

Environmental costs analysis among the leather industry through eco-efficiency.

Renata Paes de Barros Câmara

Doutoranda em Engenharia Mecânica – USP

Instituição: Universidade Federal da Paraíba

Endereço: Campus Universitário I. Jardim Cidade Universitária.

João Pessoa-PB. CEP: 58.059-900.

E-mail: rpbcamara@gmail.com

Eduardo Vila Gonçalves Filho

Doutor em Engenharia Industrial – Pennsylvania State University

Instituição: Universidade de São Paulo

Endereço: Escola de Engenharia de São Carlos.

Av. Trabalhador São-carlense, 400. Centro.

São Carlos-SP. CEP: 13.560-250.

E-mail: evila@usp.br

Abstract

The objective of this article is to demonstrate the environmental costs in the productive process of leather. The sustainable development is that one that guarantees the needs of the current generations without jeopardizing the needs of the future ones. The implementation of eco-efficient tools creates a productive process that minimizes the environmental impacts in search of eco-efficiency and in this way it collaborates to a sustainable development. The valuation of environmental property and goods is a natural tendency of the search for sustainable development, which through environmental cost management may suggest ways to minimize the environmental impacts, and though better conditions to survive in the long run. In the leather improvement industry the environment cost management through the rational use of water and chemical inputs and proper treatment of effluents is the way found to reach the eco-efficiency of the process and the sustainable development of the sector.

Keywords: Cost management, Environment, Eco-efficiency, Leather.

1. Introdução

Desde a Revolução Industrial no século XVIII os processos produtivos são considerados os motores do capitalismo, e são os responsáveis pelo desenvolvimento econômico como conhecido na atualidade, e também pela maioria esmagadora dos impactos ambientais gerados e já reconhecidos. De acordo com Vieira (2003) “a atividade industrial caracteriza-se como o maior pressuposto do crescimento econômico”.

O processo de beneficiamento do couro, que ocorre dentro de uma fábrica denominada curtume, é um dos processos produtivos mais antigos que se tem conhecimento. De maneira semelhante a outros processos fabris, ele é causador de impactos ambientais relevantes.

Segundo a denominação do IBGE, o setor de couro e pele é composto pelo conjunto de empresas que produzem variados tipos de couros, desde aquelas que produzem couro *whet blue* (pele curtida com cromo) até as que produzem couro acabado.

O Brasil é detentor de um dos maiores rebanhos bovinos do mundo, e também ocupa lugar de destaque na produção mundial de couros: 5º produtor de couros bovinos, atrás dos EUA, Rússia, Índia e Argentina, com cerca de 33 milhões de couros, representando 10 a 11% da produção mundial (Santos, 2002). A importância como exportador de couros chegou para o Brasil na década de 90. Em 2004, a produção total do país foi de cerca de 36,5 milhões de couros, sendo que aproximadamente 26,3 milhões de couros foram exportados, representando 72,1% da produção. Os principais destinos foram Itália, Hong Kong, China e Estados Unidos, nesta ordem. (FIEMG, 2001).

A indústria de couro no Brasil é formada por cerca de 450 curtumes, sendo que aproximadamente 80% desta indústria é considerada como sendo de pequeno porte (entre 20 e 99 empregados – classificação da FIERGS e SEBRAE-RS). A maior parte das empresas que atuam no setor de couros localiza-se no sul e sudeste do país, havendo tendência atual de deslocamento para um novo pólo no centro-oeste, em função da localização dos rebanhos e frigoríficos, assim como os incentivos e outras condições favoráveis que deslocam a produção para a região nordeste. As indústrias que utilizam couro como matéria prima responderam por 23% do volume de produção em 1994, e 88,1% do volume exportado em 2000.

A cadeia industrial que utiliza o couro é praticamente auto-suficiente. As matérias primas demandadas pela indústria coureiro-calçadista são abundantes no país e, salvo alguns produtos derivados do petróleo, fundamentais a produção de alguns artigos esportivos, e cujos preços são mais elevados, pois são compatíveis com os da oferta internacional. (Complexo Coureiro-calçadista nacional – Uma avaliação do programa de apoio do BNDES – 2002)

O setor das indústrias de calçados no Brasil se caracteriza pela existência de um grande número de empresas, com destaque para as pequenas e médias empresas. Atualmente, há cerca de 4 mil empresas atuando no setor, gerando um faturamento da ordem de R\$ 15 bilhões ao ano e 260 mil empregos. (IBGE, 2001)

Desde a década de 70 o setor tem expressiva importância na pauta de exportações do país. Tal importância proveniente do volume de divisas geradas ao país em função das

exportações, da geração de empregos e pela influência econômica e social dos pólos produtores de calçados, de artefatos de couro e de insumos se caracteriza principalmente pela capacidade produtiva estimada em cerca de 600 milhões de pares, dos quais 70% (420 milhões de pares) são destinados ao mercado interno e os outros 30% (180 milhões de pares) à exportação.

As exportações de calçados, portanto representam uma valiosa contribuição para a balança comercial brasileira, tendo registrado ao longo da década de 1990 saldos comerciais bastantes significativos, em torno de 700%. Esta é uma das razões para se fortalecer através do desenvolvimento ecologicamente sustentável dos processos produtivos do couro a competitividade da indústria nacional no segmento exportador. Ao longo da última década, muitas fabricas de calçados estão se instalando na Região Nordeste, segundo o relatório do Ministério da Indústria Comércio e Turismo (1998) que trata do levantamento de oportunidades, intenções e decisões de investimento industrial para o período entre 1997 e 2000. Neste relatório, estava previsto mais de meio bilhão de dólares em investimentos na cadeia de produção nordestina de calçados para o período de 1996/2004.

A vinda de filiais das empresas tradicionais na fabricação de calçados que estão localizadas no sul e sudeste para o Nordeste deu um grande impulso a esse setor produtivo nordestino. O nordeste passou a ser considerado um local de extrema importância estratégica, substituindo a região sul nos segmentos que hoje constituem sua especialização. A migração da indústria de calçados para a região Nordeste está ocorrendo por um conjunto de várias causas, cujos efeitos são cumulativos. Entre as causas da migração se destacam: a pressão da concorrência externa, os incentivos oferecidos pelos governos estaduais e municipais e menores custos salariais vigentes na região.

O objetivo deste artigo é discutir os custos ambientais no processo produtivo do couro a partir de uma perspectiva contextualizada na eco-eficiência, uma vez que o consumo de água, energia e produtos químicos realizado por este processo é muito relevante e grande gerador de resíduos sólidos, gasosos e efluentes líquidos sendo, portanto um processo com grande potencial de agressão ambiental.

