



ABES RBCiamb

EDIÇÃO 12

Abril/09



ISSN Impresso 1808-4524 / ISSN Eletrônico: 2176-9478  
Abril 2009 N° 12  
[www.ictr.org.br](http://www.ictr.org.br)    [www.cepema.usp.br](http://www.cepema.usp.br)

# Revista Brasileira de Ciências Ambientais



## Expediente

### Editores

- *Jorge Alberto Soares Tenório (USP)*  
[jtenorio@usp.br](mailto:jtenorio@usp.br)
- *Denise Crocce Romano Espinosa (USP)*  
[espinosa@usp.br](mailto:espinosa@usp.br)

### Editor Adjunto

- *Valdir Fernandes (USP)*  
[v.fernandes@usp.br](mailto:v.fernandes@usp.br)

### Secretária

- *Juliana Barbosa Zuquer Giaretta*  
[jzuquer@usp.br](mailto:jzuquer@usp.br)

### Arte Final

- *Octavio Furtado Farias*  
[octaviofarias@msn.com](mailto:octaviofarias@msn.com)
- *G4web*

### Comissão Editorial

- *Cláudio Augusto Oller do Nascimento (USP)*
- *José Roberto de Oliveira (IFES)*
- *Maria do Carmo Sobral (UFPE)*
- *Oklinger Mantovaneli Junior (FURB)*
- *Sérgio Martins (UFSC)*
- *Tadeu Fabrício Malheiros (USP)*
- *Adriana Rossetto (UNIVALI)*
- *Andrea Moura Bernardes (UFRGS)*
- *Andrea Vidal Ferreira (CDTN)*
- *Antonio Ésio Bresciani (USP)*
- *Arlindo Philippi Jr. (USP)*
- *Carlos Alberto Cioce Sampaio (UFPR)*
- *Celina Lopes Duarte (IPEN)*

Submissão de artigos, dúvidas e sugestões

[rbciamb@gmail.com](mailto:rbciamb@gmail.com)

Instruções para autores

<http://www.rbciamb.com.br/instrucoes.asp>

ISSN Impresso 1808-4524 / ISSN Eletrônico: 2176-9478  
Abril 2009 N° 12  
www.ictr.org.br      www.cepema.usp.br

# Revista Brasileira de Ciências Ambientais



## Índice

01

*Recursos de Sustentabilidade e sua Dinâmica em Empreendimentos Socioambientais*

*Nelita Gonçalves Faria de Bessa*

*Maricélia Ofsiany*

*Cássia Cristina da Silva Valadares*

*Aline Gonçalves Pereira*

14

*Caracterização de Sucatas Eletrônicas Provenientes de Baterias Recarregáveis de Ions de Lítio, Telefones Celulares e Monitores de Tubos de Raios Catódicos*

*Angela Cristina Kasper*

*Rodrigo Calçada da Costa*

*Pablo Araújo de Andrade*

*Hugo Marcelo Veit*

*Andréa Moura Bernardes*

23

*Simultaneous Removal of Various Pesticides from Contaminated HDPE Packaging by Radiation Processing: Electron Beam and Gamma Radiation Comparison*

*Celina Lopes Duarte*

*Manoel Nunes Mori*

*Hiroshi Oikawa*

28

*Diagnóstico dos resíduos sólidos e seleção de oportunidades de produção mais limpa na indústria calçadista*

*Denise Maria Lenz*

*Alex Rafael Acker*

38

*Prática ambiental em indústrias têxteis do Estado de São Paulo*

*Maria Luiza de Moraes Leonel Padilha*

*Liliane Garcia Ferreira*

*Arlindo Philippi Jr.*

*Tadeu Fabrício Malheiros*

# Recursos de Sustentabilidade e sua Dinâmica em Empreendimentos Socioambientais

## RESUMO

Este artigo apresenta a dinâmica dos recursos de sustentabilidade por meio da Metodologia do Carbono Social (MCS) e sua aplicação prática junto às Jovens Mulheres Tecelãs de Vila do Retiro, São Salvador do Tocantins. É uma pesquisa qualitativa e teve referência no Marco Diagnóstico Inicial (2008) e Marco Um (2009) de um processo de desenvolvimento. Esta é uma ferramenta de gestão da sustentabilidade que visa avaliar empreendimentos socioambientais no âmbito de uma comunidade, programa e/ou projeto, inclusive relativos às mudanças climáticas. Contribui na formação humana e nas tomadas de decisões acerca das ações no campo dos ativos locais e aportes externos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desenvolvimento sustentável; ambiente e sociedade; metodologia participativa; Tocantins.

## ABSTRACT

This article presents the dynamics of sustainable resources through the Social Carbon Methodology (CSM) and its practical application with the young Women Weavers of Vila do Retiro, São Salvador of Tocantins. It is a qualitative research and having reference in the initial disgnostic (2008) and disgnostic one (2009) of a process of development. This is a management tool to assess sustainability that socio-environmental projects as part of a community program and/or project, including those related to climate change. Contributes to human development and in making decisions about the actions contributes to human development and in making decisions about the actions in the field of local assets and inputs.

**KEYWORDS:** Sustainable development; environment and society; participatory methodology; Tocantins.

**Nelita Gonçalves Faria de Bessa**  
Enga. Agrônoma - UFG, Mestre em Agronomia - UFBA, Fundação Centro Universitário UnirG, Gurupi-TO, Coordenadora de Projetos. Assessora de Ciência, Tecnologia e Inovação/Propesq - Pró Reitoria de Pesquisa e Pós graduação.  
Email: eduambiental@unirg.edu.br

**Maricélia Ofsiany**  
Bióloga, Instituto Ecológica-IE, Palmas-TO.

**Cássia Cristina da Silva Valadares**  
Comunicação Social, SFAs/CPOrg - TO, Instituto Ecológica - IE, Palmas-TO.

**Aline Gonçalves Pereira**  
Pedagoga - UnirG, Bolsista Apoio Técnico - Projeto Socioambiental, Fundação Centro Universitário UnirG, Gurupi-TO.

## INTRODUÇÃO

Nestas últimas décadas se tem, tanto no âmbito internacional quanto no nacional, avanços na formulação e implementação de políticas e/ou ações estratégicas focadas na promoção do desenvolvimento socioambiental e na perspectiva da sustentabilidade. Entretanto, este é um dos grandes desafios da sociedade atual, mediante ao atendimento de necessidades econômico-sociais a partir da percepção sistêmica e plena de sustentabilidade e por outro lado o capitalismo eminente, que segundo Camargo (2003) tem suas limitações reconhecidas no sentido de atender as necessidades humanas apenas de forma parcial e ainda degenerar a base de recursos disponível no planeta.

Certamente "não se tem um estado permanente de harmonia, mas sim um processo de mudanças no qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras" (BRUNDTLAND, 1988). "Este é um paradigma da sociedade atual, resultante de um desenvolvimento permeado por uma economia mais mista, ou seja, uma combinação cada vez mais complexa de modos de produção" (SINGER, 2004); em que o espaço deixa de ser contemplado simplesmente como suporte físico de atividades e dos processos econômicos e levam em conta as relações entre atores sociais, suas organizações concretas, técnicas produtivas, meio ambiente e mobilização social e cultural (WILLERS et al. 2008).

O desenvolvimento sustentável vem sendo tratado por muitos autores e ganha diversas concepções, porém, adotaram-se conceitualmente as fundamentações do economista Sachs (1986), cuja centralidade está no eco desenvolvimento. Esta é, segundo o autor, uma estratégia multidimensional e alternativa de desenvolvimento que articula promoção econômica, preservação ambiental e participação social e, portanto, precisa desenvolver meios de superar a marginalização e a dependência política,

cultural e tecnológica das populações envolvidas nos processos de mudança social. A concretização dessa configuração depende das práticas dos atores sociais e do êxito das estratégias de transição, ou seja, aquelas que reorientem o desenvolvimento, sua matriz, seus meios, seus objetivos (SACHS, 1993; PIRES, 2003). Considerou-se também aqui, o conteúdo da nova estratégia oficial de desenvolvimento, resultante da Comissão de Brundtland, que enfatiza a dimensão econômica e tecnológica da sustentabilidade e entende que a economia de mercado é capaz de liderar o processo de transição para o desenvolvimento sustentável, através da introdução de "tecnologias limpas", da contenção do crescimento populacional e do incentivo a processos de produção e consumo ecologicamente orientado. Esta concepção apresenta de ponto comum a de Sachs no que diz respeito à idéia de articular crescimento econômico, preservação ambiental e equidade social.

Assim, há de se ter procedimentos capazes de interagir conjunturas sociais e ambientais aos fatores produtivos. Para tanto é desejável que sejam definidos parâmetros específicos, a depender do tipo de empreendimento. Estes, por sua vez, devem favorecer a constituição de vínculos produtivos, resultante do estabelecimento de relações de base social, cultural, ambiental, política e econômica (CERQUEIRA, 2008). Porém, de acordo com Iwamoto (2007), não adianta tomar o meios de produção sem que cada participante do empreendimento saiba o que fazer em termos de execução do trabalho e da gestão de todo o processo de produção. A utilização de diagnóstico e monitoramento interativos e participativos é uma boa estratégia de mapeamento de potencialidades e realidades locais bem como de análise e priorização de necessidades e problemas (FISCHER, 2008).

A metodologia do carbono social é uma das alternativas no contexto de empreendimentos socioambientais, visto a sua estrutura e concepção serem embasadas nos meios ou modos de vida sustentáveis (Sustainable livelihood), segundo o qual "meio de vida sustentável é um sistema metodológico, que funciona como uma forma de pensar sobre objetivos,

oportunidades e prioridades para o desenvolvimento, tendo como meta a eliminação da pobreza" (ASHLEY e CARNEY, 1999). Originalmente esta metodologia foi defendida por Robert Chamber e Gordon Conway (1992) e depois ligeiramente adaptada por Scoones (1998), em que o autor definiu cinco diferentes tipologias de bens e os definiram como "recursos": o capital natural, o econômico, o financeiro, o humano e o social. Esta tipologia teve sua argumentação pautada na dinâmica de tais recursos a partir das relações de dependência que existem entre os diferentes meios de vida e os bens materiais e sociais que as pessoas possuem (FINCO; REZENDE, 2008). O conceito de Carbono Social, por sua vez, considerou esses quatro recursos definidos por Scoones, incorporando dois novos recursos - Biodiversidade e Carbono - em que este último leva em consideração a melhoria das condições de vida das comunidades envolvidas nos projetos de redução de emissões/mudanças climáticas visando assegurar o bem estar e a cidadania, sem degradar a base de recursos (REZENDE et al, 2003). Na concepção metodológica, tem-se também a promoção da educação do grupo envolvido com foco nos recursos e no desenvolvimento socioambiental e econômico visando contribuir na formação humana e nas tomadas de decisões acerca das suas ações no campo dos ativos locais e aportes externos, criando assim possibilidades de fortalecimento local a partir da sustentabilidade do território e não apenas de um grupo.

Assim, esta metodologia pode ser compreendida como uma ferramenta de gestão da sustentabilidade e visa de forma participativa com os grupos sociais envolvidos, avaliar quantitativamente e qualitativamente os ganhos socioambientais de um processo de desenvolvimento, reconhecendo questões de gênero, sendo participativa, holística, flexível e dinâmica (SANTOS, 2008). É possível realizar uma análise dos recursos produção, humano, social, natural, financeiro e do carbono, quanto ao seu uso na dinâmica da sustentabilidade à medida que a base de tais recursos constitui-se nos meios necessários para garantir a subsistência das pessoas, de uma comunidade ou de uma atividade em



satisfação as necessidades presentes sem prejudicar as necessidades futuras. Portanto, pode ser utilizada em elaboração de diagnósticos, monitoramento e avaliação de projetos, orientação na formulação de políticas públicas voltadas a empreendimentos socioambientais, mudanças climáticas e a comunidades (REZENDE; STEFANO, 2003).

Como desdobramento dessa metodologia tem-se uma ferramenta de visualização dinâmica de processos e de resultados, que é o hexágono social. Isto facilita a tomada de decisão a partir da compreensão quanto aos tipos de estratégia de sobrevivência das comunidades, o que possibilita traçar formas de buscar o desenvolvimento sustentável com redução das vulnerabilidades socioeconômicas e ambientais locais (FINCO; REZENDE, 2009). O objetivo deste artigo é apresentar a dinâmica dos recursos de sustentabilidade por meio da metodologia do carbono social e sua utilização prática no contexto de um empreendimento socioambiental de Jovens Mulheres Tecelãs de Vila do Retiro, São Salvador do Tocantins, tendo referência no marco zero (2008) e no marco 1 (2009) de um projeto de desenvolvimento local apoiando-se em concepções do desenvolvimento sustentável e do modo de vida sustentáveis.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Empreendimento socioambiental na perspectiva do desenvolvimento sustentável

Notadamente, tem-se que a economia global atual é formada por forças de mercado que desconsideram os princípios da ecologia e dos recursos naturais como um elemento de análise estrutural e conjuntural. Isto gera, conseqüentemente, distorções em relação à sincronia com os ecossistemas da Terra, incorrendo em destruição dos sistemas naturais de suporte (BROWN, 2002). Entretanto, ressalta o autor, os cenários envolvendo as questões ambientais no Brasil e no mundo revelam os seguintes aspectos de mudança: a) de reestruturação do espaço competitivo de mercado em função das transformações do setor

produtivo sob o viés ambiental; b) a idéia de sustentabilidade do negócio; c) a participação governamental, e, d) a participação das instituições (fundações, ONG's, etc.) privadas envolvidas com a questão ambiental. Assim, empreendimentos de natureza socioambiental, que contemplam dimensões do desenvolvimento que vão além das questões mercadológicas, ou seja, consideram o bem estar dos grupos sociais, a geração de trabalho e renda e a conciliação das atividades produtiva e posturas ao uso equilibrado dos recursos naturais. De acordo com Veiga (2007), este é um novo olhar socioambiental sobre a realidade mediante os riscos e as incertezas que as sociedades enfrentam e enfrentarão por conta da degradação ambiental e das vulnerabilidades sociais. Ou seja, uma situação onde homem e natureza sejam indissociáveis e que as soluções para questões sociais e ambientais sejam integradas.

