



FORMAÇÃO DE CADEIA VERDE DE SUPRIMENTO A PARTIR DA GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS – UM EXEMPLO NO SETOR DE RECICLAGEM

FORMATION OF GREEN SUPPLY CHAIN FROM THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF INDUSTRIAL WASTE - AN EXAMPLE IN THE RECYCLING SECTOR

Sidnei Castilhos Rodrigues^a; José Antonio Assunção Peixoto^b; Leydervan de Souza Xavier^b

^a Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) - Rio de Janeiro, RJ, Brasil - Mestre em Tecnologia, Gestão em Engenharia

^b Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) - Rio de Janeiro, RJ, Brasil - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia

Resumo

Este artigo apresenta o caso de uma empresa do Estado do Rio de Janeiro, que produz madeira plástica a partir de resíduos gerados em outras empresas. Objetiva-se apresentar a forma de inserção desta empresa nas cadeias produtivas das demais, agora fornecedoras de insumos para madeira plástica. O prolongamento do ciclo de vida de materiais plásticos e fibras naturais que, de outra forma, constituiriam resíduos, a redução da necessidade de extração e consumo da madeira natural, bem como consequências do uso desta, como, por exemplos, eventual combustão e desmatamentos indevidos evitados pelo uso da madeira plástica sugerem que, baseados na lógica de ciclo fechado de materiais, referente ao conceito de Ecologia Industrial, podem se desenvolver processos de produção sustentáveis no ecossistema industrial investigado.

Palavras-chave: Madeira Plástica Ecowood; Cadeia Produtiva; Cadeia de Suprimento; Sustentabilidade; Ecologia Industrial.

Abstract

This article presents the case of a company in the State of Rio de Janeiro that produces plastic lumber from waste generated in other businesses. Aims to present the form of insertion of this company in the production chains of the others, now provide ingredients for plastic lumber. The extension of the life cycle of plastics and natural fibers, which would otherwise constitute waste, reducing the need for extraction and consumption of natural wood, as well as consequences of the use of, for example, deforestation and possible improper combustion, avoided by the use of plastic lumber, suggest that, based on the logic of closed-loop material on the concept of industrial Ecology, can develop sustainable production processes in industrial ecosystem investigated.

Key-words: Wood Plastic Ecowood, Production Chain, Supply Chain, Sustainability, Industrial Ecology.

1. INTRODUÇÃO

O mundo, impulsionado pelo capitalismo e suas estratégias de marketing, observa o aumento exponencial da produção industrial para atender às demandas do mercado. Isto, acompanhado de sérios desafios à manutenção do meio ambiente e da qualidade de vida das gerações presentes e vindouras. Neste compasso, com os níveis atuais de consumo e descarte de mercadorias, caminha-se para a redução e comprometimento de recursos naturais, como água, ar e solo. O Relatório Planeta Vivo 2010, da *World Wild Life Fund* – Fundo Mundial da Natureza WWF-Brasil (2010), mostra que, em 2007, o ano mais recente para o qual havia dados disponíveis, a pegada ecológica “excedeu a biocapacidade da Terra (a área efetivamente disponível

para a produção dos recursos renováveis e absorção de CO₂) em 50%”. Em 2011, segundo a previsão da Global Footprint Network (2011), uma organização de pesquisa internacional sem fins lucrativos, o dia 27 de setembro de 2011 correspondeu ao “Dia de Sobrecarga da Terra”; dia no qual a humanidade exauriu o montante disponível de recursos naturais estimado para este ano. Assim, com base nesta informação, a instituição deduz que a humanidade está usando recursos naturais a uma taxa que poderia ser considerada entre 1,2 e 1,5 planetas Terra para atender suas necessidades de forma sustentável. Isto sugere que, desta forma, a humanidade estará consumindo recursos correspondentes a dois planetas Terra bem antes da metade deste século. Deste modo, torna-se necessário repensar os padrões de produção, objetivando-se o consumo sustentável. Isto implica: na priorização do emprego de fontes de energia renováveis e menos poluidoras, tanto



na produção quanto no dia-a-dia; na prevenção contra consequências de acidentes, naturais ou não, que possam comprometer a capacidade do planeta fornecer serviços ambientais à humanidade e, na diminuição de resíduos, em geral, reciclando-se o máximo possível e, principalmente, evitando-se a geração de lixo como subproduto industrial. As prerrogativas do Desenvolvimento Sustentável permitem aos países crescer economicamente desde que não adotem um modelo predatório e busquem alternativas para gerar riquezas sem promover a destruição de florestas ou a contaminação das fontes de água, dentre outros tipos de impactos ambientais.

Na contemporaneidade, submetidas às pressões socioambientais e influenciadas por conceitos relacionados ao desenvolvimento sustentável, as empresas são cada vez mais responsabilizadas pelo resíduo que geram, tanto durante o processo produtivo quanto no descarte de seus produtos, após a vida útil. Neste contexto, assume valor estratégico o desenvolvimento de tecnologias que possam mitigar ou eliminar os efeitos associados à produção desses resíduos. Dentre essas tecnologias, podem ser incluídas aquelas empregadas para produção das chamadas madeiras plásticas a partir de alguns tipos de resíduos industriais. Os processos produtivos para essas madeiras são bastante variados, assim como as geometrias e as composições produzidas, comercializados sob grande número de marcas e designações.

Neste trabalho, analisa-se o caso de uma empresa no Rio de Janeiro que produz madeira plástica denominada ECOWOOD, a partir da associação de resíduos plásticos e de fibras naturais e sintéticas provenientes de setores industriais diferentes. Ao produzir novos produtos, usando – como insumos – os resíduos de empresas de diferentes setores industriais, a ECOWOOD se integra, em um novo desenho, às cadeias de *suprimentos* destas, na direção de uma ecologia industrial sustentável.

Em suma, a empresa, através do seu processo produtivo e de seus produtos, exerce uma função prolongadora do ciclo de vida dos diversos materiais, antes descartados, que são utilizados pela empresa como insumos, e busca criar, através da reciclagem, um ciclo fechado de produção para seu próprio produto.

Os objetivos deste trabalho são: (i) apresentar a forma de inserção da ECOWOOD nas cadeias de suprimentos de outras empresas geradoras de resíduos, que passaram à condição de fornecedoras de insumos para madeira plástica, e (ii) discutir o potencial dessa interação para a geração de cadeias verdes (sustentáveis) de suprimentos.

A potencialidade do processo produtivo empregado pela empresa se transformou na força motriz para a constituição da parceria entre uma instituição de ensino superior, a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do

Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ e a empresa Ecowood Rio Industrial Plásticos Ltda, no contexto de realização de uma pesquisa de mestrado, cujo intuito era o de avaliar aspectos e impactos ambientais da produção de produtos ecowood visando à, futuramente, certificar a sua condição sustentável, especialmente em relação ao consumo de água, energia e geração de seus próprios resíduos.