2. Desenvolvimento Sustentável

A preocupação com a qualidade de vida e preservação do ambiente tornou-se, nas últimas décadas, uma necessidade social. Os efeitos nocivos do homem para com o meio

ambiente são tão evidentes quanto à necessidade das normas e leis para regulamentá-lo e buscar minimizar seus efeitos.

Um dos principais itens que funcionaram como alerta vermelho, quanto aos problemas de agressão ao meio ambiente para a sociedade foram o efeito estufa e a diminuição da camada de ozônio, cujas conseqüências passaram a fazer parte da preocupação cotidiana das pessoas.

De acordo com Zbontar e Glavic (2000), esta situação promoveu o surgimento da preocupação da sociedade com a qualidade do ambiente. Desta forma, o conceito de limite dos recursos naturais, o avanço da ciência e o respectivo conhecimento da natureza, assim como, a usurpação dos bens naturais ou a sua degradação, proporcionam uma reflexão crítica sobre o processo de desenvolvimento da sociedade (LAYRARGUES, 2000).

Na década de 70, especialmente com a crise do petróleo – o aumento considerável do preço do barril de petróleo pela OPEP - a sociedade passa a pensar em buscar alternativas energéticas de fontes renováveis. Surge então o trinômio energia/sociedade/natureza como estrela da agenda internacional (GOMES, 2005).

Essa busca direciona a sociedade para o desenvolvimento sustentável, mas, no entanto a concepção quanto ao desenvolvimento sustentável não é uma conquista fácil, pelo contrário tem ocorrido como resultado 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 que existe uma variedade de abordagens que procura explicar o conceito de sustentabilidade. Esta variedade pode ser mostrada pelo enorme número de definições relativas a este conceito (PORTER, 1995).

O termo desenvolvimento sustentável foi primeiramente discutido no documento intitulado *World's Conservation Strategy* (IUCN, 1980). Este documento afirma que para que o desenvolvimento seja sustentável devem-se considerar aspectos referentes às dimensões social e ecológica, bem como fatores econômicos, dos recursos vivos e não vivos, bem como as vantagens de curto e longo prazo de ações alternativas.

O foco do conceito está centrado na integridade ambiental e apenas a partir da definição do Relatório *Brundtland* a ênfase desloca-se para o elemento humano, gerando um equilíbrio entre as dimensões *econômica, ambiental e social*.

O Relatório *Brundtland*, elaborado a partir da *World Commission on Environment and Development* (WCED) traz uma das definições mais conhecidas e usualmente utilizadas, que

afirma que o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades das gerações presentes sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades. (*WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT*, 1987).

Pronk (1992) destaca o papel do crescimento econômico na sustentabilidade. Para ele, o desenvolvimento é sustentável quando o crescimento econômico traz justiça e oportunidades para todos os seres humanos do planeta, sem privilégio de algumas espécies, sem destruir os recursos naturais finitos e sem ultrapassar a capacidade de carga do sistema.

Para algumas organizações não governamentais, bem como para o próprio programa das Nações Unidas em Meio Ambiente e Desenvolvimento, o desenvolvimento sustentável consiste na modificação da biosfera e na aplicação de seus recursos para atender às necessidades humanas e aumentar a sua qualidade de vida (IUCN/UNEP/WWF, 1980). Pode ser observado ainda que, para assegurar a sustentabilidade do desenvolvimento, deva-se considerar os fatores social, ecológico e econômico, dentro das perspectivas de curto, médio e longo prazo.

Munasinghe (1995) resume a sustentabilidade à obtenção de um grupo de indicadores que sejam referentes ao bem-estar e que possam ser mantidos ou que cresçam no tempo. O termo desenvolvimento sustentável pode ser visto como chave do final do século 20. Apesar desta grande quantidade de definições relativas ao conceito, ou talvez devido exatamente a este fato, não há unanimidade sobre o seu significado.

A definição comumente mais conhecida, citada e aceita é a do Relatório *Brundtland* que apresenta a questão das gerações futuras e suas possibilidades. Esta definição contém dois conceitos-chave. O primeiro conceito se refere particularmente às necessidades básicas dos países mais subdesenvolvidos. O segundo conceito aborda a idéia de limitação dos recursos naturais, imposta pelo estado da tecnologia e de organização social para atender às necessidades do presente e do futuro.

A questão da ênfase do componente social no desenvolvimento sustentável está refletida no debate que ocorre sobre a inclusão ou não de medidas sociais na definição. Este debate surge em função da variedade de concepções de sustentabilidade que contêm componentes que não são usualmente mensurados, como o cultural e o histórico.

Os indicadores sociais são considerados especialmente difíceis de serem mensurados, pois trazem em seu bojo reflexos dos contextos políticos e julgamentos de valor, sendo assim muito subjetivos. A integração de medidas é ainda mais complicada em função das diferentes, e muitas vezes incompatíveis, dimensões. A definição do Relatório *Brundtland* não estabelece

um estado estático, mas um processo dinâmico que pode continuar a existir sem a lógica autodestrutiva predominante.

As diferentes forças que atuam no sistema devem estar em equilíbrio para que o sistema como um todo se mantenha no tempo. O grau de sustentabilidade é relativo em função do campo ideológico ambiental ou da dimensão em que cada ator se coloca.

Dentro desta dinâmica, a proteção ambiental vem sendo observada sob perspectivas as mais diversas. De acordo com Valle (1995), ela passou a ser vista pelos empresários como uma necessidade, pois reduz os desperdícios com materiais e assegura uma boa imagem da empresa.

Os novos conceitos e valores disseminados passam são incorporados aos já existentes. Observa-se, conforme Valle (1995, p. 4) “a preocupação com o uso parcimonioso das matérias primas escassas e não renováveis, a racionalização do uso de energia, o entusiasmo pela reciclagem, e o combate ao desperdício.” Ainda segundo Valle (1995), esses conceitos convergem para uma abordagem mais ampla e lógica do tema ambiental, que pode ser resumida pela expressão qualidade ambiental.

Em 1992, vinte anos depois da reunião pioneira de Estocolmo, uma nova conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento foi realizada no Rio de Janeiro, aumentando o grau de consciência sobre o modelo de desenvolvimento adotado mundialmente e também sobre as limitações que este apresenta.

Finalmente a interligação entre desenvolvimento socioeconômico e as transformações do meio ambiente entrou no discurso oficial da maioria dos países do mundo. A percepção da relação entre problemas do meio ambiente e o processo de desenvolvimento se legitima através do surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável (GUIMARÃES, 1997).