O termo desenvolvimento sustentável, sugerido pela World Commission on Environment and Development, refere-se à trajetória do progresso humano, levando em conta as necessidades e aspirações da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de encontrar as suas próprias necessidades e aspirações. O conceito de desenvolvimento sustentável é condicionado por limitações de cunho tecnológico, de organização social e da capacidade da biosfera de absorver os efeitos da atividade econômica-humana. (O'CONNOR, 1998; BRUNDTLAND, 1991). Considerou-se também aqui o conteúdo da nova estratégia oficial de desenvolvimento, resultante da Comissão de Brundtland.

Na mesma perspectiva, Mota (2006 apud Slow 2000) enfatiza que a sustentabilidade deve ser analisada pelo ponto de vista da justiça entre as gerações, compartilhando bem-estar entre as pessoas do presente e do futuro. Para o autor, as políticas públicas ambientais devem contemplar a questão da sustentabilidade dos ecossistemas do ponto de vista da justiça distributiva intergeracional. Miller Jr. (2007); Lester Brown (2003) referem-se a esta questão destacando o grande desafio da economia mediante a necessidade de

reestruturação e conciliação às dinâmicas dos ecossistemas, sendo tais aspectos essenciais para a sustentabilidade do então progresso econômico.

Em meio à diversidade de conceitos e vertentes a cerca do desenvolvimento sustentável o fato é que o modo de vida sustentável é certamente uma das premissas que culmina para cenários e alicerces para o desenvolvimento sustentável (MANZINI; VEZZOLI, 2002). Tem-se nesta vertente, a emergência no Brasil dos últimos anos de empreendimentos voltados à geração de valor econômico e de valor social, com percepção ambiental que vai além do utilitarismo, pois este é um dos elos do modo de vida local. Esta é uma busca por melhoria da qualidade de vida em que se têm, comumente, grupos sociais pouco inseridos na economia de mercado tradicional. Dentre tais podemos citar aqueles cuja base produtiva é o extrativismo, o trabalho manual, a pesca, a valorização de culturas locais, o turismo dentre outras, com potencialidades e desafios neste cenário de uma nova economia, mais solidária e equitativa.

Entretanto, qualquer que seja a iniciativa tendo em vista o desenvolvimento sustentável conduz, de acordo com Leff (2001), à necessidade de compreender as inter-relações que ocorrem entre processos históricos, socioambientais, ecológicos, políticos, culturais e econômicos e o desenvolvimento de forças produtivas da sociedade. Esta é uma necessidade que na vertente social do desenvolvimento sustentável traz como prerrogativa a idéia de evolução de um cidadão ou a personificação do ideal de cidadania em relações interdependentes. Assim, há de se consolidar um desenvolvimento que possibilite modos de vida em que se vislumbrem possibilidades de manutenção e/ou o aumento das capacidades e dos benefícios das comunidades, sem degradar a base de recursos naturais e sociais. Fischer (2008) menciona que a sustentabilidade manifesta-se em um conjunto de situações, seja pelo desenvolvimento econômico local ao levar em conta a perenidade dos recursos naturais seja pela emancipação dos grupos envolvidos.

## Desenvolvimento local sustentável

Sachs (2000) enfatiza que, no planejamento do desenvolvimento, devem se considerar as seguintes dimensões:

- sustentabilidade social: embasa-se no conceito de melhor distribuição de renda, de modo a permitir redução das diferenças nos padrões de vida entre as classes sociais;

- sustentabilidade econômica: refere-se ao ótimo locacional e a gestão eficiente dos recursos, assim como a um constante fluxo de inversões públicas e privadas.

- Sustentabilidade ecológica: relaciona-se com o uso adequado dos recursos dos diversos ecossistemas, com destaque para os produtos fósseis e resíduos de origem industrial.

- Sustentabilidade espacial: é adquirida a partir da equidade distributiva e territorial dos aglomerados humanos e econômicos.

- Sustentabilidade cultural: inclui soluções criativas para o conceito de codesenvolvimento.

- Sustentabilidade ambiental: consiste em se respeitar à capacidade de suporte, resistência e resiliência dos ecossistemas.

- Sustentabilidade político nacional: baseada na democracia e no respeito aos direitos humanos.

- Sustentabilidade político internacional: consiste em garantir a paz entre as nações e promover a cooperação internacional nas áreas financeira e de ciência e tecnologia.

Portanto, quando se fala em sustentabilidade não implica condicionar a atividade ao estado estacionário, ao contrário, deve-se discuti-la considerando os aspectos do crescimento e do desenvolvimento econômico. Neste contexto, para se permear entre tais princípios do desenvolvimento sustentável há de se ter o desenvolvimento local.

Para Cruz e Valente (2010), o desenvolvimento local sustentável preconiza a dimensão territorial do desenvolvimento, considerando as pessoas e as instituições - envolvidas em certos segmentos de reprodução social - como atores sociais. O mesmo considera que as comunidades devem explorar características e

potencialidades próprias, na busca de especialização de atividades que lhes tragam vantagens comparativas de natureza econômica, social, política e tecnológica, aumentando a renda e as formas de riqueza, respeitando a preservação dos recursos naturais renováveis.

No âmbito do desenvolvimento local se preconizam melhorias de vida substantiva e instrumental de determinada localidade. Tenório (2007) ressalta que os processos de desenvolvimento local implicam em esforços articulados de atores sociais e da sociedade, dispostos a levar adiante projetos que surjam da negociação de interesses, inclusive muitas vezes divergentes e em conflitos. Portanto, a lógica do desenvolvimento local é de que os atores sociais em seus territórios, com iniciativas e propostas socioeconômicas, promovam as potencialidades locais como forma de promover melhoria na qualidade de vida da população diretamente envolvida.

Assim, a idéia do desenvolvimento local sustentável foi construída através das críticas às propostas precedentes, pouco preocupadas com os efeitos provocados a longo prazo, conforme argumenta Tenório (2007). Dentre os exemplos que menciona, tem-se por um lado a desvalorização do meio ambiente e ausência de redistribuição de renda. Por outro lado, já numa visão mais otimista de cenário, o autor aponta a reformulação do papel do Estado e uma forte preocupação com as especificidades locais, além de prioridades no estabelecimento de ações que conduzam ao dinamismo econômico, simultaneamente com a melhoria das condições de vida das populações residentes nas unidades territoriais.

Para Barreto (2010), o fato é que a sustentabilidade do desenvolvimento requer a descoberta das potencialidades locais e o enfrentamento das desigualdades na esfera econômica e tem, por conseguinte, três princípios básicos: a conservação do meio ambiente, a justiça social e o crescimento econômico.

## Carbono social

Segundo Rezende e Merlin (2003), o carbono social é o carbono absorvido/

reduzido, considerando as ações que viabilizem e melhorem as condições de vida das comunidades envolvidas nos projetos de redução de emissões/mudanças climáticas, visando assegurar o bem estar e a cidadania, sem degradar a base de recursos naturais. A definição para o termo carbono social foi desenvolvida diretamente com as comunidades na análise de seus problemas, proporcionando alternativas exequíveis, associadas aos projetos que envolvem desenvolvimento sustentável e mudanças climáticas.

Entretanto, o grande desafio do carbono social foi desenvolver uma metodologia capaz de garantir e monitorar as mudanças ocorridas na comunidade de forma transparente e participativa. Em atendimento a essas premissas foi criada a metodologia do carbono social como uma ferramenta que assegura a participação da comunidade nos diferentes níveis da metodologia, e que permite a análise da realidade e a orientação para iniciativas de desenvolvimento sustentável.

A metodologia do carbono social possui oito diretrizes básicas, a saber: centralização nas comunidades; valorização do potencial humano; participação da comunidade; direcionada para as relações locais e globais; direcionada para a solução de problemas e a busca de sustentabilidade; inclusão social, reconhecimento das ações de poder e o contexto político (REZENDE; MERLIN, 2003).

Desta forma o conceito de carbono social une importantes conceitos, tais quais os de preservação, de conservação ambiental e o de responsabilidade social. A prática de atividades produtivas utilizando a metodologia do carbono social poderá dar suporte para o alcance do desenvolvimento sustentável, podendo identificar problemas globais, porém, com um foco na solução através de ações locais.

## Recursos de sustentabilidade na perspectiva dos modos de vida sustentáveis

O conceito do carbono social usou como estrutura básica a abordagem do meio de vida sustentável, segundo a qual "meio de vida sustentável é um sistema metodológico que funciona como um forma

de pensar sobre os objetivos, oportunidades e prioridades para o desenvolvimento, tendo como meta a eliminação da pobreza (ASHLEY; CARNEY, 1999).

De acordo com Carney (1998) meio de vida consiste em acesso a capacidade de bens, incluindo bens materiais e sociais, e a atividades requeridas para a sobrevivência de um indivíduo. Chambers e Conway (1992) definem meio de vida sustentável a partir de um conceito que integra equidade, capacidade e sustentabilidade. Assim, o meio de vida passa a ser sustentável quando há capacidades de integração entre as várias dimensões do desenvolvimento, inclusive superando e/ou recuperando situações de choque e de estresse, e ao mesmo tempo mantendo ou melhorando a capacidade e os bens do indivíduo, seja no momento atual ou futuro. Isso na prática significa que não há sustentabilidade a partir de um foco em uma única via do desenvolvimento, a exemplo do capital financeiro, político ou mesmo do ambiental ou social isoladamente. Por isto, ao se desenvolver trabalhos em comunidades há de se verificar se o objetivo é capaz de ajudar as pessoas a terem habilidade e flexibilidade para alterar sua estratégia de sobrevivência ao longo do tempo. Tais estratégias podem ser definidas por meio de atividades e escolhas que as pessoas fazem para alcançar o meio de vida. Rezende e Merlin (2003) afirmam que se deve a Scoones o desenvolvimento de um sistema de trabalho para investigar o grau de sustentabilidade de um meio de vida, podendo esse sistema de trabalho ser aplicado, de acordo com próprio autor, em diferentes escalas, em nível individual, familiar, de comunidade, de cidade de região até país. Ressaltam que a habilidade de possuir diferentes meios de vida depende dos bens materiais e sociais que as pessoas possuem, definiu cinco diferentes tipologias de bens, que foram definidos como recursos: o capital natural, financeiro, humano, social e o físico. O conceito de carbono social considerou quatro recursos definidos por Scoones, incorporando dois novos-biodiversidade e carbono - resultando nos seguintes:

- Recurso de biodiversidade: representa o conjunto das espécies, ecossistemas e genes que formam a

diversidade biológica existente em qualquer região. São aspectos relevantes nesse componente a integridade das comunidades naturais, o tipo de uso e interação das comunidades humanas com a biodiversidade, o estado de conservação, as pressões e as ameaças impostas ou não às espécies nativas e a existência de áreas prioritárias para conservação.

- Recurso natural: é o estoque de recursos naturais e serviços ambientais, de onde derivam os recursos para gerar um meio de vida.

- Recurso financeiro: é o capital básico (dinheiro/credito/debito/poupança) que está disponível ou é desejável que esteja pelas pessoas e que as suprem com diferentes opções de meio de vida.

- Recurso humano: é a habilidade, conhecimento e capacidade para o trabalho que as pessoas possuem, além de boa saúde. Somados, esses itens se tornam fundamentais para garantir uma estratégia diferente de meio de vida.

- Recurso social: são os recursos sociais (rede de trabalho, reivindicações sociais, relações sociais, relacionamento de confiança, associação em organizações sociais) que as pessoas procuram em busca de um meio de vida alternativo.

- Recurso de carbono: refere-se ao tipo de maneira de carbono desenvolvido, podendo ser seqüestro, substituição e conservação.

