                  | 0.22274175   | kg   | ▫ carbon dioxide (a) (a)     |                 |      |
| cumulative energy demand (KEA)   |              |      | ▲ carbon dioxide, fossil (a) | 1183.84281906   | kg   |
| ▲ KEA (hydro)                    | 316527.75    | kJ   | ▲ carbon monoxide (a)        | 0.2556412056    | kg   |
| ▲ KEA (nuclear)                  | 6754266.75   | kJ   | ▲ dinitrogen monoxide (a)    | 0.0094158042    | kg   |
| ▲ KEA, fossil total              | 12574537.47  | kJ   | ▲ hydrogen chloride (a)      | 0.197460615     | kg   |
| minerals and ores                |              |      | ▲ hydrogen fluoride (a)      | 0.026796        | kg   |
| ▲ limestone                      | 8.22469725   | kg   | metals (a) (a)               |                 |      |
| resources (r) (r)                |              |      | ▲ arsenic (a)                | 1.8975823515E-7 | kg   |
| energy resources (r) (r)         |              |      | ▲ cadmium (a)                | 4.7534212539E-7 | kg   |
| coals (r) (r)                    |              |      | ▲ chromium (a)               | 2.3663437875E-7 | kg   |
| ▲ brown coal (r)                 | 646.5707325  | kg   | ▲ nickel (a)                 | 1.9318379949E-5 | kg   |
| ▲ hard coal (r)                  | 197.386035   | kg   | ▲ NOx (a)                    | 1.7836780896    | kg   |
| ▲ crude oil (r)                  | 11.8985625   | kg   | ▲ sulfur dioxide (a)         | 5.1681005112    | kg   |
| ▲ natural gas (r)                | 21.269325    | kg   | ▲ particles (a)              | 0.7029546876    | kg   |
| ▲ transport goods                | 20000        | kg   | ▲ particles (small) (a)      | 0.0194580276    | kg   |
| water                            |              |      | VOC (a) (a)                  |                 |      |
| industrial/drinking water        |              |      | ▲ methane (a)                | 2.9493835239    | kg   |
| ▲ cooling water                  | 37983.33     | kg   | NMVOC (a) (a)                |                 |      |
| ▲ water, unspec.                 | 82.900125    | kg   | NMVOC, halog. (a) (a)        |                 |      |
|                                  |              |      | NMVOC, chlorinated (a) (a)   |                 |      |
| Sum                              |              |      | Sum                          |                 |      |
| kJ                               | 19645331.97  | kJ   | kg                           | 57652.88682427  | kg   |
| kg                               | 59007.571394 | kg   |                              |                 |      |

Figura II.3: Exemplo de Inventário.

Segundo (UMBERTO, 2008), para a gestão integrada é necessário avaliar: o uso de energia; o impacto do aquecimento global / gases de efeito estufa; a destruição da camada de ozônio; o uso da água; o uso de materiais; a geração de resíduos; o transporte; a performance ambiental do produto; a performance ambiental de fornecedores; além da performance financeira, dos impactos sociais, saúde e segurança, governança corporativa, etc.

Segundo pesquisa realizada comparando cinco softwares de análise de ciclo de vida, Umberto 4.1, SimaPro 6.0, Gabi 4.0, TEAM 4.0 e Gemis 4.2, o software Umberto foi o que teve a melhor avaliação geral, levando em consideração os critérios: facilidades e funcionalidade de interface; abrangência e qualidade do banco de dados; segurança; licenças; importação/exportação de dados; suporte; hardware mínimo necessário; flexibilidade da plataforma; apresentação dos resultados e interconectividade. (ANDRADE, 2005).

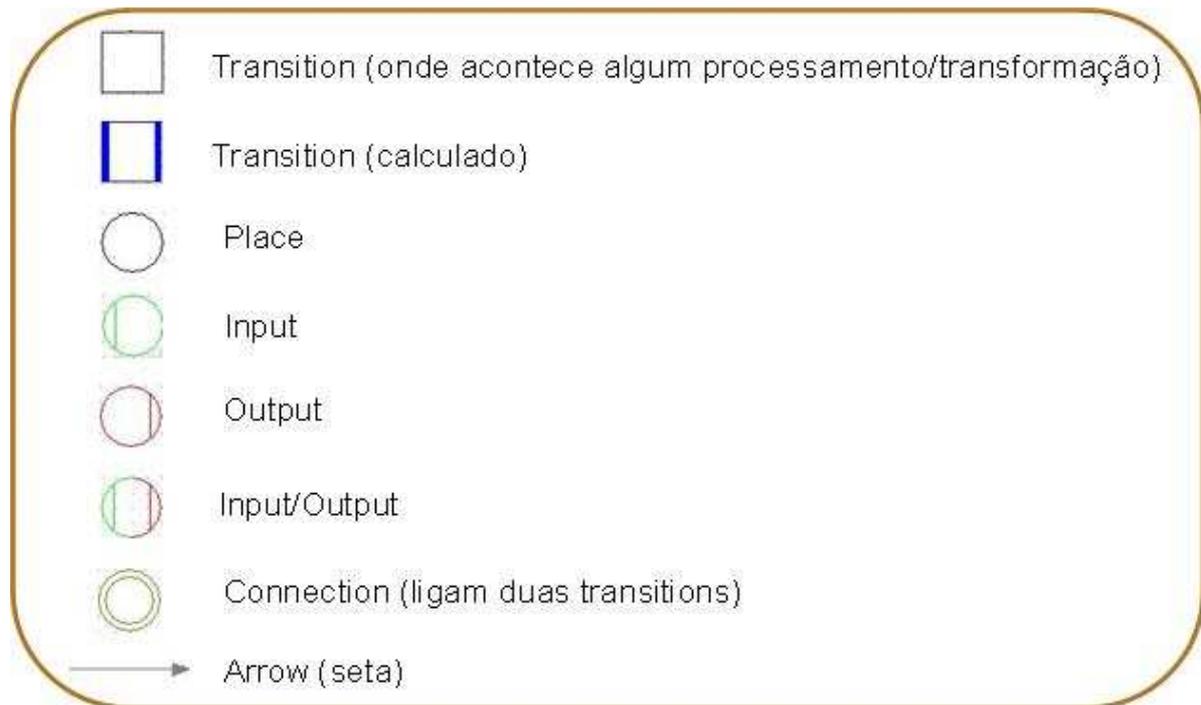


Figura II.4: Descrição dos principais símbolos do cenário do UMBERTO

A figura acima mostra as descrições das principais simbologias utilizadas no cenário do *software* UMBERTO.

Também foram utilizados como norteadores das questões que envolveram a gestão de produção, o arranjo físico, os fluxos e a tecnologia de produção os autores Slack (2009) e Ballou (2005), que ao mesmo tempo contempla as questões de cadeia de suprimentos e logística. A teoria de logística reversa, relevante aos cenários sustentáveis de ciclo fechado, foi obtida por consultas aos trabalhos do autor Leite (2003) e (2005).

“Nenhuma operação produtiva ou parte dela, existe isoladamente. Todas as operações fazem parte de uma rede maior, interconectadas com outras operações”. (SLACK, 2009).

Essa afirmação acima demonstra a interconectividade da cadeia de suprimentos e a logística com as operações de produção.

Completando as visões que conceituam a eco-eficiência, a produção mais limpa, a ecologia industrial e o consumo consciente, foram abordados os autores Agner (2006), Almeida (2006), Ashley (2006). Assim como Bellen (2007) e May (2003), entre outros, contribuem para o referencial teórico que envolve sustentabilidade e aspectos ambientais.

## **CAPÍTULO III – ANÁLISE ORGANIZACIONAL DA EMPRESA ECOWOOD RIO PLÁSTICOS LTDA.**

### **III.1 – O ECOWOOD E O CONTEXTO DE SUSTENTABILIDADE**

Hoje, o passivo ambiental gerado pelo descarte de produtos é uma realidade a ser combatida e isso tem sido feito a contexto do conceito dos “r”s, onde a redução da necessidade de matéria-prima em função de melhores práticas de produção, a reutilização de bens e materiais aumentando sua vida útil e assim amenizando os efeitos do seu despejo precoce, a reciclagem que visa fechar o ciclo de retirada de matéria-prima da natureza, além de repensarmos o consumo e recuperarmos as sobras, formam o caminho para um possível equilíbrio.

Seguindo a tendência da pressão mundial em atender as expectativas sócio-ambientais, em alguns países como Alemanha e Holanda as empresas são consideradas responsáveis pelos seus produtos até mesmo após a vida útil a que foram gerados, tendo assim o acréscimo de participação na preocupação com o descarte desses produtos, agora rejeitos, na natureza.

É neste contexto que a Empresa Ecowood Rio desenvolve um trabalho em prol do desenvolvimento sustentável com a produção da madeira plástica posicionando-se, estrategicamente, como receptora de resíduos industriais em diferentes cadeias produtivas, como por exemplo as cadeias de fraldas e de tapetes. O Ecowood é um produto novo, fabricado a partir de matérias-primas reaproveitáveis, naturais ou não, e de materiais recicláveis, como resíduos de diversos tipos de plásticos e fibras vegetais. A partir do processo de intrusão, com a proporção de 60 a 80% de material plástico e de 20 a 40% de outros materiais como pó e serragem de madeira, bagaço de cana, borra de café, pelos de animais, fibra de coco, bambu, sisal, juta, sabugo de milho, casca de arroz, raspas de couro, algodão, folhas, entre outros materiais, resultam peças que podem imitar ou até substituir a madeira natural, com a vantagem de ser um produto impermeável, que não sofre o ataque de pragas e insetos e de se tratar de um produto que busca ser ecologicamente correto. Outra vantagem é a não utilização de ecowood como fonte energética, diferentemente da madeira natural.

A figura III.1 mostra o slogan da empresa “Madeira sem corte de árvore”, divulgado em seu *site*.



Figura III.1: Propaganda do produto Ecowood. [Fonte: ECOWOODRIO, 2008]

### III.2 - A ORGANIZAÇÃO

A Ecowood Rio Industrial Plásticos foi fundada em maio de 2005, mas só entrou em operação em maio de 2006, devido às obras e ajustes de layout do sistema de produção.

A localização do seu parque fabril fica no município de Duque de Caxias, próximo à Rodovia Washington Luiz, na Baixada Fluminense - Estado do Rio de Janeiro e suas instalações contam, além da parte administrativa, com 3 galpões somando 1.500 m<sup>2</sup> e um amplo pátio com área total de 7.000 m<sup>2</sup>.



Figura III.2: Vista aérea da empresa Ecowood Rio. (Fonte: Google earth)

A motivação dos seus fundadores foi a busca por um empreendimento com o viés de sustentabilidade, que pudesse agregar valor econômico e ambiental ao mesmo tempo e o resultado foi a escolha por trabalhar com matéria-prima de baixo custo e potencialmente problemática em relação ao seu despejo, o plástico, inclusive contaminado, gerando um produto inovador pela adição de fibras naturais em sua composição.

O produto gerado pela empresa Ecowood Rio pode substituir a madeira natural na maior parte de suas aplicações, pode ser trabalhada com as mesmas ferramentas aplicadas na madeira natural e pode receber tratamento para acabamento, como titãs e vernizes. O perfil de ecowood pode substituir ser utilizado na construção de decks, piers, móveis de jardim e piscina, cercas, pallets industriais (seu principal produto), quiosques, dormentes para trilhos de

ferrovias e outras peças. Como se trata de um produto recente, muitas aplicações ainda poderão surgir.



Figura III.3: Mosaico com alguns dos produtos feitos em ecowood

Por ser fabricado com base no aproveitamento de materiais tidos como rejeitos, inclusive o próprio resíduo do seu processo de produção, a fabricação do compósito contribui para a retirada de resíduos do meio ambiente, apresentando assim uma inovadora solução sustentável. A empresa, para realizar sua atividade, tem licença de operação “FE014299”, concedida pela Feema.

A esta empresa, pode-se atribuir o status de inovadora, não por seus processos de produção, mas pelo seu produto, que tem a capacidade de prolongar a vida útil de alguns materiais, incrementando suas cadeias produtivas, gerando valor com o que seria lixo e criando uma nova cadeia de produtiva que visa ser de ciclo quase fechado ou semi-fechado, podendo o produto ecowood ser feito de seu próprio material, estando hoje perfeitamente alinhada ao que se refere às questões de ecologia industrial e sustentabilidade. A questão da cadeia produtiva de ciclo semi-fechado se refere ao fato de a produção necessitar da entrada de energia elétrica e também ao fato de que os seus insumos geralmente não teriam outra utilidade, sendo esta a melhor opção.

Existem outros produtos semelhantes no mercado, que serão apresentados mais adiante, mas em sua maioria são feitos apenas de plástico reciclável, o que, segundo ELL (2008), esses produtos não deveriam ser chamados de “madeira plástica”, por conter apenas

plástico em sua composição. Ainda segundo ELL (2008), os compósitos de madeira plástica são formados pela mistura de plásticos e fibras, mas os plásticos neste caso são virgens. Neste caso o autor não considera a redução do passivo ambiental que a utilização de rejeitos plásticos pode proporcionar como é o caso do ecowood.

Por se tratar de uma tecnologia em desenvolvimento, existem dificuldades que permeiam o processo produtivo, e embora o produto tenha apresentado uma estabilidade em relação as suas propriedades mecânicas, aferido em testes empíricos, e até mesmo em sua composição, o seu processo produtivo ainda é alvo freqüente de análise, visando um melhor aproveitamento dos recursos utilizados. Esse desenvolvimento visa à efetividade do processo de produção, ou seja, alcançar maior eficiência em termos de redução de suprimentos operacionais, como por exemplo, a energia elétrica, o tempo de processamento e a eficácia no sentido de manter um padrão de qualidade em relação às propriedades do compósito, reduzindo o retrabalho. A Ecowood Rio produz perfis do compósito, podendo vendê-los separadamente, mas seu principal produto é o pallet feito desse perfil. Embora o produto deste processo seja formado principalmente por insumos de baixo custo, o seu processo é oneroso em relação ao consumo de energia elétrica, o que dificulta a sua relação econômica frente aos concorrentes, com seus produtos feitos geralmente de madeira nativa de baixo valor comercial. Essa madeira, em sua maioria, não tem uma certificação ambiental, ou seja, um selo verde ou de manejo florestal, portanto contribui para o desmatamento de florestas tropicais e reduz a massa de captura de carbono, gerando alterações no efeito estufa e essas alterações influenciam diretamente o aquecimento global.

As questões referentes à extração e consumo de madeira nativa no Brasil merecem um trato especial, pois muitas das vezes envolvem ilegalidade e falta de controle por organismos governamentais, mas não é o foco deste trabalho.

O cliente da Ecowood Rio, ou seja, comprador de seus produtos em substituição da madeira é responsável em termos sociais e ambientais, pois muitas das vezes paga mais caro pelo Ecowood do que pelo produto similar feito de madeira, mas, certamente por consciência em contribuir com a preservação da natureza e a conservação das mesmas ou melhores condições de vida no planeta para as próximas gerações, sendo pró-ativos neste sentido.

A princípio a empresa Ecowood Rio era formada pelo corpo administrativo próprio, incluindo o capital, mas toda a parte técnica de projeto e desenvolvimento de maquinário e produção estava a cargo de sua parceira, a empresa Deutschsul. Porém, em dezembro de 2007 a parceria foi desfeita motivada pelo descumprimento de vários itens acordados. Desde então o corpo administrativo da Ecowood Rio assumiu a produção, mesmo sem ter o conhecimento técnico necessário para a operação e manutenção do maquinário. A ausência de

informações e manuais foram as principais dificuldades encontradas pelos administradores, levando-os a uma evolução lenta e gradual em relação ao controle de produção e a formulação da composição do produto, conseguida através do empirismo. Inexistia um sistema de indicadores de desempenho e controle periódico de processos, havia apenas indicadores pontuais, mas que, em geral, não eram computados a fim de auxiliar nas decisões.

A deterioração dos equipamentos também foi relatada pelos administradores, fato resultante da ausência de um sistema de manutenção preditiva ou até mesmo preventiva periódica, ficando a cargo de empresas terceiras a manutenção corretiva, ou seja, após o surgimento do defeito. A direção da empresa entende a importância da gestão sistemática de manutenção e busca alterar a postura reativa, justificada pela falta de conhecimento prévio em relação ao equipamento e a busca pelo acerto do processo produtivo.

A produção de ecowood é, até então, baseada no sistema de intrusão, na qual, a mistura de componentes plásticos e fibras é impulsionada por uma extrusora, em um processo termoplástico, que envolve calor e pressão, aos moldes posicionados em um magazine “porta-moldes” giratório, onde são resfriados em um movimento cíclico. Acredita-se que o processo é um higienizador dos resíduos componentes do produto, devido à elevada temperatura de processamento, próxima de 200°C.

A possibilidade de usar somente resíduos na composição do ecowood é o fator que destaca e diferencia a Ecowood Rio das outras empresas, pois além de transformar o que seria despejado e acumulado em lixões em produto de valor agregado, aumentando o ciclo de vida útil dos componentes, o compósito ecowood também promove uma alternativa de consumo consciente, por substituição, em relação à madeira natural, evitando a derrubada de árvores e contribuindo para a preservação ambiental. Outro diferencial do ecowood é o fato de tanto o produto quanto o refugo do seu processo produtivo têm potencialmente a possibilidade de serem totalmente recicláveis.

A produção de ecowood é dividida em bateladas ou lotes, devido à capacidade de variabilidade de sua receita, embora se busque não variar a fórmula para efeitos desse estudo. (SLACK, 2009).

Desde o início das suas atividades, a Ecowood Rio atuava no planejamento produtivo de forma empírica, tendo conseguido um nível de produção de 2,5 toneladas diárias, porém esse ritmo não era constante devido às paradas de produção ocasionadas pelas manutenções corretivas, principalmente após a extrusora, no magazine porta-moldes. Em abril de 2009, a Ecowood Rio firma nova parceria, desta vez com a TekSol, uma empresa que tem conhecimento no processo de extrusão. A parceria motiva a alteração do processo de

produção, passando de intrusão para extrusão contínua, além de ajustar todo o layout de separação de receita, transporte e moagem dos insumos.

A produção, antes da parceria com a TekSol, era de 2 a 2,5 toneladas diárias, porém de forma muito inconstante devido aos inúmeros problemas com os moldes e com o magazine, que demandavam a parada total da produção para a manutenção. A estimativa é que a produção diária possa quadruplicar com a alteração do processo de intrusão para extrusão contínua, chegando a 10 toneladas com certa folga, o que possibilitaria o atendimento a demanda crescente. Estima-se que a produção mensal cresça numa razão maior que a produção diária, devido principalmente ao novo sistema demandar menos manutenção e mesmo quando a manutenção for necessária, demandará um tempo consideravelmente inferior ao demandado no processo antigo. Essa estimativa está baseada na capacidade da extrusora, que anteriormente não era exigida ao máximo pela limitação, causada pelo tempo de espera no enchimento dos moldes, no processo antigo.

Com o redesenho do processo de fabricação de ecowood, o gargalo muda de lugar. Para atender a nova necessidade o layout do sistema de composição da receita e alimenta o processo de adensamento está sendo alterado, eliminando o sistema manual de tambores, para uma esteira semi-automática alimentada por silos com os insumos separados.

A nova preocupação é com a regularidade no recebimento de matéria-prima, devido ao aumento de demanda. Isso poderá acarretar no redesenho da cadeia, na qual haverá a possibilidade de negociação com novos fornecedores e de preferência mais próximos.

A empresa Ecowood Rio, devido a sua atividade de reciclagem e de lidar com plástico e fibras, inclusive o coco, é contemplada com algumas isenções e benefícios legais. Entre outras leis e projetos, estão:

- Lei Estadual nº 4169 e Decreto 33976: Que dispõe de incentivo fiscal, reduzindo o ICMS para 2%.
- Lei Estadual 4188: Que limita a taxa anual de juros de 6% a 12% em relação ao Fundo de Desenvolvimento Econômico e Social do Estado do Rio de Janeiro – FUNDES.
- Lei nº 594 de dezembro de 1948: Que isenta impostos e taxas de importação por dez anos e impostos federais, com exceção do imposto de renda, para empresas que manipulem e processem fibras de coco.

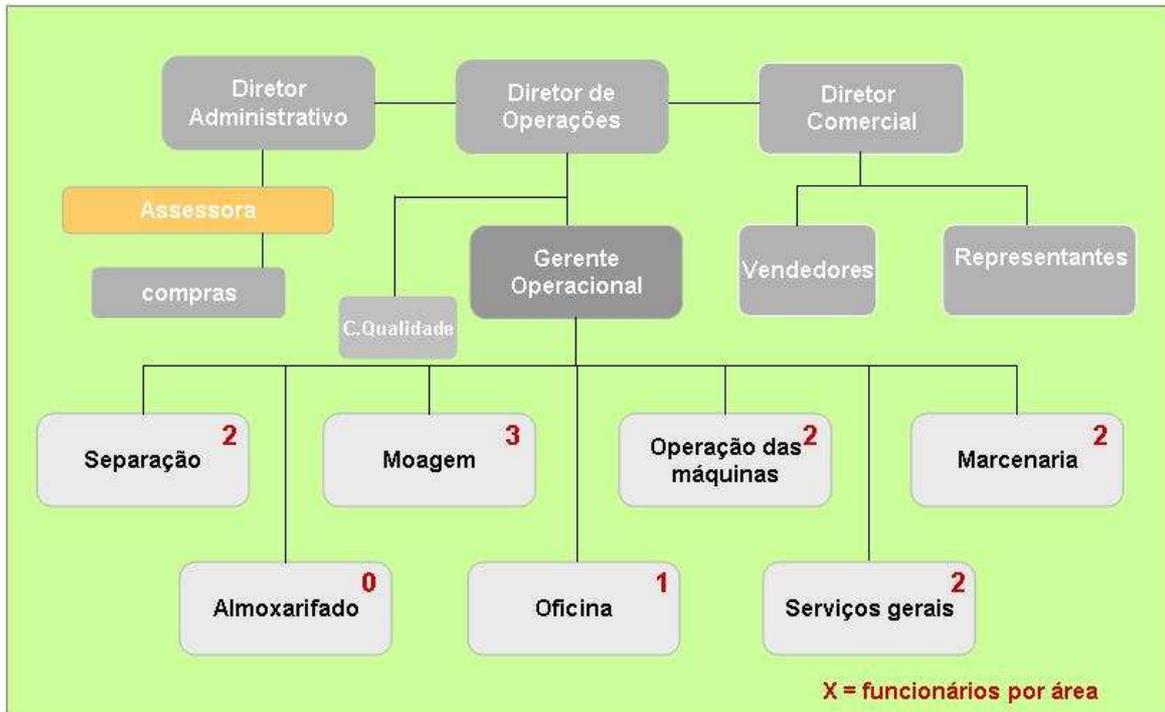


Figura III.4: Organograma da empresa Ecowood Rio Plásticos Ltda.