Para Gilbert (1995), esse novo conceito provoca muitas mudanças tanto na sociedade quanto nas indústrias, as quais vão desde o destino final de garrafas de uso doméstico até decisões nacionais sobre políticas e investimentos.

A relação entre desenvolvimento e meio ambiente é considerada como um ponto central na compreensão dos problemas ecológicos. E o conceito de desenvolvimento sustentável trata especificamente de uma nova maneira de a sociedade se relacionar com seu ambiente, de forma a garantir a sua própria continuidade e a de seu meio externo. (MIRATA, 2004)

Conforme coloca Medeiros (2003), as definições de conceitos de desenvolvimento sustentável e sua conseqüente difusão no mundo globalizado, que abordam tanto a

preservação ambiental quanto o desenvolvimento socioeconômico, gerou uma nova percepção das organizações que atreladas às restrições legais começam a elaborar novas estratégias organizacionais.

Desta forma surge um novo cenário aonde a preocupação com o meio ambiente vem alterando profundamente o estilo de administrar.

No futuro, gerenciar os riscos ambientais e as oportunidades de investimento fará diferença entre o superar a concorrência ou ficar para trás. Acesso ao capital, aos clientes, fornecedores e empregados comprometidos, estará cada vez mais relacionado ao desempenho e à eficiência ambiental das empresas.

Assim, torna-se necessário o surgimento de novas estratégias corporativas que estabeleçam, como premissa, a importância de se considerar uma eficiente gestão ambiental como vantagem competitiva. (SILVA; QUELHAS, 2006)

Sob esse enfoque, Donaire (1999) adverte que a adequada interação entre a empresa e o meio ambiente, está se transformando em uma oportunidade para a conquista de novos mercados e para a redução das restrições ao acesso aos mercados internacionais.

Diante destas considerações fica retratado que o desenvolvimento sustentável é agora um caminho a ser seguido, sem volta e não mais uma opção de escolha como foi colocada na década de 70. E toma proporções muito abrangentes quanto às empresas colocando as mesmas agora sob um enfoque holístico, onde deverão ser considerados todos os aspectos internos e externos que interferem no seu processo produtivo, seu produto e seus clientes.

A cadeia produtiva, formada pelos fornecedores de matérias-primas, pelas empresas que são responsáveis pela transformação e pelos clientes/consumidores e responsáveis pelo descarte final, torna-se foco de estudo de relevante importância onde os custos ambientais passam a ser um fator vital e modificador, pois devem estar previstos no planejamento estratégico da empresa.

Da mesma forma que a minimização do impacto ambiental, a busca da eco-eficiência é um fator que deverá estar presente durante toda a concepção do produto e do processo, desde a origem da matéria prima até o descarte final do produto após sua utilização, no final da sua vida útil.

3. Eco-Eficiência

A partir de diversos estudos realizados, parece evidente que para um real benefício da humanidade, o desenvolvimento econômico e a ecologia (preservação do meio ambiente) devem ter conceitos afins, através da agregação de atributos de desenvolvimento sustentável ao modelo atual (BANDEIRA, 2003).

Nesta busca para solucionar os problemas ambientais não é devido se prender somente à inovações tecnológicas, mantendo o mesmo ritmo de exploração de recursos e produção de resíduos. Há necessidade de incorporar, desde o projeto dos produtos e da regulamentação, variáveis ligadas ao meio ambiente e à qualidade de vida da população.

Desta forma, dentro de uma abordagem que privilegie uma visão global, podem-se criar condições que viabilizem um enfoque ambiental para produtos e processos, tornando-os ambientalmente viáveis e sustentáveis ao longo de seu ciclo de vida. Conseqüentemente muitas estratégias de gerenciamento ambiental tem passado do *status* de controle para a atuação preventiva. (BROCKHOLL apud HUANG, 1996).

Essas inovações podem contribuir simultaneamente na direção de atingir as metas econômicas, ambientais e sociais na chamada condição *win-win-win* (econômica, ambiental e social) quando a melhoria da *performance* ambiental, a maior satisfação do cliente é acompanhada da melhor performance econômica da empresa. (JIMENEZ; LORENT apud ELKINGTON, 1991)

A implementação do trinômio econômico/social/ambiental está intrinsecamente ligada à avaliação do ciclo de vida dos produtos. De acordo com Duarte (1997), a Society of Environmental Toxicology and Chemistry – SETAC, apresenta a seguinte definição para a avaliação do ciclo de vida:

“A avaliação do ciclo de vida é o processo objetivo de avaliar as cargas ambientais associadas com um produto, processo ou atividade através da identificação e quantificação do uso de energia e matéria e de emissões ambientais, o impacto do uso da energia e material e das emissões, e a determinação de oportunidades de melhorias ambientais.”

Esta visão holística dos produtos e de seus processos produtivos remete ao atual desafio enfrentado pelas indústrias, que consiste em construir um paradigma técnico econômico ambiental, no qual:

“a problemática da mudança tecnológica para resolver problemas ambientais não deve se limitar aos setores de energia e recursos naturais. Devido ao fato que em ultima instância o problema reside na alteração dos comportamentos sociais, padrões de consumo e modos de vida, a tecnologia

deve ser considerada em uma visão holística”. (FORAY & GRÜBLER, 1996)

Acredita-se, desta forma, que um dos caminhos para a redução da degradação ambiental pela fabricação, utilização e descarte de produtos industriais esteja em incorporar ao produto em desenvolvimento, durante a fase de projeto, considerações ambientais, que possam aumentar a eficiência, reduzir gastos de materiais e energia, reduzir resíduos e os custos. (SOUSA, et al., 2004).

Dentro deste contexto de gestão, os aspectos ambientais assumem uma significativa importância. De acordo com Rebelo (1998), no passado preocupava-se com os impactos do crescimento econômico sobre o meio ambiente, enquanto a preocupação atual, de modo inverso, é com as consequências dos impactos ambientais sobre as perspectivas econômicas. Assim a gestão ambiental para o desenvolvimento sustentável torna-se vital para as empresas.

De acordo com Meyer (2000), cada vez mais a questão ambiental está se tornando uma preocupação para os executivos de vários setores empresariais. Para Saling et al. (2002), os negócios são encorajados a tomar posições mais competitivas e inovadoras, resguardando uma grande responsabilidade pelo meio ambiente.

Segundo Leal (2003), a ciência administrativa tem sofrido grandes incentivos para estudar a visão ecológica nas organizações. Longe de ser um termo da moda, a perspectiva ecológica tem se mostrado predominante em alguns estudos de casos administrativos.