2. METODOLOGIA

Para realização da análise organizacional em atendimento aos objetivos supracitados, a metodologia empregada neste artigo se desdobra em duas etapas. Na primeira, de natureza bibliográfica, busca-se o enquadramento para as questões conceituais de produção e consumo relacionadas ao tipo de organização pesquisada, com o intuito de mostrar como as cadeias produtivas podem ser alteradas com iniciativas alinhadas à ecologia industrial e com a preocupação em relação à geração de resíduos. Na segunda etapa, de caráter empírico, prospectam-se as relações da empresa Ecowood Rio, no interior das cadeias de suprimentos em que integra, de acordo com SLACK et. al.(2009). Os principais marcos de avaliação, dentro das cadeias de suprimentos visando à discussão sobre o potencial para geração de cadeias verdes, seguem procedimentos baseados na metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida – ACV, descrito nas Normas ABNT NBR ISO 14040 (2006) e ABNT NBR ISO 14044 (2009), das quais se extraem as principais diretrizes para realização do inventário e representação das cadeias de suprimento. As avaliações quantitativas, próprias da ACV, não se inserem no escopo deste trabalho e, por este motivo, não são apresentadas no corpo do texto. Inicialmente foram mapeadas e representadas, na forma de fluxogramas, as etapas do processo produtivo da empresa a partir de conversas com o seu corpo dirigente e técnico, complementadas por acompanhamento in loco. A partir de acompanhamento regular, foram identificados padrões de produção e medidas as vazões intermediárias dos diversos insumos até a produção da madeira plástica. Deste acompanhamento, identificou-se a natureza, quantidade e procedência de cada material, buscando-se, em seguida, mapear as relações extramuros com outras empresas, seguindo-se o conceito de cadeia de suprimentos, à montante e à jusante da Ecowood.

3. CONCEITOS E REFERÊNCIAS TEÓRICAS

A temática do desenvolvimento sustentável vitaliza-se, nas últimas três décadas, com a participação progressiva de diversos setores da sociedade, o que inclui grande número de empresas, organizações públicas e entidades de atuação local e global desenvolvendo e adotando estratégias variadas de gestão da sustentabilidade. Sob a pressão da opinião



pública e acordos internacionais, a busca por concepções consensuais de desenvolvimento sustentável tem aproximado as expectativas de interação das performances econômica, social e ambiental, através de um quadro de referência comum visando assegurar recursos naturais às gerações atuais e futuras com qualidade de vida satisfatória. Isto, de acordo com compromissos estabelecidos em diversos fóruns internacionais, tendo como premissa a definição de desenvolvimento sustentável apresentada no Relatório Brundtland (1987), que descreve o desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” e a atenção à responsabilidade socioambiental. No Brasil, surgem iniciativas empresariais como, em 1998, a criação do Instituto Ethos e da administração pública, em 2001. Outro exemplo é o Programa Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) lançado pelo Ministério do Meio Ambiente (2007), cujo propósito é sensibilizar os gestores públicos para as questões ambientais, estimulando-os a incorporar princípios e critérios de gestão ambiental em suas atividades rotineiras. Outro exemplo, o das chamadas Licitações Sustentáveis, pode ser visto na instituição da Lei nº 12.187 (2009), de 29 de novembro de 2009, que adotou o uso do poder de compra do Estado como importante instrumento para implementar a política de mudanças climáticas, conforme citação abaixo:

Art. 6º São instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima: (...)XII – as medidas existentes, ou a serem criadas, que estimulem o desenvolvimento de processos e tecnologias, que contribuam para a redução de emissões e remoções de gases de efeito estufa, bem como para a adaptação, dentre as quais o estabelecimento de critérios de preferência nas licitações e concorrências públicas, compreendidas aí as parcerias público privadas e a autorização, permissão, outorga e concessão para exploração de serviços públicos e recursos naturais, para as propostas que propiciem maior economia de energia, água e outros recursos naturais e redução da emissão de gases de efeito estufa e de resíduos;

Assim, entre as estratégias desenvolvidas, podem ser identificadas a apresentação e discussão de novos princípios e conceitos, a implementação de instrumentos de controle e regulamentação e o desenvolvimento de técnicas e metodologias voltadas para a produção responsável, em diversos contextos da sociedade. Individualmente e em conjunto, essas ações têm transformado as concepções das organizações e empresas e suas práticas operacionais.

3.1 Ecologia industrial

A Ecologia Industrial, segundo ALMEIDA e GIANNETTI (2006), é um conceito empregado no setor produtivo

que reforça a visão de responsabilidade socioambiental, “considerando-se que as empresas são organismos que participam de um ecossistema industrial, inserido na biosfera, da qual demandam recursos e para a qual excretam dejetos”, invocando a percepção de que os sistemas industriais são subsistemas da natureza, pois necessitam de recursos (insumos), provocando e despejando resíduos durante e após o processo produtivo. Essa percepção implica em repensar a gestão das empresas na perspectiva de (sub)sistema que se estabelece considerando-se sua inserção no sistema maior do meio ambiente e sociedade. Neste contexto, segundo CHEHEBE (1997):

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.

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, interagindo não mais como componentes isolados, mas assemelhando-se aos 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 1.

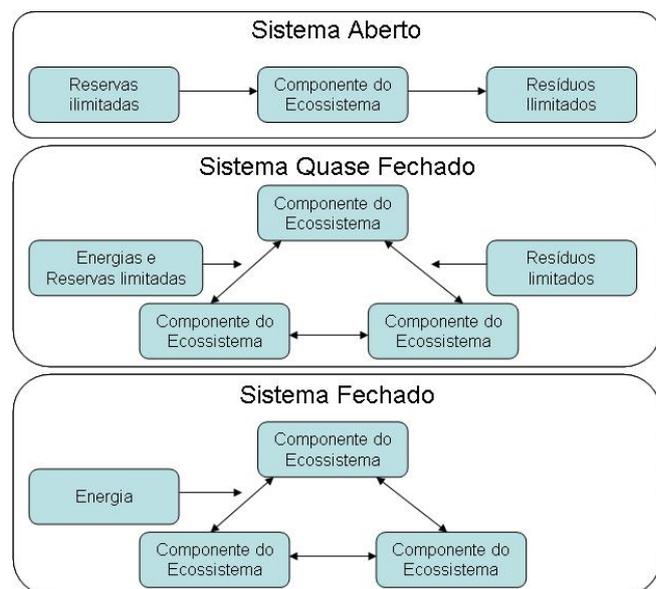


Figura 1. Representação dos sistemas abertos, quase fechados e fechados.

Fonte: (Adaptado de Almeida & Giannetti, 2006).

Na parte superior da Figura 1, evidencia-se o sistema aberto de produção, considerando recursos naturais e capacidade de absorção de rejeitos ilimitados. Na parte intermediária da mesma figura, evidencia-se o sistema de



produção quase fechado, em que recursos e energia devem ser consumidos de forma racional a fim de evitar desperdícios e redução de resíduos, pois sabe-se que a natureza não possui recursos ilimitados. Já na parte final figura, mostre-se a tendência da Ecologia Industrial, buscando manter um ciclo fechado de recursos, reutilizando os rejeitos.

3.2 Ecoeficiência

A ecoeficiência, conceito surgido no ambiente empresarial através da World Business Council for Sustainable Development – WBCSD, em 1992, como:

A ecoeficiência é alcançada mediante o fornecimento de bens e serviços a preços competitivos que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida, ao mesmo tempo em que reduz progressivamente o impacto ambiental e o consumo de recursos ao longo do ciclo de vida, a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada da Terra.

A ecoeficiência é um valor perseguido pelas empresas que adotam práticas de produção alinhadas à ecologia industrial, gerando produtos que sejam úteis às pessoas e agridam menos ao meio ambiente. Isto acontece com um repensar em relação à escolha mais adequada de insumos, reduzindo a necessidade de utilização de energia, água e matéria-prima. (AGUIAR, 2007).

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – UNEP, o foco da ecoeficiência é a eficiência econômica, proporcionando benefícios ambientais (UNEP, 2011). No caso da Ecwood, a busca pela melhoria e aumento de eficiência em seus processos de produção e em seu produto contempla o conceito de ecoeficiência.

Segundo Ashley (2006), as principais características dos produtos ecoeficientes 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.

Nesse contexto, o consumidor consciente tem um papel fundamental 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 socioambiental 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. Para as empresas garantirem a ecoeficiência de seus produtos, precisarão, necessariamente, investigar a cadeia de suprimento em que estão inseridas e exigir de seus fornecedores a convergência com práticas de produção sustentáveis.