Tais recursos podem segundo Rezende e Merlin (2003), sofrer adequações a depender dos resultados diagnósticos realizados no âmbito do grupo social e/ou empreendimento em questão. Destaca-se que nesta abordagem, são consideradas as dimensões do desenvolvimento propostas por Sachs (2000).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Concepção metodológica

A presente abordagem tem concepção em algumas vertentes do discurso da sustentabilidade (Sachs, 1986; Brundtland, 1988, Lester Brown, 1980) e resulta de uma pesquisa qualitativa descritiva com observação participante (Marconi e Lakatus, 2006; Flick, 2004). Essa

pesquisa foi estruturada a partir dos recursos de sustentabilidade cuja base vem do meio de vida sustentável (Sustainable livelihood), originalmente desenvolvida por Robert Chamber e Gordon Conway (1992) e ligeiramente adaptada por Scoones (1998) e Rezende et al. (2003).

### Período de realização da pesquisa e grupo social participante

A pesquisa foi realizada entre agosto de 2008 e maio de 2009, tendo como grupo participante todas (48) as jovens mulheres da tecelagem manual de Vila do Retiro, município de São Salvador do Tocantins, Estado do Tocantins. A faixa etária destas jovens é de 15 a 23 anos, algumas cursando ensino fundamental médio e outras com conclusão, sendo originariamente do meio rural, cujas famílias apresentam baixa renda - menos de um salário mínimo.

O grupo de jovens, já com mão de obra especializada em tecelagem manual, é formalmente constituído, desde 2002, por meio da Associação Dom Bosco e outra parte está em formação na Escola de Tecelagem Manual Nossa Senhora Maria Auxiliadora, ambas funcionando em Vila do Retiro. A metodologia foi utilizada na construção do Marco Zero e Marco Um de um processo de desenvolvimento local já existente e potencializado com um projeto com captação de recursos externos com vigência de 01 ano (2008-2009), em que foram realizadas melhorias na estrutura física - equipamentos - e 216 horas de oficinas e formações continuadas objetivando fortalecer o processo produtivo e favorecer a inserção social e econômica das jovens, com melhorias quanto à geração de renda.

### Construção e análise de cenário

O levantamento de dados secundários foi feito com foco em dados socioeconômicos da região e no processo da tecelagem manual e a partir da aplicação de um questionário sociodemográfico junto às famílias das jovens tecelãs nos seus locais de origem. As ações iniciais foram de realização de oficinas de disseminação da Metodologia junto ao grupo social, objetivando realizar a



sensibilização para o conhecimento a cerca da mesma. Como produtos foram priorizados: a) Construção participativa das bases conceituais de sustentabilidade na perspectiva do meio de vida sustentável e recursos adjacentes, com foco no contexto de empreendimentos solidários e no equilíbrio econômico ecológico no uso dos recursos naturais; b) Construção de uma matriz com os indicadores e respectivos cenários para cada recurso de

sustentabilidade definido pelo grupo culminando na identificação da situação diagnóstica do momento, a exemplo do recurso natural (Quadro 1) e assim sucessivamente se realizou para os demais recursos de sustentabilidade, em que tal definição leva em consideração o cenário local, regional e global tendo em vista o olhar nas perspectivas, nos recursos, nas estratégias, nos fatores de ameaças e oportunidades, nas organizações políticas e

nas relações sociais; c) Construção participativa do marco diagnóstico inicial (Marco Zero) do Hexágono Social; d) realização das oficinas temáticas a partir das fragilidades da tecelagem manual identificadas no Marco Zero; e) por fim, realizou-se a construção participativa do marco diagnóstico final (Marco I), como representação gráfica por meio do Hexágono Social de forma a retratar a realidade analisada.

Quadro 1. Matriz do Hexágono Social para um dos recursos (natural), resultante do marco diagnóstico inicial (Marco Zero) e do marco diagnóstico final (Marco I), realizado junto as jovens tecelãs de Vila do Retiro, São Salvador do Tocantins, 2009.

Indicadores	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
O uso da Biodiversidade	Comunidade não usa os produtos da biodiversidade – espécies vegetais nativas - local e não agregam valor aos seus produtos	Comunidade usando poucas espécies vegetais potenciais de uso na tecelagem manual e com pouco conhecimento popular e científico agregado.	Comunidade com pouco conhecimento acerca do uso das espécies nativas com potencial de uso na tecelagem e de forma sustentável	Comunidade com certo conhecimento das espécies nativas com potencial de uso na tecelagem local, mas faltam informações técnicas a cerca do seu uso em tecelagem manual e no contexto da sustentabilidade	Comunidade com apropriação dos conhecimentos relativos ao uso consciente de parte da planta como corante natural e/ou fibra e conservação do meio natural, com conhecimentos adquiridos acerca de tal uso, novas tecnologias social-produtivas	Comunidade com total apropriação dos conhecimentos relativos ao uso consciente de parte da planta como corante natural e/ou fibra e conservação do meio natural e com aplicação prática dos conhecimentos adquiridos acerca de tal uso e novas tecnologias social-produtivas
Áreas Verdes	Inexistência de pomares, jardins e arborização em Vila. Retiro, São Salvador do Tocantins	Existência de arborização, jardins e áreas verdes, porém, com uso de espécies introduzidas e pouco valor dado a tais áreas.	Pequena parte da comunidade está consciente da necessidade e importância de áreas verdes na Vila bem como a cerca da biodiversidade local e regional APAS, Corredor Ecológico Paraná Pirineus	Mais de 50% da Comunidade consciente em relação às áreas verdes da cidade e sua função social, bem como da biodiversidade e necessidades relativas à conservação	Início do planejamento urbano quanto a arborização da Vila, com parcerias com instituições locais e regionais e conhecimentos adquiridos - popular interagindo com o científico - a cerca da biodiversidade e necessidades relativas à conservação	A Vila do Retiro Arborizada, com equipamentos e espaços - praças, jardins - e mais de 50% das residências com jardins em seus lotes e comunidade sensível a ação de conservação e preservação do meio ambiente
Práticas Agrícolas Sustentáveis	Comunidade sem assistência técnica à agricultura familiar e sem conhecimento de práticas agrícolas alternativas sustentáveis	20% da Comunidade urbanacom quintais verdes /hortas em seus lotes, inclusive na escola e na associação, e comunidade rural iniciando procedimentos e articulação para ter acesso à assistência técnica – governo.	20% da Comunidade esclarecida quanto aos modos de vida sustentáveis e práticas produtivas em sintonia com os princípios desta abordagem	40% da Comunidade esclarecida quanto aos modos de vida sustentáveis e práticas produtivas em sintonia com os princípios desta abordagem e início da apropriação quanto aos sistemas de produção de alimentos para a subsistência, inserindo novas produções alternativas de renda	50% da comunidade com a produção de alimentos para a subsistência, mas comercializando produtos destinados a atividades produtivas alternativas na Vila e no seu entorno	60% da comunidade com a produção de alimentos para a subsistência, mas comercializando produtos destinados a atividades produtivas alternativas na Vila e no seu entorno, produtivas com retorno por meio da renda familiar
Uso da Biodiversidade na Tecelagem Manual	Não utilização da biodiversidade no processo de produção	Utilização de pelo menos uma espécie da biodiversidade no processo de produção e pouco conhecimento das técnicas (tingimento, retirada do material, partes da planta, resíduos)	Utilização de pelo menos três espécies da biodiversidade no processo de produção e treinamentos relativos às técnicas (tingimento, retirada do material, partes da planta, resíduos)	Utilização de cinco espécies da biodiversidade no processo de produção e posturas e práticas em favor da conservação e com a utilização de espécies no processo produtivo	Utilização de oito espécies da biodiversidade no processo de produção, com conhecimento técnico dominado e pouca apropriação das posturas necessárias ao uso com cuidados relativos à conservação e aos valores agregados no produto da tecelagem	Utilização de oito espécies da biodiversidade no processo de produção, com conhecimento técnico dominado e apropriação das posturas necessárias ao uso com cuidados relativos à conservação e aos valores agregados no produto da tecelagem

Marco 0

Marco 1

Não houve alteração de cenário entre o Marco 0 e o Marco 1

## Construção do Hexágono Social

O hexágono é uma figura representativa dos usos dos recursos analisados pela metodologia do carbono social em que nos vértices se tem os recursos de sustentabilidade e a dinâmica de cada recurso é medida a partir dos seis (6) níveis do hexágono, indo de 1 (pior cenário) a 6 (melhor cenário) e que representa a situação de cada um dos recursos. O avanço ou não nos cenários é verificado no destaque que o grupo faz dentro de cada recurso analisado e que é visualizado na matriz do hexágono social. O enquadramento do recurso em seu respectivo nível se dá pela soma entre os números dos cenários e a posterior divisão pelo número de indicadores de cada recurso (Santos, 2008). Assim as situações identificadas no momento inicial da atividade e/ou do monitoramento dos indicadores, denominada pela metodologia de Marco Zero, são identificadas e posteriormente com sucessivas análises com base no prospectado na matriz de cenários e seguem a ordem crescente - Marco 1, Marco 2 e assim por diante.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Cenário analisado

O cenário no qual está inserido o grupo social em questão retrata uma realidade resultante de poucas alternativas para geração de trabalho e renda, especialmente para jovens. No município de São Salvador a população é de 3.012 habitantes, com 34,21% sendo do sexo feminino, apresenta baixo IDH (0,592) e uma incidência de pobreza da ordem de 34,96% da população, onde a economia é dinamizada em 68,75% dos casos pela informalidade (IBGE, 2009) e 85% dos jovens não têm qualificação para o trabalho (SEJUV, 2007). O perfil do grupo pesquisado é reflexo desse cenário, onde 63% das jovens registram anteriormente à atividade da tecelagem por meio da associação uma renda familiar de até 1 salário mínimo, proveniente em 40% dos casos do trabalho dos familiares no meio rural. Por outro lado,

parte da renda de 48% das suas famílias vem de programas do governo federal. Atualmente, o grupo caminha em busca de autonomia e inserção social e tem expectativas que vão além do que exerciam anteriormente: 55% das jovens apenas estudavam 15% trabalhavam de doméstica, 15% estudavam e trabalhavam como doméstica 11% participavam de programas sociais do governo federal. Quanto ao local de origem, o grupo social é proveniente do meio rural dos interiores da região (São Valério da Natividade, Santa Rosa, Chapada da Natividade, Paranã, São Salvador do Tocantins, Cangas, Palmeiropolis, Silvanópolis) que fica, em média, a 200 km de distância de onde estão - Vila do Retiro.

### Metodologia do Carbono Social (MCS) no contexto local

A partir dos pressupostos abordados entendeu-se como adequada a utilização da Metodologia do Carbono Social/Recursos de Sustentabilidade como ferramenta de diagnóstico e monitoramento do processo produtivo - tecelagem manual - praticado pelas jovens mulheres da Associação Dom Bosco e Escola de Tecelagem de Vila do Retiro. Acredita-se que a gestão deste tipo de empreendimento requer uma sistematização holística dos seus processos produtivos, visto às necessidades de se estimular as economias de coletividades com enfoque também nos conceitos do meio natural e social, da identidade, cooperação e solidariedade, e na redefinição das vocações locais como um conjunto de potencialidades não apenas econômicas, mas também de condições sócio-culturais e ambientais. "Não adianta, portanto, tomar o meio de produção sem que cada participante do empreendimento saiba o que fazer em termos de execução do trabalho e da gestão de todo o processo de produção" (IWAMOTO, 2007). A metodologia é capaz de extrair do grupo também essas vertentes.

A tecelagem manual no cenário socioeconômico mencionado caracteriza-se como uma alternativa regional de geração de trabalho e renda para as jovens mulheres

e localmente tem potencialidades marcadas pelos processos produtivos inclusivos de mão obra qualificada, gênero e geração, desenvolvimento local e forte identidade cultural pelo uso do fio de algodão, corantes e fibras naturais. Entretanto, como é comum no País, estes empreendimentos são desprovidos de educação para a autogestão (IWAMOTO, 2007); assim como não se tem conhecimento e/ou apropriação das possibilidades potenciais de um empreendimento coletivo quando pautado no desenvolvimento local sustentável (BUARQUE, 2004). A leitura dos cenários, portanto, neste contexto, devem levar em conta a percepção dos grupos sociais acerca de necessidades relativas à elevação da qualidade de vida, equidade social, conservação ambiental e eficiência na dinâmica do processo produtivo. Esta perspectiva concorda, em síntese, com as ressalvas de Barreto (2010), incorrendo em adoção de estratégias de ação que se concentre na busca da equidade social, da preservação ambiental e da racionalidade econômica e, portanto, considerando as características de cada região ou localidade, tendo em vista as realidades diferenciadas. A metodologia do carbono social aplicada de maneira participativa e coletivamente apreendida, ou seja, como instrumento do grupo e não para o grupo, permite auxiliar projeto de desenvolvimento sustentável em comunidades e pode contribuir para medir e dimensionar os recursos de sustentabilidade, através da construção e monitoramento de seus indicadores (REZENDE; MERLIN, 2003).

### Marcos diagnóstico e de monitoramento dos recursos

Os marcos zero e um da metodologia foram construídos em atenção aos contextos da realidade local conforme sugere Santos (2008). Dentre os recursos de sustentabilidade o grupo social elencou aqueles prioritários (humano, social, natural - inserindo aqui a biodiversidade, financeiro, produção e carbono), com posterior estabelecimento dos indicadores correlatos, conforme abaixo apresentado (Quadro2).