De acordo com Winter apud Donaire (1999), existem cinco razões principais pelas quais um gerente responsável deveria aplicar o princípio da gestão ambiental em sua empresa:

- **Sobrevivência ecológica:** sem empresas orientadas para o ambiente, não poderá existir uma economia orientada para o ambiente – e sem esta última não se poderá esperar para a espécie humana uma vida com o mínimo de qualidade.
- **Oportunidades de mercado:** a empresa perderá oportunidades no mercado e aumentará o risco de sua responsabilização por danos ambientais, traduzida em prejuízos econômicos.
- **Redução de riscos:** os conselhos de administração, os diretores executivos, os chefes de departamentos e outros membros do pessoal estarão sujeitos a riscos menores, assegurando assim seu emprego e sua carreira profissional.
- **Redução de custos:** muitas oportunidades de redução de custos não serão aproveitadas.

- **Integridade pessoal:** os homens de negócios estarão em conflito com sua própria consciência – e sem auto-estima não poderá existir verdadeira identificação com a profissão e emprego.

Para que estes objetivos sejam alcançados, algumas metodologias surgiram como as denominadas Eco-Ferramentas que oferecem suporte às atividades da equipe de projeto na inclusão da demanda ambiental no processo de projeto (CALUWE,1997). As eco-ferramentas são classificadas em dois grupos, segundo sua utilização:

- a) Ferramentas e métodos de análise, usadas para identificar o impacto ambiental de um produto ao longo do seu ciclo de vida.
- b) Ferramentas e métodos de melhoria, usadas para auxiliar os projetistas nas tomadas de decisões e na implementação de ações, que objetivam a redução do impacto ambiental dos produtos.

Para que a ferramenta auxilie na resolução de problemas é necessário que a mesma seja selecionada considerando o objetivo que deverá ser alcançado (CALUWE, 1997). Também determinar as fases do desenvolvimento do produto em que se deseja adotar o critério ambiental. (SWEATMAN & SIMON, 1996).

Para Caluwe(1997), há diversas eco-ferramentas tais como: DFX's (*Design for anything*), PP/WP (*Pollution Prevention / Waste Prevention*), Ferramentas de melhorias e ACV (Análise do Ciclo de Vida).

A sensibilidade ecológica, conforme abordado por Prahalad (2000), terá grande importância neste novo milênio. As empresas terão que abandonar uma perspectiva limitada ao cumprimento das leis ambientais e adotar um ponto de vista voltado a aproveitar oportunidades de negócios na área do meio ambiente.

Neste estágio da gestão ambiental como ferramenta de estratégia começa-se a trabalhar com o conceito de eco-eficiência que sugere uma importante ligação entre eficiência dos recursos e a produtividade, lucratividade e responsabilidade ambiental da empresa.

A eco-eficiência tem um sentido de melhoria econômica das empresas, pois eliminando resíduos e usando recursos de forma mais coerente, empresas eco eficientes buscam reduzir custos e tornarem-se mais competitivas, obtendo vantagens através da gestão eco eficiente em novos mercados, principalmente no mercado europeu.

A implementação das ferramentas eco eficientes gera um processo produtivo que minimiza os impactos ambientais em busca da eco-eficiência e desta forma colabora para o desenvolvimento sustentável.

4. Gestão de Custos Ambientais

Assim como um produto ou serviço qualquer tem sua estrutura de custos fundamentado em seu próprio fim, ou seja, produtos ou serviços custam algo ou alguma coisa, sempre de caráter tangível quantificadas por modelos de gestão que variam de empresa, de país ou de cultura, que sempre procuram o que é real segundo seus conceitos para que haja justificativas para a sociedade, refletidas através dos preços de vendas, dos percentuais de lucros, etc. a degradação ambiental também terá que ser mensurada.

A questão da degradação ambiental sempre foi tratada como algo imaterial, porém, segundo Sá (2000), o fato de um agregado do capital não possuir forma tangível não autoriza a afirmar que se torna viável aferir-lhe o valor simplesmente porque está eivado de insegurança. Que exista um receio de incerteza quanto ao futuro, é natural admiti-lo, mas tal fato alcança a qualquer um dos elementos de um capital, quer corpóreo, quer incorpóreo, sendo, todavia, factível tecnologicamente encontrar critérios que assegurem confiabilidade as evidências imateriais.

A origem da formação do custo poderá centrar-se nos insumos utilizados (materiais e intangíveis) para o fim a que se destinam os produtos ou serviços (de primeira necessidade ou supérfluos). Quantificar então, passa a ser uma tarefa fácil, pois se sabe o que, como e por que quantificar. No caso dos custos incorridos na degradação ambiental, o processo não é tão simples, podendo surgir diversas indagações, tais como:

- O que devemos quantificar?
- Como deverá ser feita essa quantificação?
- Por que deveremos quantificar?

A essas três indagações, poderemos acrescentar mais uma de caráter polêmico: quem paga a conta é quem degrada?

De uma forma racional e prática, esses questionamentos são rapidamente equacionados pelos gestores de negócios, sejam estatais ou de caráter privado. No entanto, a discussão não pode ser tomada apenas como uma simples equação matemática. Muito mais que isso, tem-se que analisar seu aspecto social.

Assim, essas indagações carecem de alguns conceitos que começam a tomar lugar de destaque no cenário dos negócios e, que de certa forma, passam a ser mais um fator de exigência para a criação e renovação estrutural das empresas. Este modelo fundamenta-se em seis fatores, a saber:

- a) Valoração dos bens ambientais;
- b) Desenvolvimento sustentável;
- c) Custos da qualidade ambiental e seus agentes;
- d) Responsabilidade social;
- e) Variáveis referentes aos custos ambientais; f) Benefícios.

Moura (2000) considera que, para a valoração dos bens ambientais, há uma tendência a uma maior realização de discussões e ao desenvolvimento de técnicas que possam avaliar, de forma confiável, o preço desses bens naturais, como é o caso da água, com valores que serão estabelecidos pelos comitês de bacias hidrográficas, em função de sua escassez na bacia.

Alguns autores classificam o valor dos bens ambientais em três categorias, a saber: Valor de uso - O valor de uso pode ser considerado sob dois aspectos: direto (quando são consumidos da maneira com apresentados na natureza) e indiretos (quando são utilizados, mas sem serem efetivamente consumidos). Valor de opção - Trata-se da preservação do bem ambiental para uso no futuro. Valor de existência - Valor percebido, porém de difícil mensuração.