3.3 Produção mais limpa (PMAISL)

O conceito de Produção mais Limpa significa, segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – UNEP *apud* CNTL (2007), “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”.

A PmaisL é uma avaliação técnica, de forma cíclica e contínua, que envolve os aspectos econômicos e ambientais de um sistema produtivo e incorpora, em sua conceituação, as ações para prevenir a poluição e evitar os processos que sejam poluidores, com atenção aos valores de reciclagem, reutilização da 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. (RODRIGUES, 2009). As estratégias de PmaisL sugerem a investigação das causas da geração de resíduos e sua solução deve obedecer três níveis quanto à complexidade. Como mostra a Figura 2, 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.

A PmaisL tem o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos, atenuar a sua toxicidade, atendendo às legislações vigentes. Essa filosofia traz também como benefício indireto a redução de custos (CNTL, 2007). Almeida & Giannetti (2006) acrescentam 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 à

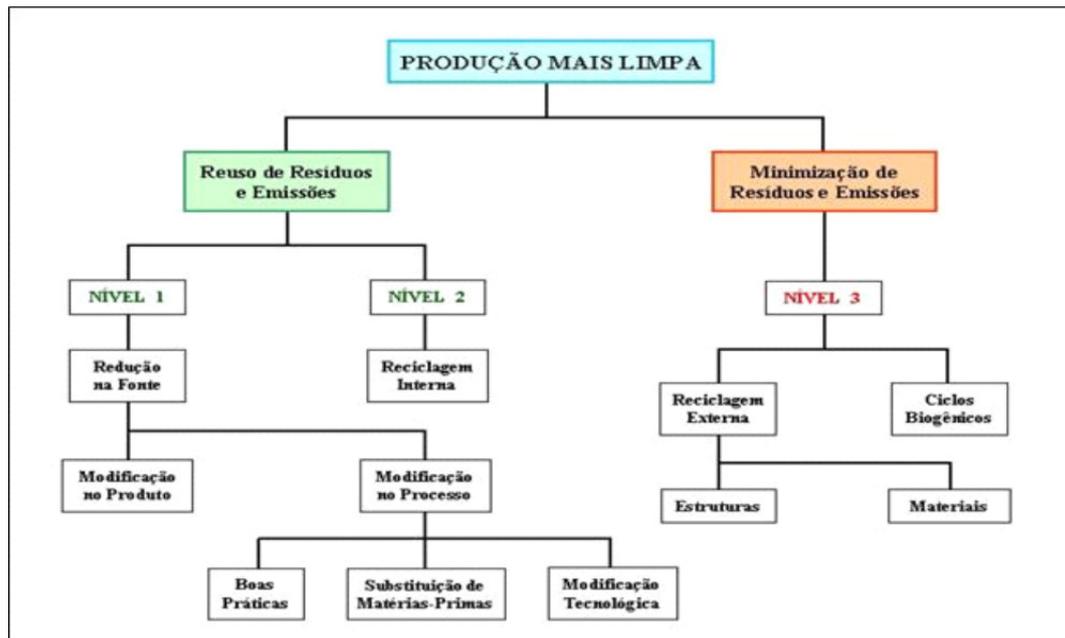


Figura 2. Estratégias de PmaisL e Minimização de Resíduos. (Fonte: CEBDS, 2003).

cooperação tecnológica e à transferência de tecnologia, promovendo a Ecoeficiência e a Responsabilidade Social. 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.

Ainda segundo a UNEP, o conceito de Produção Mais Limpa (PmaisL) se avizinha ao de ecoeficiência, havendo uma similaridade das práticas, diferenciando apenas no foco que, para PmaisL, é a eficiência ambiental, provocando efeitos na dimensão econômica e, para a ecoeficiência, o foco é a eficiência econômica, proporcionando benefícios ambientais (UNEP, 2011). No caso da Ecowood, a busca pela melhoria e aumento de eficiência em seus processos de produção e em seu produto contemplam tanto PmaisL quanto ecoeficiência.

3.4 Cadeia produtiva e cadeia de suprimentos

Segundo PRONCHNIK (2002), o conceito de cadeia de suprimento se difere do conceito de cadeia produtiva, pois a “cadeia produtiva é um conjunto de etapas consecutivas pelas quais passam e vão sendo transformados e transferidos os diversos insumos” em que podem atuar, como, no caso deste estudo, um conjunto de empresas, sem que haja, necessariamente, um acordo formal que abranja e integre suas atuações, como intencionalmente se preconiza para o desenvolvimento da gestão da 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. (RODRIGUES, 2009).

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 numa cadeia total de suprimentos. Também inclui fornecedores dos fornecedores e clientes dos clientes...”. A afirmação do autor tem um escopo amplo 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 das matérias primas aos componentes dos produtos finais. Kotler destaca 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 gerado pela cadeia”.

3.5 Cadeia verde de suprimento (*green supply chain*)

Segundo SARKIS (2003), a Green Supply Chain, traduzida, a título de sugestão, como Cadeia Verde de Suprimento, é uma



modalidade de cadeia de suprimento alinhada à ecologia industrial, mais precisamente ao sistema quase fechado de fluxos de matéria-prima e energia, o que se assemelha mais aos sistemas produtivos reais. Segundo o autor, este conceito pode ser exemplificado por parques ecoindustriais, em que as empresas são ecologicamente complementares, desde a produção de energia até o aproveitamento e reutilização de rejeitos. Outro exemplo para a iniciativa de cadeia verde de suprimentos é a integração de fornecedores, distribuidores e instalações de recuperação, promovidos pelas empresas Hewlett-Packard, IBM e Xerox.

KOVÁCS (2008) entende que a cadeia verde de suprimentos tem relação com a extrapolação das políticas voltadas à Responsabilidade Socioambiental para fora dos muros da empresa, convergindo-se para a ecologia industrial.

Ainda segundo SARKIS (2003), o acompanhamento do ciclo de vida (de marketing) dos produtos é um fator estratégico que influencia a gestão da cadeia de suprimentos, principalmente em sua quarta fase, o declínio do produto no mercado, em que a logística reversa impactará nas práticas ambientais das organizações.

Já para ZHU e COTE (2004), as cadeias verdes de suprimento são projetadas para melhorar o desempenho econômico e ambiental, promovendo as relações entre compradores e fornecedores e, para isso, deve-se considerar não só o acompanhamento do ciclo de vida (de mercado) dos produtos e processos produtivos, mas também utilizar a logística reversa para agregar valor aos coprodutos e resíduos, com a finalidade convergente para o sistema fechado de ciclo de matéria-prima proposto pela ecologia industrial, ou seja, com a preocupação no ciclo de vida (físico) do produto (Ver Seção 3.7).

3.6 Logística reversa

A logística reversa permite o recolhimento de produtos, principalmente após o uso a que foram destinados, sendo fundamental para a ecologia industrial no sentido em que permite que produtos no final de sua vida útil e também rejeitos de processos produtivos sejam recuperados pelos produtores e destinados à reutilização dos materiais componentes, como, por exemplo, a reciclagem.

Para ROGERS & 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 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.

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 proativa no melhor reaproveitamento do bem, neste caso, realizando o melhor aproveitamento do rejeito de vários processos. A utilização da logística reversa é fundamental para o êxito da reutilização e da reciclagem.