Quadro 2. Recursos de sustentabilidade elencados e indicadores correlacionados pelo grupo social da Tecelagem Manual, Vila do Retiro, São Salvador do Tocantins, 2009.

RECURSOS DE SUSTENTABILIDADE	INDICADORES
Humano	Educação; trabalho; saúde; esporte; lazer; vínculos locais e familiares.
Social	Qualidade na educação; saneamento básico; habitação; formas de cooperação ou associação das tecelãs; renda da Associação Dom Bosco; inserção local da atividade e relação estabelecida com a comunidade local; empreendimento social e associativismo.
Natural	Uso da biodiversidade; conhecimento popular e científico; Áreas verdes/paisagem natural - Vila do Retiro; práticas agrícolas sustentáveis; uso da biodiversidade na tecelagem local.
Financeiro	Organização financeira; capital; Equipamentos; renda; captação de recursos e acesso a créditos.
Produção	Gestão e planejamento; capacitação; mercado; designe dos produtos; resíduos; matéria prima; marketing e comunicação.
Carbono	Áreas degradadas; pesquisa científica; selo do carbono; certificação de produto.

#### Dinâmica dos recursos - Hexágono Social

A representação gráfica por meio do Hexágono Social (Figura 1), resultante deste estudo, evidencia que ao estabelecer a leitura do cenário em cada indicador, considerando as leituras que vão de um

cenário pessimista (pior cenário) a um otimista (melhor cenário possível de realização), o grupo pesquisado apresentou como ponto positivo o caminho já iniciado na dimensão de todos os recursos. Isso comprova as suas potencialidades enquanto empreendimento socioambiental

favorecendo a autonomia, a inserção social e econômica com geração de trabalho e renda das jovens tecelãs. A dinâmica dos recursos de sustentabilidade mostra também a evolução a partir do processo de formação realizada em um ano e monitoramento dos indicadores.

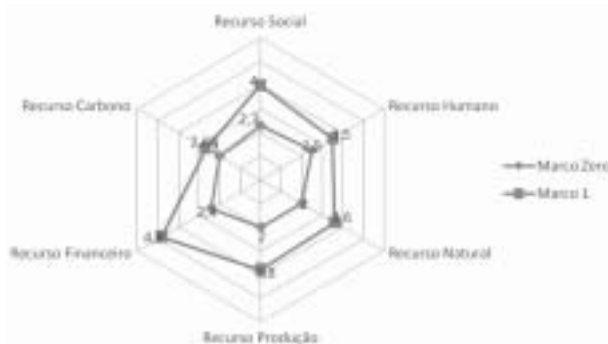


Figura 1. Hexágono Social resultante do marco diagnóstico inicial (Marco Zero) e do marco diagnóstico final (Marco 1), realizado junto as jovens tecelãs de Vila do Retiro, São Salvador do Tocantins, 2009.

A representação gráfica do hexágono mostra o desempenho por cada recurso analisado e, de maneira geral, fragilidades do empreendimento são observadas indicando precariedades de acesso a direitos sociais básicos. Este fato está refletido nas percepções registradas pela comunidade (grupo de tecelãs), por exemplo, a cerca do recurso humano em que o acesso à saúde é precário sendo um fator

crítico para a qualidade de vida da população. O analfabetismo é muito presente entre os mais idosos e para as crianças e jovens ainda se tem falta de acesso à educação pública além da qualidade questionada pelo grupo ao considerar os elevados níveis de repetência e/ou evasão e o reduzido número de adolescentes e jovens que concluem muito tardiamente o ensino fundamental e médio. Apenas uma parcela

mínima da comunidade local tem acesso a trabalho e os meios produtivos são escassos com conseqüente mão de obra barata e normalmente de práticas cotidianas do meio rural "tocar lavoura, roço de pasto, fazer cerca". Tem-se destaque localmente apenas para a profissionalização da mão de obra relativa à prática da tecelagem manual. Por outro lado, no marco um verificou-se que houve um avanço quanto ao acesso ao

trabalho/emprego, reflexo da procura por qualificação profissional, e consequentemente aumentando a quantidade de empregos formais entre os moradores do local. O acesso ao esporte/lazer, que não existia na localidade, atualmente existem grupos desportivos constituídos por crianças e adolescentes e com professores da rede municipal. De acordo com os pressupostos da metodologia, a realidade analisada na perspectiva do grupo em questão está comprometida quanto ao desenvolvimento humano podendo este fator ser decorrente, segundo Buarque (2004), das poucas capacidades de aumento das potencialidades das pessoas, mediante a ausência dos seus direitos fundamentais associados à falta de proatividade da sociedade atual.

Para o recurso social foi observado no marco diagnóstico inicial que a comunidade não estava organizada estruturalmente e havia ainda necessidades quanto aos comportamentos cooperativos da comunidade, o que culmina na também passividade quanto às reivindicações sociais. Muito embora a associação venha contribuindo na melhoria destes aspectos; são incipientes os espaços e dinâmicas sociais locais que oportunizam convivência comunitária saudável, inclusive para jovens. Os padrões de moradia digna são mínimos, ainda com fossa séptica e banheiros fora da casa, próximos a cisternas. São produtos da ausência de políticas públicas nos interiores do Brasil. Há acesso quanto ao abastecimento de água e de energia elétrica. Ao realizar o Marco Um após um ano identificou-se no campo da educação formal avanços em relação aos anos anteriores e atualmente se tem a totalidade (100%) das vagas ofertadas nas escolas, o que significa minimização da situação de vulnerabilidade social da comunidade local, caso haja continuidade deste cenário, fato essencial na dinâmica dos recursos da sustentabilidade (FINCO; REZENDE, 2009). Outro ponto positivo refere-se ao fortalecimento da Associação Dom Bosco, por meio da adesão de profissionais recém formadas na escola de tecelagem, bem como melhoria dos aspectos organizacionais e produtivos (design, uso dos corantes e fibras naturais incorporando a concepção de uso

sustentável), fortalecimento da identidade cultural local e tecelãs com mais autonomia. Quanto ao recurso natural (Biodiversidade), a comunidade estabeleceu como determinante do cenário, os impactos ambientais decorrentes da hidrelétrica cuja região é diretamente afetada, da existência de extensas áreas degradadas em razão do uso inadequado do solo pela própria comunidade local, inclusive ausências de áreas de reserva legal e matas ciliares, além da descaracterização da paisagem do meio urbano da Vila do Retiro. Visualizam a flora nativa como importante para a tecelagem, mediante a oferta de corantes e fibras naturais, embora os usos sejam muito incipientes e de partes da planta que naturalmente saem do ciclo da planta. Outro impacto sobre os ambientes naturais decorre de serviços públicos que não estão eficazes, como tratamento de esgoto doméstico e coleta de resíduos sólidos. A identidade local cultural da tecelagem manual já é presente na região há mais de um século e, portanto, rica de práticas e valores locais. Assim, já associavam a arte de tecer, o fio de algodão natural, corantes naturais (urucum, aroeira, jenipapo etc.) e a fibra (buriti) a partir da flora local. Estas questões foram determinantes tanto para indicar o nível deste recurso no hexano no marco diagnóstico inicial quanto para o avanço em praticamente dois níveis, no marco um, em razão das formações que o grupo recebeu quanto ao uso mais adequado na perspectiva da ecologia e dos nichos de mercado passíveis de criar demanda e aceitação do produto. Ações compensatórias da hidrelétrica presente na região foram realizadas, como revegetação do entorno do reservatório e aumento das áreas verdes urbanas fazendo parte do plano de manejo e uso sustentável. Por outro lado, demonstram visões futuras quanto à adoção de práticas que poderão contribuir na conservação dos recursos naturais e na recuperação de áreas degradadas, com vistas a realizar práticas relativas à conservação do meio onde vivem e buscar vias alternativas para atenuar a degradação nos ecossistemas, conforme sugere Lester Brown (2003). Há uma expectativa da comunidade local em relação ao Plano de Manejo do reservatório, a ser implementado pelo empreendedor da

hidrelétrica, conforme previsto em lei. Nesta perspectiva, é importante atentar-se às menções de Tenório (2007), ao lembrar que mesmo em situações de conflitos, a exemplo de impactos decorrentes de hidrelétricas, não se pode perder de vista os esforços dos atores sociais e da sociedade com vistas a implementação, neste caso, de medidas compensatórias que levem em conta também os interesses locais, claro que respaldados na legislação. A emancipação do grupo pode contribuir neste processo, pois de acordo com Fischer (2008), esse aspecto associado a um conjunto de situações pode contribuir na busca pela manifestação de alguns dos vieses da sustentabilidade sob a ótica aqui abordada.

Em relação ao recurso financeiro, os registros do marco diagnóstico inicial foram relativos à: gestão financeira da tecelagem não é eficiente e deixa de considerar a relação custo benefício social e econômica da atividade; não são realizados instrumentos de controle e monitoramento; na região da sua abrangência direta há falta de oportunidade de trabalho e consequentemente é baixa a renda das famílias locais; baixo nível de empreendedorismo das pessoas; não existe acesso a financiamentos e créditos; o trabalho local gira em torno de demandas do meio rural em que diárias é sazonal; a principal fonte de renda das famílias da Vila ainda provém dos programas sociais do governo federal. Um ponto positivo da tecelagem no desenvolvimento local é que nos últimos anos tem gerado trabalho e renda envolvendo 8,4% da população da Vila do Retiro e essa renda, no caso das jovens tecelãs, aumentou em 15% no último ano. A associação apresenta-se mais organizada gerencialmente com formação de preços dos seus produtos, definição de mercado atual e prospectivo e mais organização internamente, com responsabilidades pactuadas no grupo. No marco de monitoramento, porém, identificou-se que após a realização do cenário no marco inicial foram lançadas algumas estratégias para melhorar alguns pontos deste indicador. Foram realizadas formações das lideranças locais e todas as associadas da Associação Dom Bosco com posteriores consultorias in loco com técnicos especializados em

administração e gestão de empreendimentos da economia solidária e também articulações junto a organizações de fomento (apoio financeiro) de projetos sociais, objetivando acompanhar o processo de mudança cultural bem como apropriação das técnicas por parte do grupo, além de buscar recursos financeiros para melhorar infraestrutura (equipamentos), participação de eventos. Estes objetivos foram atendidos e refletiram positivamente na dinâmica deste recurso verificada no hexágono social. Atualmente, têm-se parcerias com organizações formais locais e estaduais que facilitam a continuidade do processo de empoderamento e autonomia das jovens tecelãs, indo além de uma busca por assistencialismo, mas sim em favor de um empreendimento consolidado nas bases da sustentabilidade, conforme menciona Manzini e Vezzoli (2002).

O recurso produção foi priorizado pelo grupo pesquisado já no marco diagnóstico inicial. Isso ocorreu, pois, para as jovens tecelãs, este é o recurso em que se tem o reflexo de todos os esforços e se visualiza, na prática, a geração de renda e inserção socioeconômica do grupo que vem de um passado recente, vulnerável. É este recurso que para o grupo se tem o firmamento do vínculo produtivo, da vocação local e das necessidades de interagir as conjunturas sociais e ambientais ao foco produtivo conforme sugere Cerqueira (2008), porém, também visualizando a concretização do trabalho e da renda. Atualmente, o grupo encontra-se atualizado quanto à adequação dos seus produtos em relação a nichos de mercados específicos, com formação em designer valorizando a cultura e a identidade local, porém, aprimorando a técnica e agregando valor por meio da biodiversidade local e destinação correta dos resíduos (água tinta do tingimento natural, material orgânico - cascas, fibras). Já existiam nesta tecelagem alguns cuidados iniciais, porém, sem conexão com a informação atualizada, a qualidade e a apresentação final de produtos originários de um trabalho diferenciado, imbuído de inclusão social e em busca também de uma sustentabilidade financeira com respeito ao meio natural. Tem plano de comunicação e marketing, com catálogo e vídeo

institucional. Outro aspecto a ser lembrado é que conforme menciona Iwamoto (2007), o recurso produção deve ser focado na perspectiva do que o grupo concebe enquanto processo produtivo e o grau de clareza e envolvimento dos participantes do empreendimento frente à realidade e os desejos de futuro projetados. A avaliação e o monitoramento da atividade, realizada durante um ano, possibilitou identificar que o grupo evoluiu e encontra-se produzindo com qualidade e padronização e não perdeu de vista sua identidade cultural/local e o viés da tecelagem manual, com usos locais da biodiversidade do Cerrado. Isso logicamente não é reflexo de um estado pleno de harmonia, mas sim, conforme destacado em Brundtland (1998) caracteriza um processo de mudanças, no qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras. Esta premissa não deve, portanto, ser considerada apenas a partir dos grandes e mais comuns empreendimentos, fruto do capitalismo vigente, podendo ser plenamente aplicada em empreendimentos de cunho socioambiental. Autores como Cruz e Valente (2010), ao destacarem algumas premissas do desenvolvimento local sustentável, com fortalecimento das características próprias de determinados grupo sociais e de suas potencialidades rumo às suas especializações, em respeito ao meio ambiente e buscando, notadamente, aumento de renda.