Outro fator a ser considerado no equacionamento de um modelo de gestão de custos ambientais é a identificação de seus agentes no processo. O custo da qualidade ambiental pode ser considerado como a somatória da ação de seus agentes principais que são: o governo, os consumidores e as empresas.

O governo através da elaboração de leis e penalidades que regulamentam a atividade das empresas. Os consumidores através de boicotes a produtos e serviços que não respeitam o meio ambiente, assim como o papel das ONGS como formadores de opinião quanto às questões ambientais.

As empresas, por meio da adoção de normas, podem se preparar melhor para promover seu desempenho ambiental, podendo para isso adotar os Princípios da carta Internacional para o Desenvolvimento Sustentável ou as ferramentas da eco-eficiência, por exemplo.

Por outro lado, as empresas são entendidas como sistemas abertos, isto torna óbvio que os processos produtivos possuem relações intrínsecas entre si. Assim, toda produção de bens ou serviços de uma empresa afetará outras empresas ou pessoas envolvidas. Embora esses efeitos sejam de difícil avaliação em termos de quantificação, podem-se identificar as origens de seus custos e atribuí-lo de forma correta ao seu gerador.

Diante desta situação, a solução sugerida é que tais custos sejam internalizados (identificados e imputados no projeto). Essa internalização refere-se às ações que a empresa pode tomar no sentido de reduzir, a níveis aceitáveis, as externalidades. (Moura, 2000).

Com relação à internalização dos custos ambientais, um dos mais importantes documentos resultantes da Rio-92 foi a “Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento”, que estabelece em seu Princípio 16, onde foi estabelecido que as autoridades locais devem promover a internalização de custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, levando em consideração que o poluidor deve arcar com os custos da poluição (Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e e Desenvolvimento – Rio de Janeiro, 1992).

A maneira pela qual podemos mensurar os benefícios de um determinado projeto ou equipamento referente a uma melhoria ambiental é através da estimativa dos prejuízos incorridos caso o projeto não fosse realizado.

Apesar das estimativas serem relativamente frágeis, elas resultam em valores numéricos que permitem uma comparação com os valores dos custos, trazendo assim, a possibilidade da avaliação da viabilidade do investimento pretendido na melhoria ambiental.

Tradicionalmente, a ação do complexo organizacional sempre foi entendida como a integração dos objetivos da empresa e dos clientes, numa relação onde o custo-benefício deve ter mão dupla de ação, ou seja, os interesses dos atores devem ser considerados.

Segundo a visão tradicional de relações com o mercado, o que importa são os agentes, os fatores e o resultado de um sistema da satisfação de necessidades considerando tão somente os fatores tangíveis na definição dos objetivos organizacionais relacionados com o desenvolvimento de bens e serviços.

A análise deve ser aprofundada; há que se considerar que cada ator (empresa, cliente, fornecedores e governo) está inserido num contexto de espaço-tempo, portanto, coexistindo e interagindo com o mesmo. Desta forma, sob o ponto de vista ecológico, o sucesso organizacional e a satisfação da sociedade de consumo estarão, em suas ações, utilizando os bens materiais e imateriais da natureza.

A partir dos conceitos dos seis fatores (valor dos bens ambientais, desenvolvimento sustentável, custo da qualidade ambiental e seus agentes responsabilidade social, externalidades e internalidades dos custos ambientais e benefícios), algumas estratégias de gestão de custos ambientais podem ser formuladas através da consideração dos seguintes fatores:

- A existência de parâmetros para quantificar o valor dos bens ambientais;
- O conhecimento da essência do que é desenvolvimento sustentável;
- O custo da qualidade ambiental pode ser analisado pela ação de seus agentes;
- A responsabilidade social pode ser equacionada entre o Estado e as empresas privadas;
- O entendimento da externalização e internalização dos custos possibilita desdobramentos sobre bens e serviços;
- Os custos, por não se fazerem prejuízos ambientais, podem ser quantificados.

Cada um desses fatores será tratado como um sistema individual no processo da estrutura da gestão dos custos ambientais. Desta forma, as estratégias do gerenciamento do sistema fixa seu foco nas ações individuais de cada um dos agentes, considerando-o como parte integrante que é, dos movimentos da natureza ambiental e do espaço-tempo em que vive, cujas responsabilidades sobre as alterações recairão sobre si.

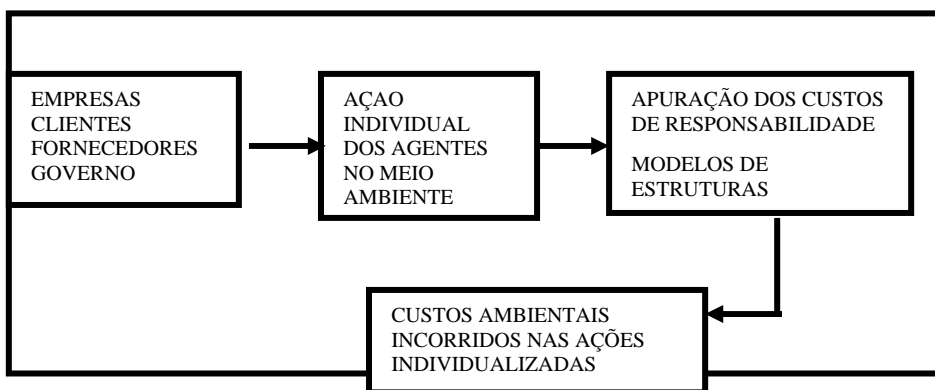


Figura 1 - Gestão individualizada de custos ambientais

A princípio, o modelo de gestão pode ser definido como uma somatória de ações individualizadas na obtenção de satisfação pessoal por meio de um produto ou serviço.

5. Custos Ambientais do Processo produtivo do Setor de Curtumes

O processo de beneficiamento do couro de um curtume integrado possui três fases bem distintas: Ribeira, Curtimento e Recurtimento. Dentro da fase de Ribeira, tem-se o pré-remolho que é um processo que visa à lavagem do sal, como preparação ao pré-descarne, e a reposição de parte da água das peles.

Essa fase é realizada com aproximadamente 200% de água em relação à massa de peles, onde a duração do processo realizado dentro do fulão dura de 10 minutos até uma hora. Nessa fase ocorre a geração de efluentes ricos em sulfeto e matéria orgânica.

Em seguida há o pré-descarne uma operação mecânica, realizada em máquina de descarnar, que tem por finalidade cortar a parte inferior da pele (carnal), resíduos de gordura, restos de carnes ou fibras, não aproveitáveis deixados pelo frigorífico na esfolagem do animal. Nessa fase ocorre a geração de resíduos sólidos.