3.7 Avaliação do ciclo de vida (ACV)

A ACV é uma técnica que avalia os impactos ambientais dos processos industriais, com metodologia descrita nas normas ABNT NBR ISO 14.040 e ABNT NBR ISO 14.044, e se inclui entre as técnicas que podem ser usadas em apoio às práticas orientadas pela ecologia industrial e para a fabricação de produtos ecoeficientes. Isto porque a investigação proposta pela ACV prevê o acompanhamento dos materiais e energias que compõem um determinado produto, desde a retirada de matéria-prima da natureza (berço), passando por todo o processo produtivo, até o seu descarte na natureza (túmulo). Esta investigação pode ser feita intramuros, analisando se um processo produtivo de uma determinada empresa, mas, para ser completa, deveria, necessariamente, extrapolar os muros da empresa e acompanhar, ao longo de toda a cadeia de suprimentos, os processos produtivos de todas as empresas responsáveis pela fabricação de um determinado produto, analisando os fluxos de massa e de energia envolvidos. A representação completa da rede de fornecimento é uma meta geralmente muito ampla, nem sempre viável em determinado contexto. Para atender, contudo, a escopos e objetivos de menor envergadura, é preciso estabelecer fronteiras mais compactas adequadas. Os resultados obtidos com as quantificações de utilização de materiais, energia elétrica e água, que as análises de ACV proporcionam como forma de balanço, podem auxiliar as empresas na tomada de decisões em relação à mudança e melhoria de processos produtivos, na escolha de insumos, na escolha de fornecedores, entre outros.

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



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

3.8 Geração de resíduos

A geração de resíduos e sua deposição inadequada à conservação e à renovação da Natureza, provocadas principalmente pelas atividades industriais, é um problema grave, combatido de diversas formas. No Brasil, em 2 de agosto de 2010, foi sancionada a Lei nº 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e prevê o melhor aproveitamento de resíduos e redução ou extinção dos lixões, lançando mão da Logística Reversa. Alguns dos objetivos desta lei estão diretamente ligados ao escopo deste trabalho, como o conteúdo dos incisos II, III e IV da LEI 12.305 (2010), como citados abaixo:

II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;

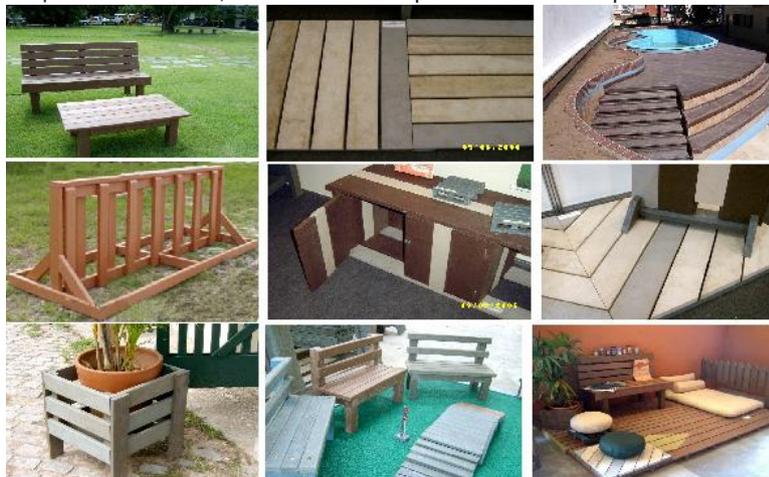


Figura 3. Ecowood.
Fonte: RODRIGUES, 2009.

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. Na Figura 3, estão ilustradas algumas destas aplicações.

O produto é fabricado a partir de matérias-primas reaproveitáveis, naturais ou não, e de materiais recicláveis, como resíduos de diversos tipos de plásticos e fibras vegetais e sintéticas. Utilizando-se a proporção de 60 a 80% de material plástico e de 20 a 40% de outros materiais como

A geração de resíduos do processo produtivo da empresa Ecowood Rio foi contabilizada, com base na metodologia de ACV, visando à avaliação de impactos gerados por esta produção.

4. A EMPRESA ECOWOOD RIO

A Empresa Ecowood Rio Industrial Plásticos foi fundada em maio de 2005 e situa-se no município de Duque de Caxias, próximo à Rodovia Washington Luiz, na Baixada Fluminense – Estado do Rio de Janeiro. 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.

4.1 O produto Ecowood

O produto gerado pela empresa Ecowood Rio pode substituir a madeira natural na maior parte de suas aplicações, podendo ser trabalhada com as mesmas ferramentas aplicadas na madeira natural, além de poder receber tratamento para acabamento, como tintas e vernizes. O perfil de ecowood pode ser utilizado na construção de decks,

pó e serragem de madeira, aparas de fraldas, rafia sintética, algodão, plásticos, fibra de vidro, entre outros materiais, resultam peças que podem imitar ou até substituir a madeira natural, com a vantagem de ser impermeáveis, invulneráveis ao ataque de pragas e insetos e de se tratar de um produto que busca ser ecologicamente correto. Outra vantagem é a impossibilidade de utilização de ecowood como fonte energética, o que previne sua queima, diferentemente da madeira natural, evitando-se a emissão de poluentes atmosféricos, entre outros.



A possibilidade de usar resíduos como matéria-prima principal é o fator que destaca e diferencia a Ecowood Rio das outras empresas, pois além de transformar o que poderia ser 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 ser possível reutilizá-lo, tanto o produto como eventuais refugos de produção, no processo produtivo normal, tornando-o, potencialmente, completamente reciclável.

4.2 Relação com outras empresas no contexto da cadeia de suprimentos

Além dos processos convencionais de compra e venda entre clientes e fornecedores, a empresa Ecowood Rio

recebe parte de seus insumos em forma de escambo, tendo em vista que esses insumos são rejeitos de processos produtivos de outras empresas e, em sua maioria, seriam destinados aos aterros sanitários. Essa relação beneficia ambos os lados, pois muitos de seus fornecedores teriam que pagar pela utilização do(s) aterro(s) e, ainda, seriam responsáveis pelo seu rejeito por vários anos.

Nas figuras a seguir, são apresentadas as análises das relações entre a ECOWOOD e as demais empresas na cadeia de suprimentos que integram e as transformações disto decorrentes para algumas delas.

Na Figura 4, representa-se o que acontece no macroambiente com a cadeia de suprimento a partir da inserção da empresa Ecowood Rio. Neste caso, a empresa Ecowood Rio, que recebe insumos (rejeitos dos processos produtivos das empresas fornecedoras), transforma-os em madeira plástica Ecowood e fornece seus produtos para seus

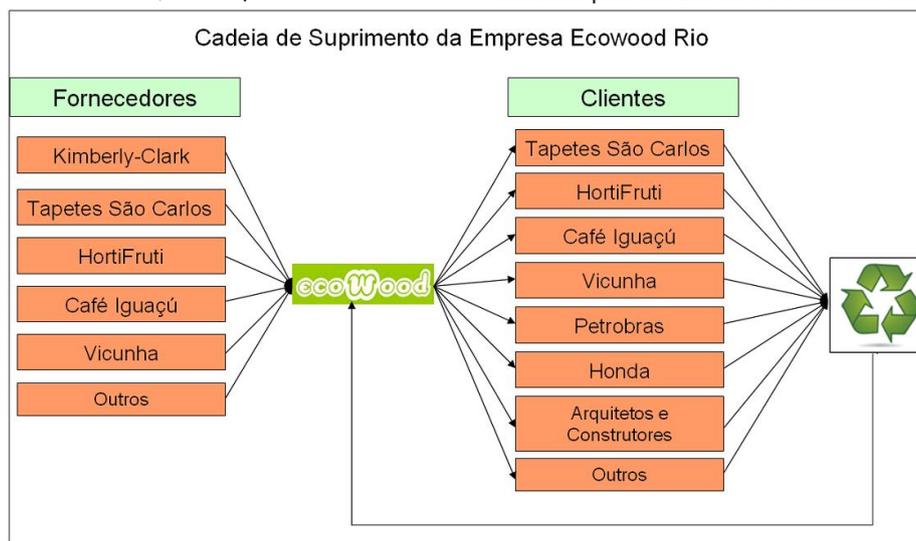


Figura 4. Cadeia de suprimentos da empresa Ecowood Rio.
 Fonte: (Adaptado de RODRIGUES, 2009).

clientes, alguns dos quais são, também, seus fornecedores. Resulta evidente que o produto Ecowood pode e deve retornar, após o seu uso, para o reprocessamento, visando à reciclagem, sugerindo um ciclo fechado de fluxo de materiais.