A figura III.4 mostra o organograma da Empresa Ecowood Rio, com sua respectiva divisão hierárquica de setores. A Ecowood Rio chegou a ter cerca de 30 funcionários, mas atualmente, devido á hibernação para alteração do processo fabril, a empresa conta apenas com 4 funcionários diretos e alguns terceirizados. Essa redução do quadro de funcionários é um reflexo da dificuldade de se fazer inovação produtiva no Brasil.

### III.2.1 – Concorrentes

A Ecowood Rio tem como seus principais concorrentes as empresas:

Ecoblok, localizada no Vale do Jatobá, em Belo Horizonte – MG.

Polyrio Polímeros, que produz o perfil Polymad, localizada em Japeri – Distrito de Engenheiro Pedreira – RJ.

Cogumelo, que produz o polímero Polycog, localizada no bairro de Campo Grande, no Município do Rio de Janeiro – RJ.

Unicoba, que produz o polímero Kobba, localizada em Pirabeiraba, em Joinville – SC.

De uma forma geral, os concorrentes da Ecowood Rio, também produzem compósitos em substituição à madeira natural, porém suas composições não contemplam a mesma carga de fibras diversas que o ecowood.

### III.3 – A RELAÇÃO COM OS FORNECEDORES E CLIENTES NO CONTEXTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

A empresa Ecowood Rio Industrial Plásticos Ltda., tem a vantagem de receber boa parte de seus insumos, sem que precise comprá-los, tendo em vista que esses insumos são rejeitos de processos produtivos de outras empresas, e em sua maioria seria destinado aos aterros sanitários.

Essa relação também é benéfica para seus fornecedores, pois muitos teriam um desembolso financeiro para ter direito à utilização do(s) aterro(s), e ainda seriam responsáveis pelo seu rejeito por vários anos. Sendo assim, ao entregar o rejeito como matéria-prima para a Ecowood Rio, a empresa, no caso fornecedora, fica isenta de responsabilidade pelo seu lixo, pois a Ecowood Rio possui licença da FEEMA para reciclá-lo.

A Ecowood Rio geralmente emite um certificado à empresa fornecedora, atestando que seus rejeitos foram tratados de forma adequada e que a empresa deixou de lançar rejeitos poluentes no meio ambiente e evitou a derrubada de árvores, referente à relação de peso e quantidade entre o compósito de madeira plástica e a madeira natural.

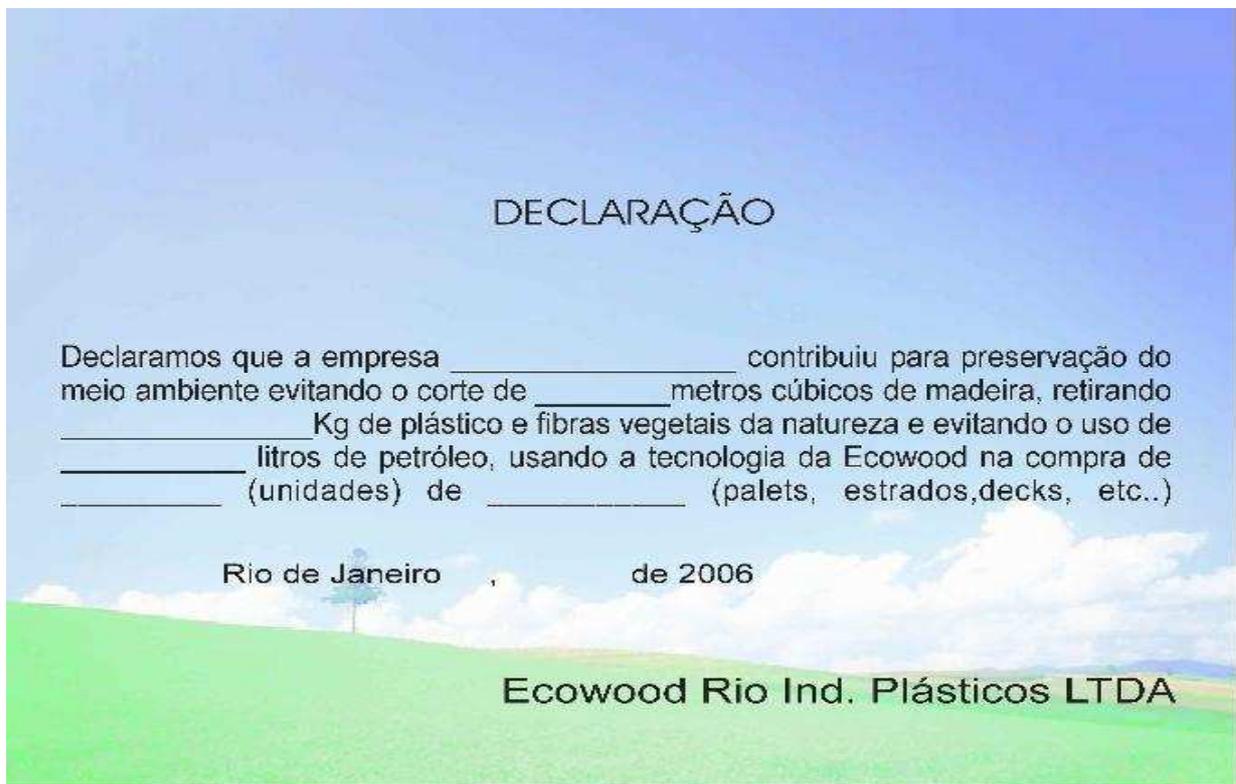


Figura III.5: Exemplo de declaração de destinação sustentável de rejeitos.

Em alguns casos, existe uma espécie de escambo entre a Ecowood Rio e seus fornecedores, isso se dá quando a empresa que fornece a matéria-prima para o compósito de

ecowood, também é cliente da empresa, consumindo seus produtos. Geralmente o produto de ecowood utilizado no escambo é o pallet, de forma que o fornecedor-cliente recebe um desconto no valor de sua compra.

As empresas Vicunha Têxtil, (com o insumo algodão, viscose e plásticos), Café Iguaçu (borra de café), Tapetes São Carlos (aparas de tapetes e carpetes) e a empresa Hortifruti (coco), são exemplos de empresas que recebem desconto na negociação de pallets, por serem fornecedores de matéria-prima para a Ecowood Rio.

### III. 4 – O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ECOWOOD

Processo de produção

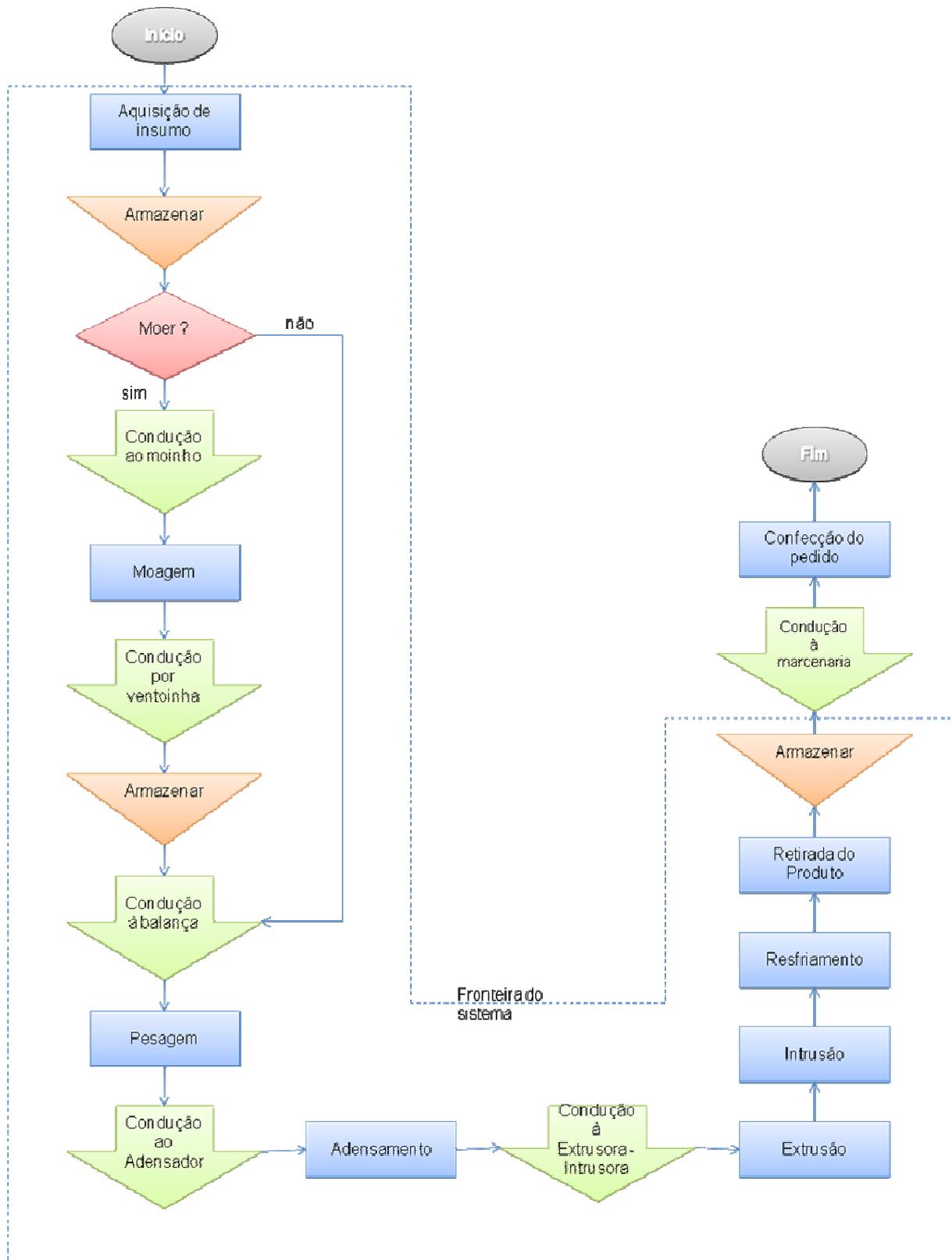


Figura III.6: Fluxograma de Processos (Fonte: LÓTA, 2009).

### III.4.1 – A Aquisição

O insumo, constituído geralmente por resíduos de outras empresas, gerados pelos seus processos produtivos é enviado pelo fornecedor, por meio de transporte rodoviário, utilizando caminhão movido á diesel. A negociação geralmente envolve permuta ao qual o próprio fornecedor é, ao mesmo tempo, seu cliente e recebe um desconto na aquisição de pallets ou outro produto formado pelo compósito. Neste caso, esses fornecedores/clientes geram um ciclo fechado de material. Em contrapartida as empresas fornecedoras de insumos para a Ecowood Rio recebem um certificado de destino responsável dos seus rejeitos.

Dentre seus fornecedores, a empresa Tapetes São Carlos Ltda. é responsável pelo envio de 8 toneladas mensais em média de tapetes. Esses tapetes são compostos por aparas do processo de produção da São Carlos e a composição média do tapete recebido é: 60% de PP (polipropileno), 22,5% de Juta, 12,5% de Calcita e 5 % de Poliéster.

Outro fornecedor, responsável por um grande volume de insumos, é a Kimberly-Clark, fabricante de fraldas, mais conhecida no mercado pelo seu produto “fraldas da Mônica”. A Kimberly-Clark é responsável pelo abastecimento de 12 toneladas/mês em média para a Ecowood Rio e na negociação o administrador de resíduos contratado remete fraldas com defeito e aparas, a custo zero. A fralda é bem favorável ao processo de fabricação do compósito Ecowood, pois a composição média da fralda recebida é: 60% de PE (polietileno), 25% celulose e 15 % de TNT (tecido não tecido).

Além desses dois fornecedores, a Ecowood Rio conta também com a Vicunha, a maior indústria têxtil da América Latina, que é responsável pelo envio de fios de algodão em fardos. A quantidade e a frequência dependem da negociação em relação à venda de pallets para a Vicunha.

Outro importante fornecedor com certa frequência é o Mercado Horti-Fruti, que é responsável pelo envio de 12 toneladas de coco, onde suas fibras também fazem parte da composição do Ecowood, mas a frequência de recebimento depende da capacidade da empresa Ecowood Rio em armazenar e processar esse insumo. A vantagem do Mercado Horti-Fruti em enviar o insumo para a Ecowood Rio vai além do certificado de destino responsável, pois a empresa fornecedora teria que pagar uma taxa de descarga se despejasse em um aterro sanitário. Vale ressaltar que o coco que a Hortifruti manda é verde e até o seu processamento o mesmo chega a perder até 90% do seu peso pela desidratação.

A Ecowood Rio também recebe outros insumos, mas os fornecedores são diversos e a frequência também é incerta. Neste lista estão os insumos PEBD – polietileno de baixa

densidade e pedaços de filmes plásticos de cores variadas e o PEAD – Polietileno de alta densidade, geralmente pedaços de bombonas de plástico, também de cores variadas.

### **III.4.2 – Armazenamento**

O insumo é recebido e armazenado empilhado em área coberta, pois a umidade que os insumos podem absorver quando expostos ao tempo acaba atrapalhando o processo de fabricação de ecowood. Já o coco, por exemplo, é recebido e deixado ao tempo para secagem natural, pois ele chega com um peso muito superior devido ao seu alto teor de umidade e precisa estar seco para ser utilizado na fabricação do compósito.

O armazenamento é feito com ou sem o auxílio de empilhadeira, dependendo do peso e dimensões da matéria-prima.

### **III.4.3 – Movimentação Para a Moagem**

A movimentação interna, neste caso referente ao traslado do insumo do local de armazenamento para o seu processamento, pode ser feita de forma manual ou com o auxílio de empilhadeira, dependendo do peso e dimensões de cada insumo.

Geralmente, a primeira movimentação pós-armazenado é feita para a moagem, sendo que alguns insumos não precisam passar por este processo, como é o caso de alguns lotes de aparas de fraldas e a própria borra de café.

A empilhadeira é movida a GLP com motor GM 151 (motor de opala 4 cilindros) e a distância percorrida varia de 30 a 70 metros, dependendo da disposição da baia de armazenamento de cada insumo.

### **III.4.4 – Moagem**

A empresa conta com três moinhos:

Moinho de facas, utilizado para triturar os materiais modelo/marca MAK 800 P / KiE, com motor de 100 HP e alimentado por 380 Volts.

A produtividade deste moinho varia com a natureza do insumo, por exemplo:

- Para o tapete, a produtividade média é de 1 fardo 200 kg por 25 minutos.
- Para as aparas de fraldas, a produtividade média é de 1 fardo de 200 kg para cada 15 minutos.

- Para o coco, o plástico filme (PEBD) e o plástico (PEAD), a produtividade é a mesma da fralda, ou seja, 200 kg a cada 15 minutos.
- Para o algodão a produtividade é maior, podendo alcançar 350 kg de algodão para cada 15 minutos.

Os outros dois moinhos não são mais utilizados, pois a sua produção era muito pequena. Um era responsável por fragmentar, ou seja, era o fragmentador e o outro era responsável por microminizar (microminizador). Os dois moinhos não suportam trabalhar com o compósito ecowood reaproveitado, pois o mesmo ocasiona a quebra da máquina.

De acordo com informações obtidas no site do fabricante o moinho, <http://www.kie.com.br/>, a linha de máquinas MAK é usada para peças, garrafas, caixa, filmes e aparas.



Figura III.7: Placa de identificação do motor do moinho de facas.

Segundo a tabela técnica do fabricante, o moinho em questão, modelo MAK 800 com motor de 100CV pode ter uma produtividade de até 2000 Kg/h dependendo do material a ser moído. As especificações técnicas poderão auxiliar no processo de cálculo de gasto de energia.

#### III.4.5 – Movimentação Pós Moagem

Depois de moído, o insumo é transportado para um espaço onde será depositado, para depois ser levado para as baias de separação da "receita", geralmente com o auxílio de empilhadeira. No caso do insumo (aparas de fraldas moído), o material é soprado por intermédio de um duto até o local de depósito, como mostra a figura abaixo.



Figura III.8: Depósito de aparas de fraldas já moídas

Vale ressaltar que nem todo insumo precisa ser moído, o que acarreta na movimentação direta de onde é armazenado para a baia de separação da receita, pulando a etapa de moagem.

#### III.4.6 – Pesagem

A empresa conta com duas balanças, uma digital e uma analógica. A balança digital é utilizada apenas para alguns testes, onde seja requerida maior precisão. A analógica fica posicionada no setor de separação da receita, onde os tambores com os insumos são pesados a depois içados para a etapa seguinte de adensamento.

Cada batelada a ser adensada pesa 78 kg e os tambores são divididos, contendo os insumos separadamente.



Figura III.9: Tambores contendo os insumos com a separação da receita.

### III.4.7 – Adensamento

Na fase de adensamento é feita a mistura da fórmula que está sendo utilizada. O adensador ou aglutinador utilizado é o DEUTSCHSUL ECOWOOD modelo VER DS 1000/200, constituído por um funil oval e panela redonda, com hélice de aço, movido por um motor com 200 CV de potência, alimentado por 380 Volts.

O tempo de adensamento varia de 7 a 15 minutos (quando o sistema ainda está frio) e 5 a 10 minutos (com o sistema quente), por batelada de 78 Kg e a temperatura é alterada por atrito e pode chegar a aproximadamente 80°C, sendo necessário o uso de água para o resfriamento, para evitar que a mistura solidifique e grude no sistema. A bomba responsável pelo carregamento de água é uma FAMAC XKM 60-1 com ½ HP de potência.



Figura III.10: Adensador Deutschsul, similar ao utilizado pela Ecowood Rio. (fonte: DEUTSCHSUL, 2008).

É utilizado também um motor que realiza a elevação dos tambores, que contém a medida dos insumos a serem acrescentados à fórmula. O motor é um EBERLE B 90, com 3 CV de potência.

Após o adensamento o material "farofa" é transferido para a bacia que alimenta a extrusora. Essa movimentação é feita com o auxílio de uma rosca, elevando o material pronto para ser extrudado.



Figura III.11: Motor da rosca que alimenta a bacia da extrusora.

#### III.4.8 – Extrusão/Intrusão

A extrusora é composta por uma Rosca "sem fim" de aproximadamente três metros, empurrada por um motor de 400 CV, alimentada por 380 Volts. A Rosca empurra o material para um magazine (porta-moldes) giratório, tipo tambor de revolver, com o auxílio de um redutor de rotação.

A Rosca possui 14 zonas para controle de temperatura. Esse controle é possível através da ação de 14 resistências e 9 ventiladores IBRAM / VSC 30310, com 370 W de potência.



Figura III.12: Ventoinhas responsáveis pelo controle de temperatura da Rosca.

A degasagem é feita na zona 5, com a temperatura aproximada de 160°C. A temperatura de degasagem depende da mistura da matéria-prima utilizada e esse ponto ideal foi alcançado pelo empirismo, nas experiências de correção de falhas.

A aproximação e a vedação são feitas por uma mandíbula hidráulica.

O tempo de enchimento do molde varia de 70 segundos à 3 minutos, de acordo com o volume do molde.

O tempo de rotação completa do magazine varia de 22 à 30 minutos. Essa variação acontece principalmente pela variabilidade de número de moldes ou quando há necessidade de pular um determinado molde que tenha uma demanda menor.



Figura III.13: Magazine “porta-moldes” e parte da Rosca.

A extração do perfil é feita por lança hidráulica de aproximadamente quatro metros e demora cerca de 65 segundos. O processo de extração do perfil é feito concomitantemente com o enchimento do molde subsequente. O perfil, depois de extraído, é levado ao estoque.

O painel de controle da extrusora permite o monitoramento de temperatura e pressão em diversos pontos do processo.



Figura III.14: Painel de controle da extrusora.

### III.4.9 – Sistema de Resfriamento

O resfriamento acontece de forma cíclica, no qual a água chega fria ao magazine, resfriando os moldes preenchidos pelo magma de ecowood. No segundo movimento essa água é depositada e enviada para a torre de resfriamento, retornando novamente fria para o processo.



Figura III.15: Torre de Resfriamento.

Logo abaixo do magazine “porta-moldes”, existe um reservatório dedicado a reutilização da água usada no resfriamento dos moldes. Esta água é enviada para a Torre de Resfriamento que fica na parte externa da empresa. Nela a água é resfriada para ser reutilizada no magazine. Duas bombas são necessárias para encaminhar a água à Torre e uma para retorná-la ao magazine. Os motores usados para encaminhar a água à Torre são da marca WEG. A bomba responsável pelo retorno é da marca FAMAC.



Figura III.16: Bomba FAMAC, responsável pelo retorno d'água.

O processo de resfriamento é realizado por uma grande ventoinha de marca ANNEMOS e complementado por um motor KOLHBACH, de acordo com as especificações técnicas abaixo.

| ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS: |           |                      |              |            |            |
|--------------------------|-----------|----------------------|--------------|------------|------------|
| MODELO                   | MOTOR     | Vazão de Água Máxima | PESO EMBARQ. | PESO OPER. | COR BÁSICA |
| AN - 5                   | 1/4 cv/6P | 5m <sup>3</sup> / h  | 40 kg        | 140 kg     | Branco     |
| AN - 10                  | 1/2 cv/8P | 10m <sup>3</sup> / h | 75 kg        | 255 kg     | Branco     |
| AN - 15                  | 1 cv/6P   | 15m <sup>3</sup> / h | 77 kg        | 270 kg     | Branco     |
| AN - 20                  | 1,5 cv/8P | 20m <sup>3</sup> / h | 195 kg       | 695 kg     | Branco     |
| AN - 25                  | 2,0 cv/8P | 25m <sup>3</sup> / h | 207 kg       | 707 kg     | Branco     |

Tabela III.1: Especificações técnicas da ventoinha utilizada na torre de resfriamento. (fonte: ANNEMOS, 2008).