Já para o recurso carbono, a evolução observada no hexágono social foi a menor em relação aos demais recursos analisados. Acredita-se que este fato esteja relacionado a nenhuma experiência anterior com este tipo de abordagem, não evidenciando no processo produtivo da tecelagem oportunidades de projetos diretamente relacionados às mudanças climáticas. Na visão prospectiva o grupo visualizou ações futuras que poderão contribuir para a conservação ambiental e minimização de efeitos decorrentes das alterações climáticas. Esta possibilidade existe à medida que a região faz parte do corredor ecológico Paranã-Pireneus, têm proximidades a uma área ambiental

protegida por lei e, por outro lado, está na abrangência direta do reservatório (lago) de uma grande hidrelétrica, recentemente em operação. A comunidade local, de acordo com o grupo, tem vivido situação de conflitos frente a esta realidade, mas também visualiza vertentes que podem ser cobradas e que levem a implementação de práticas conservacionistas, a exemplo da revegetação do entorno do lago/reservatório e que permeia a Vila do Retiro. Este é um recurso eleito pelo grupo social e focado em ações de retorno também mais a longo prazo, em que se estabeleceram parcerias para trabalhos na recuperação das áreas degradadas, na implementação de um sistema agroflorestal em uma área da escola de Tecelagem Nossa Senhora Maria Auxiliadora, incorporando ao sistema espécies nativas de uso atual e potencial quanto aos corantes naturais e fibras utilizadas na confecção manual (teares) dos produtos bem como também trabalhar com a comunidade local a implementação de "quintais verdes" com foco também na popularização de medicamentos alternativos. Neste caso, fez parceria com o posto de saúde do SUS que funciona na Vila do Retiro. Este é, portanto, um recurso que pode interagir aos demais (REZENDE ET AL, 2003) e auxilia desde aos grandes projetos às iniciativas menores imbuídas de responsabilização socioambiental e de necessidades vinculadas ao seu foco produtivo. Isto é perfeitamente pertinente, porém, é preciso se ter o conhecimento e apropriação das possibilidades potenciais do empreendimento e estabelecer a conexão necessária para se ter um desenvolvimento local sustentável, conforme bem lembra Buarque (2004).

Ressalta-se que este recurso está associado às práticas sustentáveis que contribuem para a geração de renda em comunidades locais, com valorização do bioma nativo através do aproveitamento correto e conservação da biodiversidade, promoção do desenvolvimento local e podendo indiretamente ou diretamente, em alguns casos, contribuir com a diminuição do desmatamento. Fatos como esses auxiliam na redução das emissões de gases de efeito estufa e têm reflexos também na diminuição dos efeitos decorrentes das mudanças



climáticas.

Assim, os resultados evidenciam que uma interferência social quando busca o desenvolvimento sustentável vem com a clareza da relevância fundamental da participação dos atores locais do território em Foco. Esse cenário se estende na busca de encarar desafios que impedem ou retardam o desenvolvimento de um povo que tem sua origem em acesso de cidadãos negados aos direitos civis, políticos e econômicos e sociais básicos previstos na legislação. Cenários como estes são comuns em nosso país, assim também se apresenta a Vila do Retiro, na Associação Dom Bosco. Portanto, a interferência que se realizou junto ao grupo foi pautada nas premissas do desenvolvimento social sustentável, cuja metodologia aqui utilizada se desdobra a partir do entendimento de quanto e como um determinado grupo social está engajado no modo de vida sustentável e, que seja este grupo, o identificador e analisador dos seus cenários atuais e futuros com orientação nos recursos da sustentabilidade. Trata-se de um sistema metodológico que funciona como uma forma de pensar sobre objetivos, oportunidades e prioridades para o desenvolvimento, tendo como meta a eliminação das situações de vulnerabilidade social com potencialização das responsabilidades com o meio natural, estando de acordo com as ponderações de Miller Jr. (2007), Pires (2003), Ashley e Carney (1999), Sachs (2000, 1993, 1986). Pode se dizer, portanto, que a Metodologia do Carbono Social contribuiu na promoção da melhoria da qualidade de vida da comunidade analisada visto que essa despertou e apropriou-se de uma nova maneira de entender as relações de sustentabilidade entre os indivíduos e o meio em que subsistem, considerando o vínculo produtivo, porém vislumbrando também a promoção do bem estar social e ambiental e com respeito às identidades locais como possibilidades reais de desenvolvimento local sustentável.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O marco diagnóstico inicial (Marco Zero) e o marco diagnóstico final (Marco 1), realizado junto as jovens tecelãs de Vila do

Retiro, São Salvador do Tocantins mostrou por meio da metodologia do carbono social um cenário otimista mediante a dinâmica observada quanto aos recursos da sustentabilidade.

Esse resultado vai ao encontro de que, sensatamente, é abordado por Miller Jr. (2007), ao referir-se ao grande desafio da modernidade, que é a utilização de forma criativa dos sistemas econômicos e políticos para implementar soluções sejam tecnológicas, científicas, econômicas e sociais. Para tanto é imprescindível alimentar o otimismo da sociedade, o estímulo ao exercício da cidadania e dos processos emancipatórios locais, conforme ressalvas de Leff (2001) e Fischer (2008). Concretamente pode se dizer que este viés da sociedade moderna não é utopia. É preciso que nos remetamos a alguns dados apresentados por cientistas sociais, quando sugerem que é necessário apenas 5% a 10% da população de um país para provocar uma grande mudança social e que há de se creditar também a pequenos grupos este potencial de mudança. Esta realidade pode alicerçar o otimismo e as vocações de muitos.

Acredita-se que um dos diferenciais do processo aqui exposto foi exatamente a associação das potencialidades e realidades locais ao desenvolvimento do capital social e natural, percebidos na dinâmica dos recursos de sustentabilidade. A estratégia utilizada possibilitou o engajamento do grupo social de relativa baixa renda e faixa etária (15 a 23 anos), média escolaridade e essencialmente feminina no processo de reflexão em torno da atividade produtiva da tecelagem manual local e sua conexão (ou não) com os propósitos de um empreendimento coletivo, estruturado a partir da busca de equilíbrio entre os recursos de sustentabilidade. Esta análise poderá apoiar ações futuras do grupo, especialmente pelas possibilidades que a metodologia cria. Esta é muitas vezes uma lacuna que vai desde aos grandes empreendimentos e/ou projetos nas dimensões sociambientais até mesmo às iniciativas em menor escala, a exemplo de em empreendimentos da economia solidária e de pequenos grupos informais. E esta ausência de mecanismos adequados de avaliação e monitoramento pode gerar

problemas, muitas vezes, irreversíveis.

Entendeu-se como adequada a utilização desta metodologia como ferramenta de monitoramento e gestão da sustentabilidade no cenário analisado, especialmente pelas possibilidades de trabalho participativo e que requer um olhar sistêmico e flexível orientado por seis recursos importantes no contexto da sustentabilidade. Isto possibilitou a compreensão da sua dinâmica, peculiar e autônoma. E é também por isso que se recomenda para o contexto local ou em experiências similares a continuidade quanto ao uso da metodologia uma vez que as competências necessitam de constantes revisões em razão das alterações circunstanciais que envolvem os cenários e assim são passíveis de alterações.

Entretanto, entende-se também que a metodologia precisa avançar à medida que ainda não se conseguiu dar dimensões diferentes para os recursos quanto aos níveis, concordando com menções em trabalhos anteriores realizados por Finco e Rezende (2008). Ou seja, será que quando um recurso avança em um nível e outro em dois, sendo os mesmos imbuídos de variáveis de complexidades diferentes, podemos entender que o grupo evoluiu até que ponto na relação de interdependência propostas no modo de vida sustentável? Há assim uma fragilidade metodológica ao se medir esta interação, o que envolveria também uma análise quanto à forma ideal necessária para mudar o formato do hexágono social.

Ainda sim, tem-se na metodologia a evidência de uma dinâmica da atividade produtiva em torno dos recursos de sustentabilidade e assim, numa visão pessimista ou otimista dos cenários, sinalizar caminhos importantes para o desenvolvimento social e ambiental de determinando empreendimento de base socioeconômica. Isto converge para cenários favoráveis quanto à autonomia e empoderamento de grupos sociais, estabelecimento de ligação entre as políticas públicas e as reais necessidades da comunidade atendida, definições quanto a estratégias e mobilidade social, encaminhamentos e responsabilizações socioambientais, benefícios e serviços ambientais dentre outros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHLEY, C.; CARNEY, C. **Sustainable Livelihoods: Lessons from an analysis and various forms of cost-benefit analysis**. 1999.

BARRETO, M. C. **Desenvolvimento local sustentável**. Disponível em < [www.cpa.fap.embrapa.br/desenvolvimento\\_local\\_sustentavel.pdf](http://www.cpa.fap.embrapa.br/desenvolvimento_local_sustentavel.pdf)>. Acesso em 06 janeiro 2010.

BRUNDTLAND, G.H. **Nosso futuro comum: comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getulio Vargas, 1991.

BUARQUE, S. C. **Construindo o desenvolvimento local sustentável: Metodologia de Planejamento**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

CÂMARA, I. G. de. Prefácio. In: **Planejamento Ambiental: caminho para participação popular e gestão ambiental para o nosso futuro comum - uma necessidade, um desafio**. Rio de Janeiro: Thex Editora. Biblioteca Estácio de Sá, 1993.

CAMARGO, A.L.B. **Desenvolvimento sustentável - dimensões e desafios**. Campinas: Papirus, 2003. 160p.

CERQUEIRA, V. **Desenvolvimento Sócio-Ambiental: Novos Paradigmas Aplicados Às Cadeias Produtivas**. Disponível em <<http://www.ensus.com.br/Ensus/desenvolvimento%20socio-ambiental.pdf>>. Acesso em 05 novembro 2009.

CHAMBERS, R.; CONWAY, G. **Sustainable Rural Livelihood: practical concepts for the 21st century**. Discussion. Paper 296: Institute of Development Studies - IDS. 1992.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (Relatório Brundtland). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro, FGV, 1988.

CRUZ, K.; VALENTE, A. L. F. **Produção Familiar, agronegócio e desenvolvimento local sustentável em área remanescente de quilombo - um estudo de caso na**

**Comunidade Kalunga**. Disponível em <<http://www.sober.org.br/palestra/12/120503.pdf>>. Acesso 05 janeiro 2010.

DALY, H. E. **Para el bien común: reorientando la economía hacia la comunidad,, el ambiente y um futuro sostenible**. México: Fondo de Cultura Económica, 1993.

EL SERAFY, S. Contabilidade verde e política econômica. In: CALVACANTI, C. **Meio ambiente Desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. São Paulo: Cortez: Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997.

FINCO, M.; REZENDE, D. **O Carbono Social como instrumento de desenvolvimento local sustentável: Uma Abordagem Teórico-Metodológica**. Disponível em <<http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vien/mesa2/o%20carbono%20social%20com%20instrumento.pdf>>. Acesso em 05 novembro 2009.

FISCHER, R.M. **Empreendedorismo social e desenvolvimento sustentável**. In: Os desafios da formação em gestão social. Palmas-To: Provisão, 2008. 305-328p.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 2 ed. Porto alegre: Bookman, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades 2009**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 03 novembro 2009.

IWANAMOTO, H.M. **Autogestão: origens, tendências e experiências**. In: Economia solidária, cooperativismo popular e autogestão: as experiências de Palmas-TO. Nesol:UFT, 2007. p.233-244.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: Os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2002.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de Pesquisa**. 6 ed. São Paulo:Atlas, 2006.

MILLER, G. T. **Ciência ambiental**. 11<sup>a</sup>

Tradução All Tasks. Revisão Técnica Wellington Braz Carvalho Delliti. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MOTA, J.A. **O valor da natureza: economia e política dos recursos ambientais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

O' CONNOR, M. Ecological-Economic Sustainability. In: FAUCHEUX, S; O' CONNOR, M. **Valuation for Sustainable Development: methods and policy indicators**. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing Limited, 1998.

PRUGH, T. **Natural capital and human economic survival**. Solomons: ISEE, 1995.

PIRES, O.M. A perspectiva do desenvolvimento sustentável. In: **Políticas ambientais no Brasil: análises, instrumentos e experiências**/organizador Paul. E. Little, São Paulo: Peirópolis, Brasília, DF: IIEB, 2003.

REZENDE, D; MERLIN, E. **Carbono Social: Agregando valores ao desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Peirópolis, Brasília, DF: Instituto Ecológica. 2003.

SACHS, I. **Gestão Negociada e contratual da biodiversidade**. Brasília: mimeo, 2000.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Studio Nobel/Fundação do Desenvolvimento Administrativo. 1993.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. São Paulo: Vértice, 1986.

SANTOS, C. K. N dos. **Metodologia do Carbono Social: Manual do Multiplicador**. Instituto Ecológica. Palmas-TO, 2008. Disponível em <[http://www.ecologica.org.br/downloads/publicacoes/mcs\\_1.pdf](http://www.ecologica.org.br/downloads/publicacoes/mcs_1.pdf)>. Acesso em 10 novembro 2009.

SCOONES, I. **Sustainable Rural Livelihoods: A Framework for Analysis**. IDS Working Paper N.72. 1998.