Na seqüência do processo, a pele volta para o mesmo fulão onde passa a ser feito o remolho um processo que tem por finalidade repor o teor de água apresentado pelas peles, quando estas recobrem o animal, limpá-las eliminando impurezas aderidas aos pêlos, bem como extrair proteínas e materiais interfibrilares. O volume de água requerido no processo quando as peles utilizadas são salgadas gira em torno de 100 a 300% do peso das mesmas para compor o banho, além de alguns agentes auxiliares no remolho como sais, álcalis, ácidos, tensoativos e enzimas. Aqui haverá a utilização do insumo água acrescida de tensoativos para o banho.

A depilação e caleiro são fases do processo que tem como principal função remover os pêlos e o sistema epidérmico, bem como preparar as peles para as operações posteriores.

Este processo utiliza cal e sulfeto de sódio, sendo considerado altamente poluidor, em especial quando são usados sistemas de depilação com destruição dos pêlos, que são responsáveis por até 85% da carga poluidora dos efluentes. Normalmente, na prática industrial, a composição do caleiro é de 2 a 5% de sulfeto de sódio e 2 a 4% de cal. A quantidade de água pode variar de 200 a 300%, também em relação à massa das peles.

No processo de descarne tem-se uma operação que tem por finalidade eliminar os resíduos ainda restantes na pele após o pré-descarne. Os resíduos sólidos oriundos desta operação são chamados de carnaça.

O recorte é uma operação elementar realizada manualmente que visa aparar a pele e remover apêndices, o que gera grande quantidade de resíduos sólidos.

Na divisão a pele é separada em duas camadas: a camada superficial, denominada flor, e a camada inferior, denominada crosta ou raspa. É efetuada em máquina de dividir. A camada referente à raspa será recortada, originando recortes denominados aparas caleadas e a camada denominada flor será a matéria prima que continuará passando pelas demais fases do processo para se transforma em couro.

A descalcagem é um processo que visa a remoção de substâncias alcalinas, tanto as que se encontram depositadas como as quimicamente combinadas. O volume do banho é de 20 a 30% de água em relação à massa das peles. Como produtos descalcantes são usados: sais amoniacais, bissulfito de sódio ou ácidos fracos.

A purga é um processo de limpeza da estrutura fibrosa por ação enzimática. As enzimas, geralmente proteolíticas, destroem materiais queratinosos degradados, gorduras, bulbos pilosos e outros.

O píquel é um processo salino ácido que visa basicamente a preparar as fibras colágenas para uma fácil penetração dos agentes curtentes. Pode ser empregado como meio de conservação das peles. O banho de píquel é composto de 6 a 10% de cloreto de sódio, 1 a 1,5% de ácido sulfúrico e 60 a 100% de água, sempre em relação à massa de peles no processo. Alternativamente pode-se empregar também 0,5 a 1,0% de ácido fórmico. O tempo de duração deste processo pode variar segundo um dos três sistemas a seguir:

- a) píquel de curta duração – 1h 30 minutos a 3 horas;
- b) píquel de equilíbrio- 6 a 8 horas;
- c) píquel rápido – 5 minutos.

No curtimento propriamente há um processo que consiste na transformação das peles em material estável e imputrescível, ou seja, a transformação da pele em couro. Os produtos mais utilizados como curtentes são os produtos inorgânicos tais como sais de cromo, sais de zircônio, sais de alumínio e sais de ferro.

Dentre os produtos inorgânicos os sais de cromo ocupam lugar de destaque entre os curtentes. Para curtimentos ao cromo, nos processos convencionais, são usados teores em torno de 2,0 a 3,0% de Cr_2O_3 em relação à massa de peles, adicionados a banhos novos, com 50% de água, ou no mesmo banho do píquel. Neste momento há geração de efluentes ricos em Cromo.

Dentro do processo produtivo do couro os maiores custos ambientais ocorrem até a fase de curtimento, pois aqui temos a maior geração de resíduos líquidos, gasosos e sólidos. Sendo que o alto consumo de água como insumo no processo produtivo, gerando volumes

significativos de efluentes tóxicos é o ponto crucial dos impactos ambientais do beneficiamento do couro.

Durante cada uma das etapas apenas a água utilizada como solvente é que entrará limpa no processo e sairá do fulão acrescida de resíduos orgânicos e produtos químicos que resultam de cada um dos banhos que o processo de produção estará realizando na pele para transformá-la em couro. As peles após passarem pelas três etapas (ribeira, curtimento, acabamento molhado) serão levadas, no final, para a etapa do enxugamento, que trata da parte mecânica do processo realizada em máquinas de enxugar, de esticar, de lixar e de prensar.

Como se observa no processo de fabricação de couros são produzidos resíduos que podem ser removidos como sólidos, transferidos para a atmosfera como gasosos ou material particulado, ou veiculados com os despejos líquidos (efluentes) do curtume. Como a geração de efluentes é muito grande e a água um insumo muito precioso, é dado a este insumo um tratamento especial. O Centro Tecnológico do Couro, SENAI, em estudo realizado levantou que o consumo total médio atual do setor brasileiro está estimado em 25-30 m³ água / t pele salgada – cerca de 630 litros água / pele salgada, em média.

Assim, um curtume integrado de processo convencional que processe 3.000 peles salgadas por dia (de porte médio), consumiria, em média, aproximadamente 1.900 m³ água/dia, equivalente ao consumo diário de uma população de cerca de 10.500 habitantes, considerando-se um consumo médio de 180 litros de água / habitante dia.

Desta forma, pode-se ratificar que a água é o insumo mais importante na operação dos curtumes (na formulação dos banhos de tratamento e nas lavagens das peles) e dependendo da sua produção e do local onde opera, o impacto de consumo nos mananciais da região se transforma em um custo ambiental de vital importância para a sustentabilidade do negócio a médio e longo prazo.

A geração de efluentes líquidos nas operações de Ribeira até a etapa de purga é responsável por aproximadamente 70% do volume de despejos líquidos, cabendo ao pré-curtimento, curtimento e acabamento os 30% restantes.

6. Considerações Finais

O século XXI traz em seu principio a necessidade da valorização da relação entre desenvolvimento e meio ambiente. O continuo desenvolvimento só poderá ocorrer se passar a considerar como ponto central a sustentabilidade. O desenvolvimento sustentável trata

especificamente de uma nova maneira dos processos acontecerem entre a sociedade e o meio ambiente, as fabricas e seus processos produtivos, os indivíduos e suas maneiras de conduzir a rotina de vivência diária, enfim trata de uma mudança geral e irrestrita na maneira de interagir com o meio ambiente.