Figura III.17: Ventoinha da marca ANNEMOS, utilizada para resfriamento d'água

#### III.4.10 – Insumos e Fornecedores

A formulação da composição do compósito não é fixa, podendo sofrer alterações tanto na questão de propriedades mecânicas do produto, coloração e também em razão da disponibilidade de outros materiais passíveis de se tornarem insumos de ecowood. Dentre os materiais também utilizados com certa frequência, são: oxido de ferro e rafia. Neste caso o oxido de ferro é utilizado como corante, proporcionando uma coloração avermelhada ao compósito. Outros materiais já foram utilizados, dentre eles estão: serragem (de madeira), bagaço de cana, bambu, sisal, sabugo de milho, casca de arroz, raspas de couro, folhas e mais uma infinidade de outros materiais que podem ser utilizados, mas desde que respeite a proporção de 60% a 80% de plástico e conseqüentemente 20% a 40% de fibras. A tabela abaixo apresenta detalhadamente os insumos e a formulação utilizada com maior frequência.

| Fornecedores       | Insumos  | Composição do insumo           | Participação do insumo na receita   | Composição da receita (volume) | Proporção |
|--------------------|--|--------------------------------|---|--------------------------------|-----------|
| Tapetes São Carlos | Aparas de tapetes e carpetes                       | Polipropileno (PP) 60%         | 30%   | Polipropileno                  | 18%       |
|                    |  | Poliéster 5%                   |   | Poliéster                      | 1,50%     |
|                    |  | Juta 22,5%                     |   | Juta                           | 6,75%     |
|                    |  | Calcita 12,5%                  |   | Calcita                        | 3,75%     |
| Vicunha Têxtil     | Algodão  | Fibras naturais                | 5%  | Algodão                        | 5%        |
|                    | PEBD   | Poliétileno de baixa densidade | 5%  | PEBD                           | 30%       |
| Outros (diversos)  | Plástico Filme                                     | PEBD                           | 7%  |                                |           |
| Kimberly-Clark     | Aparas de fraldas                                  | Poliétileno (PEBD) 60%         | 30%   | Celulose                       | 7,50%     |
|                    |  | Celulose 25%                   |   | TNT                            | 4,50%     |
|                    |  | TNT - Tecido não tecido 15%    |   |                                |           |
| Hortifruti         | Coco   | Fibras naturais                | 5%  | Coco                           | 5%        |
| Café Iguazu        | Borra de café                                      | Borra de café                  | 2%  | Borra de café                  | 2%        |
| Ecowood            | Refugo de Ecowood                                  | 70% plástico e 30% fibras      | 10%   | Ecowood                        | 10%       |
| Outros (diversos)  | PEAD   | Poliétileno de Alta Densidade  | 6%  | PEAD                           | 6%        |
|                    |  |                                | 100%  | 100%                           |           |
| Legenda            | Plásticos 63%                                      |                                | Participação dos materiais na composição da receita, ou seja, no volume do perfil de ecowood. |                                |           |
|                    | Fibras Naturais 33,25%                             |                                |   |                                |           |
|                    | Minério 3,75%                                      |                                |   |                                |           |
|                    | Ecowood Aprox. 7% plástico e 3% fibras = total 10% |                                |   |                                |           |

Tabela III.2: Insumos, fornecedores regulares e proporção da receita de ecowood.

Embora a quantidade de plástico seja relevante, o ecowood não recebe PET nem PVC como insumos. Em sua maioria, como mostra a tabela acima, o plástico contido no ecowood dificilmente seria reciclado pelo método tradicional, pois se encontra misturado a outros materiais, como é o caso da fralda e do tapete.

Os fornecedores regulares da Ecowood Rio, juntamente com a distância de cada um para efeito futuro de medição de emissões por transporte, são:

- Tapetes São Carlos, localizada na Rua Miguel Giometti, 340 – Vila Elizabeth São Carlos – SP. A distância percorrida na entrega de insumos é de 673 km. A Tapetes São Carlos envia sobras e aparas de tapetes (sem uso), com a frequência média de uma entrega mensal e a quantidade de 8 toneladas divididas em fardos e bags (já moído).
- Kimberly-Clark Brasil, com várias unidades fabris no território nacional, porém a unidade que fabrica o insumo da Ecowood Rio fica na cidade de Suzano à 50 km de São Paulo e a 415 km de distância da Ecowood Rio. A KC envia sobras e aparas do processo de fabricação de fraldas infantis (sem uso), conhecidas no

mercado como “fraldas da Turma da Mônica®”. Embora as primeiras entregas tenham sido feitas diretamente, atualmente as aparas são destinadas à empresa Grupo Dutrafer Reciclagens Industriais Ltda., responsável por retirar o gel das fraldas da kimberly-Clark. A Dutrafer está sediada na Rua Coronel Gonçalves, 300, no bairro Eugênio de Melo – São José dos Campos – SP, com a distância de 335 km da EcoWood Rio. Vale ressaltar a conduta de Governança da Kimberly-Clark, pois a mesma divulga regularmente Relatórios de Sustentabilidade nos moldes do GRI e recentemente associou-se ao *Green Building Council*, como mostra a figura abaixo.



Figura III.18: Selo do Green Building Council (fonte: [www.kimberly-clark.com.br](http://www.kimberly-clark.com.br))

- Cia Iguazu de Café Solúvel (Café Iguazu), com sede e fábrica localizada na BR 369 – Rodovia Mello Peixoto, Km 88 - Cornélio Procópio – Paraná, com a distância de 909 Km da EcoWood Rio. A Café Iguazu envia borra de café, resultado da fabricação de café solúvel e outros rejeitos. A empresa também demonstra alinhamento com questões Governança, Qualidade e Responsabilidade Ambiental, possuindo diversos selos e certificações, como: ISO 22000:2005 - Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos; OHSAS 18.001:2007 – Sistema de Gestão da Segurança e Saúde Ocupacional; PQC - Selo de qualidade do café torrado e moído no mercado interno para garantia da qualidade e segurança alimentar; Selo Fair Trade - Venda para o mercado “fair trade” de produtos considerados “justos” do ponto de vista comercial, ambiental e social; ISO 14.001:2004 – Sistema de Gestão Ambiental; ISO 9.001:2000 –

Sistema de Gestão da Qualidade; Além dos Selos Kosher e Halal, referentes a mercados específicos.

- Vicunha Têxtil, com várias unidades fabris no território nacional, porém a unidade que fabrica o insumo da Ecowood Rio, é a Malharia São Manuel, que está localizada na Rua Francisco Cruz Mellão s/n.º, na cidade de São Manuel – SP, com a distância 698 km da Ecowood Rio. A Vicunha Têxtil é a maior indústria têxtil da América Latina e também apresenta preocupação ambiental, possuindo certificação NBR ISO 9001 e 14001 em quase todas as unidades fabris. Segundo informação institucional, a vicunha possui sistema de estação de tratamento de afluentes e atingiu a redução de 90% de carga poluente, ou seja, 10 % a mais do que o exigido pela legislação ambiental.
- Hortifruti do Brasil é a maior rede de comercialização de hortifrutigranjeiros do país, com 20 lojas localizadas no Rio de Janeiro e Espírito Santo. A sua sede está localizada na Rua Edson Bonadiman, 45 - São Francisco - Cariacica – ES, porém o coco, enviado como insumo para a Ecowood Rio, vem de dentro do estado do Rio de Janeiro e é resultado da comercialização de água de coco, onde o produto é retirado do coco e vendido aos clientes nas lojas Hortifruti. Então, o coco chega para a Ecowood Rio ainda verde, furado, sem água, mas com a polpa e o insumo fica cerca de 45 dias num processo de secagem ao tempo no pátio da empresa. O coco precisa estar fechado (apenas furado), caso contrário ele apodreceria no processo de secagem. Vale ressaltar que a frequência de recebimento desse insumo é irregular, sendo essa limitação imposta pela própria Ecowood em razão da sua capacidade de processar esse insumo e limitação de espaço no pátio, portanto nem todo rejeito de coco gerado pela Hortifruti é enviado à Ecowood Rio.

A Ecowood Rio possui vários outros fornecedores esporádicos, além do grande número de fornecedores potenciais. O ideal seria a proximidade dos fornecedores, pois a emissão de GEE no transporte é um fator de impacto ambiental considerado em vários estudos, como o de ACV.

### III.5 ALTERAÇÕES NO PROCESSO PRODUTIVO DURANTE O PERÍODO DE PESQUISA

A pesquisa na Ecowood Rio, como dito anteriormente, foi motivada pela singularidade do produto e sua vocação sustentável. Portanto, em maio de 2008 iniciou-se a aproximação entre o CEFET-RJ e a empresa para a realização da pesquisa científica a fim de comprovar ou não a sustentabilidade do processo de produção, com a utilização da metodologia de ACV. Essa parceria ganha um novo integrante no final de 2008, a FAPERJ.

No início de 2009, a Ecowood Rio fecha parceria com a empresa TekSol, com maior experiência no processo de extrusão. Esta união resulta na reengenharia do processo produtivo, abortando o princípio de intrusão em moldes, mudando para a extrusão contínua. Esta alteração visa maior produtividade e confiabilidade da produção, a fim de reduzir o tempo inativo provocado geralmente pela manutenção e reparo dos moldes. Nesse movimento, iniciado em abril de 2009, descontinuou-se o uso do magazine porta-moldes e da mandíbula hidráulica, dando lugar a uma ponteira moldadora e uma bacia de resfriamento de 4 metros de comprimento, sob imersão à água, como mostram as figuras abaixo.



Figura III.19: Ponteira moldadora



Figura III.20: Bacia de resfriamento

O novo sistema também contempla a instalação de um aparelho responsável pela tração e controle da velocidade do perfil de ecowood moldado, chamado de controlador e uma serra móvel de bancada, que acompanha o perfil durante o corte e retorna ao ponto inicial para repetir a operação, como mostram as figuras abaixo.



Figura III.21: Trator ou controlador



Figura III.22: Serra móvel

A reestruturação produtiva foi além da mudança de processo de intrusão para extrusão contínua, atingindo também os silos que já existiam, mas estavam inutilizados. Estes foram reposicionados para uma operação semi-automática, utilizando uma esteira recém instalada para a alimentação do aglutinador, descontinuando a alimentação do mesmo pelo sistema de elevação de bombonas, como mostram as figuras abaixo.



Figura III.23: Silos para a separação dos insumos (em reforma)



Figura III.24: Silos para a separação dos insumos

O Adensador também foi reformado em diversas partes, principalmente na tração (direct-drive), que consiste na ligação do motor diretamente ao eixo e também no sistema de tampas e reservatórios, para a adequação ao aumento estimado de produção, como mostram as figuras abaixo.



Figura III.25: Adensador após a reforma

Além das principais alterações, também foram feitas manutenções no moinho de facas, na rosca e canhão da extrusora e no conjunto de alimentação da rosca do aglutinador para a extrusora, como mostram as figuras abaixo.



Figura III.26: Moinho de facas reformado e com esteira para alimentação



Figura III.27: Rosca interna do alimentador adensador/extrusora (em reforma)

O novo processo estima quadruplicar, ou mais, a produtividade, passando de pouco mais de 2 toneladas diárias para cerca de 10 toneladas. O processo ficou pronto na segunda quinzena de agosto / 2009 e ainda está na fase de ajustes até a conclusão deste estudo.



Figura III.28: Novo processo montado

A figura III.28 mostra, da direita para a esquerda, o novo processo de produção de ecowood, contemplando a extrusora, a ponteira moldadora, a bacia de resfriamento, o trator do perfil moldado e, ao final, a serra móvel em trilhos.

É notório que a aproximação do CEFET-RJ, através de diversas reuniões tendo como tema o processo produtivo de ecowood, motivou a empresa a fazer as alterações supracitadas.

## CAPÍTULO IV – ANÁLISE DA INTERAÇÃO DA ECOWOOD NAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS PRÉ-EXISTENTES SOB A PERSPECTIVA DA ECOLOGIA INDUSTRIAL

### IV.1 – REPRESENTAÇÃO DAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS

A Ecowood atende diferentes cadeias produtivas, como as cadeias de fraldas, de tapetes, de plástico, entre outras, atuando como empresa de reciclagem, prolongando a vida útil dos insumos que recebe. Esse entrelace sinérgico entre empresas de diversas cadeias produtivas, seguido de suas relações de fornecimento para a produção de um produto como o ecowood, forma uma cadeia de suprimentos.

Conforme Kotler (2000), a cadeia de suprimentos é um canal que se estende desde a extração das matérias-primas aos componentes dos produtos finais. E Ballou (2006), acrescenta que esses canais estão relacionados com o fluxo de transformação de mercadorias, desde a extração até o consumidor final. Neste caso, de um modo geral, as cadeias de suprimentos dos fornecedores de insumos para a Ecowood Rio, segundo a teoria de ecologia industrial abordada por Almeida (2006), teriam um ciclo aberto, pois enviariam seus rejeitos para aterros sanitários.

A figura abaixo representa o que acontece no macro-ambiente com a cadeia de suprimento, quando a empresa Ecowood Rio entra no cenário.

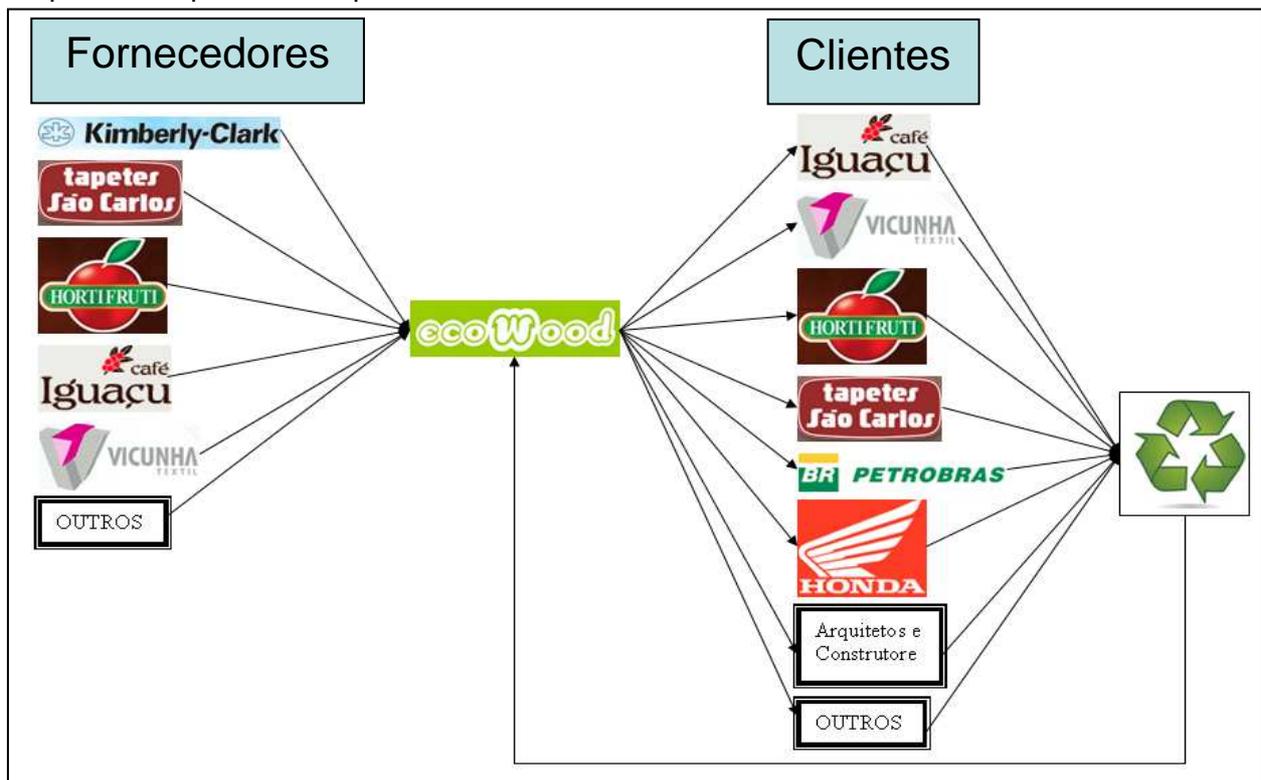


Figura IV.1: Representação da cadeia de suprimentos da empresa Ecowood Rio.

A figura IV.1 mostra a cadeia de suprimentos da empresa Ecowood Rio, onde ela recebe os rejeitos dos processos produtivos dos fornecedores, entrando como insumo para a produção de ecowood e a saída de pallets e outros produtos de ecowood para seus clientes. O retorno, com o símbolo de reciclagem, está baseado na possibilidade que a empresa tem de reciclar o ecowood no processo de fabricação de um novo perfil.

Segundo a teoria de Prevenção da Poluição (PP ou P2), apresentada anteriormente, a empresa Ecowood Rio participa, no primeiro momento, do Ciclo Aberto de reciclagem, pois recebe rejeitos de outras empresas e os transforma em um novo produto. Posteriormente, a Ecowood Rio encontra-se no cenário de Ciclo Fechado de reciclagem, pois seu sistema produtivo consegue reciclar totalmente o seu produto, o ecowood. O produto para reciclagem pode vir de refugos do seu processo produtivo, como também do final da vida útil do mesmo por parte do cliente. Ainda não está sistematizado um processo de recolhimento baseado no conceito de Logística Reversa, isto se dá principalmente pelo pouco tempo de inserção o produto no mercado, mas a empresa já o fez com um lote defeituoso devolvido por um cliente e seus dirigentes entendem a importância de se criar um Ciclo Fechado de reciclagem, por questões econômicas e ambientais.

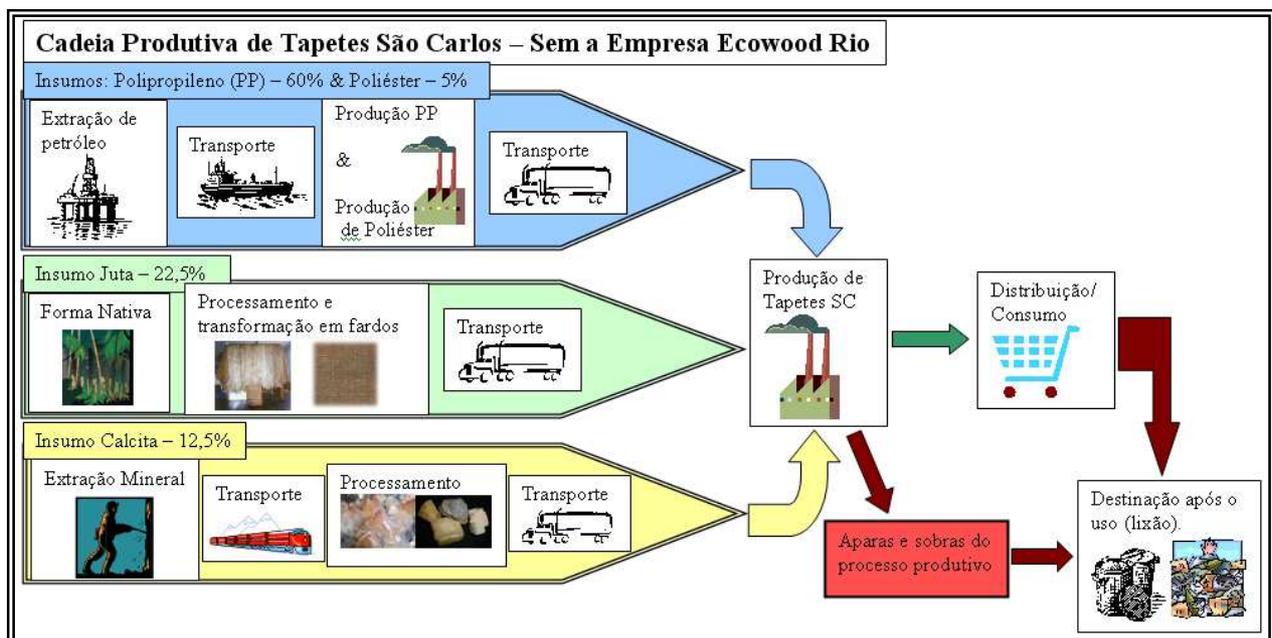


Figura IV.2: Cadeia produtiva da empresa Tapetes São Carlos – Sem a participação da empresa Ecowood Rio.

Na figura acima está representada a cadeia produtiva da empresa São Carlos, fabricante de tapetes, onde os seus insumos vêm de três fontes distintas, pois são constituídos de derivados de petróleo, como é o caso dos plásticos polipropileno (60%) e poliéster (5%); a juta que é de origem vegetal (22,5%); e a calcita (12,5%) que é minério. Depois da extração vem a fase de processamento e transformação em matéria-prima para a fabricação de tapetes

e entres as fases há sempre a necessidade de transporte. O produto (tapete) depois de processado vai para o consumo e as aparas do processo de produção vão para o aterro sanitário, assim como provavelmente o produto após ano de uso.

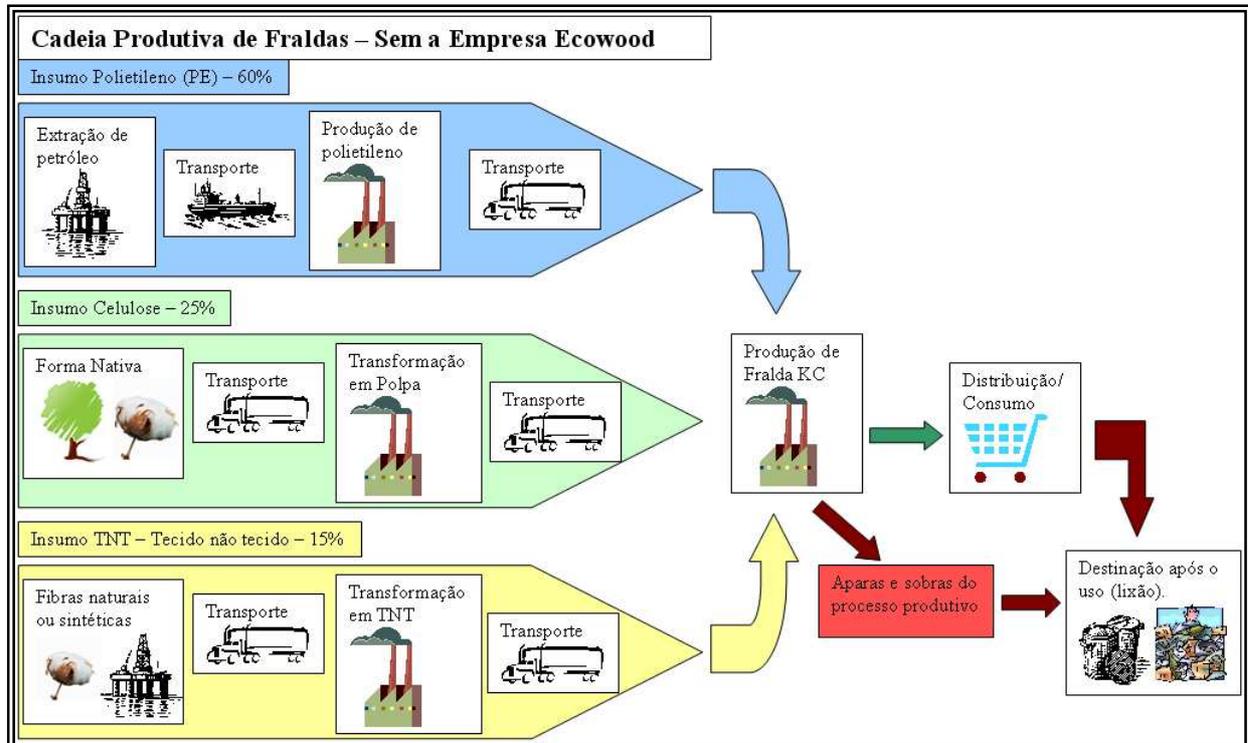


Figura IV.3: Cadeia produtiva da empresa Kimberly-Clark – sem a participação da empresa Ecowood Rio.

A figura acima evidencia a cadeia produtiva da empresa Kimberly-Clark, fabricante de fraldas, onde os seus insumos vem de duas fontes distintas, pois são constituídos de derivados de petróleo, como é o caso dos plásticos polietileno (60%); a celulose (25%) e o TNT (15%) são de origem vegetal (árvores e algodão). O TNT pode ser fabricado com fibras sintéticas, mas neste caso das fraldas, ele é de origem vegetal. Depois da extração vem a fase de processamento e transformação em matéria-prima para a fabricação de fraldas e entres as fases há sempre a necessidade de transporte. O produto (fralda) depois de processado vai para o consumo e as aparas do processo de produção vão para o aterro sanitário, assim como o produto após o uso.