4.3 As cadeias produtivas pré-existentes

Neste contexto, o termo cadeia produtiva, em distinção ao de cadeia de suprimentos, está sendo usado na acepção de PRONCHNIK (2002).

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 pode ser considerada com potencial de inserção no cenário de Ciclo Fechado de reciclagem, pois seu sistema produtivo pode reciclar, além

de outros, seu próprio 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. Entre os registros da empresa, consta uma situação em que um lote de produto já entregue ao cliente foi substituído e reciclado, o que permitiu constatar, em pequena escala, a potencialidade para desenvolver e operar um sistema com logística reversa integrada ao Ciclo Fechado de Reciclagem.

Na Figura 5, está representada a cadeia produtiva em que se insere a empresa São Carlos, fabricante de tapetes, cujos insumos vêm de três fontes distintas: alguns insumos são constituídos de derivados de petróleo, como é o caso dos plásticos polipropileno (60%) e poliéster (5%); outro insumo é a juta, que é de origem vegetal (22,5%); e, por fim, a calcita (12,5%), que é minério. Depois da extração, vem a

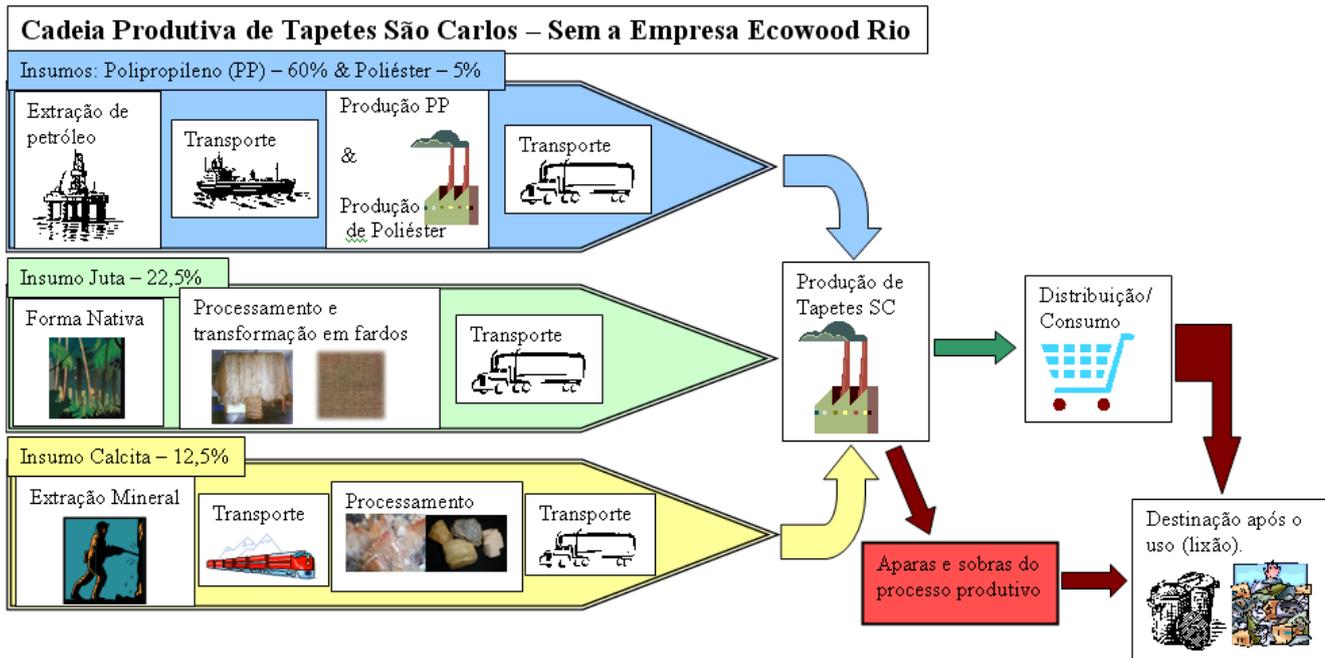


Figura 5. Cadeia produtiva para a empresa Tapetes São Carlos – Sem a participação da empresa Ecowood Rio.

Fonte: Elaboração dos Autores, 2009.

fase de processamento e transformação em matéria-prima para a fabricação de tapetes. 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 algum tempo de uso.

Na Figura 6, evidencia-se a cadeia produtiva em que se insere a empresa Kimberly-Clark, fabricante de fraldas, e o fato de seus insumos virem de duas fontes distintas, pois são constituídos de derivados de petróleo, como é o caso dos plásticos polietilenos que, na composição das fraldas, correspondem a (60%); a celulose (25%) e o TNT (15%), que são de origem vegetal (árvores e algodão).

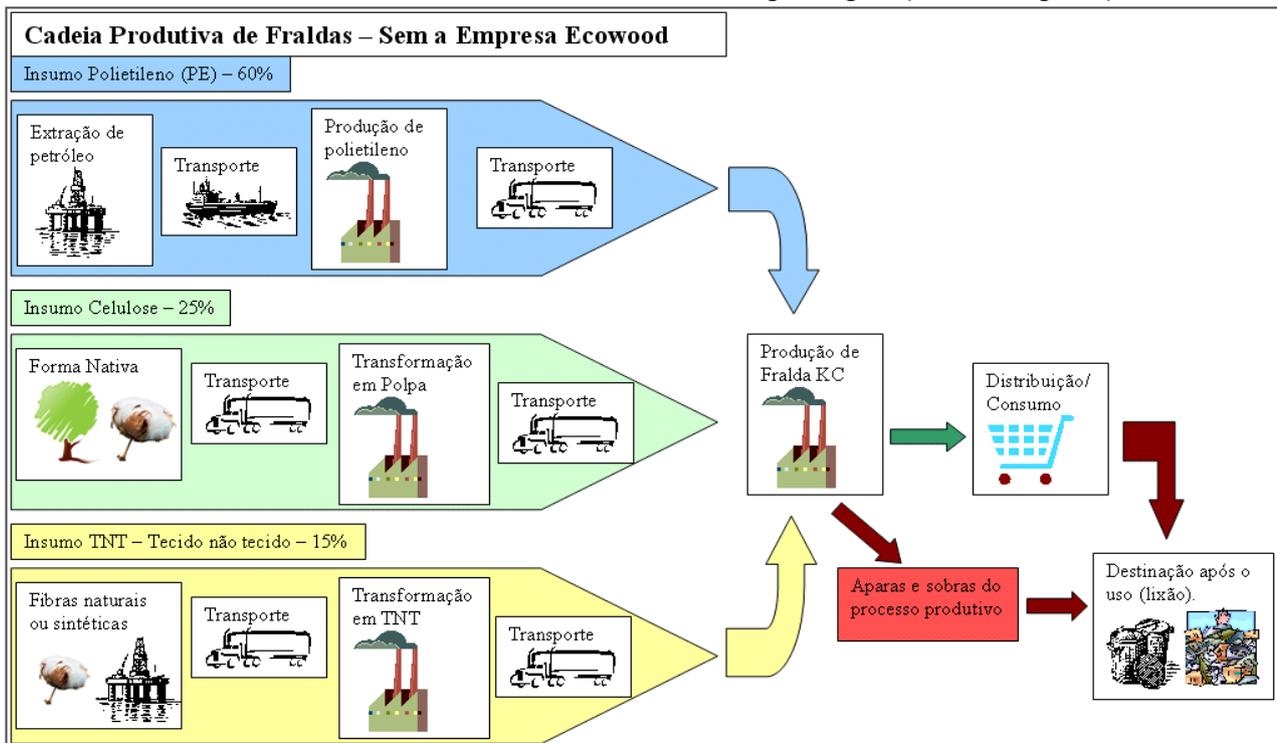


Figura 6. Cadeia produtiva para a empresa Kimberly-Clark – sem a participação da empresa Ecowood Rio.