Este novo cenário exige dos gestores novos posicionamentos, baseados em novos valores de sobrevivência, sustentabilidade onde a busca pela eco-eficiência tem se apresentado como um caminho promissor. No entanto, para seguir este novo caminho de forma segura se faz necessário novos indicadores, e a mensuração dos custos ambientais passa a ser um instrumento vital para obter a adesão dos gestores quanto aos investimentos exigidos pela eco-eficiência demonstrando desta forma a validade da mudança de princípios produtivos através do ganho na minimização dos impactos ambientais e na sustentabilidade do negócio a médio e longo prazo.

Essa eterna busca para minimizar os impactos ambientais não deve se prender somente à implementação de inovações tecnológicas, mas também diminuir o ritmo de exploração de recursos e produção de resíduos.

Há necessidade de incorporar, desde o projeto de produtos e na regulamentação, variáveis ligadas ao meio ambiente e à qualidade de vida da população.

No caso dos curtumes essa mesma visão deve ser utilizada. Devido ao processo produtivo ser simples o foco para à melhora da performance ambiental do curtume fica centrada na utilização de suas matérias primas – água e produtos químicos - e no consumo de energia.

No que tange à água, as indústrias representam uma demanda significativa no consumo de água potável. Tomemos como exemplo: a produção de uma tonelada de aço requer o emprego de cerca de 150 toneladas de água; o refino de uma tonelada de petróleo consome cerca de 180 toneladas de água e, para produzir uma tonelada de papel, são consumidas até 250 toneladas de água. (VILLIERS, 2002)

No processo industrial do beneficiamento de couro não é diferente quanto ao consumo de água. Seu processo produtivo engloba várias etapas sendo que na maioria delas se utiliza a água como solvente. Esta água acrescida com os produtos químicos utilizados no processo e que não reagiram completamente durante o processamento, gera efluentes com alto poder de contaminação e degradação do meio ambiente. (STREIT, 2005).

No processo de curtimento da pele animal em geral, o volume de água utilizada varia, segundo tecnologia utilizada, de 20 a 40m³ por tonelada de pele processada (AQUIM, 2004).

Essas variações podem ser determinadas pelos artigos finais obtidos, pelas técnicas adotadas e pelas tendências de moda, entre outros. Além do volume de efluente gerado, a concentração de poluentes também sofre variações consideráveis.

Pelos parâmetros apontados por Streit (2005) tem-se que em média se utiliza $0,9\text{m}^3$ de água por pele processada. Considerando-se que uma pele inteira de boi em média pesa 30kg, somente no Rio Grande do Sul portanto, que processou no ano de 2004 cerca de 34,5 milhões de peles animais, foi consumido no ano 31,05 milhões de m^3 de água. Distribuindo estes 31 bilhões de litros de água pelo número de habitantes do mesmo Estado, 10.512.283 de pessoas têm-se o equivalente a 2.949 litros por pessoa por ano ou 8,1 litros por pessoa por dia.

Utilizando o recomendado pela Organização Mundial de Saúde, 20 litros por pessoa por dia como parâmetro, percebe-se claramente que o consumo da indústria curtidora representa mais de 40% do mínimo sugerido para as necessidades humanas básicas, dando uma real dimensão do consumo de água do setor.

Desta forma, verifica-se que água é um insumo importante na operação dos curtumes (na formulação dos banhos de tratamento e nas lavagens das peles) e, dependendo da sua produção e do local onde opera, o impacto de consumo nos mananciais da região se torna significativo.

A energia consumida pelos curtumes (assim como outros insumos) depende de vários aspectos como tipo, capacidade e quantidade de produção, tipo e estado dos equipamentos, tipo de tratamento de efluentes, entre outros.

Assim, a faixa de variação de consumo é muito ampla, podendo variar entre 2.600 a 11.700 kWh por tonelada de peles salgadas. Um dos pontos importantes deste consumo está na utilização da energia térmica necessária para processos como secagem dos couros e obtenção de água quente ou aquecimento dos banhos de processo, assim como nos equipamentos da estação de tratamento de efluentes, notadamente onde há processos aeróbios, com agitação vigorosa e nos fulões.

A CETESB (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental) em estudo no setor coureiro, determinou que o volume total de efluentes líquidos gerados pelos curtumes normalmente é similar ao total de água captada.

Porém, em termos de vazões efetivas de geração e de lançamento para fora dos curtumes (regime de geração e de lançamento), estas dependem dos procedimentos operacionais da estação de tratamento de efluentes (ETE) que também pode ser denominada de sistema de tratamento de águas residuárias (STAR).

De qualquer forma diante do retratado pela pesquisa realizada fica evidente a grande agressão ambiental que a indústria de processamento de couro causa ao meio ambiente, e quanto se faz necessário um estudo acurado do processo para minimizar os impactos ambientais e mensurar os custos ambientais visando procedimentos de gestão que tragam a sustentabilidade do processo ao longo do tempo.

7. Referências Bibliográficas

AQUIM, P.M.; GUTERRES, M. S. E TESSARO, I. Indústria do Couro – relação pele, produtos químicos, e água nos processos de ribeira e curtimento. XV Congresso Brasileiro de Engenharia Química. *Anais*. Curitiba, 2004.

AQUIM, P.M.; GUTERRES, M. S. E TESSARO, I. Análise de efluentes gerados nos processos de ribeira e curtimento da indústria do couro. XV Congresso Brasileiro de Engenharia Química. *Anais*. Curitiba, 2004.

CALUWE, N. *Ecotools Manual: a comprehensive review of design for environmental tools*. United Kingdom: Manchester Metropolitan University, Design for the environment research group, 1997.

DONAIRE, Denis. *Gestão Ambiental da Empresa*. Editora Atlas. S. Paulo. 1999.

DUARTE, M. D. *Caracterização da rotulagem ambiental de produtos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. SC 1997.

ELKINGTON, J. et al. *The green business guide*. London : Gollancz, 1991

FORAY, D. & GRÜBLER, A. *Technology and the environment: an overview*. Technological forecasting and social change, v. 53, n.1, September 1996.

GILBERT, M. J. *ISO 14001/BS7750: sistema de gerenciamento ambiental*. São Paulo. IMAM, 1995.

GOMES, F. L. *Enfoque sistêmico da agroecologia na sustentabilidade de sistemas de produção agrícola*. Monografia Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras Minas Gerais 2005

GUIMARÃES, R. P. *Desenvolvimento Sustentável: da retórica à formulação de políticas públicas*. In BECKER, B. K.; MIRANDA, M. (orgs.). *A Geografia Política do Desenvolvimento Sustentável* - Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1997.