Da mesma forma acontece com a cadeia produtiva da empresa Vicunha Têxtil, como mostra a figura a seguir, onde seu insumo principal vem de origem vegetal (algodão), mas a empresa também recebe plásticos para seus processos de embalagens. A Vicunha também envia seus produtos para o mercado consumidor e seus rejeitos, em alguns casos, podem ser reaproveitados em outros processos, mas de forma geral são enviados ao aterro sanitário.

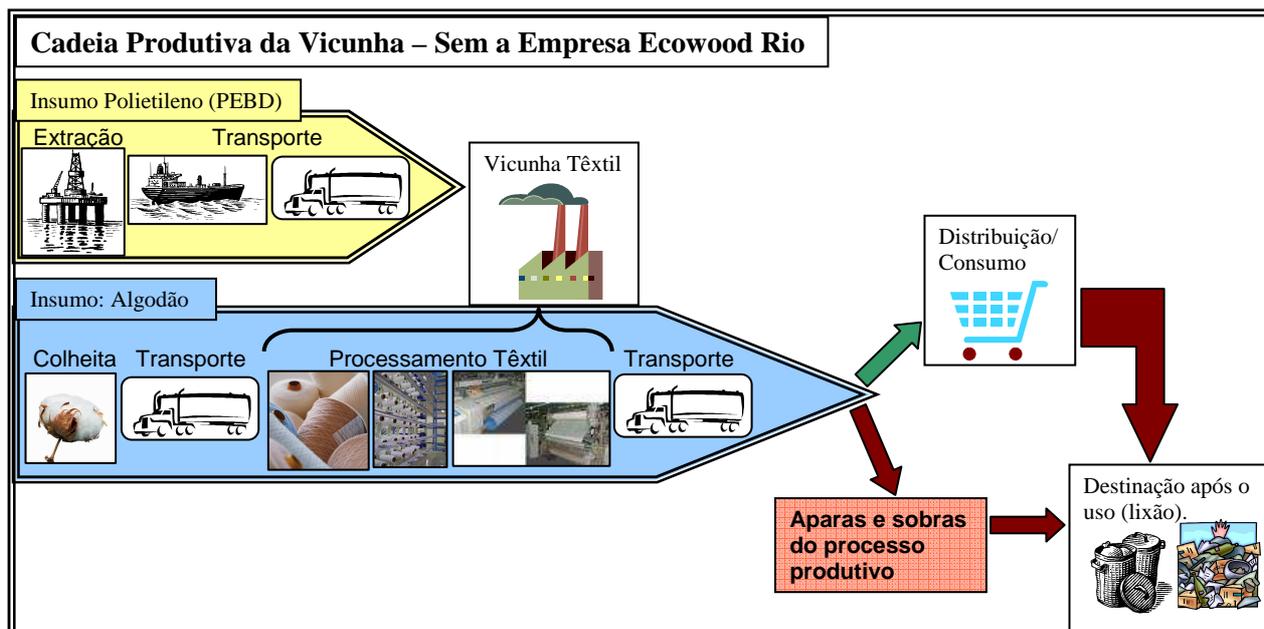


Figura IV.4: Cadeia produtiva da empresa Vicunha Têxtil – sem a participação da empresa Ecowood Rio.

A figura abaixo representa a cadeia produtiva da empresa Café Iguazu, onde seu principal insumo é o café. O café depois de colhido e selecionado é transportado e sofre um processo de torrefação, granulação e envasamento, até ser direcionado para o consumo. No caso do café solúvel, o processamento contempla outras etapas, como: concentração, evaporação, secagem e aglomeração, até estar pronto para ser distribuído. Mas em geral, o rejeito de seu processo produtivo não tem muita serventia, sendo em parte aproveitado para a fertilização de solo e o restante enviado para aterros sanitários.

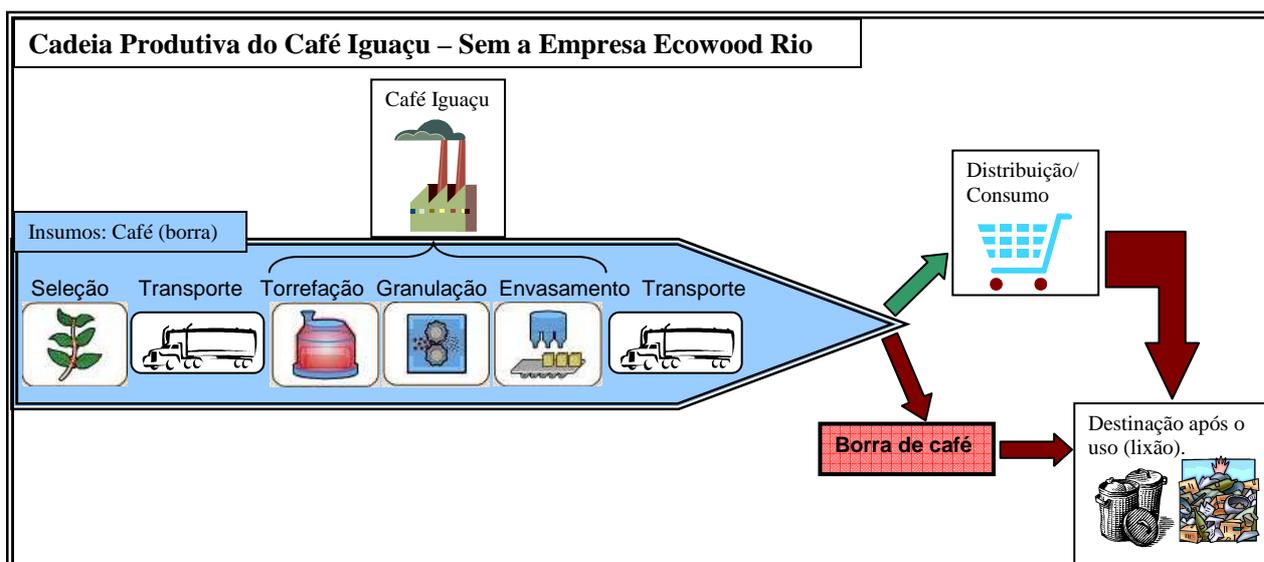


Figura IV.5: Cadeia produtiva da empresa Café Iguazu – sem a participação da empresa Ecowood Rio.

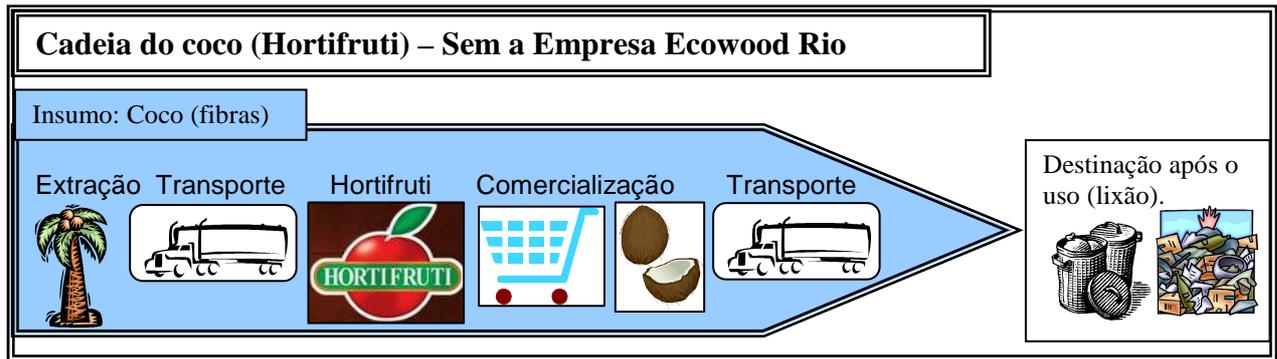


Figura IV.6: Cadeia produtiva da empresa Hortifruti (representando somente o insumo “coco”) – sem a participação da empresa Ecowood Rio

A figura acima representa o insumo “coco” na cadeia produtiva da empresa Hortifruti. Neste caso a Hortifruti recebe o coco e vende apenas a água em suas lojas, com a extração direta para o cliente. O coco é furado para a retirada da água, depois vira lixo, quando é depositado até ser destinado a aterros sanitários.

#### IV.1.1 – Critério Para Análise de Casos

A análise da transformação da cadeia de suprimentos com a inserção da Empresa Ecowood Rio foi realizada apenas nas cadeias de suprimentos das empresas Tapetes São Carlos e Kimberly-Clark, por serem dois fornecedores com frequência regular de envio de resíduos e juntos seus insumos representam mais de 60% da composição do ecowood atualmente.

## IV.2 - ANÁLISE DE DOIS CASOS DE TRANSFORMAÇÃO DAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS APÓS A ECOWOOD

### IV.2.1 – Tapetes São Carlos

No caso da cadeia produtiva da empresa Tapetes São Carlos, parte de seus rejeitos do seu processo de produção foram destinados à empresa Ecowood Rio, que, junto com outros insumos, produz o composto ecowood. Essa alteração promove um acréscimo de valor a cadeia da empresa fornecedora, pois, parte de seus rejeitos se transforma em um novo produto, prolongando a utilidade desse material, perfeitamente alinhado ao pensamento de ecologia industrial. A nova cadeia formada pela inserção do produto ecowood no mercado, também é diferente da anterior, pois tende a ter seu ciclo fechado, ou seja, podendo reciclar seu produto *ad aeternum*.

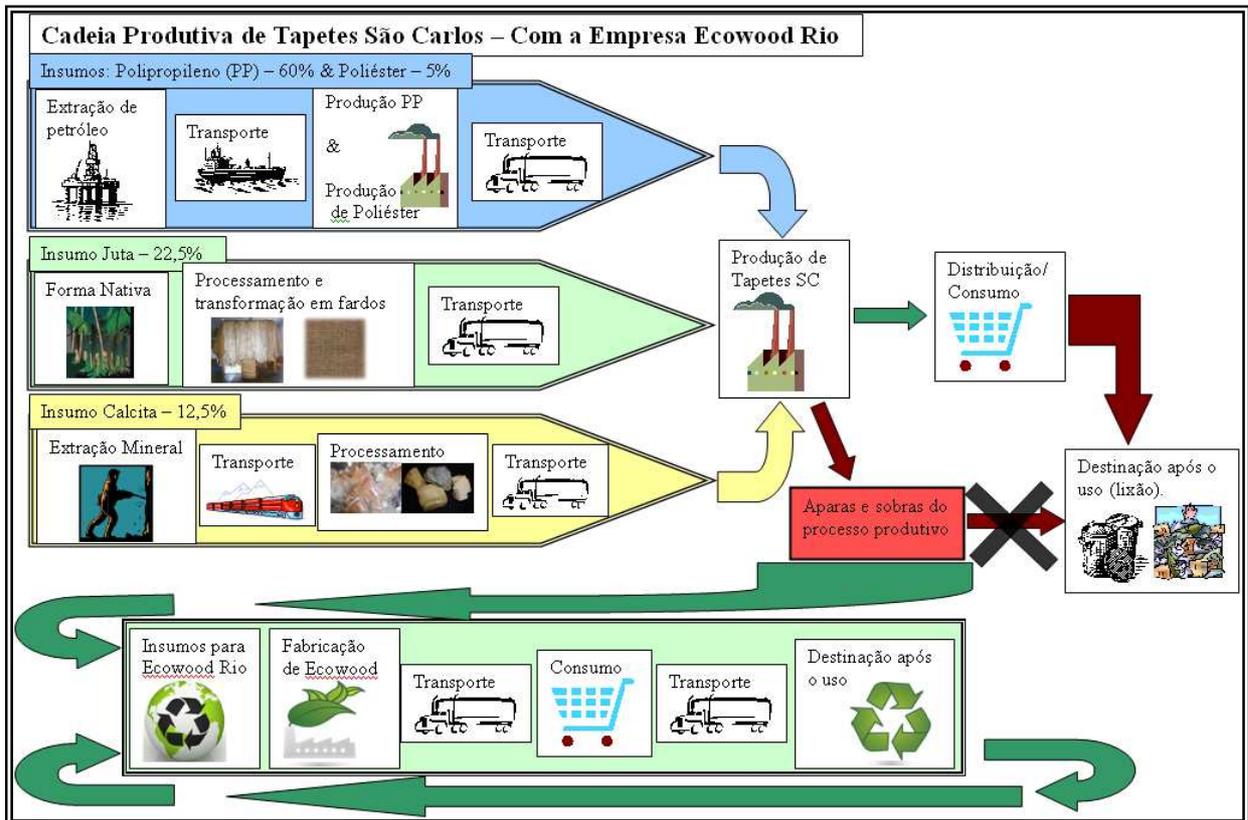


Figura IV.7: Cadeia produtiva da empresa Tapetes São Carlos, com a inserção da empresa Ecowood Rio.

#### IV.2.2 – Kimberly-Clark (Fraldas)

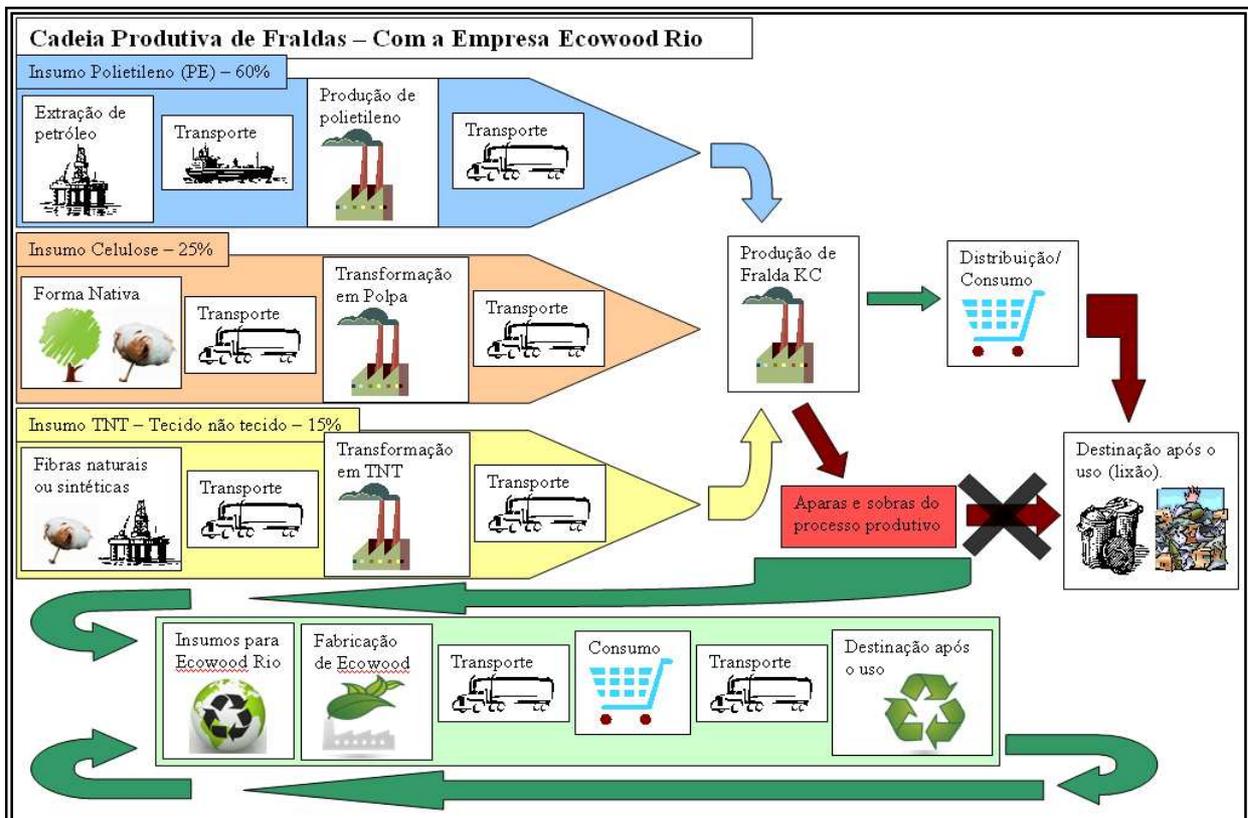


Figura IV.8: Cadeia produtiva da empresa Kimberly-Clark, com a inserção da empresa Ecowood.

No caso da cadeia produtiva da empresa Kimberly-Clark, da mesma forma que a representação anterior sobre a empresa de tapetes, parte de seus rejeitos do seu processo produtivo, novamente, foram destinados à empresa Ecowood Rio, que, junto com outros insumos, transforma rejeitos no compósito ecowood. Essa alteração também promove um acréscimo de valor a cadeia da empresa fornecedora, pois, parte de seus rejeitos se transforma em um novo produto, prolongando a utilidade desse material, perfeitamente alinhado ao pensamento de ecologia industrial. Da mesma forma que a representação anterior, a nova cadeia formada pela inserção do produto ecowood no mercado, também difere da cadeia da empresa produtora de fraldas, pois tende a ter seu ciclo fechado, ou seja, podendo reciclar seu produto *ad aeternum*.

### **IV.3 - ANÁLISE DOS RESULTADOS À LUZ DA GOVERNANÇA CORPORATIVA**

Pela propensão que o produto da empresa Ecowood Rio tem em relação à sustentabilidade, a empresa consegue negociar e ter em seu rol de clientes, empresas que tem rígidos padrões de cadastramento de fornecedores, como é o caso da Petrobras e da Honda. Vale lembrar que a empresa Ecowood Rio ainda não possui nenhuma certificação, nem mesmo a de sistema de gestão de processos, que garanta a qualidade do seu produto. Este fenômeno é atribuído à Governança Corporativa dessas empresas clientes, que permitem exceções em favor do viés com o desenvolvimento sustentável que o produto ecowood promove.

### **IV.4 - ANÁLISE DOS RESULTADOS À LUZ DA SUSTENTABILIDADE**

O mapeamento realizado na empresa Ecowood Rio em relação ao seu processo de produção, levando em conta os insumos com suas respectivas composições, tem a finalidade de possibilitar uma análise mais criteriosa e detalhada, como é o caso da Avaliação de Ciclo de Vida – ACV. Este estudo em questão servirá de apoio para a aplicação da metodologia de ACV, na qual existe uma parceria firmada entre a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ, e o CEFET-RJ, utilizando a empresa Ecowood Rio como ambiente empírico para o aprimoramento do estudo de ACV e apoio ao ensino às engenharias.

#### **IV.4.1 - Aspectos Quantitativos [Representação dos processos intramuros]**

Neste contexto, as representações seguiram a lógica de Rede de Petri e o *software* UMBERTO serviu de norteador para a coleta de dados a fim de elaborar o cenário e o inventário de materiais relacionados à produção de ecowood, tendo em vista que o UMBERTO será utilizado pelo estudo posteriormente. Portanto, abaixo está representado o cenário provisório sobre o mapeamento dos processos de fabricação do compósito. Neste cenário, de acordo com o especificado sobre o *software* na metodologia desta dissertação, constam as

(*transitions*), que são os quadrados, onde acontecem os processamentos. Na (T1), refere-se ao processamento de moagem, na (T2), o processamento de adensamento e na (T3), o processamento de extrusão. A simbologia com os círculos na cor verde representam os (*places*) de entrada, que são: (P1) referente a entrada de matérias-primas, (P2) entrada de suprimentos operacionais, (P6) referente a segunda entrada de matéria-prima, contendo o material que não precisou passar pelo primeiro processo de moagem. As conexões, simbolizadas por círculos duplos de cor marrom, representam a movimentação e conexão do material entre os processamentos. Neste caso, os materiais transportados são: (P3) insumos moídos ou granulados e (P5) insumos misturados ou “farofa” (o material é chamado assim por semelhança à farofa). Os círculos vermelhos simbolizam as saídas dos processos. No caso do (P4) representam as emissões (sólidas, líquidas e gasosas), que não foram aferidas por este estudo. A saída (P8) representa o produto esperado (ecowood) e a saída/entrada (P9), com dupla coloração, representa a saída de refugo de ecowood, que será reaproveitado como entrada no processo novamente, assim como mostra a seta.

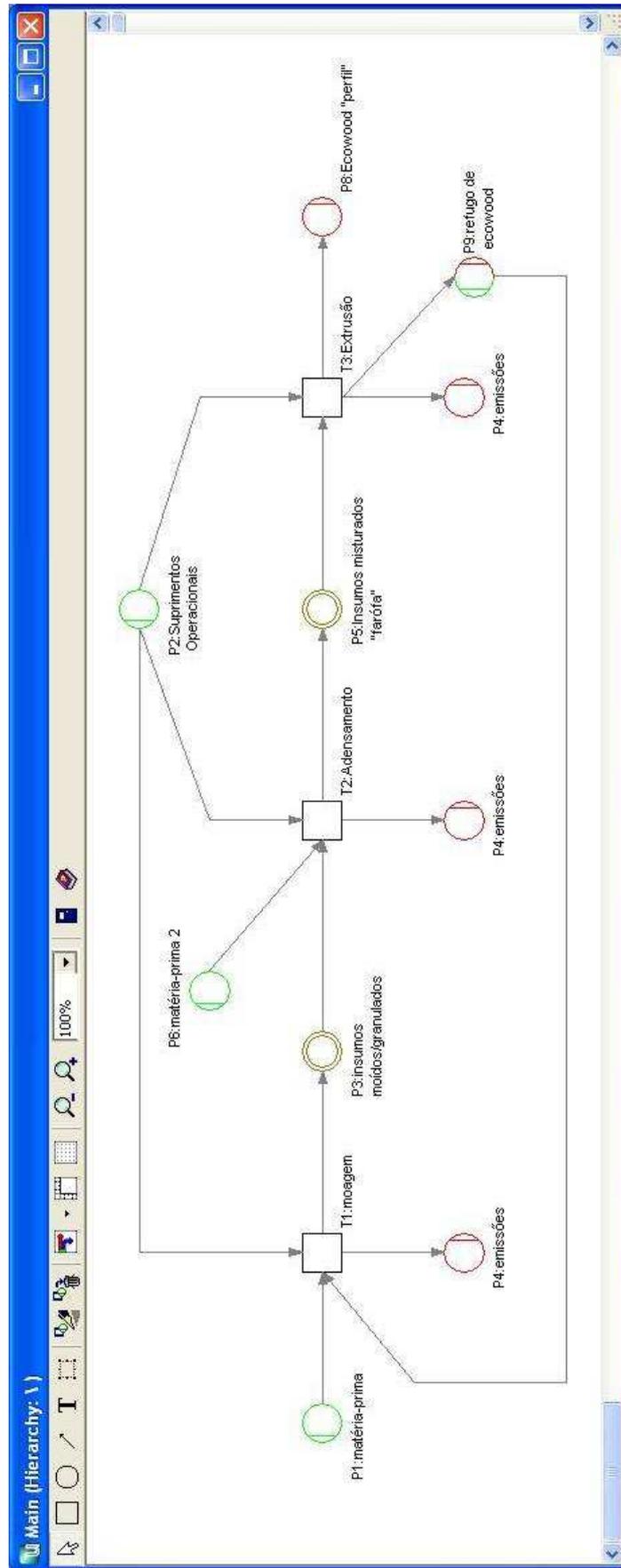


Figura IV.9: Representação do cenário da empresa Ecowood Rio no software UMBERTO.