Fonte: Elaboração dos Autores, 2009.



O TNT pode ser fabricado com fibras sintéticas, mas neste caso, das fraldas, ele é de origem vegetal. Depois da extração, vêm as fases de processamento e transformação em matéria-prima para a fabricação de fraldas e, entre 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.

Usando-se modelo semelhante, na Figura 7, está representada a cadeia produtiva em que se insere a empresa Vicunha Têxtil. O insumo principal é de origem

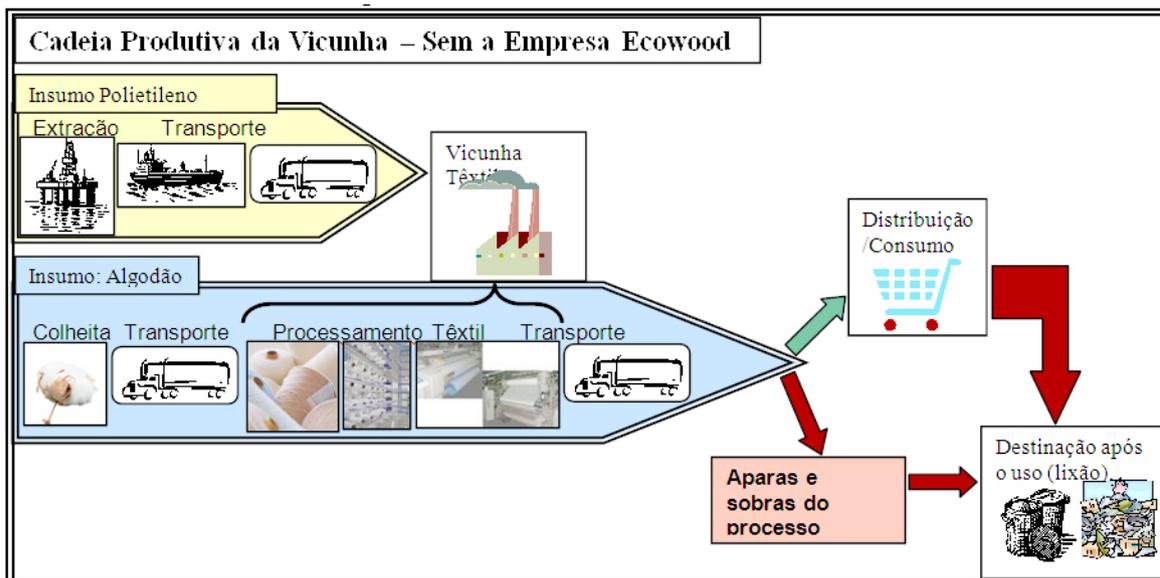


Figura 7. Cadeia produtiva para a empresa Vicunha Têxtil – sem a participação da empresa Ecowood Rio.
 Fonte: Elaboração dos Autores, 2009

vegetal (algodão), mas a empresa também recebe plásticos para usar nos processos de embalagem. 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.

Na Figura 8, representa-se a cadeia produtiva em que se insere a empresa Café Iguçu, cujo principal insumo é o café. O café, depois de colhido e selecionado, é transportado e sofre processos de torrefação, granulação e envasamento, até ser direcionado para o consumo. No caso do café solúvel, o processamento contempla outras etapas, como:

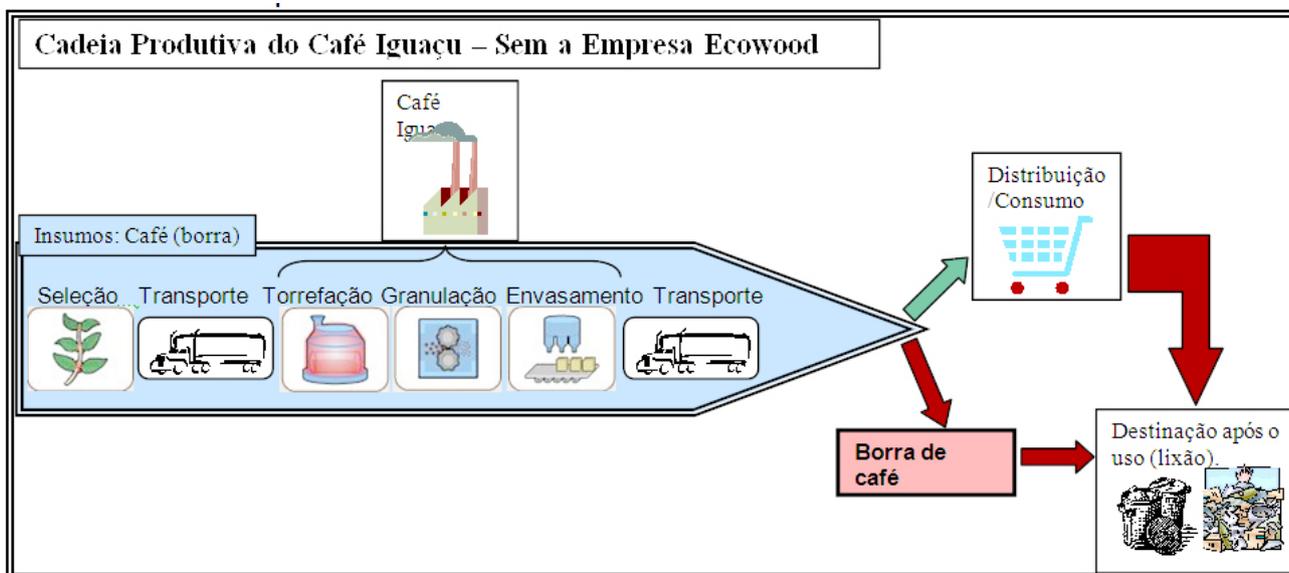


Figura 8. Cadeia produtiva para a empresa Café Iguçu, sem a participação da empresa Ecowood.
 Fonte: Elaboração dos Autores, 2009



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.

4.3.1 Critério para análise de casos

A análise da transformação das cadeias produtivas em que a Empresa Ecowood Rio está inserida foi realizada apenas nas cadeias que se encontravam as empresas Tapetes São Carlos e Kimberly-Clark. Isto se justifica por serem duas empresas fornecedoras com frequência regular de envio de resíduos e, juntas, seus insumos representarem mais de 60% da composição do ecowood atualmente.

4.4 Análise de dois casos de transformação das cadeias de suprimentos após a Ecowood

4.4.1 Tapetes São Carlos

No caso da cadeia produtiva em que se insere a empresa Tapetes São Carlos (Figura 9), parte dos rejeitos de seu

processo de produção foi destinada à empresa Ecowood Rio que, junto com outros insumos, é usada na produção do compósito ecowood. Essa alteração acrescenta valor à empresa fornecedora, pois parte de seus rejeitos se transforma em um novo produto, prolongando-se a utilidade desse material de forma alinhada com o pensamento de ecologia industrial. A nova cadeia, formada pela inserção do produto ecowood no mercado, também é diferente da anterior, pois passa a ter possibilidade de funcionar em ciclo fechado, ou seja, com potencial de reciclar seu produto *ad aeternum*, sobrevivendo condições econômicas e contratuais favoráveis.