SERVIÇO BRASILEIRO DE PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS (SEBRAE). **Estatística econômica do Tocantins: Município de São**

**Salvador do Tocantins.** Disponível em <: [http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/5F3D495309FAAB528325731D006381BF/\\$File/NT00035E6A.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/5F3D495309FAAB528325731D006381BF/$File/NT00035E6A.pdf).> Acesso em 10 novembro 2009.

SINGER, P. **Desenvolvimento capitalista e desenvolvimento solidário.** Revista Estudos Avançados. v.18 n. 51. São Paulo maio/agosto 2004. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttex&pid=S010340142004000200001&nrm=iso&lng=>](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttex&pid=S010340142004000200001&nrm=iso&lng=>) Acesso em 13.03.2009.

SLOW, R. M. Sustainability: An Economist's Perspective. In: STAVINS, R. N. **Economics of the Environment.** 4 ed. New York: WW Norton & Company, Inc., 2000.

TENORIO, F. G. **Cidadania e Desenvolvimento local.** Rio Grande do Sul: Ed. Unijui, 2007.

VEIGA, J. E. **A emergência socioambiental.** 1. ed. São Paulo: Editora SENAC, 2007. v. 1. 138 p.

WILLERS, E, M; LIMA, J; STADUTO, J.A.R. **Desenvolvimento local, empreendedorismo e capital social: o caso de Terra Roxa no Estado do Paraná.** Interações: Campo Grande. v.9. n.1, jan/jun 2008. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttex&pid=S1518-70122008000100005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttex&pid=S1518-70122008000100005). Acesso em 08.12.2008.

# Caracterização de Sucatas Eletrônicas Provenientes de Baterias Recarregáveis de Íons de Lítio, Telefones Celulares e Monitores de Tubos de Raios Catódicos

## RESUMO

O avanço da tecnologia e o surgimento de novos equipamentos eletrônicos fazem com que a cada ano haja um aumento considerável no descarte destes equipamentos. Este descarte quando realizado de forma incorreta, em aterros ou lixões, provoca a contaminação do solo e das águas, pois os WEEE's são constituídos de vários componentes com alta toxicidade, como metais pesados, solventes orgânicos e compostos geradores de dioxinas e furanos. Visando obter um melhor conhecimento sobre a composição destes equipamentos foi realizada a caracterização de baterias de íons de lítio, telefones celulares e CRT's. Polímeros, metais e vidros foram os principais componentes encontrados nos equipamentos estudados.

PALAVRAS-CHAVE: REE ; reciclagem de baterias e materiais eletrônicos; gestão ambiental.

## ABSTRACT

The advancement of technology and the emergence of new electronics has caused a considerable increase in the disposal of such equipment. The improperly discard in landfills or dumps cause contamination of soil and water. The WEEE's (waste electrical and electronic equipment) consist of several compounds with high toxicity, such as heavy metals, organic solvents and compounds that generate dioxins and furans. In order to obtain a better understanding of the composition of this equipment a characterization of lithium-ion batteries, cell phones and CRT (cathode ray tube) was carried outs. Polymers, metals and glass were the main components found in equipment studied.

KEYWORDS: REE; batteries and electronic materials recycling; environmental management.

## Angela Cristina Kasper

Mestranda em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais - PPGEM - UFRGS  
E-mail: angelakasper@globo.com

## Rodrigo Calçada da Costa

Mestrando em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais - PPGEM - UFRGS

## Pablo Araújo de Andrade

Mestrando em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais - PPGEM - UFRGS

## Hugo Marcelo Veit

Professor Adjunto-Engenharia de Matérias-  
UFRGS

## Andréa Moura Bernardes

Professora Adjunta-Engenharia de Materiais-  
UFRGS

## Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LACOR - Laboratório de Corrosão, Proteção e Reciclagem de Materiais  
Av. Bento Gonçalves, 9500-Setor 4-Prédio 74-  
Campus do Vale-Porto Alegre/RS-CEP:91501-  
970-Fone:(51) 3308-9425

## INTRODUÇÃO

Segundo dados da UNEP (United Nations Environment Programme) a cada ano, são gerados de 20 - 50 milhões de toneladas de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (WEEE - waste electrical and electronic equipment) em todo o mundo. Somente no Brasil, são descartadas cerca de 500 mil toneladas de sucata eletrônica por ano (UNEP, 2005).

As sucatas eletrônicas são formadas por aparelhos eletrônicos como baterias recarregáveis ou não, celulares, placas de circuito impresso (placa mãe, de rede, de modem e de vídeo) presentes em computadores, além de monitores, impressoras, aparelhos de áudio e vídeo portáteis, etc., que chegaram ao final da sua vida útil por falhas no funcionamento ou por obsolescência tecnológica.

No início dos anos 80, um novo segmento no mercado de pilhas e baterias passou a ser estudado: o de baterias portáteis recarregáveis. A partir de então, ano após ano, surge no mercado um novo produto com melhor desempenho e menor custo. Foi assim quando começaram a ser desenvolvidas as baterias de NiCd, seguindo para as baterias de NiMH para, por fim, chegar ao desenvolvimento das baterias de íons de lítio e lítio-polímero.

A partir dos anos 90, as baterias de NiCd e de NiMH foram perdendo espaço no mercado para as baterias de íons de lítio em função de suas características. As baterias de íons de lítio apresentam maior densidade energética, baixíssima taxa de autodescarga, ausência do efeito memória, maior segurança no manuseio e toxicidade reduzida. Além disso, apresentam longos ciclos de vida e são extremamente leves, permitindo que sejam projetadas para terem massa e tamanhos reduzidos (BUSNARDO et al., 2007).

Hoje elas são utilizadas em diversos equipamentos eletrônicos tais como telefones celulares, laptops, marca-passos, mp3 players, brinquedos eletrônicos, câmeras digitais e filmadoras, dominando o segmento das baterias portáteis recarregáveis, com vendas superiores a US\$ 9,66 bilhões anuais. Ademais, além das aplicações anteriores, projeta-se sua

utilização em larga escala em veículos elétricos, menos agressivos ao meio-ambiente, podendo elevar o comércio de baterias ao patamar de US\$ 23 bilhões por ano em 2020 (YASU, 2009).

Outro mercado em franca expansão é o mercado de aparelhos de telefones celulares. Segundo dados da ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) no Brasil existem atualmente mais de 154 de milhões aparelhos celulares em uso, no mundo este número estaria em 4 bilhões de aparelhos (ANATEL, 2009).

Estima-se que o tempo médio para troca de um aparelho celular seja de menos de dois anos, o que significa dizer que dos celulares fabricados anualmente, entre 10 e 20% entram em inatividade a cada ano, ou seja, seriam cerca de 3 mil toneladas de celulares obsoletos a caminho dos lixões e aterros sanitários (MAWAKDIYE, 2007).

Do ponto de vista toxicológico e ambiental os telefones celulares contêm um grande número de substâncias perigosas que podem poluir o ar quando queimados e o solo e a água quando lixiviados e/ou dispostos em aterros. Estas substâncias tóxicas incluem arsênio, chumbo, cádmio, cobre, níquel, entre outras presentes nas placas de circuito impresso (MOST, 2003) e (IPIM, 2003). Tanto o plástico das carcaças, quanto das PCI's são susceptíveis de conter compostos orgânicos de bromo, utilizados como retardadores de chama, além de outros componentes que podem representar ameaça devido a formação de dioxinas e furanos gerados durante a queima sem controle de gases (WU et al, 2008).

Da mesma forma, a evolução dos computadores, a integralização de pessoas em rede diminuindo o espaço físico, a constituição de sistemas inteligentes, telecomunicações por satélite, dentre outras especializações na área de tecnologia da informação, proporcionam maior flexibilidade na atuação pessoal e profissional dos indivíduos. A informática oferece subsídio as demais áreas na aquisição de conhecimento, proporcionando cada vez mais agilidade na execução de tarefas necessárias à vivência do homem. A utilização inconsciente da tecnologia pode gerar várias consequências, sendo uma delas, a poluição eletrônica que, com seus

componentes químicos causa poluição no meio ambiente e danos à saúde (MARTINS, 2008).

Das partes que constituem um computador, a que menos atrai interesse para a reciclagem é o monitor devido a sua grande quantidade de componentes, entre eles substâncias consideradas perigosas como por exemplo o chumbo e o bário (RIBEIRO, 2008). A substituição de monitores CRT por monitores LCD têm provocado um rápido aumento na quantidade de peças descartadas. Segundo estudos da ONU, a geração de lixo eletrônico deve alcançar patamares de até 500 % superiores aos patamares de 2007 em países como a Índia e a China até 2020.

Além da quantidade de resíduos gerados outros fatores que devem ser levados em conta e que tornam a reciclagem uma solução viável e eficaz são a possibilidade de inibir a contaminação do meio ambiente com substâncias perigosas contidas nas sucatas (metais pesados) e a possibilidade de recuperação de metais de interesse econômico como cobre, estanho, prata e ouro (PETRANIKOVA, 2009).

Este trabalho teve por finalidade caracterizar as sucatas eletrônicas provenientes de baterias de íons de lítio, aparelhos de telefones celulares e monitores de tubos de raios catódicos a fim de verificar os materiais presentes nestes resíduos, obtendo assim um maior conhecimento dos WEEE's (waste electrical and electronic equipment).

## EXPERIMENTAL

### Caracterização dos eletrodos das baterias de íons de lítio

Para caracterizar os componentes presentes nas baterias de íons de lítio, as baterias esgotadas de íons de lítio selecionadas foram abertas manualmente e tiveram seus componentes separados, classificados e devidamente pesados. A abertura e a separação dos componentes foram realizadas conforme técnicas já descritas (DORELLA & MANSUR, 2005; MANTUANO et al., 2006).

Para a caracterização dos materiais do cátodo e do ânodo, foram realizadas



análises qualitativas através da difração de raios-X (PHILIPS), num intervalo de  $5^\circ < 2\theta < 100^\circ$ , a fim de identificar seus constituintes.

#### Caracterização da fração polimérica dos aparelhos de telefones celulares

Os aparelhos de telefones celulares utilizados neste trabalho foram coletados em lojas de assistência técnica e, previamente,

separados por marcas e modelos. Depois foram desmontados manualmente e separados em unidades básicas, para posterior caracterização e estudo a fim de verificar a melhor maneira de serem recuperadas. Inicialmente foi realizada a caracterização das unidades que continham materiais poliméricos (carcaças externas e placas de circuito impresso).

No trabalho com as carcaças

poliméricas o primeiro passo foi separar os aparelhos que traziam de fábrica a identificação do tipo de material (Figura 1), conforme os símbolos padronizados (NBR 13230), dos que não possuíam identificação alguma. Nos casos em que o tipo de polímero não vinha especificado, depois de trituradas as amostras foram separadas por diferença de densidade utilizando etanol e cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>).

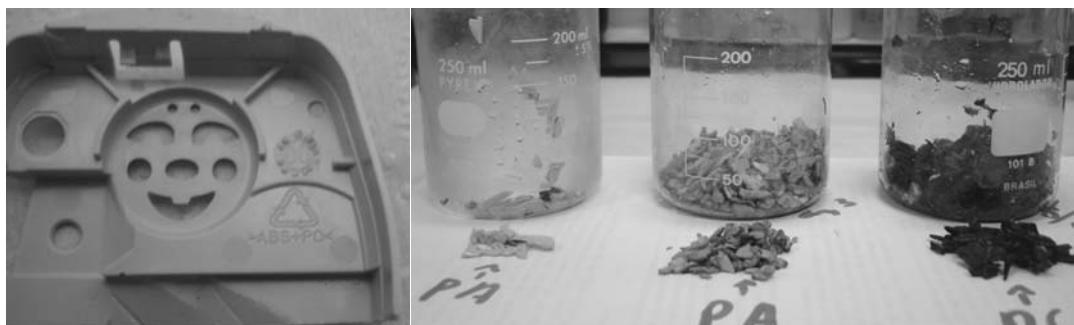


Figura 1 - Métodos de Identificação e separação das carcaças

Foram utilizados ainda para caracterizar as carcaças dos aparelhos de telefone celulares os ensaios de DSC (Calorimetria Exploratória Diferencial), utilizando o equipamento TA Instruments modelo DSC P20, e o ensaio de TGA (análise termogravimétrica), utilizando o equipamento TA Instruments modelo TGA 2050.

A identificação da fração polimérica das Placas de Circuito Impresso foi realizada por espectroscopia no infravermelho (FTIR), utilizando o espectrômetro marca Perkin Elmer modelo Spectrom 1000.

#### Caracterização de Monitores de Tubos de Raios Catódicos (CRT)

Para a caracterização dos monitores, os mesmos foram desmontados manualmente e tiveram seus componentes separados e pesados individualmente. O grande foco inicial deste trabalho está na caracterização do tubo de raios (CRT) para posterior análise de viabilidade de rotas para sua reciclagem em circuito aberto (aproveitamento dos materiais de outra forma que não seja monitor novamente).