A figura abaixo representa a janela de materiais e elucida o conteúdo da pasta “materiais insumos” do projeto de representação do mapeamento no *software* UMBERTO. Nesta pasta constam os materiais: água, algodão, borra de café, calcita, celulose, fibras de coco, juta, poliéster, polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno de baixa densidade (PEBD), polipropileno (PP), tecido não tecido (TNT) e até mesmo o refugo do próprio ecowood. Vale ressaltar que os materiais polietileno (PEAD), celulose e TNT são componentes da fralda e os materiais juta, calcita, polipropileno (PP) e poliéster, compõem o tapete, ambos recebidos pela Ecowood Rio.

| Material                  | B.Unit | D.Unit | F.Unit | E |
|---------------------------|--------|--------|--------|---|
| ▲ água                    | kg     | l      | kg     | U |
| ▲ algodão                 | kg     | kg     | kg     | U |
| ▶ ▲ café (borra)          | kg     | kg     | kg     | U |
| ▲ Calcita                 | kg     | kg     | kg     | U |
| ▲ Celulose                | kg     | kg     | kg     | U |
| ▲ coco (fibras)           | kg     | kg     | kg     | U |
| ▲ ecowood (refugo)        | kg     | kg     | kg     | U |
| ▲ Juta                    | kg     | kg     | kg     | U |
| ▲ Poliéster               | kg     | kg     | kg     | U |
| ▲ Polietileno (PEAD)      | kg     | kg     | kg     | U |
| ▲ Polietileno (PEBD)      | kg     | kg     | kg     | U |
| ▲ Polipropileno (PP)      | kg     | kg     | kg     | U |
| ▲ TNT - Tecido não tecido | kg     | kg     | kg     | U |

Figura IV.10: Pasta materiais insumos da janela de materiais do software UMBERTO.

O gráfico de setores abaixo, gerado pelo próprio *software* UMBERTO, mostra a representação de cada material na composição (receita) do ecowood. Esta é uma das funcionalidades o *software*, para melhor apreciação do fenômeno. Vale ressaltar que o consumo de energia elétrica e as emissões diversas não foram medidas neste estudo, e que o gráfico poderá auxiliar a tomada de decisão quando os valores forem devidamente expressos.

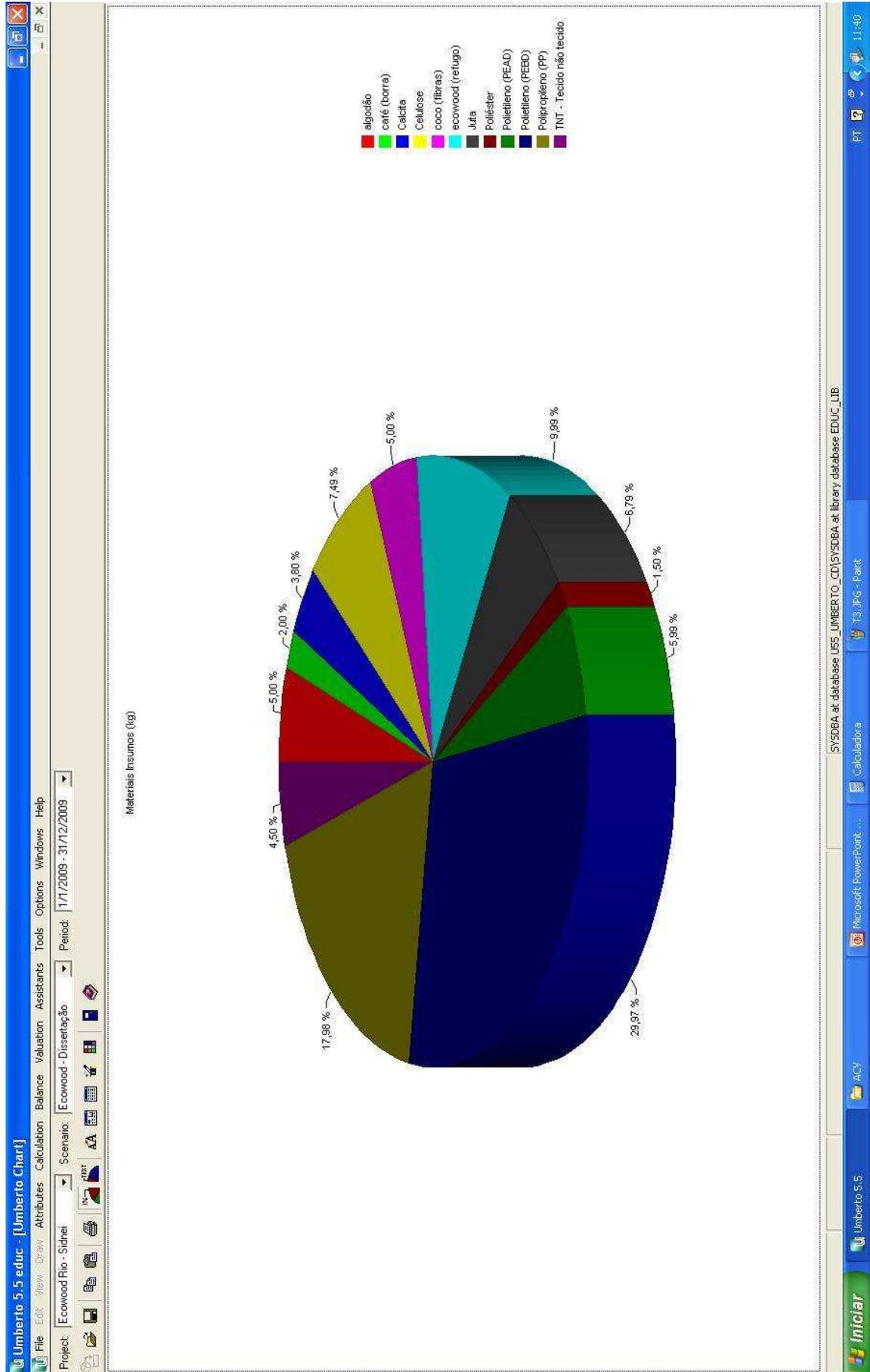


Figura IV.11: Gráfico de setores representando a composição do ecowood.

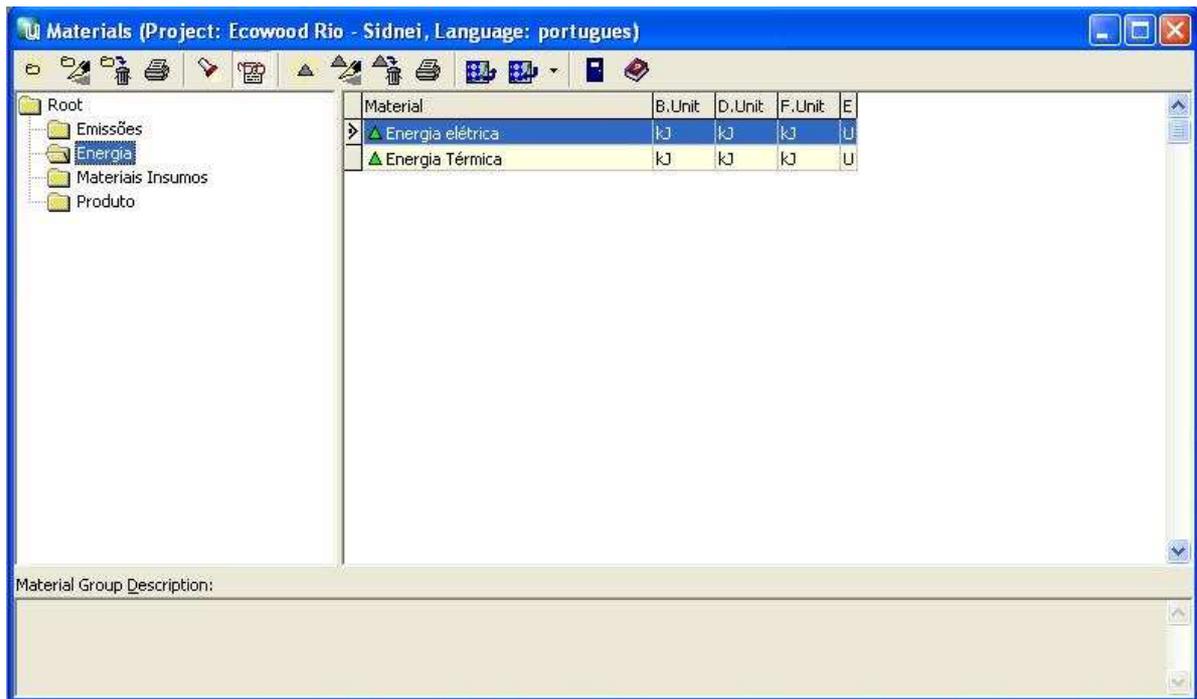


Figura IV.12: Pasta energia da janela de materiais do *software* UMBERTO.

A figura acima é referente à janela de materiais do *software* UMBERTO e representa a pasta de energia utilizada no processo de fabricação do compósito ecowood.

A figura abaixo é referente a mesma janela e representa a pasta dos produtos gerados, em três estágios, pelos processamentos existentes no processo fabril do ecowood.

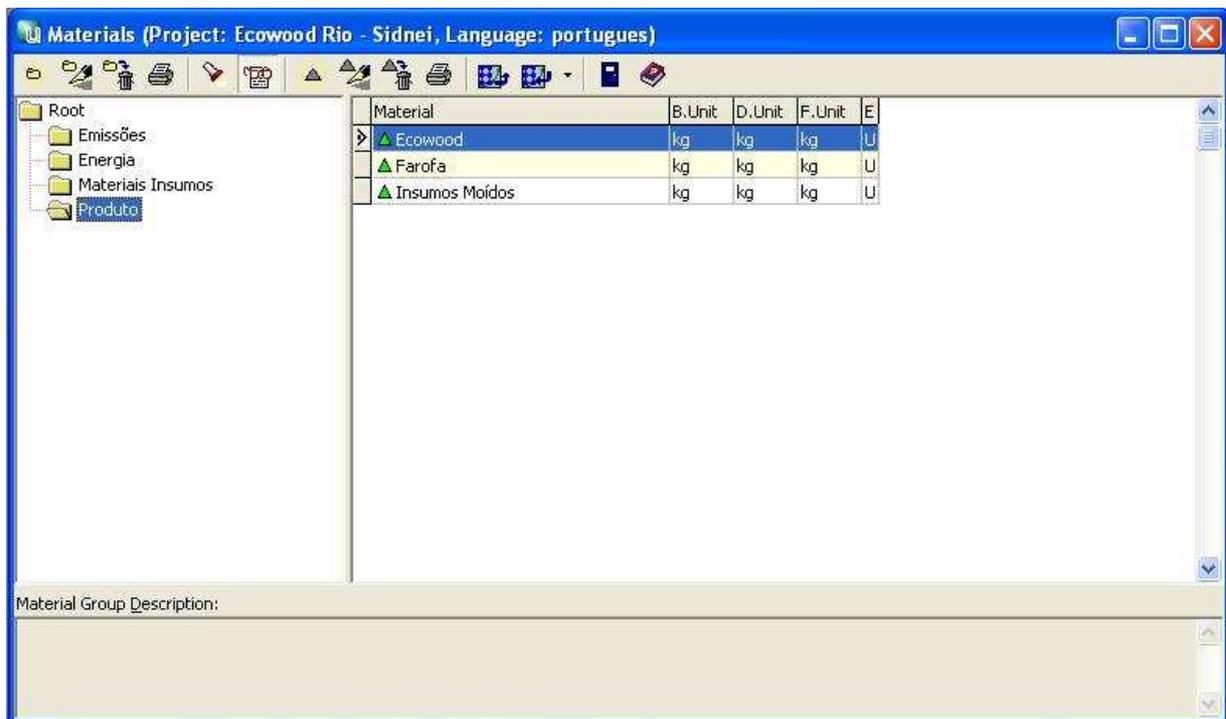


Figura IV.13: Pasta produtos da janela de materiais do *software* UMBERTO.

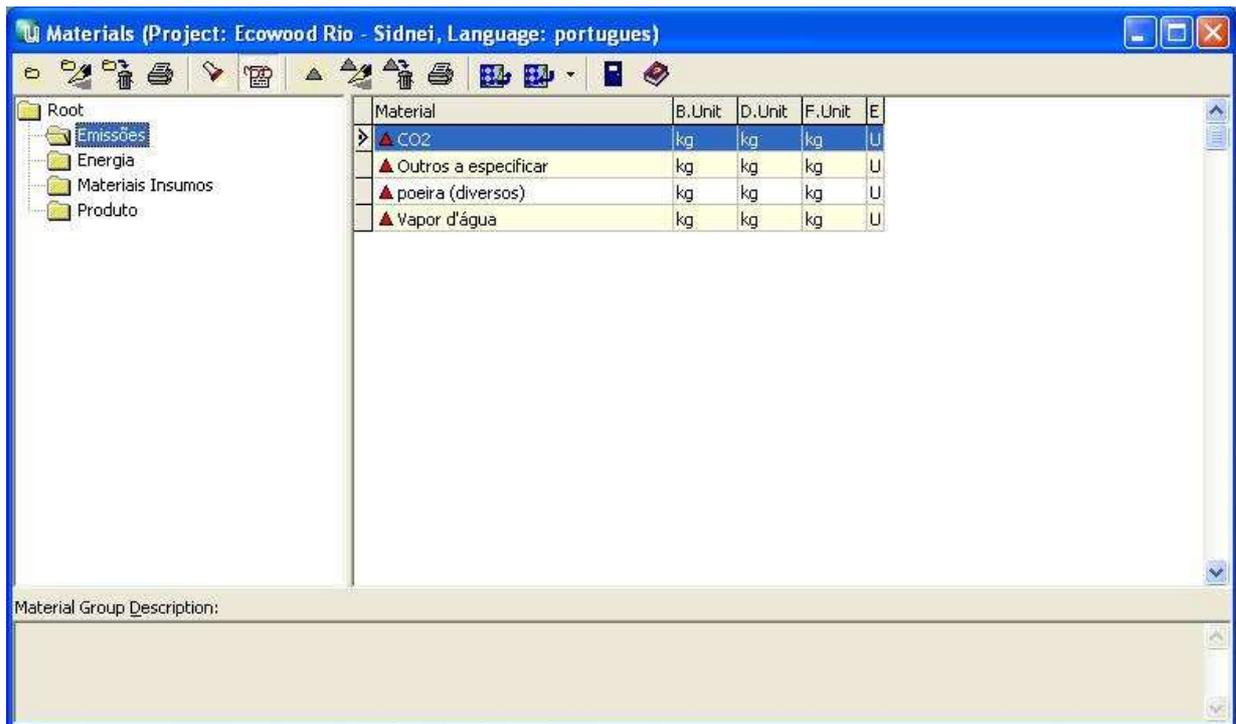


Figura IV.14: Pasta emissões da janela de materiais do *software* UMBERTO.

A figura acima mostra a pasta de emissões, dentro da janela de materiais do *software* UMBERTO. Essas emissões serão quantificadas e/ou estimadas na continuação do estudo.

| Var | Place | Material               | Coefficient | B. Unit | DQ |
|-----|-------|------------------------|-------------|---------|----|
| X00 | P1    | ▲ Calcita              | 37.5        | kg      | ●  |
| X01 | P1    | ▲ Celulose             | 75          | kg      | ●  |
| X03 | P1    | ▲ Juta                 | 67.5        | kg      | ●  |
| X05 | P1    | ▲ Polietileno (PEAD)   | 60          | kg      | ●  |
| X06 | P1    | ▲ Polietileno (PEBD)   | 300         | kg      | ●  |
| X07 | P1    | ▲ Polipropileno (PP)   | 180         | kg      | ●  |
| X08 | P1    | ▲ Poliéster            | 15          | kg      | ●  |
| X09 | P1    | ▲ TNT - Tecido não tec | 45          | kg      | ●  |
| X10 | P1    | ▲ algodão              | 50          | kg      | ●  |
| X11 | P1    | ▲ coco (fibras)        | 50          | kg      | ●  |
| X12 | P9    | ▲ ecowood (refugo)     | 100         | kg      | ●  |
| X13 | P2    | ▲ Energia elétrica     | 0           | kJ      | ●  |
| Y00 | P4    | ▲ poeira (diversos)    | 0           | kg      | ●  |
| Y01 | P4    | ▲ Outros a especificar | 0           | kg      | ●  |
| Y02 | P3    | ▲ Insumos Moídos       | 980         | kg      | ●  |

Figura IV.15: Especificações do processamento (T1), referente à moagem. (UMBERTO)

A figura acima é relativa à primeira etapa do processamento do ecowood, a moagem. É possível notar a semelhança deste quadro com um balanço financeiro, pois ao lado esquerdo

constam todos os materiais entrantes no processo de moagem, inclusive a energia elétrica, que é descrita como suprimento operacional no UMBERTO e do lado direito constam as saídas. Dentre as saídas estão as esperadas, ou seja, o produto (insumos moídos) e também as externalidades, como poeira e outras emissões diversas que serão quantificadas no estudo posterior. Cabe ressaltar que, em relação ao consumo de energia elétrica, as medições não foram realizadas devido à falta de medidores de consumo no maquinário. Essas medidas também serão feitas posteriormente, mas já é possível estimá-las através das especificações das máquinas e o tempo de funcionamento.

| Var | Place | Material           | Coefficient | B. Unit | DQ |
|-----|-------|--------------------|-------------|---------|----|
| X00 | P3    | ▲ Insumos Moídos   | 980         | kg      | ●  |
| X01 | P2    | ▲ Energia elétrica | 0           | kJ      | ●  |
| X02 | P2    | ▲ água             | 0           | kg      | ●  |
| X03 | P6    | ▲ café (borra)     | 20          | kg      | ●  |

| Var | Place | Material               | Coefficient | B. Unit | DQ |
|-----|-------|------------------------|-------------|---------|----|
| Y00 | P4    | ▲ Outros a especificar | 0           | kg      | ●  |
| Y01 | P4    | ▲ Vapor d'água         | 0           | kg      | ●  |
| Y02 | P4    | ▲ poeira (diversos)    | 0           | kg      | ●  |
| Y03 | P5    | ▲ Farofa               | 1000        | kg      | ●  |

Figura IV.16: Especificações do processamento (T2), referente ao adensamento. (UMBERTO)

A figura acima é relativa à segunda etapa do processamento do ecowood, o adensamento ou aglutinamento. Com o mesmo modelo da representação anterior, existe a mesma semelhança, pois ao lado esquerdo constam todos os materiais entrantes no processo de adensamento e do lado direito constam as saídas. É possível notar que os materiais entrantes vêm de locais distintos, ou seja, a energia elétrica e a água vêm do P2 (suprimentos operacionais, os insumos moídos vêm do processamento anterior e passa pela conexão P3 e a borra de café vem do P6 (matéria-prima 2), que faz parte dos insumos que não precisam passar pelo primeiro processamento, portanto não precisam ser moídos. Dentre as saídas estão as esperadas, ou seja, o produto (farofa), que se refere ao material adensado, pronto para a extrusão e também as externalidades, como poeira, vapor d'água e outras emissões diversas que serão quantificadas no estudo posterior.

| Var | Place | Material           | Coefficient | B. Unit | DQ |
|-----|-------|--------------------|-------------|---------|----|
| X00 | P5    | ▲ Farofa           |             | 1000 kg | ●  |
| X01 | P2    | ▲ Energia Térmica  |             | 0 kJ    | ●  |
| X02 | P2    | ▲ Energia elétrica |             | 0 kJ    | ●  |
| X03 | P2    | ▲ água             |             | 0 kg    | ●  |

| Var | Place | Material               | Coefficient | B. Unit | DQ |
|-----|-------|------------------------|-------------|---------|----|
| Y00 | P4    | ▲ CO2                  |             | 0 kg    | ●  |
| Y01 | P4    | ▲ Outros a especificar |             | 0 kg    | ●  |
| Y02 | P4    | ▲ Vapor d'água         |             | 0 kg    | ●  |
| Y03 | P4    | ▲ poeira (diversos)    |             | 0 kg    | ●  |
| Y04 | P9    | ▲ ecowood (refugo)     |             | 100 kg  | ●  |
| Y05 | P8    | ▲ Ecowood              |             | 900 kg  | ●  |

Figura IV.17: Especificações do processamento (T3), referente à extrusão. (UMBERTO)

Semelhante às representações anteriores, a figura IV.17 mostra o balanço de massa entre as entradas e saídas do processamento de extrusão. Dentre as entradas figuram a (farofa), a energia elétrica, a energia térmica e a água. A água, neste processamento, é utilizada no resfriamento do material e retorna quase completamente ao reservatório. Neste sentido, o consumo de água é quase nulo. Em relação às saídas, além do produto (perfil de ecowood) e das externalidades já mencionadas anteriormente, como emissões e resíduos, também, encontra-se o refugo de ecowood. Este último é conseguido pela falha no processamento, onde o molde não é totalmente preenchido ou o material ultrapassa a temperatura ideal e perde as propriedades desejadas. Em média, 10% do processamento saem defeituoso e é encaminhado, como insumo, para o processamento de moagem. Este percentual de erro, que representa um retrabalho, é considerado alto e tende a baixar significativamente com a mudança de processo.

De um modo geral, o processo de produção do ecowood aparenta ser pouco poluente em relação a geração de resíduos e emissões. Porém, o consumo de energia durante o processo e também a distância percorrida, de caminhão movido a diesel, para os insumos chegarem à empresa Ecowood Rio é que são, a princípio, os pontos mais negativos de toda a transformação de resíduos em madeira plástica. Portanto é preciso quantificar todas as emissões possíveis para obter um diagnóstico mais completo na fase de inventário de ACV, para que seja possível a sua interpretação.

Em relação às quantificações já feitas, foi estimado que se perde em média 8% de massa, desde os insumos moídos até o produto acabado. O fabricante estima que a maior parte desta perda seja em função da evaporação de água acumulada nos insumos, como fraldas e tapetes, devido a possibilidade de reterem umidade em seu período de armazenamento. Porém, este é outro ponto que precisa ser investigado.

#### **IV.4.2 – Aspectos Qualitativos**

A Ecowood Rio, com a inserção da sua produção num contexto holístico de Ecologia Industrial, acabou redesenhando as cadeias de suprimentos dos seus fornecedores. Estes destinavam seus resíduos aos aterros sanitários, possibilitando uma vida útil quase nula em relação ao que era esperado para os materiais, pois não viraram produtos e constituíam em um passivo ambiental. Com a participação da Ecowood Rio, as cadeias de suprimentos tiveram um acréscimo de valor, possibilitando que os resíduos fossem transformados em produto e que se formasse outra cadeia. Neste sentido, todo o redesenho da cadeia está voltado à Ecologia Industrial, que sugere tanto a redução de emissões de resíduos no meio ambiente, quanto a redução da extração de recursos naturais, como é o caso proporcionado pela substituição do pallet de madeira natural, para o pallet de ecowood.