4.4.2 Fraldas Kimberly

Como se registra na Figura 10, a cadeia produtiva da fralda é alterada com a inserção, em verde, da empresa Ecowood Rio, reaproveitando-se os resíduos da cadeia pré-existente e prolongando-se a vida útil desses materiais, transformando-os, junto com outros insumos, no compósito ecowood. O mesmo acontece com os insumos provenientes de resíduos de outras cadeias produtivas.

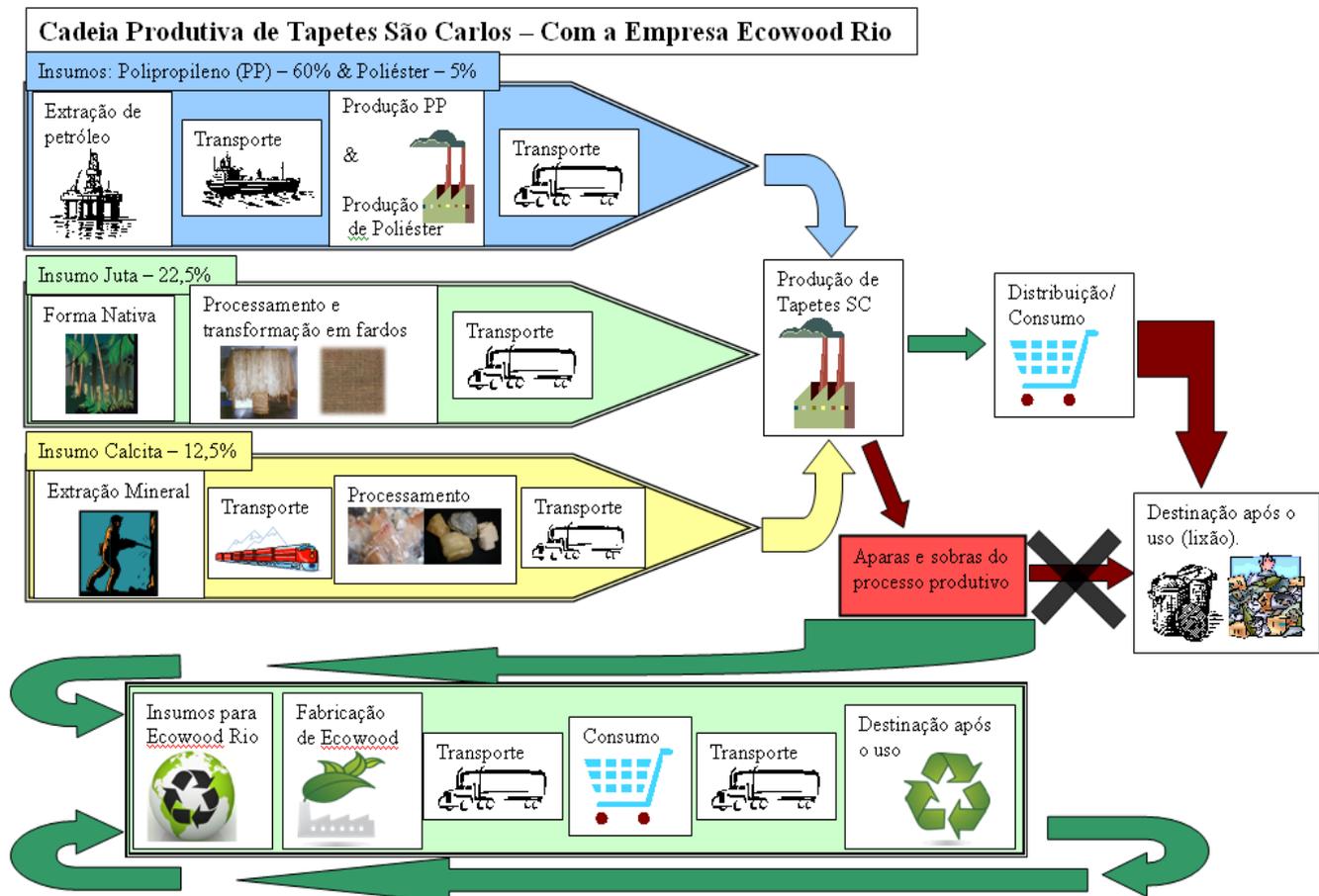


Figura 9. Alteração da cadeia produtiva de tapetes.

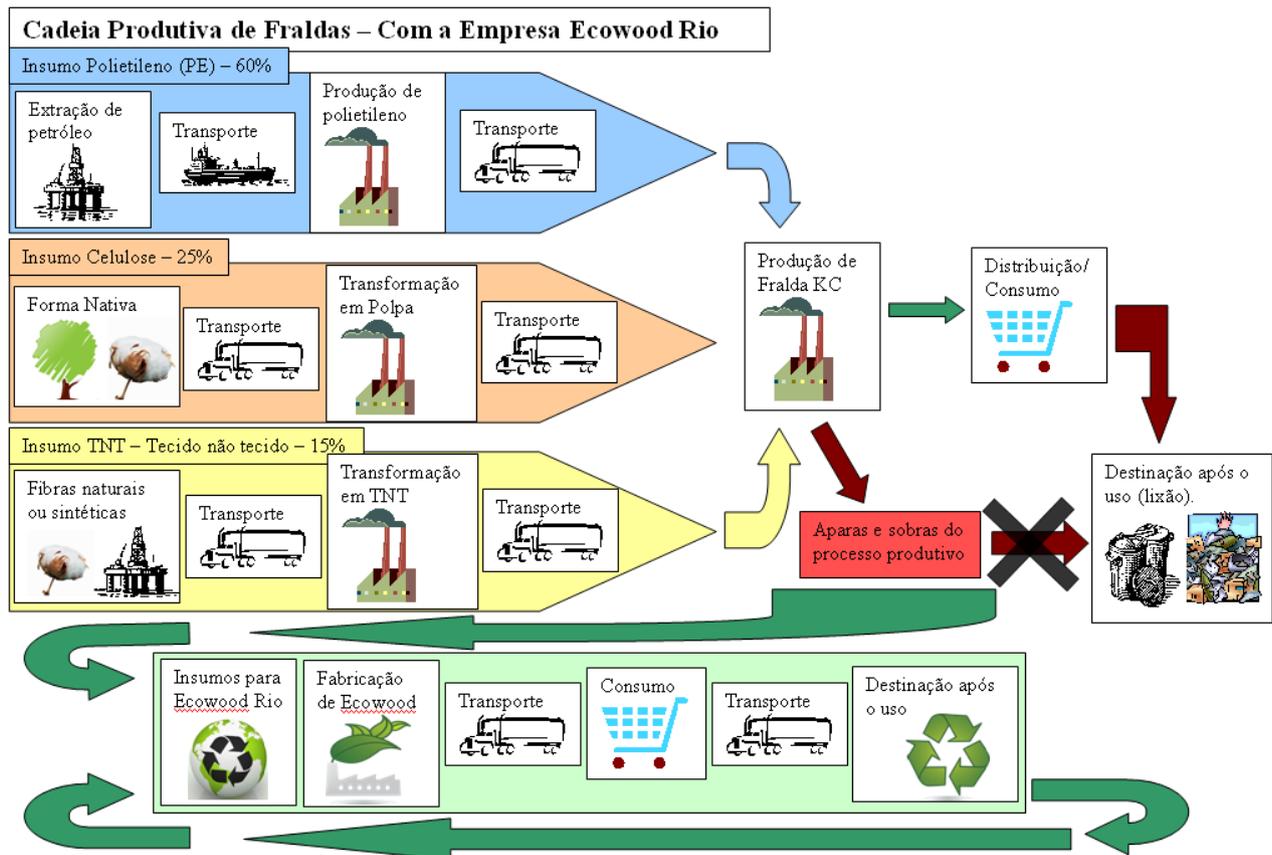


Figura 10. Alteração da cadeia produtiva de fraldas.
 Fonte: RODRIGUES; PEIXOTO; XAVIER, 2009