Para caracterização do CRT foi utilizada espectrometria de Fluorescência de Raios X, equipamento Axios Advanced da

marca PANalytical.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Baterias recarregáveis de íons de lítio

#### Caracterização através da abertura manual

Após a abertura das baterias (4 modelos diferentes), os componentes foram separados e classificados como: carcaça externa, blindagem metálica, conectores, polímeros, eletrodo positivo (pó e folha de alumínio), eletrodo negativo (pó e folha de cobre) e eletrólito, como pode se visto na figura 2.



Figura 2 - Componentes externos e internos que constituem as baterias de íons de lítio

Foi considerado carcaça externa a proteção plástica (modelo 4) e os adesivos (modelos 1, 2 e 3) que protegem a blindagem metálica e as extremidades plásticas das baterias. As fitas adesivas presentes no interior das baterias, coladas nos eletrodos, foram chamadas de polímeros. Como conectores, foram consideradas as PCI's, recobertas pelas extremidades plásticas das baterias, e os filetes metálicos transportadores de carga, que ligam o interior das baterias às PCI's.

Durante a serragem e separação dos componentes internos, foi possível observar a volatilização de parte do eletrólito. Após removida a blindagem metálica, o cátodo foi submetido a uma raspagem para a separação do pó (material ativo) do seu coletor de carga (folha de alumínio). Da mesma forma, o ânodo teve seu pó separado do seu coletor

de carga (folha de cobre).

Feita a separação de todos os componentes, eles foram colocados em estufa a 80°C durante 24 horas para a eliminação dos componentes voláteis que constituem o eletrólito. Em seguida, fez-se a pesagem de todos os componentes como mostra a Tabela 2.

Os resultados obtidos na Tabela 1 mostram que a massa dos eletrodos varia de 52% m/m para o modelo 4 até 61% m/m das baterias esgotadas de íons de lítio para o modelo 3. Para todas as baterias é possível separar facilmente cada um dos constituintes que formam os eletrodos. A carcaça externa é encontrada apenas em um dos modelos de baterias estudado (Modelo 4) e representa 10,8% m/m da bateria, ratificando BUSNARDO et al. (2007). Os outros modelos de baterias (1, 2 e 3) estudados apresentam

apenas um adesivo e extremidades poliméricas como revestimento externo, que representam, em média, 5% m/m. A substituição das carcaças externas por adesivos confere proteção semelhante à blindagem metálica contra corrosão e reduz custos, uma vez que o consumo de material para sua produção torna-se menor. Além disso, essa substituição reduz o volume da bateria, o que permite que novos designs de celulares, menores e mais leves, sejam desenvolvidos. O valor encontrado para a carcaça plástica do modelo 4 é menor que o valor citado em outros trabalhos. Em compensação, a carcaça metálica apresenta valores maiores que os apresentados em estudos anteriores (BUSNARDO et al., 2007; DEWULF et al., 2009), variando de 15 - 18% m/m das baterias.

Tabela 1 - Componentes presentes nas baterias de íons de lítio

Modelo	%(m/m)			
	Bateria 1	Bateria 2	Bateria 3	Bateria 4
Case Externo	5,28	4,23	4,84	10,84
Case Metálico	16,40	15,93	18,78	15,33
Conectores	3,09	7,29	2,98	4,55
Polímeros	0,58	0,66	0,66	1,19
Separador	2,73	2,88	3,83	3,26
Anodo	Mat. Ativo	17,41	15,05	20,41
	Cu	6,57	8,24	8,25
Cátodo	Mat. Ativo	32,61	29,31	28,84
	Al	3,79	3,64	3,64
Perdas	11,54	12,77	7,78	12,04

A fração mássica correspondente ao material ativo das baterias (ânodo, cátodo e eletrólito) varia de 65% a 72%. As folhas de cobre e alumínio, que possuem alto grau de pureza e são facilmente separadas dos outros componentes por processos mecânicos, representam, em média, 7,3% m/m e 3,6% m/m das baterias, respectivamente. O material ativo do cátodo, que contém lítio e cobalto, representa, em média, 30% da massa total da bateria e o pó do ânodo, 18%. Os separadores, por sua vez, compõem 3,2% m/m em média. Os valores encontrados para a

massa ativa do ânodo, composta por carbono, massa ativa do cátodo, folhas de cobre e de alumínio e blindagem metálica também estão dentro da faixa de valores relatados (BUSNARDO et al., 2007; SHIN et al., 2005; SHIN et al., 2005; LEE & RHEE, 2003; XU et al., 2008; DEWULF et al., 2009, PAULINO et al., 2008). No processo de separação dos componentes, foi observada uma perda de 12%, em média, com exceção do modelo 3, que apresentou perda de 7% m/m. A grande perda ocasionada nesse processo se deve, principalmente à volatilização do eletrólito, composto por

solventes orgânicos, gases resultantes das reações internas e aditivos (estabilizadores e retardantes de chama), como é explicado por VAN SHALKWIJK & SCROSATI, 2002.

#### Caracterização dos eletrodos por análises qualitativas

Os resultados para as análises de XRD são mostrados nas Figuras 3 e Figura 4. Conforme a Figura 3, todas as baterias são compostas pelo mesmo material ativo. Apesar de haver várias opções para a fabricação dos cátodos dessas baterias

(LiNiO<sub>2</sub>, LiNi<sub>1-x</sub>CoxO<sub>2</sub>, LiFePO<sub>4</sub>, LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) todas elas apresentaram como material ativo o LiCoO<sub>2</sub>.

Já no difratograma do ânodo, mostrado na Figura 4, percebe-se a predominância de carbono em sua composição, ratificando estudos anteriores (DORELLA & MANSUR, 2005; LEE & RHEE, 2002 - 2003; XU et al., 2008; DEWULF et al., 2009). Outros picos, no entanto, também foram encontrados. Dentre eles, pode-se citar um pico de LiCoO<sub>2</sub>, resultado da contaminação do ânodo pelo material ativo do eletrodo positivo. Essa contaminação está

presente em todos os modelos estudados, mas fica mais evidente na bateria 3 cujo pico é mais saliente. Os picos referentes ao LiF são resultado das reações que envolvem o sal de lítio no interior das baterias (KAWAMURA et al., 2006; ZHANG, 2006). Esse sal sofre, primeiramente, redução nos primeiros ciclos de carga e descarga de uma bateria. Posteriormente, os produtos dessa redução reagem com os solventes orgânicos e com água para a formação de LiF.

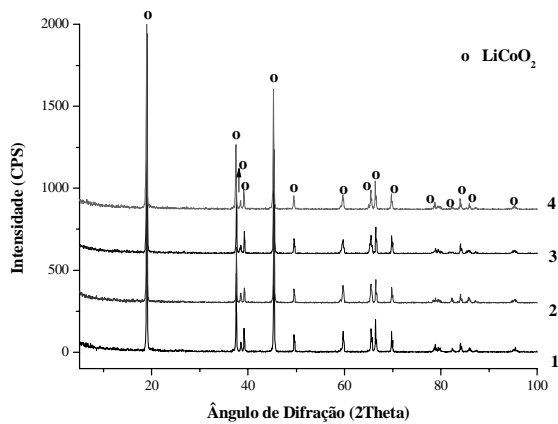


Figura 3 - Difratograma dos eletrodos positivos das baterias de íons de lítio

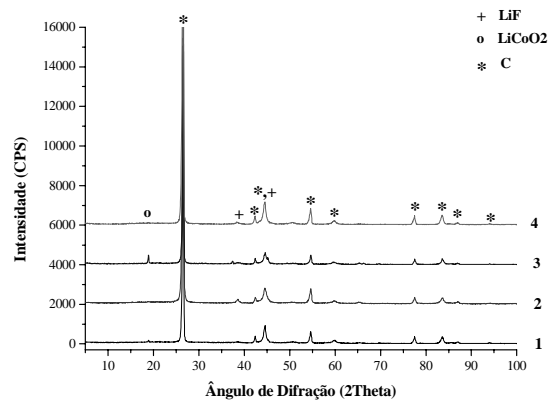


Figura 4 - Difratograma dos eletrodos negativos das baterias de íons de lítio

#### Aparelhos de Telefones Celulares

Depois da desmontagem as unidades básicas foram pesadas para que se pudesse calcular os percentuais de cada unidade. Como unidades básicas foram consideradas a carcaça polimérica, a Placa de Circuito Impresso e outros acessórios (parafusos, antenas, etc).

#### Caracterização das Carcaças Poliméricas

Através da inspeção visual das carcaças poliméricas foi possível verificar que a grande maioria das mesmas eram constituídas por um mistura de PC + ABS (Policarbonato + Acrilonitrila Butadieno Estireno), que são materiais facilmente recicláveis. Enquanto que algumas não possuíam símbolo de identificação do material e que foram identificadas e separadas por diferença de densidade, eram constituídas por PA (Poliamida) ou PA+ fibra de vidro.

Conforme observado no ensaio de DSC (Figura 5) a Tg (temperatura de transição

vítrea) da Blenda de >PC+ABS< ficou em torno de 135°C, portanto, uma temperatura intermediária entre a Tg do PC (Policarbonato) que é de 149°C, e a do ABS

(Acrilonitrila Butadieno Estireno) que é de 100°C. A observação de uma única Tg demonstra alto grau de homogeneidade da mistura.

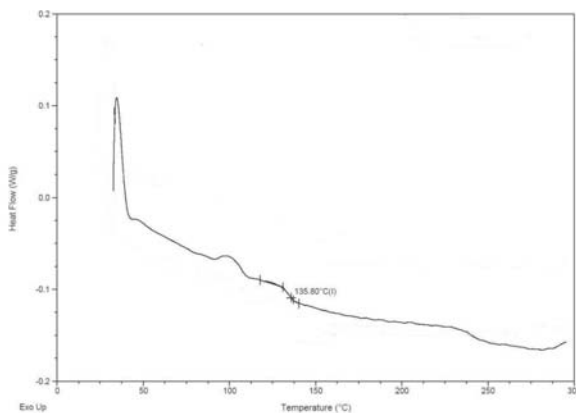


Figura 5 - Curva de DSC

Analisando a curva obtida no ensaio de TGA (Figura 6) foi possível observar que na temperatura de 250°C começa a degradação do polímero e que na temperatura de 435°C ocorre uma perda elevada de massa. Pode-se observar ainda um residual de aproximadamente 7%, que deve estar relacionado à adição de carga mineral ao polímero.

A partir dos ensaios de DSC e TGA foi possível obter a faixa de temperatura na qual é possível a extrusão e/ou injeção das carcaças poliméricas (PC/ABS), permitindo a reciclagem destes

materiais, uma vez que a temperatura de processamento do PC puro é de 250-300°C, enquanto que o ABS puro fica entre 167-260°C.

Desta forma, o reprocessamento deve ocorrer em um intervalo de temperatura em que o Policarbonato pode ser processado, sem que haja degradação do ABS. Assim, foi determinado que a temperatura de processamento do material deve ficar em torno de 200-230°C.

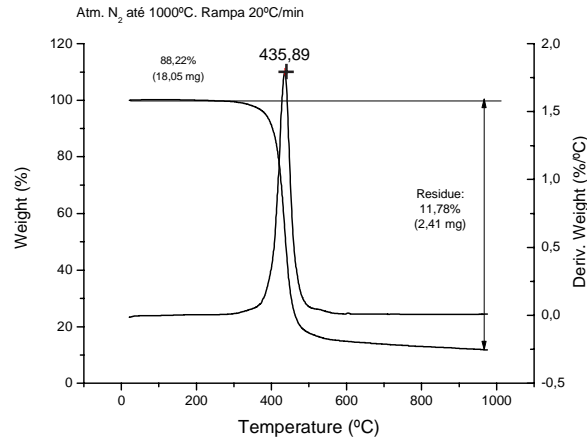


Figura 6 - Curvas de TGA

#### Caracterização da Fração Polimérica das PCI's

A caracterização do material polimérico presente nas Placas de Circuito Impresso foi realizada através de ensaios de espectroscopia de infravermelho.

Pelos resultados destes ensaios foi possível verificar, através da observação dos picos característicos em 870, 950 e 1250 cm<sup>-1</sup>

(Figura 7) que a base das PCI's é constituída por Epóxi. Já os componentes que envolvem os circuitos eletrônicos são de Poliéster, conforme evidenciado pela observação dos picos característicos em 1101, 1245 e 1715 cm<sup>-1</sup> (Figura 8).

Como as resinas Epóxi e Poliéster são materiais termofixos e, portanto não podem ser recicladas, a alternativa seria utilizar este material como carga na reciclagem das carcaças.