#### **IV.4.3 - Substituição de Madeira Natural no Estado do Rio de Janeiro**

O consumo de madeira tropical amazônica, só no estado do Rio de Janeiro, é da ordem de 1 milhão e 800 mil m<sup>3</sup> por ano nos dados obtidos em 1997 pelo IMAZON. (ACERTANDO O ALVO, 1999). Deste total estão inclusas as madeiras obtidas de forma legal e ilegal, sendo que mesmo entre a legalidade, o percentual de madeira com selo verde, ou seja, provinda de áreas de reflorestamento ou de manejo florestal sustentável é baixo. De um modo geral, é extraída muito mais madeira do que deveria, reduzindo-se cada vez mais a área de floresta nativa. A produção de ecowood ainda não é expressiva em relação à redução de consumo de madeira, pois a produção diária, com o sistema antigo agora em reformulação, chegava apenas a 2,5 toneladas diárias, mas essa produção não era constante por inúmeros problemas de manutenção e principalmente pelo projeto da máquina que forçava a parada de produção para troca e conserto dos moldes.

A empresa Ecowood Rio atualmente está em mudança de processo que poderá elevar a produção para uma média diária de 10 toneladas, porém de forma constante. Portanto, mesmo sem o investimento em ampliação do maquinário, a Ecowood Rio poderá produzir cerca de 2,5 a 3 mil toneladas de ecowood por ano, podendo impactar positivamente no mercado de pallets e de outros produtos de madeira natural, começando assim a ter escala

para redução de consumo de madeira. Isso seria possível principalmente porque apenas uma pequena parte da extração de madeira é destinada à produção de pallets.

#### **IV.4.4 – Análise da Cadeia de Suprimento - Usando o Conceito dos R's**

Em relação ao conceito dos erres (reduzir, reciclar, reutilizar, recuperar e repensar), a empresa Ecowood Rio está alinhada em relação à:

- Redução da necessidade de matérias-primas, em relação à substituição da madeira natural para a fabricação de pallets e outros produtos;
- Reciclagem das sobras de seu processamento, onde o refugo de ecowood é novamente inserido no processo como matéria-prima;
- Reutilização de água no seu sistema de arrefecimento, onde a água retorna quase totalmente, num movimento cíclico;
- Recuperar os resíduos recebidos dos seus fornecedores, visando fechar o ciclo de retirada de matéria-prima da natureza; e
- Repensar o consumo de energia elétrica, onde o redesenho da fábrica possibilitará a redução do consumo de energia.

Em relação ao erre de repensar, a teoria faz menção ao comportamento geral do consumidor, como uma crítica ao consumismo, onde a conscientização é a saída.

Embora ainda não exista uma sistematização em relação a logística reversa dos produtos de ecowood para que sejam reciclados, principalmente pelo pouco tempo de atuação no mercado, a empresa entende que este movimento é benéfico em relação a redução de necessidade de matéria-prima e conseqüentemente redução de custos. Vale ressaltar que já houve devolução de um lote defeituoso e este entrou novamente no ciclo de produção.

#### **IV.5 - ALGUMAS CONSIDERAÇÕES**

Sem ACV, não é possível quantificar a sustentabilidade do processo de reaproveitamento realizado pela empresa Ecowood Rio, pois necessita-se das quantificações de emissões geradas pelo acréscimo de cadeia de suprimento, para posterior avaliação de impactos ambientais.

#### **IV.5.1 - Aspectos Quantitativos e Qualitativos Limitados Pela Escala de Produção Atual de Ecowood**

Os aspectos quantitativos referentes à produção atual de ecowood estão limitadas à baixa quantidade de insumos necessários para a sua produção, logicamente com o aumento da escala de produção o impacto é proporcionalmente maior em relação ao volume de resíduos desviado dos aterros sanitários e a extração de madeira natural. Ou seja, de um modo geral, estima-se que quanto mais a empresa Ecowood Rio produzir, mais ela estará beneficiando o meio ambiente.

Os aspectos qualitativos pouco alteram quanto à escala de produção. Porém, o aumento de produção gera um proporcional aumento de insumos, o que pode fazer com que a empresa Ecowood Rio desenvolva novos fornecedores, com novos insumos, formando ou alterando outras cadeias de suprimentos.

#### **IV.5.2 – Aspectos Relacionados à Cadeia “Dinâmica” de Suprimentos**

A cadeia de suprimentos da empresa Ecowood Rio é dinâmica, mesmo tendo alguns fornecedores “fixos” o seu produto aceita outros insumos como matéria-prima. Portanto a empresa pode receber insumos de muitas empresas, o que demandaria um estudo voltado às propriedades do material ecowood.

Neste sentido, cultivar e manter uma relação de fluxo contínuo com os fornecedores auxiliaria na formulação da receita e consequentemente na confiabilidade das propriedades do material produzido.

#### **IV.5.3 - A Compensação Favorável ou Não do Transporte**

Na Avaliação de Ciclo de Vida a ser concluída na empresa Ecowood Rio, é necessário quantificar as emissões geradas a partir do transporte dos fornecedores. Vale ressaltar que essas emissões pesam negativamente no balanço de sustentabilidade.

Caso seja verificado que as emissões geradas pelo transporte de matéria-prima transformem o processo em insustentável, ou seja, muito poluente, seria necessária a busca de novos fornecedores mais próximos ou a produção de ecowood mais próxima da fonte geradora de resíduos.

## CONCLUSÕES

Com este trabalho, foi realizada e apresentada a análise da empresa Ecowood Rio Industrial Plásticos Ltda. Esta análise teve como base os conceitos e princípios de Ecologia Industrial, Produção mais Limpa e Eco-eficiência.

Para a análise organizacional, foi feito um mapeamento sobre o processo de produção do compósito ecowood, estendendo-se por sua cadeia de suprimentos. Neste mapeamento foram identificados e descritos todas as etapas do processo de produção da empresa, como aquisição, movimentação interna, armazenagem, moagem, separação ou composição da receita, pesagem, adensamento, extrusão e intrusão. Sendo que esta última etapa, a intrusão, foi descontinuada, por força da alteração no processo de produção, que também foi descrita neste trabalho.

As entradas do processo, de maior frequência e relevância segundo a quantidade recebida, foram identificadas como as aparas de fraldas da Kimberly-Clark, as aparas de tapetes da Tapetes São Carlos, as sobras de algodão e plástico PEAD da Vicunha Têxtil, as sobras de coco (furado e sem água) da Hortifruti e a borra de café da Café Iguazu.

Neste levantamento, o estudo foi limitado aos principais fornecedores em razão da frequência e volume de insumos pela representatividade ao modelo. O curto período de pesquisa não permitiu a análise de todos os fatores em razão da Ecowood Rio receber outros insumos, geralmente plásticos PEAD e PEBD, de diversos fornecedores com as mais variadas frequências.

Dentre os insumos, foi feito o detalhamento quanto a sua composição para posterior aplicação no inventário de balanço de massa do estudo de ACV que seguirá até o final do ano de 2010 com o apoio da FAPERJ. As representações seguiram a lógica de ACV e o *software* UMBERTO foi utilizado para representar o processo produtivo, detalhando, nas janelas de especificações de processamento, os fluxos de materiais. Somente após o balanço de massa concluído será possível estabelecer considerações no que tange a Avaliação do Ciclo de Vida do produto. Neste caso, os fatores não analisados foram o consumo de energia elétrica e de água, as emissões gasosas e as perdas de massa durante o processamento.

Seguindo a lógica de Ecologia Industrial, foram feitas representações das alterações nas cadeias de suprimentos com a inserção do Ecowood. O ponto alto desta análise é a percepção de que o Ecowood prolonga a vida útil dos insumos, evitando seu despejo precoce no meio ambiente. Neste sentido, percebe-se a possibilidade de formação de um ciclo quase

fechado de utilização de matéria-prima, em razão da capacidade do produto Ecowood ser reciclado. (ALMEIDA, 2006; AGNER, 2006).

A baixa demanda, devido à limitada quantidade do Ecowood entregue ao mercado, dificulta a previsão em relação a sua aceitação ou não em larga escala, substituindo a madeira natural, porém, com a pressão regulamentar crescente em relação à origem sustentável da madeira natural, estima-se que a aceitação do Ecowood seja satisfatória tanto pela razão econômica, quanto pela conscientização em relação ao viés sustentável, alterando o padrão de consumo, segundo a teoria de consumo consciente abordada nesta dissertação. (ASHLEY, 2006).

A vocação sustentável da Ecowood Rio tem reflexos na Governança Corporativa, na qual a empresa, mesmo sem ter certificação ISO, consegue fornecer seus produtos para grandes empresas que em geral só cadastram fornecedores certificados, como é o caso da Petrobras e da Honda. Indo mais além, esta mesma vocação motivou esta dissertação e a parceria triplíce entre a Ecowood Rio, o CEFET e a FAPERJ, para os estudos em ACV e apoio ao ensino às engenharias. As questões de legislação em relação à extração e consumo de madeira, como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, assim como as políticas de destinação de rejeitos, seguindo a lógica do Desenvolvimento Sustentável e seus efeitos nos incentivos fiscais, Governança Corporativa e na alteração do padrão de consumo, são instrumentos que podem ser relacionadas com o referencial teórico de previsão tecnológica e políticas públicas abordados no primeiro capítulo desta dissertação. (BELLEN, 2007; MAY, 2003; CHRISPINO, 2007; ZANINI, 1983; SILVA, 2005).

## **CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO**

### **REDESENHO DA ORGANIZAÇÃO - ASPECTOS DE MELHORIA DA PRODUÇÃO**

No decorrer do trabalho de pesquisa realizado na empresa Ecowood Rio, foi possível notar e influenciar algumas transformações visando melhorias. Embora a PmaisL traga consigo uma metodologia de melhoramento contínuo, e isso não está formalmente implantado na empresa, a Ecowood Rio está implantando modificações em seu processo produtivo, abortando o processo de intrusão, que consistia sob a forma de injeção em moldes, para extrusão contínua, com a finalidade de reduzir o consumo de energia elétrica, reduzir o retrabalho, o desperdício de recursos e aumentar a produtividade. Estes aspectos citados como finalidades das mudanças estão perfeitamente alinhados à teoria de Produção Mais Limpa. Pode ser citado também o redesenho de layout, o reuso de água, a reciclagem do próprio ecowood e a manutenção em vários equipamentos, como ações relacionadas à PmaisL. (ALMEIDA, 2006; AGNER, 2006).

A capacidade de produção da Ecowood Rio no modelo de intrusão em moldes que está sendo alterado era de até 2,5 toneladas por dia. O maior gargalo no processo era a demora no enchimento dos moldes e o tempo de espera entre os posicionamentos dos moldes, porém o maior problema era a manutenção do magazine (porta-moldes) que demandava a parada total da produção. O redesenho do processo de produção possibilitará a extrusão contínua, que pelo planejamento poderá quadruplicar a produção diária, estimada, com folga, em 10 toneladas.

O novo processo não mais utilizará o magazine (porta-moldes) e necessitará de uma banheira de resfriamento de aproximadamente 4 metros. O resfriamento será feito por água, e a mesma continuará com o ciclo de resfriamento e reaproveitamento, mantendo o baixo consumo de água no processo.

A empresa Ecowood Rio instalará medidores de consumo de energia elétrica nas principais máquinas e estuda a possibilidade de conectar medidores de emissões em pontos estratégicos para auxiliar a coleta de dados para a elaboração do inventário em relação à aplicação da metodologia de ACV.

### **ASPECTOS DE VALOR GERADOS COM A PARCERIA ENTRE A ECOWOOD RIO E O CEFET-RJ**

A empresa Ecowood Rio pode ser considerada inovadora pelo seu papel diferenciado na cadeia de suprimentos, proporcionando um acréscimo de valor à sociedade na medida em que transforma rejeitos em produto reciclável.

Neste sentido, os dirigentes da Ecowood Rio entendiam a importância de se reduzir o passivo ambiental e de substituir a madeira natural pela madeira plástica. O fato é que o produto não existia e conseqüentemente sua cadeia também não e com a inserção desse novo produto, além de se desviar resíduos que iriam para o lixo, é possível formar uma nova cadeia que tende a ser mais fechada, reaproveitando o seu produto, tanto após a vida útil, como também seu rejeito gerado no processo de produção. Certamente, após as discussões em favor da importância da Avaliação de Ciclo de Vida e da Ecologia Industrial, evidenciou o entendimento do valor gerado, proporcionado pela Ecowood Rio. Esta característica se transformou numa forte motivação para o estabelecimento de parceria com a empresa e realização deste trabalho de dissertação, apoiado pelo CNPq (na forma de bolsa de mestrado) e também no contexto do Programa de Apoio às Engenharias, financiados pela FAPERJ (Edital nº25 / 2008). Assim sendo, visando a um objetivo maior de alcançar uma representação do ciclo de vida do composto ecowood, num escopo maior da sua cadeia de suprimento, o presente trabalho constitui-se numa apresentação parcial da aplicação da metodologia de análise de ciclo de vida em desenvolvimento.

### **CONSIDERAÇÃO EM RELAÇÃO À ALOCAÇÃO FABRIL, ALTERANDO OS FLUXOS DE TRANSPORTE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS**

Atualmente os dirigentes da empresa Ecowood Rio entendem a importância da distância percorrida entre o fornecedor e seu pátio, levando em consideração a emissão gerada no transporte, o que poderia, dependendo da distância, tornar o processamento insustentável em termos ambientais. Sendo assim, após as discussões, os dirigentes passaram a considerar a possibilidade de se montar unidades fabris modulares menores que a instalação do atual parque fabril, porém considerando a proximidade e oferta de insumos.

### **CONSIDERAÇÕES SOBRE O AUMENTO DE PRODUÇÃO**

Com o redesenho do processo de fabricação de ecowood, o gargalo muda de lugar. Para isso todos os moinhos estão em manutenção e o layout do sistema de composição da receita e alimenta o processo de adensamento foi alterado, eliminando o sistema semi-manual de tambores, para uma esteira automática alimentada por silos com os insumos separados.

A preocupação atual é com a regularidade no recebimento de matéria-prima. Isso nunca tinha sido um problema anteriormente, pois com o aumento de 2,5 toneladas (de forma inconstante), para 10 toneladas diárias em média, poderá ocorrer o redesenho da cadeia, na qual haverá a possibilidade de negociação com novos fornecedores e de preferência mais próximos.

## **CONSIDERAÇÕES DE CENÁRIOS: O LIXO NO RIO DE JANEIRO E A LOGÍSTICA LOCAL**

A produção de lixo só na cidade do Rio de Janeiro e adjacências é estimada em 9 a 10 mil toneladas diárias, segundo dados da COMLURB (2009). Sendo que esse lixo é urbano e geralmente misturado. Numa possível parceria entre a Ecowood Rio e a COMLURB, segundo a capacidade de produção estimada, a empresa necessitaria de apenas 0,1% do lixo coletado diariamente. A ressalva fica por conta de a Ecowood Rio utilizar apenas resíduos limpos, o que demandaria uma pré-seleção por parte da COMLURB, ou um maior engajamento em relação à coleta seletiva, integrando uma rede de fluxo contínuo.

A logística reversa entra neste contexto como uma solução para as empresas recuperarem materiais que compõem seus produtos, auxiliando o serviço público e contribuindo para o Desenvolvimento Sustentável. (TIBBEN-LEMBKE, 1998; LEITE, 2003; LEITE, 2005).

## **CONSIDERAÇÕES REFERENTES À APLICAÇÃO DE ACV**

A metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida possui quatro etapas distintas, sendo elas: definição de escopo e objetivo; análise de inventário; avaliação de impacto; e interpretação. A sua conclusão, neste caso da fabricação de ecowood, depende da conclusão da etapa de medições para o fechamento do balanço de massa na fase de análise de inventário. (CHEHEBE, 1997; ABNT, 2004). Atualmente o processo de fabricação de ecowood está sendo reformulado, não permitindo a captura desses dados, porém a previsão de retorno à produção contínua está próxima e ainda deixará cerca de 17 meses para a conclusão dos estudos em relação à parceria com a Faperj.

A primeira fase já foi elaborada, objetivando, neste caso, conhecer melhor os aspectos ambientais do processo produtivo do composto Ecowood e avaliar o quão este processo é sustentável ou poluidor. Portanto o escopo está relacionado a delimitar a análise dentro da empresa, tendo em vista que, exceto a água e a energia elétrica, a sua produção utiliza rejeitos e sobras de outras empresas, não sendo necessária a extração de matéria-prima da natureza. Existe a possibilidade de estender o estudo em relação à avaliação de impacto gerada pela emissão de GEE no transporte de matérias-primas de seus fornecedores até seu parque fabril.

O estudo será limitado a analisar a produção de apenas uma composição, ou seja, de um produto com proporções de matérias-prima previamente definidas, a respeito do capítulo III.4 desta dissertação, escolhida de forma oportuna por demanda de produção expressiva e abundância de matéria-prima. Esta limitação está fundamentada em relação à característica que o produto tem em poder receber dezenas de insumos diversos em sua composição. A

ferramenta utilizada para viabilizar a análise será o *software* UMBERTO, atualmente disponível no CEFET-RJ.

A segunda fase está incompleta, pois já se tem os dados de entradas de insumos, mas falta a captura dos dados referente ao consumo de energia elétrica, e fazer as medições nas saídas dos processamentos, a fim de elucidar a quantidade de emissões e resíduos. Em relação às emissões de gases, ainda não foi estipulado um método de coleta de dados, pois a empresa não conta com filtros ou medidores de emissões.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os processos que representam, à primeira vista, soluções eficazes referentes a alguns aspectos ambientais podem ser problemáticos em outras esferas, o que torna necessário e recomendável o uso de técnicas de avaliação mais abrangente. A avaliação de ciclo de vida (ACV) vem desempenhando este papel, no entendimento de vários autores, organizações e instituições oficiais, permitindo modelar quantitativamente os fluxos de matéria e energia e, qualitativamente, seus desdobramentos de interesse ambiental e econômico.

A concepção e o processo produtivo da madeira plástica *ecowood*, por sua característica de reaproveitamento de rejeitos de plástico e outros resíduos que agridem o meio ambiente, se apresenta, à primeira vista, como um tipo inovador de iniciativa orientada à sustentabilidade e, como tal, tem atraído o interesse e as boas-vindas de vários segmentos sociais. Esta classe de produtos e de processos, porém, precisam ser objeto de pesquisa, representação e divulgação, sobretudo nos meios da academia e da ciência, a fim de que possam ser desenvolvidos e disseminados, na medida em que, de fato, sejam sustentáveis. Particularmente, neste trabalho, busca-se contribuir com um cenário em que predomina a ausência de sistemas de informações oficiais ou da sociedade civil organizada que sirvam de base, por exemplo, para pesquisa científica.

O mapeamento do processo produtivo foi realizado no item III.4, seguido das representações de balanços parciais de matéria e energia no item IV.4.1, esta análise foi feita de forma parcial em razão da impossibilidade de medição de consumo de energia motivada pela mudança de processo.

O compósito *Ecowood*, constituído por rejeitos de processos produtivos, que invariavelmente seriam despejados em aterros sanitários ou, até mesmo, de forma ilegal no meio ambiente, já representa um acréscimo de valor pelo seu caráter de proporcionar uma sobrevida, ou seja, pelo fato de prolongar o ciclo de vida dos materiais que o compõe.

Portando, este produto está enquadrado dentro da teoria de produtos eco-eficientes, como pode ser observado durante o Capítulo IV, em relação às teorias apresentadas no Capítulo I.

A inserção da empresa Ecowood Rio provoca o rearranjo das cadeias de suprimentos pré-existentes, alterando-as de ciclos abertos de retirada e consumo de matéria-prima, para um ciclo quase fechado, reduzindo a necessidade matéria-prima virgem, alinhando-se às teorias de Ecologia Industrial e ao conceito dos R's apresentados anteriormente.

As questões que transpõem as fronteiras do processo e permitem conectá-lo a cadeias de suprimentos ou cadeias de produção precisam, nesse caso, de maior investigação. O conhecimento e o reconhecimento social de soluções como essas são importantes para a difusão de tecnologias alternativas às condutas hoje vigentes e, no geral, pouco promissoras quanto aos impactos ambientais que causam.

## **SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS**

Para a complementação deste estudo, além da sua continuação natural em relação aos resultados da ACV, caberiam estudos mais aprofundados deste assunto em outros prismas, como o de inovação tecnológica, ou até mesmo de empreendedorismo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPA – Associação Brasileira da indústria de painéis de madeira. Disponível em: [www.abipa.org.br](http://www.abipa.org.br). Acesso em: 08 ago. 2008.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.001 – Sistema de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. 2ª Edição, 2004.

\_\_\_\_\_, NBR ISO 14031 - Gestão ambiental – Avaliação de desempenho ambiental – Diretrizes, 2004.

\_\_\_\_\_, NBR ISO 14040 - *Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework*, 2006.

\_\_\_\_\_, NBR ISO 14041 – Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Definição de objetivo e escopo e análise de inventário, 2004.

\_\_\_\_\_, NBR ISO 14042 - Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Avaliação do impacto do ciclo de vida, 2004.

\_\_\_\_\_, NBR ISO 14043 - Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Interpretação do ciclo de vida, 2005.

ABRANTES, José. Brasil o país dos desperdícios. ed. Auriverde, Rio de Janeiro, 2005.

ACERTANDO O ALVO: Consumo de madeira no mercado interno brasileiro e promoção da certificação florestal. Relatório gerado em parceria de, IMAZON – Instituto para o Homem e Meio Ambiente da Amazônia; IMAFLORA - Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola; Amigos da Terra; com direção de: Smeraldi, Roberto; Veríssimo, Adalberto. 1999. Disponível em: <http://www.amazonia.org.br/arquivos/13342.pdf>, Acesso em: 10 jun. 2008.

AGNER, Thompson C. R. V. Eco-eficiência baseada nos princípios da produção mais limpa. Dissertação de Mestrado – UTFPR, Paraná, 2007.

ALERJ, Assembléia legislativa do estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.alerj.rj.gov.br/processo2.htm>, Acesso em: 11 mai. 2009.

ALMEIDA, Cecília M. V. B; GIANNETTI, Biagio F. Ecologia industrial: conceitos, ferramentas e aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

ANA – Agência Nacional de Águas – Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/RelatorioGestao/Rio10/Riomaisdez/index.html>, Acesso em: 11, jul. 2009.

ANDRADE, Jeime. N.; NETO, José. A. A.; PIRES, Monica. M. Avaliação de ferramentas computacionais para análise de ciclo de vida. Anais do 11º seminário de iniciação científica, UESC. Santa Catarina, 2005.

ANNEMOS, Annemos hidráulica Ltda.; Tabela de especificações técnicas. Disponível em: <http://www.annemos.com.br/Desenhos/MT.jpg>, Acesso em: 20 dez. 2008.

ASHLEY, Patrícia Almeida et al. Ética e responsabilidade social nos negócios – 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BANCO REAL. Disponível em: <http://www.bancoreal.com.br/>, Acesso em: 25 mai. 2009.

BARONI, Margaret. Ambigüidade e deficiências do conceito de desenvolvimento sustentável. ERA, São Paulo, v. 32 n. 2, 1992. Disponível em: <http://www.rae.com.br/redirect.cfm?ID=835>, Acesso em: 28 set. 2009.