HUANG, G. Q. *Design for X: concurrent engineering imperatives*. London: Chapman & Hail, 1996. p. 01-17.

LAYRARGUES, P. P. *Sistemas de Gerenciamento Ambiental, tecnologia limpa e consumidor verde: a delicada relação empresa-meio ambiente no ecocapitalismo*. ERA Revista de Administração de Empresas Volume 40, nº2 p 80-88 Abril/junho 2000.

LEAL, M. E. De la Rosa; *Las ciencias administrativas y la sustentabilidad*. In: I Foro Nacional sobre la Incorporación de la Perspectiva Ambiental em la Formacion Técnica y Profesional. San Luize Postosi México. 2003. p. 01-10.

MEADOWS, D. H., MEADOWS D. I., RANDERS, J., BEHRENS III, W.W. *The limits to growth*. Washington D.C.: Potomac Associates, 1972. 207 p.

MEDEIROS, M. A. A.; NOGUEIRA, J. M.; ARRUDA, F. S. T. *Valoração Econômica do meio Ambiente: Ciência ou empirismo?* Brasília: *Cadernos de Ciência e Tecnologia*. V. 17, n. 2. p. 81-115, Mai/Ago. 2000.

MEYER, M. M. *Gestão ambiental no setor mineral: um estudo de caso*. Dissertação (mestrado) Programa de Pós Graduação em Engenharia da Produção Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC. 2000.

MIRATA, M. EMTAIRAH, T. *Industrial symbiosis networks and the contribution to environmental innovation: The case of the Landskrona industrial symbiosis programme*. Journal of Cleaner Production 13 (2005) 993e1002 International Institute for Industrial

Environmental Economics at Lund University, PO Box 196, Tegne´rsplatsen 4, 221 00 Lund, Sweden Accepted 21 December 2004

MOURA, L. A. A. *Economia ambiental: gestão de custos e investimentos*. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2000.

_____. *Qualidade e gestão ambiental: sugestões para implantação das normas ISO 14.000 nas empresas*. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2000.

MUNASINGHE, M. & MCNEELY, J. *Keys concepts and terminology of sustainable development*. Washington. D.C. The United Nations University & The World Bank. 1995

PORTER, M.E. VAN DER LINDE, C. Toward a New Conception of the Environmental-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*. Vol. 9.n. 4, p. 97-118. 1995.

PRAHALAD, C. K. *Os desafios do novo milênio*. Exame, São Paulo, p. 126-132, 14 de junho de 2000.

PRATES, G. A. *Ecodesign utilizando QFD, métodos Taguchi e DFE*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

PRONK, J. *Sustainable Development: from concept to action*. The Hague Report. New York: United Nations Development Programme. 1992.

REBELO, S. *Gestão ambiental participativa: a lacuna entre a proposta e a implementação*. Dissertação (mestrado) Programa de Pós Graduação em Geografia Universidade Federal de Santa Catarina. SC 1998.

RIBEIRO, M. S. *Custeio das atividades de natureza ambiental*. 1998. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

SÁ, A. L. Ativo intangível e potencialidades dos capitais. *Revista Brasileira de Contabilidade*, nº 125, pag. 48, Set/out. 2000.

SALING, P.; KISCHERER, A.; DITRICCH-KRAMER, B.; WITTINGLER, R; ZOMBIK, W.; SCHIMIDT, I.; SCROTT, W. E SCHIMIDT, S. – *Eco-efficiency analysis by BASF: the method*. In: Life Ciclee management. 2002. p. 01-16.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Portal SEBRAE/RS – Consultoria – *Ecodesign/Conceito*. Rio Grande do Sul, 2004. Disponível em : http://www.2.sebrae-rs.com.br/consultoria/ecodesign_conceito/default.asp. Acesso em 03/03/2004.

SENAC. *SENAC e Educação Ambiental*. n. 5, p. 30-3, 1996.

SILVA, L. S. A. QUELHAS, O. L. G. O impacto da sustentabilidade no custo de financiamento das empresas. XIII SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção. *Anais*. Bauru. 2006

SOUSA, A.; PEROBA, L. E. e OLIVEIRA, R. C. *Meio ambiente e competitividade: Analise dos sistemas produtivos*. Meio Ambiente Industrial, ed. 47, n.46, ano VIII, p. 96-101, jan/fev, 2004.

STREIT, K. F.; XAVIER, J. L. N.; GONDRAN, E.; RODRIGUES, A A S. ; BERNARDES, A.M.; FERREIRA, J. Z. Reciclagem de água de processos de curtimento. XVII Encontro Nacional da ABQTIC. *Anais*. Gramado. 2005.

SWEATMAN, A.; SIMON, M. *Design for environment tools and product innovation*. In: 3rd International Seminar o Life Cycle Engineering, “Eco-Performance`96, ETH Zurich, Switzerland, 1996.

US-EPA, Office of Pollution Prevention and Toxics, Pollution Prevention Division. *The use of life cycle assessment in environmental labeling programs*. Elaborado por Julie Wintes Lynch. Washington, D.C.; setembro. 1993.

VALLE, C. E. *Qualidade Ambiental: como se preparar para as normas ISO 14000*. São Paulo: Pioneira; 1995.

VIEIRA, F. G. D. ARRUDA, R. S. V. SILVA, W. R. Organizações, Cultura E Natureza: Um Estudo Sobre Os Perigos E Riscos Ambientais Do Uso De Automóveis No Mercado Brasileiro - *Revista Eletrônica de Gestão Organizacional* (Disponível em www.gestaoorg.dcs.ufpe.br). Vol.1; n. 2. Julho/Dezembro. 2003.

VILLAR, A. M.; NOBREGA JUNIOR, C.L. *Planejamento das instalações industriais*. João Pessoa: Editora Manufatura; 2004.

VILLIERS, M. DE. *Água – Como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI*. Rio de Janeiro: Ediouro; 2002.

WCED- World Commission on Environment and Development. *Our common future*. Oxford: Oxford University Press; 1987.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *Building the business case for sustainable development*. Sustain issue, n.17, oct. 2001. disponível em <http://www.wbcsd.com>. Acesso em 30 de julho de 2003.

ZBONTAR, L. e GLAVIC, P. *Total site: wastewater minimization. Wastewater reuse and regeneration reuse*. Resources, Conservation and Recycling, volume 3, p. 261-275, 2000.

Recebimento dos originais: 11/07/2007

Aceitação para publicação: 17/09/2007