Ainda em relação à Figura 10, é possível observar que o prolongamento da cadeia produtiva, em verde, sugere um ciclo (de vida) fechado de materiais, no qual é possível reciclar completamente o ecowood após a sua vida útil, alinhando-se ao conceito de ecologia industrial e propondo-se um novo arranjo que sugere ser uma cadeia verde de suprimentos.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na escala atual de produção, o mapeamento do processo produtivo da ECOWOOD e de suas relações com outras empresas, segundo a metodologia da ACV, permitiu identificar a reordenação de fluxos de massa e de energia ao longo de algumas cadeias produtivas preexistentes. Nesse contexto, norteada por diretrizes declaradas de contribuir com o desenvolvimento sustentável, a ECOWOOD, ao avançar no desenvolvimento de sua própria cadeia de suprimentos, interfere no ciclo de vida (de mercado e físico) dos produtos daquelas cadeias, em um movimento que se alinha com a possibilidade de constituição de uma cadeia verde de suprimentos. Neste caso, pode-se considerar que houve, também, alterações nos sistemas de valores de algumas empresas com as quais a ECOWOOD vem interagindo.

Possivelmente, pelo fato do uso do produto ser associado a iniciativas para e pela sustentabilidade e pelo valor a isto atribuído pela sociedade, a ECOWOOD tem conseguido negociar com outras empresas que adotam rígidos padrões de cadastramento de fornecedores, como a Petrobras e a Honda, sem que ela própria conte, atualmente, com as certificações demandadas pelas mesmas.

Os aspectos quantitativos referentes à produção atual de ecowood estão limitados à baixa quantidade de insumos necessários para a sua produção; logicamente, com o aumento da escala de produção, o impacto será 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.

A escala de produção pouco interfere nos aspectos qualitativos. Porém, o aumento de produção ou sua diversificação, para novos produtos com os mesmos insumos ou com composições diferentes, gera um aumento proporcional de insumos, o que pode fazer com que a empresa Ecowood Rio desenvolva novos fornecedores, formando ou alterando outras cadeias de suprimentos. A disponibilidade de um conjunto mais volumoso e variado



de produtos da ECOWOOD, de um lado, e a sinergia com um número maior de empresas e suas redes, de outro, aumentam a possibilidade de que os produtos da ECOWOOD sejam consumidos por essas empresas e, caso os resíduos produzidos por elas estejam embutidos na composição desta madeira plástica, ocorreria, então, o aumento da circulação de matéria em regime fechado e a estrutura de ecossistema, que fundamenta o conceito de ecologia industrial, seria contemplada e fortalecida.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades industriais são grandes geradores de resíduos e é crescente a preocupação em relação ao destino desses resíduos.

A produção de madeira plástica, mostrada neste trabalho, se apresenta, a princípio, como uma alternativa viável para o destino sustentável de resíduos, resultando no prolongamento da vida dos materiais que são utilizados em sua produção, gerando um novo produto. Outro resultado benéfico é a redução, por substituição, da necessidade de madeira natural e seus desdobramentos no ecossistema.

Diretrizes da metodologia descrita nas normas ABNT NBR ISO 14.040 e ABNT NBR ISO 14.044 aplicadas à pesquisa, associadas aos conceitos destacados, permitiram representar alterações nas cadeias de suprimentos a partir da introdução de novos produtos. No caso do produto ECOWOOD, a ACV, ainda que aplicada intramuros e parcialmente quanto à quantificação de fluxos, serviu de referência para compreender as repercussões de um produto que promove um acréscimo de valor à cadeia das empresas fornecedoras, pois parte de seus rejeitos se transforma em novo produto, prolongando a utilidade desse material, alinhado ao pensamento de Ecologia Industrial e de Cadeia Verde de Suprimentos.

O caso apresentado salienta uma nova modalidade de cadeia de suprimentos com grande potencial de contribuir com a produção sustentável, que deve ser objeto de investigações mais amplas, como a obtida com ACV realizada de forma completa. Neste sentido, a nova cadeia formada pela inserção do produto ecowood no mercado também difere das cadeias produtivas pré-existentes, pois tende a ter seu ciclo fechado, ou seja, podendo reciclar seu produto ad aeternum.

7. REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040 – Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework, 2006.

_____, NBR ISO 14.044:2009 – Environmental

management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines, 2009.

AGNER, T. C. R. V. **Eco-eficiência baseada nos princípios da produção mais limpa**. Dissertação de Mestrado – UTFPR, Paraná, 2006.

AGUIAR, L. R. **Avaliação da ecoeficiência de programas e projetos ambientais votados às micro e pequenas empresas do pólo gesseiro do Araripe, Estado de Pernambuco**. Dissertação de Mestrado – UFPE, Pernambuco, 2007.

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

ASHLEY, P. A. *et al.* **Ética e responsabilidade social nos negócios** – 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Guia de Produção Mais Limpa – Faça você mesmo, 2003. Disponível em: <<http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/guia-da-pmaisl.pdf>>, Acesso em: 25 fev. 2013.

CHEHEBE, J. R. B. **Análise do Ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

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>. Acesso em: 21 abr. 2009.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. Disponível em: <<http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN>>. Acesso em: 25 out. 2011.

KOTLER, P. **Administração de marketing**. Prentice Hall, São Paulo, 2000.

KOVÁCS, G. Corporate environmental responsibility in the supply chain. In **Journal of Cleaner Production** 16, 2008.

LEI 12.187. Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, de 29 de novembro de 2009. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/820851/lei-12187-09>>, Acesso em: 30, out. 2011.

LEI 12.305. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>, Acesso em: 08, set. 2010.

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

LEITE, P. R. *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** – FGV EAESP, 2005.



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – (MMA). Agenda Ambiental na Administração Pública - CID Ambiental Esplanada dos Ministérios - Bloco B – Térreo MMA/SAIC/DCRS/Comissão Gestora da A3P, 4ª ed. Brasília, 2007.

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

RELATÓRIO DE BRUNDTLAND, Nosso futuro comum. 1987. Disponível em <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>>. Acesso em 25 out. 2011.

RODRIGUES, S. C. **Análise do processo de fabricação do compósito ecowood**: estudo de caso de reciclagem. Dissertação de Mestrado. 2009. Disponível em: <<http://dominiopublico.qprocura.com.br/dp/109808/Analise-do-processo-de-fabricacao-do-composito-ecowood:-estudo-de-caso-de-reciclagem.html>>. Acesso em: 25 ago. 2010.

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, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices** - University of Nevada, Reno Center for Logistics Management, 1998.

SARKIS, J. A strategic decision framework for green supply chain management. In **Journal of Cleaner Production** 11, 2003.

SLACK, N. et. al., **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

UNEP - United Nations Environment Programme. Understanding Resource Efficient and Cleaner Production, 2002. Disponível em: <<http://www.uneptie.org/scp/cp/understanding/concept.htm>>. Acesso em: 02 mai. 2011.

WBCSD – World business council for sustainable development, 1992. Disponível em: <<http://www.wbcd.org/home.aspx>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

WWF – BRASIL, Relatório Planeta Vivo 2010. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br/>>, Acesso em: 25 nov. 2010.

ZHU, Q.; COTE, R. P. Integrating green supply chain management into an embryonic. In: **Journal of Cleaner Production** 12, 2004.