BECKER, Davi Figueiredo. A Metodologia da Produção Mais Limpa Aplicada à Construção Civil. 2007. 77 páginas. Trabalho Final do Curso de Pós-Graduação em Gestão Ambiental da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro em parceria como Instituto Brasil-PNUMA, Rio de Janeiro, 2007.

BELLEN, Hans. M. V.; Indicadores de Sustentabilidade: Uma análise comparativa, Rio de Janeiro, FGV, 2007.

BENÍCIO, D. A; et al. Florestal Recicla I. In: III Encontro de extensão do centro de saúde e tecnologia rural – UFCG. Campina Grande / Paraíba, 2008.

BERARDI, Patrícia C.; A evolução do conceito de governança corporativa à luz da ética: uma análise longitudinal. Dissertação de mestrado. Fundação Getúlio Vargas – FGV. São Paulo, 2008.

BRDE - Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul, Disponível em: <http://www.brde.com.br>, acesso em 07, dez. 2006.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Política nacional de resíduos sólidos. Disponível em: [http://www.camara.gov.br/Sileg/Prop\\_Detalhe.asp?id=366828](http://www.camara.gov.br/Sileg/Prop_Detalhe.asp?id=366828), Acesso em: 05 out. 2009.

CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Guia de Produção Mais Limpa – Faça você mesmo, 2003. Disponível em: <http://www.cebds.org.br/cebds/pub-docs/pub-resp-cartilha-sebrae-cebds.pdf>, Acesso em: 12 abr. 2009.

CERQUEIRA, F. Formação de recursos humanos para a gestão ambiental. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, v.26, n.1, p.50-55, jan./mar. 1992.

CERQUEIRA, J. P. Sistemas de Gestão Integrados: ISO 9001, NBR 16001, OHSAS 18001, SA 8000: Conceitos e aplicações. Rio de Janeiro - Qualitymark, 2006.

CHEHEBE, José Ribamar B. Análise do Ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997. 104 p.

CHRISPINO, Álvaro. Políticas públicas, planejamento e futuro. Mimio, 2007.

COHEN, C. Padrões de Consumo e Energia: efeitos sobre o meio-ambiente e o desenvolvimento. In: May, P., Lustosa, M.C. & Vinha, V. (orgs.) Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2003, p. 245-269.

COMLURB. Companhia Municipal de Limpeza Urbana. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/comlurb/>, Acesso em: 18 mar. 2009.

Compradores de Produtos Florestais Certificados. Disponível em: <http://compradores.amazonia.org.br/>, Acesso em: 07, ago. 2008.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.; Disponível em: <http://www.mma.gov.br/conama/>, acesso em: 11 mai. 2009.

COVOLATO, Renato Augusto. Desenvolvimento de compósito constituído de resíduos de madeira e resina uréia formaldeído com cura incentivada por microondas. Dissertação de mestrado. Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia –São Caetano do Sul, 2007.

CNTL, Panorama das políticas de produção mais limpa no Brasil e no mundo. SENAI/RS, 2007. Disponível em: [http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/pdf/Apresentacao\\_CNTL.pdf](http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/pdf/Apresentacao_CNTL.pdf). Acesso em: 21 abr. 2009.

DEUTSCHSUL. Disponível em: <http://www.deutschsul.com.br/maquinas.html>, Acesso em: 10, dez. 2008.

ECOWOODRIO – Disponível em: <http://www.ecowoodrio.com.br>, Acesso em: 10, ago. 2008.

ELL, Arno. Produção de compósitos de plástico com madeira. *in* Portal REMADE – Revista da madeira. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/index.php>, Acesso em: 25 set. 2008.

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.feema.rj.gov.br/>, Acesso em: 09 ago. 2008.

FRANCÊS, C. R. L. Introdução às Redes de Petri. LACA/UFGA, 2003.

GIACOMINI, Gino. et al.; Atributos que compõem o conceito de Responsabilidade Social Empresarial. ECA/USP. São Paulo, 2003.

GOMES, André. Fornecedores de máquinas e equipamentos para papel reciclado. RETEC, Bahia, 2007. Disponível em: <http://sbrtv1.ibict.br/upload/sbrt5813.pdf?PHPSESSID=a85feebc3969cc3763f115bf0f624c28>, Acesso em: 25 mai. 2009.

GONÇALVES, P. Gestão de Resíduos Sólidos: Conceitos, Experiências e Alternativas. In: Seminário Cadeia Produtiva da Reciclagem e Legislação Cooperativista, Juiz de Fora, 2006.

GRI – Global Reporting Initiative. Disponível em: <http://www.globalreporting.org/>, Acesso em: 25 set. 2009.

GRUPO DE PESQUISA EM AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA. UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina / CNPq. Disponível em: <http://www.ciclodevida.ufsc.br/acv/>, Acesso em: 25 ago. 2008.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: [www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br), Acesso em: 18 jul. 2008.

IBGC – Instituto Brasileiro de Governança Corporativa. Disponível em: <http://www.ibgc.org.br>, Acesso em: 20 mai. 2009.

IMAFLORA - Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola. Disponível em: [www.imaflora.org](http://www.imaflora.org), Acesso em: 10 jul. 2008.

IMAZON - Instituto para o Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Disponível em: [www.imazon.org.br](http://www.imazon.org.br), Acesso em: 09 jun. 2008.

IMBELLONE, Rodrigo. Madeira vira álcool combustível. Disponível em: <http://www.setorreciclagem.com.br/modules.php?name=News&file=article&sid=5374/> 2008, Acesso em: 14 ago. 2008.

INTERLEGIS, Comunidade Virtual do Poder Legislativo.; Disponível em: [http://www.interlegis.gov.br/processo\\_legislativo/20040719172004/20040802145341/20040805145239/20040805165200/](http://www.interlegis.gov.br/processo_legislativo/20040719172004/20040802145341/20040805145239/20040805165200/), acesso em: 20, out. 2007.

INSTITUTO AKATU, Pelo consumo consciente. Disponível em: <http://www.akatu.org.br/>, acesso em: 06 dez. 2006.

INSTITUTO ETHOS.; Disponível em: <http://www.ethos.org.br>, acesso em: 05, set. 2009.

JOPPERT, Ney.; A reciclagem das embalagens plásticas de óleo lubrificante e a gestão ambiental: um modelo a ser construído. Dissertação de mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ. Rio de Janeiro, 2008.

KOTLER, Philip. Administração de marketing. Prentice Hall, São Paulo, 2000.

LAGE, Aline. C. ; BARBIERI, José Carlos . Conceitos, problemas e pontos de partidas para políticas de desenvolvimento sustentável. In: XXV ENANPAD – Campinas / São Paulo, 2001.

LEITE, Paulo R. Logística Reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LEITE, Paulo Roberto et al. A importância da Logística Reversa em canais com alta taxa de retorno – Um estudo em empresa do setor editorial brasileiro. Anais do VIII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações internacionais – SIMPOI, 2005 – FGV EAESP.

LEVEK, Andréa C.; Gestão de Negócios com Responsabilidade Social - Atuação da empresa socialmente responsável vai além de proporcionar lucro financeiro, revista FAE BUSINESS número 9, setembro 2004.

LIMA, C. G. R.; A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO DO CENÁRIO AMBIENTAL: um estudo de caso. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá / Mato Grosso, 2006.

LIXO.COM.BR.; Classificação do lixo. Disponível em: <http://www.lixo.com.br/class.htm>, acesso em: 20, out. 2007.

LÓTA, Diogo. Mapeamento do ciclo de vida do produto através da rede de petri na empresa ecowood. Relatório de Iniciação Científica. Rio de Janeiro, CEFET-RJ, 2009.

MACEDO, Dulcideo. Reutilização de madeira tratada. Montana Química. Disponível em: [www.sbs.org.br](http://www.sbs.org.br) SBS - Sociedade Brasileira de Silvicultura. Acesso em: 12 ago. 2008.

MARRANGUELLO, Norian. Redes de Petri: Conceitos e aplicações. DCCE/UNESP, 2005.

MAY, Peter H., Lustosa, M.C. & Vinha, V. (orgs.) Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2003

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia. Protocolo de Quioto: a convenção sobre mudança climática, 1998.

MENDES, Judas; SILVA, Christian. Reflexões sobre o desenvolvimento sustentável. Ed. Vozes, Petrópolis, 2005.

MENIN, Delza F.; Ecologia de A a Z - Pequeno dicionário de Ecologia. ed. LP&M, Porto Alegre, 2000.

MOTTA, Débora. O milagre da reciclagem de plástico em madeira. Disponível em: [http://www.faperj.br/boletim\\_interna.phtml?obj\\_id=4796](http://www.faperj.br/boletim_interna.phtml?obj_id=4796), ago de 2008. Acesso em: 10 ago. 2008.

OSKARSSON, Kristina.; MALMBORG, Frederik Von. *Integrated management systems as a corporate response to sustainable development*. Universidade de Linköping - Suécia, 2003.

PRIBERAM. Dicionário on-line da língua portuguesa. Disponível em: <http://www.priberam.pt>, Acesso em: 21 set. 2009.

PRONCHNIK, Victor.; Cadeias produtivas e complexos industriais. In: HASENCLEVER, L.; KUPFER, D.; Organização industrial. Campus, 2002.

RATTNER, Henrique, *et al*; Brasil no Limiar do Século XXI: Alternativas para a Construção de uma Sociedade Sustentável, São Paulo, 2000.

RATTNER, Henrique; Sustentabilidade – um ensaio de prospectiva. In: Revista Espaço Acadêmico, Jun. 2004. Disponível em: <http://www.espacoacademico.com.br/038/38rattner.htm>, Acesso em: 02 nov. 2007.

RECICLAGEM.NET. Portal da reciclagem e do meio ambiente. Disponível em: <http://www.compam.com.br/>, Acesso em: 25 mai. 2009.

RECICLOTECA, Disponível em: <http://www.recicloteca.org.br>, Acesso em: 25 mai. 2009.

RIBEIRO, M. F. ; XAVIER, L. S. ; PEIXOTO, J. A. A.; DIAS, L. M M.; Análise de Integração de Sistema de Gestão. In: XXVII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007, Foz do Iguaçu. Anais do XXVII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.

RODRIGUES, S. C.; PEIXOTO, J. A. A.; XAVIER, L. S. Soluções para o reaproveitamento sustentável de resíduos de madeira - Diagnóstico da madeira tropical no Estado do Rio de Janeiro – XV SIMPEP – UNESP, São Paulo, 2008.

RODRIGUES, S. C.; PEIXOTO, J. A. A.; XAVIER, L. S. Análise de ciclo de vida do processo de fabricação do compósito ecowood, utilizando o software Umberto – Estudo de caso de reciclagem – IV Simpósio Internacional de Meio Ambiente – SIMA – UFRJ, Rio de Janeiro, 2009.

ROGERS, Dale S.; TIBBEN-LEMBKE, Ronald S. Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices - University of Nevada, Reno Center for Logistics Management, 1998.

ROTHGIESSER, Tanya Linda. Gestão da responsabilidade social empresarial. In Seminário de Capacitação CRA/ RJ: Rio de Janeiro, 2004.

SANTOS, L. M. M. dos. Avaliação Ambiental de processos industriais. São Paulo: Signus Editora, 2006. 130p.

SANTOS, Milton. A natureza do espaço. Ed. Hucitec, São Paulo, 1996.

SARAIVA, Gabriela Delgado Ibrahim. Aplicação da metodologia de acv como apoio na avaliação do desempenho operacional na produção de sacos plásticos com material reciclado: um estudo de caso. Dissertação de Mestrado, CEFET-RJ, Rio de Janeiro, 2007.

SENAI, Disponível em: [http://www.senai.br/br/institucional/snai\\_oq.aspx](http://www.senai.br/br/institucional/snai_oq.aspx), Acesso em: 05 mai. 2009.

SETOR RECICLAGEM. Disponível em: [www.setorreclagem.com.br](http://www.setorreclagem.com.br). Reciclagem de madeira - Aproveitamento energético de resíduos de madeira e florestais na forma de Briquetes. Acesso em: 10 ago. 2008.

SILVA, Christian. L. and MENDES, Judas T. G.(orgs); Reflexões sobre o desenvolvimento sustentável: Agentes e interações sob a ótica multidisciplinar., Petrópolis, Vozes, 2005.

SILVA, Paulo. Políticas públicas e gestão ambiental: um estudo das práticas de administração pública de resíduos da construção civil na cidade de belo horizonte – MG; Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S. et. al., Administração da produção. São Paulo: Atlas, 2009.

STANO, L. C. Avaliação do Ciclo de Vida: uma ferramenta que merece ser mais conhecida. In Instituto PNUMA Brasil, Disponível em: [http://www.brasilpnuma.org.br/pordentro/artigos\\_011.Htm](http://www.brasilpnuma.org.br/pordentro/artigos_011.Htm). Acesso em 24/04/2009.

THE GLOBAL COMPACT, *Overview of the UN Global Compact*. Disponível em: <http://www.unglobalcompact.org/AboutTheGC/>, Acesso em: 24 abr. 2009.

ULBANERE, R. C.; Aproveitamento de resíduos sólidos urbanos e industriais. Identificação, cadastro e análise da viabilidade técnica, econômica e jurídica para aplicação. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS INTEGRADAS – UNAERP. Guarujá / São Paulo: 1995.

UMBERTO, Disponível em: [www.umberto.de](http://www.umberto.de), Acesso em: 28 ago. 2008.

UNESCO, Década das nações unidas para o desenvolvimento sustentável – 2005/2014 – Documento final, Plano internacional de implementação. Brasília, 2005. Disponível em: [http://agenda21.petropolis.rj.gov.br/agenda21/modules/xt\\_conteudo/content/educacao\\_desenv\\_sustentavel\\_julho06.ppt#256,1](http://agenda21.petropolis.rj.gov.br/agenda21/modules/xt_conteudo/content/educacao_desenv_sustentavel_julho06.ppt#256,1), Acesso em: 10 jan. 2008.

VEIGA, Vanessa. V; Análise De Indicadores Relacionados a Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Florianópolis; Dissertação de Mestrado, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

VIEIRA PINTO, A.; O conceito de tecnologia. vol1. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

WWF – BRASIL, Disponível em: <http://www.wwf.org.br/>, acesso em: 10 dez. 2006.

\_\_\_\_\_, Terceiro relatório sobre mudança climática – IPCC, 2007, Disponível em: [http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/meio\\_ambiente\\_brasil/clima/painel\\_intergovernmental\\_de\\_mudancas\\_climaticas/blog\\_do\\_clima2/?uNewsID=7340](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/meio_ambiente_brasil/clima/painel_intergovernmental_de_mudancas_climaticas/blog_do_clima2/?uNewsID=7340), Acesso em: 20 abr. 2009.

ZANINI, José, C.; A previsão tecnológica como instrumento do planejamento. In: MARCOVITCH, Jacques; Administração em ciência e tecnologia. São Paulo: Edgard Blücher, 1983.

## **ANEXOS**

## **ANEXO I**

### **CERTIFICAÇÃO DE MANEJO FLORESTAL - FSC**

“A certificação florestal deve garantir que a madeira utilizada em determinado produto é oriunda de um processo produtivo manejado de forma ecologicamente adequada, socialmente justa e economicamente viável, e no cumprimento de todas as leis vigentes”. (WWF-Brasil, 2008).

Toda e qualquer certificação está associada ao conceito de certeza, precisão, e é essencialmente uma forma de qualificação ou diferenciação. O que é certificado se distingue do que não, desta forma as empresas certificadas por instrumentos socialmente reconhecidos tendem a ser observadas, pelo menos pela parte informada da sociedade, como detentoras de valor diferenciado em relação às demais. No caso das relações de produção com impacto ambiental mais sensível, como se trata da relação entre a madeira e as florestas, a certificação pode melhorar a imagem das empresas, segregando as que operam de forma correta daquelas que estão na ilegalidade ou que agem de forma predatória ao destruir a floresta e agredir o meio ambiente. Como o consumo da madeira alcança várias camadas do tecido social, esta percepção de valor tende a ser amplo e mais abrangente do que em outros setores produtivos, nos quais o consumo é mais restrito ou seletivo do que o dos produtos de madeira.

A certificação melhora a imagem das empresas, segregando as que operam de forma correta daquelas que estão na ilegalidade ou que agem de forma predatória ao destruir a floresta e agredir o meio ambiente.

A iniciativa com o reconhecimento mais expressivo em relação à certificação de manejo florestal é a do Conselho de Manejo Florestal – FSC (*Forest Stewardship Council*), instituição internacional, sem fins lucrativos, formada por representantes de entidades do mundo todo, que acabou gerando um selo com o mesmo nome. No Brasil, o grupo de trabalho responsável pelas questões de critérios e princípios do FSC é representado pelo WWF-Brasil. A IMAFLORA, criada em 1995, é a primeira certificadora do hemisfério sul, sobre assuntos florestais, mas a certificação sobre o manejo florestal pode ser conseguida por outra instituição certificadora, desde que tenha credibilidade no mercado.

Para obter a certificação florestal, a empresa ou comunidade é avaliada segundo os princípios e critérios, que abrangem as dimensões: social, ambiental e econômica estabelecidos pelo Conselho de Manejo Florestal – FSC, que são: Obediência às leis; Responsabilidades e direitos de posse e uso da terra; Direitos dos Povos Indígenas; Relações Comunitárias e Direitos dos Trabalhadores; Benefícios da Floresta; Impacto Ambiental; Plano

de Manejo; Monitoramento e Avaliação; Manutenção de florestas de alto valor de conservação; Plantações.

No mercado brasileiro, foi escolhida a empresa Tok & Stok, junto aos Amigos da Terra – Programa Amazônia e a IMAFLORA, para a formulação de um plano piloto estratégico, na estimulação de demanda por madeira certificada, pela forte influência de mercado, tanto na participação, quanto no desenvolvimento de tendências, devido à exclusividade de seus produtos e do já empregado padrão de qualidade, além da estabilidade do seu relacionamento com fornecedores. O plano visava à construção de um cenário, em que os fornecedores de madeiras tivessem uma crescente demanda, impulsionando a certificação dos produtores, pelo diferencial competitivo.

Atualmente existem 37 organizações certificadas em relação ao manejo florestal FSC e 153 organizações certificadas em sua cadeia de custódia no Brasil, sendo que apenas uma empresa do Estado do Rio de Janeiro, a Klabin, é certificada em relação à cadeia de custódia, sendo a Klabin (unidade Del Castilho) com o produto: chapas e embalagens de papelão ondulado e a mesma empresa (unidade Guapimirim), com o produto: papel reciclado para embalagens. Segundo a WWF-Brasil, “a certificação da cadeia de custódia exige o rastreamento da mesma desde sua colheita até a comercialização do produto acabado”.

Segundo Acertando o Alvo (1999), os produtos alimentícios têm o importante papel de impulsionar o movimento por certificação, pois tem maior potencial, devido ao apelo relacionado a saúde humana.

A demanda por certificação é crescente devido à maior consciência dos problemas relacionados ao meio ambiente. O estudo aponta essa tendência pelos surpreendentes dados obtidos em uma pesquisa realizada pelo IBOPE, encomendada pela Confederação Nacional da Indústria – CNI, que revela que 68% dos entrevistados estariam dispostos a pagar algum preço adicional por produtos adequados em relação à preservação ambiental. Outros dados relevantes desta pesquisa referem-se às preocupações ambientais do brasileiro, onde 35% apontam a “preservação ambiental”, como a maior preocupação, seguida da “poluição das águas (18%), da poluição do ar (14%) e do esgoto urbano (13%). (ACERTANDO O ALVO, 1999).

O grupo de Compradores de Produtos Florestais Certificados, tem o importante papel de incentivar a demanda, a produção e o consumo de produtos provenientes de florestas certificadas, através de termo de compromisso voluntário, em que a empresa se compromete a adquirir progressivamente, matéria-prima certificada.

## **ANEXO II**

### **CONSUMO DE MADEIRA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

O Estado do Rio de Janeiro consome cerca de 6,5% da produção de madeira tropical, o que é equivalente a 1 milhão e 800 mil m<sup>3</sup> nos dados obtidos em 1997 pelo IMAZON. (ACERTANDO O ALVO, 1999).

Em relação ao fluxo de comercialização, o estudo Acertando o Alvo (1999) aponta o estado do Mato Grosso é responsável por 42,4%, seguidos de Pará (32,2%), Rondônia (23,2%), Maranhão (1,1%) e Acre (1,1%), como principais fornecedores de madeira para o Estado do Rio de Janeiro. (ACERTANDO O ALVO, 1999).

Atualmente, apenas a empresa Mendes e Hirth Marcenaria Ltda é associada ao grupo de Compradores de Produtos Florestais Certificados, no Estado do Rio de Janeiro e o volume de madeira comprado por esta empresa é inexpressivo em relação a todo o Estado, tendo em vista que a produção é limitada e seus produtos são customizados.

## ANEXO III

### SOLUÇÕES E REAPROVEITAMENTO DE SOBRAS DE MADEIRA

Nas grandes metrópoles, como o Estado do Rio de Janeiro, a indústria moveleira é constituída em sua maior parte por empresas de micro e pequeno porte. Um grande problema que essas empresas enfrentam é a geração de resíduos. Em empresas que trabalham com madeira maciça, este problema é mais crítico, pois durante a transformação das pranchas de madeira nas peças finais, cerca de 50% do volume de madeira se transforma em sarrafos, pontas, pó e serragem. Já no processo com chapas de madeira reconstituída, tais como compensado, aglomerado, MDF, e OSB, a geração de resíduos encontra-se por volta de 20%. (COVOLATO, 2007).

O descarte desse resíduo pelo sistema de coleta de lixo urbano não é possível devido a quantidade e pela contaminação de substâncias químicas, como vernizes e solventes. Geralmente não há empresas próximas que possuam geradores termoelétricos, ou caldeiras em função da rigorosa legislação ambiental nos grandes centros urbanos. A distância da região rural impossibilita a utilização dos resíduos como insumo agrícola. A contratação de empresas para a coleta é onerosa, então a eliminação de resíduos geralmente é feita por queima ou despejo ilegal. (COVOLATO, 2007).

- Tipos de resíduos de madeira

Segundo Covolato (2007), os tipos de resíduos de processamento de madeira são:

Costaneira: Camada externa do tronco, composta pela casca do tronco e pelo alburno (madeira mais clara e mole, normalmente descartada no desdobro).

Pontas: pedaços provenientes do corte das extremidades de pranchas de madeira.

Cepilho ou maravalha: resíduo proveniente do beneficiamento da madeira com dimensões acima de 2,5mm, gerado no processo de desengrosso, desempenho e fresagem.

Serragem: Resíduo..., com dimensão entre 0,5 mm e 2,5mm, gerado no processo de corte.

Pó de madeira: resíduo com dimensão inferior a 0,5mm, formado no processo de lixamento.

Sobras ou aparas: são pedaços de madeira proveniente de corte de pranchas e de madeira beneficiada, ou sobras de cortes de chapas de madeira.

Uma alternativa responsável seria a reciclagem. Um modo de reciclagem seria a fabricação de peças constituídas de um compósito de resíduos de madeira e resina, através de prensagem ou extrusão. Como a peça já sai da prensagem no seu formato final é reduzida a geração de resíduos decorrentes de serviços de usinagem. Este processo otimiza o uso da madeira.

Segundo Covolato (2007), os compósitos obtidos através de reaproveitamento da madeira apresentam uma série de vantagens sobre a madeira original, como: menor custo por m<sup>3</sup>; maior rendimento (menor desperdício); não apresenta nós, nem rachaduras; menor tendência a empeno; resistência a umidade; matéria-prima composta por resíduos; etc.

## POTENCIAL ENERGÉTICO DO RESÍDUO DE MADEIRA

- Briquete

A transformação dos resíduos de madeira em briquetes é uma destinação viável. O briquete não usa resina, somente calor elevado e pressão. O aumento da temperatura provocará a "plastificação" da lignina, substância que atua como elemento aglomerante das partículas de madeira, o que justifica a não utilização de produtos aglomerantes.

Segundo o site [www.setorreciclagem.com.br](http://www.setorreciclagem.com.br), o diâmetro ideal dos briquetes para queima em caldeiras, fornos e lareiras é de 70 mm a 100 mm, com comprimento de 250 a 400 mm. Outras dimensões (diâmetro de 28 a 65 mm) são usadas em estufas, fogões com alimentação automática, grelhas, churrasqueiras etc.

- Utilização de cavacos de madeira na produção de álcool combustível

Segundo Imbellone (2008), em matéria publicada no portal Setor Reciclagem, [www.setorreciclagem.com.br](http://www.setorreciclagem.com.br), uma empresa do Colorado, Range Fuels, planeja criar a primeira fábrica em escala comercial dos EUA para a fabricação de combustível etanol a partir de cavacos de madeira. A iniciativa pretende tornar os EUA menos dependentes do petróleo.

Hoje a matriz energética utilizada na produção de etanol nos EUA vem do milho, o que acarreta um problema na produção mundial de alimentos.

Segundo o diretor executivo da Range Fuels, Mitch Mich, a empresa desenvolveu um processo exclusivo que usa calor e pressão para transformar madeira em gás rico em hidrogênio que, por sua vez, é transformado em etanol com um catalisador químico, que torna comercialmente viável a transformação de cavacos de madeira em combustível etanol.

- Aglomerado

Aglomerado, é um material composto por pequenas partículas de madeira unidas por uma resina sintética a base de formol, através de aplicação de pressão e calor. (COVOLATO, 2007).

- Oriented Strand Board - OSB

É uma chapa composta por partículas tipo strand, longas, largas e finas, com direção orientada na formação do colchão, unidas por resina à prova de umidade e parafina, através de pressão e calor. (COVOLATO, 2007).

- Medium Density Fibreboard - MDF

MDF, ou seja, chapa de fibra de média densidade, é um produto em forma de chapa, com densidade média entre 350 e 800 kg/m<sup>3</sup>, composto de fibras lignocelulósicas unidas por resina sintética, através de calor e pressão. Sua principal vantagem é a usinabilidade das bordas e faces, podendo também ser entalhado ou torneado. (COVOLATO, 2007).

A produção atual de MDF no Brasil é realizada por sete empresas, caracterizando uma oferta bastante concentrada, as empresas são: Berneck, Eucatex, Fibraplac, Masisa, Satipel, Duratex e Tafisa. (Abipa – Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira).

No Estado do Rio de Janeiro, não existe nenhuma empresa produtora de MDF, segundo a Abipa, apenas a empresa Masisa possui uma assessoria comercial no Rio de Janeiro.

## MADEIRA PLÁSTICA

- Imawood

Pesquisadores do Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano (IMA), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em parceria com a FAPERJ, desenvolveram um método para transformar o plástico desperdiçado nos lixões em madeira, ou seja, madeira plástica denominada Imawood.

Este material compósito é conseguido através do processo de extrusão e tem a vantagem de ser resistente ao ataque de pragas e cupins, além de ser benéfico ao meio ambiente, pois utiliza o plástico como matéria-prima reciclável, geralmente obtido de rejeitos de processos produtivos e do lixo urbano. Embora não se trate de um método de

reaproveitamento de sobras de madeira, este material pode contribuir com a redução da demanda de madeira natural.

- Ecowood

A Empresa Ecowood Rio Industrial Plásticos, criada em 2005, localizada no Município de Duque de Caxias no Estado do Rio de Janeiro, desenvolve, com a produção da madeira plástica “Ecowood”, um produto com vocação sustentável. Se trata de um produto novo, fabricado a partir de matérias-primas reaproveitáveis, naturais ou não, e de materiais recicláveis, como resíduos de diversos tipos de plásticos e fibras vegetais. A partir do processo de intrusão, com a proporção de 60 à 80% de material plástico e de 20 à 40% de outros materiais como pó e cerragem de madeira, bagaço de cana, borra de café, pelos de animais, entre outros materiais, resultam peças que podem imitar ou até substituir a madeira natural, com a vantagem de ser um produto impermeável, que não sofre o ataque de pragas e insetos e de se tratar de um produto ecologicamente correto.

O produto gerado pela empresa Ecowood Rio pode substituir a madeira natural na maior parte de suas aplicações e pode ser trabalhada com as mesmas ferramentas aplicadas na madeira natural. Por ser fabricada com base no aproveitamento de materiais tidos como rejeitos, inclusive o próprio resíduo do seu processo de produção, contribui para a retirada de resíduos do meio ambiente, apresentando assim uma inovadora solução sustentável. A empresa, para realizar sua atividade, tem licença de operação “FE014299”, concedida pela Feema.

## ANEXO IV

### DIAGNÓSTICO DO LIXO/RESÍDUOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

#### Conama

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, é um órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, ligado ao Ministério do Meio Ambiente – MMA, e dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. A seguir destacamos as principais resoluções do Conama referente ao tema proposto por este estudo.

| Quadro de Resoluções do Conama sobre política de resíduos e conservação ambiental |                     |   |
|---|---------------------|---|
| 1984  | Nº 004, de 05/06/84 | Determina a realização de estudos e para estabelecer critérios para a localização de indústrias com alto potencial poluidor.  |
|   | Nº 010, de 26/09/84 | Determina a realização de estudos para o Controle da Poluição por Veículos Automotores.   |
|   | Nº 012, de 26/09/84 | Determina ao DNOS - Departamento Nacional de Obras e Saneamento que determine a realização de estudos sobre as conseqüências ambientais das obras em execução e dos projetos programados para o Estado do Rio de Janeiro.   |
|   | Nº 016, de 18/12/84 | Determina a realização de estudos sobre as conseqüências do desmatamento na região Amazônica.   |
| 1986  | Nº 021, de 18/09/86 | Determina à Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN que faça elaborar os Estudos de Avaliação de Impacto Ambiental, com a conseqüente apresentação do Relatório de Impacto Ambiental, das Centrais Termonucleares de Angra dos Reis, no Estado do Rio de Janeiro.                   |
|   | Nº 023, de 18/09/86 | Determina que a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS e as Empresas do Sistema Elétrico forneçam informações técnicas sobre os estudos das alternativas e das possíveis conseqüências ambientais dos projetos de construção de hidrelétricas.                                |
| 1987  | Nº 001, de 10/03/87 | Cria uma Câmara Técnica de acompanhamento da tramitação dos temas ambientais perante a Assembléia Nacional Constituinte.  |
| 1988  | Nº 006, de 15/06/88 | Estabelece que no processo de licenciamento ambiental de atividades industriais, os resíduos gerados dou existentes deverão ser objeto de controle específico.  |
| 1989  | Nº 005, de 15/06/89 | Institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR  |
| 1990  | Nº 015, de 06/12/90 | Cria a Câmara Técnica de Acompanhamento da elaboração do Relatório Brasileiro sobre Meio Ambiente a ser preparado com vistas a Conferência Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento a ser realizada no Brasil em 1992.   |
| 1991  | Nº 006, de 19/09/91 | Estabelece que fica desobrigada a incineração ou qualquer outro tratamento de queima dos resíduos sólidos provenientes dos estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos, ressalvados os casos previstos em lei e acordos internacionais.  |
|   | Nº 008, de 19/09/91 | Estabelece que é vedada a entrada no país de materiais residuais destinados à disposição final e incineração no Brasil.   |
| 1993  | Nº 005, de 05/08/93 | Define de normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, bem como a necessidade de estender tais exigências aos terminais ferroviários e rodoviários.   |
|   | Nº 007, de 31/08/93 | Estabelece padrões de emissão para veículos em circulação com os limites máximos de CO, HC, diluição, velocidade angular do motor e ruído para os veículos com motor do ciclo Otto e opacidade de fumaça preta e ruído para os veículos com motor do ciclo Diesel.                      |
| 1994  | Nº 024, de 07/12/94 | Determina que toda a importação ou exportação de rejeito radioativo, sob qualquer forma e composição química, em qualquer quantidade, só poderá ser efetivada com a anuência prévia da CNEN, ouvido o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. |
| 1995  | Nº 011, de          | Cria a Câmara Técnica Temporária de Educação Ambiental.   |

|      |                       |   |
|------|-----------------------|---|
|      | 10/10/95              |   |
| 1999 | Nº 249, de 01/02/99   | Aprova Diretrizes para a Política de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Mata Atlântica.   |
|      | Nº 257, de 30/06/99   | Disciplina o descarte e o gerenciamento ambientalmente adequado de pilhas e baterias usadas, no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final. Esta resolução será detalhada a seguir, junto ao levantamento legislativo referente ao lixo.  |
|      | Nº 258, de 26/08/99   | Determina que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final, ambientalmente adequada, aos pneus inservíveis existentes no território nacional.  |
| 2000 | Nº 265, de 27/01/00   | Determina providências preventivas para o controle da poluição decorrente das atividades petrolíferas em todo o território nacional e, em especial, no Estado do Rio de Janeiro, onde ocorreu acidente ambiental da Petrobrás na Baía da Guanabara.   |
| 2001 | Nº 275, de 25/04/2001 | Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva.  |
|      | Nº 283, de 12/07/2001 | Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.  |
| 2002 | Nº 308, de 29/07/2002 | Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte.   |
| 2003 | Nº 334, de 19/05/2003 | Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.   |
| 2005 | Nº 358 de 29/04/2005  | Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.   |
| 2006 | Nº 371 de 05/04/2006  | Estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme a Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC e dá outras providências. |
| 2007 | Nº 382 de 02/01/2007  | Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.   |
| 2008 | Nº 401 de 04/11/2008  | Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.   |
|      | Nº 403 de 12/11/2008  | Dispõe sobre a nova fase de exigência do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE para veículos pesados novos (Fase P-7) e dá outras providências.  |
|      | Nº 404 de 11/11/2008  | Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.  |
| 2009 | Nº 406 de 02/02/2009  | Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável- PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia.  |

Fonte: CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2009.

### Levantamento histórico da legislação referente ao lixo

Mostra-se com este tópico o empenho social, representado pelo poder público investido em seus representantes, em remodelar as relações de descarte de vários tipos de produtos tóxicos, poluentes ou de difícil absorção pela natureza, além da intencionalidade voltada a educação ambiental refletida em leis.

| Quadro da Legislação referente à destinação de lixo e resíduos e a Preservação Ambiental no Estado do Rio de Janeiro |                          |   |
|--|--------------------------|---|
| 1987   | Lei Nº 1228, de 19/11/87 | Proíbe a criação de depósito de lixo atômico ou rejeitos radioativos no estado do Rio de Janeiro. |

|             |                          |  |
|-------------|--------------------------|--|
| <b>1988</b> | Lei Nº 1361, de 06/10/88 | Regula a estocagem, o processamento e a disposição final de resíduos industriais tóxicos.  |
| <b>1991</b> | Lei Nº 1831, de 6/07/91  | Cria a obrigatoriedade das escolas públicas procederem à coleta seletiva do lixo no estado do Rio de Janeiro.  |
|             | Lei Nº 1838, de 14/07/91 | Dispõe sobre o uso de papel tipo reciclado nas repartições públicas do estado do Rio de Janeiro,   |
| <b>1992</b> | Lei Nº 2011, de 10/07/92 | Dispõe sobre a obrigatoriedade da implementação de programa de redução de resíduos.  |
|             | Lei Nº 2030, de 02/10/92 | Cria o selo-símbolo para a reciclagem de vidro, plástico, latas, papel e papelão e dá outras providências.   |
| <b>1993</b> | Lei Nº 2060, de 28/01/93 | Dispõe sobre a coleta de lixo hospitalar e dá outras providências.   |
|             | Lei Nº 2083, de 12/02/93 | Cria o programa permanente de reaproveitamento de papel para fins didáticos.   |
|             | Lei Nº 2110, de 28/04/93 | Cria o sistema estadual de recolhimento de pilhas e baterias usadas.   |
| <b>1998</b> | Lei Nº 2939, de 08/05/98 | Dispõe sobre o transporte e armazenamento de baterias usadas de telefones celulares, e dá outras providências.   |
| <b>1999</b> | Lei Nº 3183, de 02/01/99 | Autoriza o poder executivo a criar normas e procedimentos para o serviço de coleta e disposição final de pilhas no estado do Rio de Janeiro.   |
|             | Lei Nº 3206, de 12/04/99 | Autoriza o poder executivo a criar normas e procedimentos para o serviço de coleta, reciclagem e disposição final de garrafas e embalagens plásticas no estado do Rio de Janeiro.  |
| <b>2000</b> | Lei Nº 3369, de 07/01/00 | Estabelece normas para a destinação final de garrafas plásticas e dá outras providências.  |
|             | Lei Nº 3415, de 29/05/00 | Dispõe sobre a coleta de baterias de telefones celulares e de veículos automotores, e dá outras providências.  |
| <b>2001</b> | Lei Nº 3606, de 13/07/01 | Institui a obrigatoriedade das empresas produtoras de disketes ao recolhimento dos mesmos quando inutilizados, dando destinação final adequada, sem causar poluição ambiental.   |
| <b>2002</b> | Lei Nº 3972, de 30/09/02 | Dispõe sobre o uso; a produção; o consumo; o comércio; o transporte interno; O armazenamento; o destino final dos resíduos e embalagens, de agrotóxicos e seus componentes e afins e, bem assim, o controle, inspeção e fiscalização e dá outras providências. |
| <b>2003</b> | Lei Nº 4178, de 29/09/03 | Dispõe sobre a concessão de incentivos fiscais para as indústrias do setor de reciclagem e do setor metal- mecânico de Nova Friburgo e dá outras providências.   |
|             | Lei Nº 4191, de 30/09/03 | Dispõe sobre a política estadual de resíduos sólidos e dá outras providências.   |
|             | Lei Nº 4195, de 03/10/03 | Dispõe sobre a obrigatoriedade da colocação de amassadores de latas para reciclagem nos bares e restaurantes.  |
| <b>2006</b> | Lei Nº 4829, de 31/08/06 | Institui sobre a política de reciclagem de entulhos de construção civil e dá outras providências.  |
|             | Lei Nº 4845, de 20/09/06 | Institui no calendário oficial do estado do Rio de Janeiro, o dia dos catadores de lixo, como data para reverenciar tais atores informais e indispensáveis à preservação do meio ambiente.   |
|             | Lei Nº 4943, de 21/12/06 | Dispõe sobre a implementação de aterros sanitários na região metropolitana do Rio de Janeiro.  |
| <b>2007</b> | Lei Nº 5023, de 02/05/07 | Dispõe sobre a obrigatoriedade de serem incluídos no EIA-RIMA (Estudo e Relatório de Impacto Ambiental) de aterro sanitário, os projetos de estações de transferência de resíduos sólidos.   |
|             | Lei Nº 5101, de 05/10/07 | Dispõe sobre a criação do Instituto Estadual do Ambiente – INEA e sobre outras providências para maior eficiência na execução das políticas públicas estaduais de meio ambiente, de recursos hídricos e florestais.  |
|             | Lei Nº 5131, de 21/11/07 | Torna obrigatório que os estabelecimentos situados no estado do Rio de Janeiro, que comercializam lâmpadas fluorescentes, coloquem à disposição dos consumidores lixeira para a sua coleta quando descartadas ou inutilizadas, e dá outras providências.       |
| <b>2009</b> | Lei Nº 5438, de 22/04/09 | Institui o cadastro técnico estadual de atividades potencialmente poluidoras ou utilizadoras de recursos ambientais e a taxa de controle e fiscalização  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | ambiental o estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. |
|--|--|--|

Fonte: Alerj – Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, 2009.

Neste movimento legislativo, nota-se a questão da criação e construção social referente aos valores de responsabilidade sócio-ambiental em função da crescente demanda social pela preservação do meio ambiente e seu engajamento político, que remete as empresas, o governo e a sociedade como um todo em repensar as práticas de produção e consumo, visando um desenvolvimento sustentável.

Ainda não há uma definição unânime de desenvolvimento sustentável, mas entendemos como seus princípios, as questões referentes a repensar o uso de produtos poluentes; repensar o consumo, utilizando materiais menos poluentes, reutilizáveis e recicláveis; reduzir ou substituir a extração de matéria-prima esgotável; e todas as medidas que venham fortalecer a idéia de manter para as gerações vindouras, pelo menos, as mesmas condições de vida que temos atualmente.

Percebe-se que a atual conscientização social em relação ao desenvolvimento sustentável e a preservação do meio-ambiente, ainda sofrem um processo de maturação e este processo foi acentuado nos últimos anos, quando data as principais alterações legais e mercadológicas apresentadas pelos organismos de normalização, como o ISO, o SAI e a ABNT.

O lixo é um dos tópicos dentro do universo formado pelas questões referentes ao desenvolvimento sustentável, porém de suma importância, pois a atividade humana remete inevitavelmente na sua produção. O que se discute não é a eliminação completa da produção de lixo, pois seria utópico, mas a possibilidade de gerar menos lixo que a capacidade da natureza de absorvê-lo. Em função disto, ganha força o conceito dos “R”s, que visa basicamente reutilizar, aumentando a durabilidade dos objetos, reciclar, reduzir a utilização e repensar o consumo e o uso de materiais poluentes.

Neste contexto, o processo de construção dos valores sociais sobre a conscientização sócio-ambiental influenciou o engajamento político na elaboração das leis referentes à destinação mais responsável do lixo e preservação ambiental. O mesmo acontece de forma inversa, no que se refere à influência exercida pela legislação na conscientização e educação ambiental. Neste sentido, uma das primeiras leis estaduais do Rio de Janeiro, trata da questão do descarte e a preocupação com a destinação de resíduos, data de 1988, em meio ao processo de conscientização social e mobilização política relatado no texto, como PNUMA, Agenda 21 e Eco 92.

É notório que algumas leis, como por exemplo, a Lei Estadual Nº 1831, de 1991, que cria a obrigatoriedade das escolas públicas procederem à coleta seletiva do lixo, tem descrito em seu escopo “a finalidade de incentivar a prática de reaproveitamento dos materiais; integrando um programa de educação ambiental, visando a expansão da consciência ecológica”. Esta Lei apresenta declaradamente a intencionalidade política na criação dos valores sociais, além da boa prática de destinar corretamente os rejeitos. Assim também como o programa DEEDS, liderado pela Unesco, que direciona esforços para a conscientização social a respeito da preservação ambiental em direção ao desenvolvimento sustentável.

## ANEXO V

### RECICLAGEM

#### Reciclagem de Vidro

Os produtos de vidro devem ser separados por tipo e cores. Por exemplo, as embalagens de geléia e os copos comuns não devem ser misturados aos vidros de janela, o mesmo acontece com vidros de cores diferentes. O vidro usado retorna às vidrarias, onde é lavado, triturado e misturado com mais areia, calcário, sódio e outros minerais. Tudo é derretido em fornos com temperatura de até 1500 °C. Em média, 1/3 dos vidros usados são empregados como matéria-prima para fabricação de novas embalagens.

Vidros não recicláveis: espelho, vidros planos, lâmpadas, cerâmica, porcelana, tubos de TV. Quando enviamos os vidros para reciclagem, estes devem estar limpos, ou seja, sem outros materiais como metais, plásticos, palhas, pois eles provocam prejuízos ao processo industrial. Os vidros técnicos são compostos por matérias-primas diferentes e não são facilmente reciclados, o que não deve ser misturado com os outros tipos de vidro.

#### Reciclagem de Plástico

O plástico pode ser reaproveitado de três maneiras: Na **Reciclagem Energética** - ele é queimado liberando um calor muito forte (superior ao do carvão e próximo ao produzido pelo óleo combustível) que é aproveitado na forma de energia. Na **Reciclagem Química** - ele é "desmontado" por aquecimento e a matéria-prima pode então ser utilizada novamente na indústria petroquímica. A **Reciclagem Mecânica** - no Brasil, é a mais utilizada; por ser mais barata e manter uma boa qualidade do produto.

#### Reciclagem de borrachas e pneus

Para recuperação e regeneração é necessária a separação da borracha vulcanizada de outros componentes (como metais e tecidos, por exemplo). Os pneus são cortados em lascas e purificados por um sistema de peneiras. As lascas são moídas e depois submetidas à digestão em vapor d'água e produtos químicos, como álcalis e óleos minerais, para desvulcanizá-las. O produto obtido pode ser então refinado em moinhos até a obtenção de uma manta uniforme ou extrudado para obtenção de grânulos de borracha. A borracha regenerada apresenta duas diferenças básicas do composto original: possui características físicas inferiores, pois nenhum processo consegue desvulcanizar a borracha totalmente, e tem uma composição indefinida, já que é uma mistura dos componentes presentes. No entanto, este material tem várias

utilidades: cobrir áreas de lazer e quadras de esporte, fabricar tapetes para automóveis; passadeiras; saltos e solados de sapatos; colas e adesivos; câmaras de ar; rodos domésticos; tiras para indústrias de estofados; buchas para eixos de caminhões e ônibus, entre outros.

### **Reciclagem de metais**

Uma das mais importantes vantagens da reciclagem dos metais é a economia de energia, quando se compara sua produção desde a extração do minério e o beneficiamento. Sua reciclagem ocorre em diferentes unidades industriais dependendo do tipo. Os materiais ferrosos podem ser facilmente separados dos demais através de uma máquina com imã que atrai os objetos de aço. Podem ser reciclados chapas metálicas, latas de alumínio, painéis, fio, arames, pregos, sucatas de ferro e cobre. E não podem ser reciclados clips, grampos, esponjas de aço, canos.

Tabela: Reciclagem de vidro, plástico, borracha e metal. (Fonte: BRDE, 2006)

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
CELSO SUCKOW DA FONSECA – CEFET/RJ

DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA

DISSERTAÇÃO

ANÁLISE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO COMPÓSITO ECOWOOD: ESTUDO DE  
CASO DE RECICLAGEM.

Sidnei Castilhos Rodrigues

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS  
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM TECNOLOGIA.

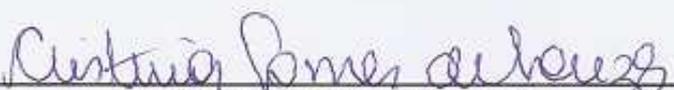
Data da defesa: 02/12/2009.

Aprovação:

  
Leydervan de Souza Xavier, D.C.

  
Rogério de Aragão Bastos do Valle, Ph.D.

  
Magda Lauri Gomes Leite, D.Sc.

  
Cristina Gomes de Souza, D.Sc.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)