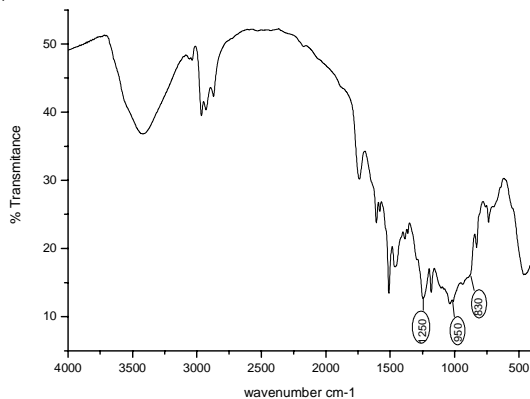


Figura 7: Espectro de infravermelho da base das PCI's

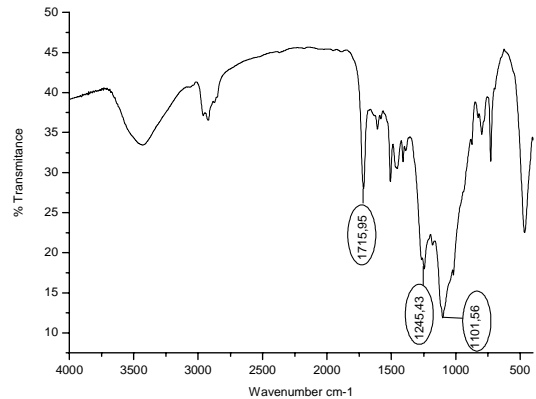


Figura 8 - Espectro de infravermelho dos componentes das PCI's

## Monitores de Tubos de Raios Catódicos (CRT)

Após a desmontagem manual, os

componentes foram separados e classificados da seguinte forma: Carcaça externa polimérica, placas de circuito impresso, tubo de raios catódicos e fios/componentes

menores (Figura 9). A tabela 2 mostra a massa do monitor completo e de cada um dos principais componentes do mesmo.

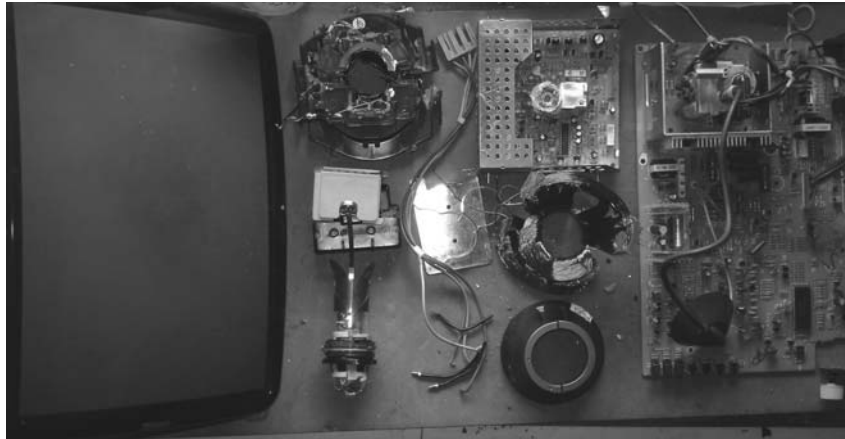


Figura 9 - Componentes encontrados nos monitores CRT

Tabela 2 - Massa dos principais componentes de um monitor

Componente	Massa (Kg)	%
<b>Monitor completo</b>	12,00	100,00
<b>Carcaça externa polimérica</b>	2,40	20,00
<b>Placas de circuito impresso</b>	0,95	8,00
<b>Tubo de raios catódicos</b>	7,10	59,00
<b>Fios/componentes menores</b>	1,55	13,00

## Tubos de Raios Catódicos

Como pôde ser visto na tabela acima, praticamente sessenta por cento da massa de um monitor de computador está no tubo de raios catódicos, deste noventa por cento do seu peso é constituído por vidro, logo o vidro do CRT terá um destaque especial nesta etapa.

As principais propriedades exigidas para vidros de CRT são absorção de raios-X, resistividade elétrica e uma expansão térmica adequada para as peças de vidro, metal e vedação. Alta transmissão de luz também é importante para o vidro do painel para exibir imagens claras. Além disso, é essencial que a transmissão luminosa não seja deteriorada

pelos feixes de elétrons ou raios-X. Diferentes tipos de vidros para cada parte tubo de raios catódicos são usadas de acordo com suas especificações técnicas (ANDREOLA, 2006):

1. Tela do painel (a parte da frente): Óxido de Bário muito homogêneo e óxido de estrôncio estão presentes neste vidro cujo peso é cerca de dois terço de todo CRT;
2. Funil (a parte escondida dentro do aparelho de TV): um vidro de chumbo, cujo peso é de cerca de um terço de todo o CRT;
3. Pescoço: um vidro com um teor de chumbo muito alto envolvendo o canhão de elétrons;
4. Fritas (junção entre o painel e o funil): um vidro de chumbo de baixa

temperatura de fusão.

Segundo MENAD (1998), cada monitor de CRT e TV contém entre 0,6 Kg e 1,0 kg de chumbo, sob a forma de óxido de chumbo. Ele é usado como blindagem de radiação e para estabilizar o vidro.

Muitos outros metais estão presentes nos pigmentos usados na camada de material fluorescente interna à tela do tubo. A parte interna da tela, o funil e o pescoço contém SiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O e PbO como principais compostos, e SrO, BaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO e como menores (MENAD, 1998). Outros compostos como ZrO<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> e TiO<sub>2</sub> estão presentes em quantidades traço como pode ser visto na tabela 3.



Tabela 3 - Composição química de um CRT por espectrometria de fluorescência de raios X.

Óxido	Amostra		
	Painel (wt%)	Funil (wt%)	Pescoço (wt%)
<b>SiO<sub>2</sub></b>	66,50	59,30	56,20
<b>PbO</b>	0,03	19,60	22,10
<b>K<sub>2</sub>O</b>	6,65	6,98	6,69
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	7,38	5,78	5,55
<b>CaO</b>	1,57	3,40	3,28
<b>BaO</b>	6,25	nd	0,17
<b>SrO</b>	6,79	0,06	0,08
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	1,79	1,77	1,79
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,38	0,83	1,39
<b>ZrO<sub>2</sub></b>	1,49	0,03	0,02
<b>Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub></b>	0,01	0,01	0,02
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,42	0,03	0,15

## CONCLUSÕES

De acordo com a classificação e pesagem dos diversos componentes das baterias de íons de lítio, os eletrodos e o eletrólito, que representam a massa ativa das baterias, somam mais de 50% da sua massa total. Esse material, com exceção do eletrólito, pode ser facilmente recuperado e encaminhado para a reciclagem, assim como alguns componentes externos (carcaça polimérica e blindagem metálica). O separador, que serve como suporte para o eletrólito, pode ser reciclado juntamente com a carcaça plástica, aumentando a quantidade de material passível de reciclagem para, aproximadamente, 80% da massa total das baterias.

Da caracterização dos eletrodos, foi possível observar que os eletrodos das baterias são compostos por lítio e cobalto (cátodo) e carbono (ânodo). O lítio e cobalto, principais componentes das baterias de íons de lítio, estão presentes na forma de um óxido (LiCoO<sub>2</sub>) e constituem cerca de 30% do peso total das baterias de íons de lítio. As análises do eletrodo negativo mostraram que ele é constituído basicamente por carbono. O cobre e o alumínio, juntos, somam cerca de 10% em relação à massa total das baterias.

A partir das análises realizadas nas carcaças dos telefones celulares foi possível verificar que todas eram compostas por polímeros termoplásticos, sendo a maioria composta por blendas de PC/ABS, ou, seja passíveis de serem recicladas. Já a fração polimérica das placas de circuito impresso (PCI's) é composta Poliéster, passível de reciclagem, e por Epóxi, polímero termofixo não reciclável, que poderiam ser utilizados como cargas na reciclagem dos polímeros das carcaças dos celulares.

Monitores de computador e televisores que contenham tubos de raios catódicos são realmente equipamentos que, devido principalmente a presença de chumbo, têm a sua reciclagem dificultada. Porém com tecnologias de ponta e com leis que incentivem a reciclagem destes aparelhos é possível ser realizada a reciclagem em circuito aberto dos tubos de raios catódicos, sendo possível o reaproveitamento dos vidros para fabricação desde fibras de vidro, fabricação de cristais, até a utilização como vitrificante para fabricação de cerâmicos entre outras aplicações. As partes poliméricas e metálicas dos monitores são mais facilmente reaproveitadas, já sendo conhecidas as tecnologias necessárias para este

reaproveitamento.

A criação de um método eficaz de reciclagem de tubos de raios catódicos torna-se fundamental para contribuição com o meio-ambiente, evitando que metais prejudiciais, como chumbo, cádmio e estrôncio venham a ser dispostos na natureza prejudicando o solo onde os mesmos venham a ser depositados, rios, e lençóis freáticos.

A partir da caracterização das baterias de íons de lítio, telefones celulares e de monitores (CRT) pôde-se perceber que a maior parte dos componentes presentes nestes equipamentos correspondem a polímeros, vidro e a metais. A reutilização desses materiais, além de gerar economia para as indústrias através da redução dos custos de produção a partir de materiais recicláveis, preserva o meio ambiente, impedindo que essa classe de resíduos seja enviada para aterros sanitários e provoque contaminação do solo e da água.

## Agradecimentos

*Os autores gostariam de agradecer a  
CAPES CNPq FAPERGS*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 13230: Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - Identificação e simbologia. Rio de Janeiro, 2008.

ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações). **Citação de referências e documentos eletrônicos**. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/Portal>. Acesso em: Abril de 2009.

ANDREOLA, F.; BARBIERI, L.; CORRADI, A.; LANCELLOTTI, T. **CRT glass state of the art. A case study: Recycling in ceramic glazes**, Journal of the European Ceramic Society 27 ano 2007. p 1623-1629.

BUSNARDO, N. G.; PAULINO, J. F.; AFONSO, J. C. Recuperação de Cobalto e de Lítio de baterias íon-lítio usadas. **Química Nova**, Rio de Janeiro, v.30, n.4, 995-1000, 2007.

DEWULF, J.; VAN DER VORST, G.; DENTURCK, K.; VAN LANGENHOVE, H.; GHYOOT, W.; TYTGAT, J.; VANDEPUTTE, K. Recycling rechargeable lithium ion batteries: Critical analysis of natural resource savings, **Resources, Conservation and Recycling**, v.54, n.4, 229-234, 2010.

DORELLA, G.; MANSUR, M.B. J. A study of the separation of cobalt from spent Li-ion battery residues. **Journal of Power Sources**, Belo Horizonte, v.170, n.1, 210-215, 2007.

ENGINEERED MATERIALS HANDBOOK - Engineering Plastics Handbook: ASM Publication, 1983, Vol 2.

GUO, J.; GUO, J.; CAO, B.; TANG, Y.; XU, Z. Manufacturing process of reproduction plate by nonmetallic materials reclaimed from pulverized printed circuit boards. **Journal of Hazardous Materials**. 163. 1019 - 1025. 2009.

IPIM, Environmentally sound management: used mobile phones. International Precious

Metals Institute, **IPMI**, July 14, 2003.

KAWAMURA, T.; OKADA, S.; YAMAKI, J.; Decomposition reaction of LiPF<sub>6</sub>-based electrolytes for lithium ion cells. **Journal of Power Sources**, Kasuga, v.156, n.2, 547-554, 2006.

LEE, K. L.; RHEE, K. I. Preparation of LiCoO<sub>2</sub> from spent lithium-ion batteries. **Journal of Power Sources**, Daejeon, v.109, n.1, 17-21, 2002.

LEE, K.L.; RHEE, K. I. J. Reductive leaching of cathodic active materials from lithium ion battery wastes. **Hydrometallurgy**, Daejeon, v.68, n.1-3, 5-10, 2003.

MANTUANO, D.P.; DORELLA, G.; ELIAS, R.C.A.; MANSUR, M.B. Analysis of a hydrometallurgical route to recover base metals from spent rechargeable batteries by liquid-liquid extraction with Cyanex 272. **Journal of Power Sources**, Belo Horizonte, v.159, n.2, 510-518, 2006.

MARTINS, Juliana, **A Sociedade da informação e o desafio da sucata eletrônica**, Revista de Ciências Exatas e Tecnologia, Vol VI, Nº3, ano 2008. P 157-170.

MAWAKDIYE, Alberto (2007) Meio Ambiente - Poluição eletrônica. **Revista da Indústria**, 129 (7), p. 50-53, jun. 2007.

MENAD, N. **Cathode ray tube recycling**, Resources, Conservation and Recycling 26 ano 1999. p 143-154.

MOST, E., Calling all cell phones: Collection, reuse and recycling programs in de US, **Inform inc.**, 2003.

PAULINO, J. F.; BUSNARDO, N. G.; AFONSO, J. C. Recovery of valuable elements from spent Li-batteries. **Journal of Hazardous Materials**, Rio de Janeiro, v.150, n.3, 843-849, 2008.

PETRANIKOVA, M.; ORAC, D.; MISKUFOVA, A.; HAVLIK, T.. Hydrometallurgical Treatment of

Printed Circuit Boards from used Computers after Pyrolytic Treatment. **Anais: European metallurgical Conference**, 2009.

RIBEIRO, A. Matheus. **Perigo do Lixo Tecnológico**, Jornal diário da Manhã, 19 maio 2008.

SHIN, S.M.; KIM, N.H.; SOHN, J.S.; YANG, D.H.; YOUNG, H.K. Development of a metal recovery process from Li-ion battery wastes. **Hydrometallurgy**, Taejeon, v.79, n.3-4, 172-181, 2005.

UNEP, **Citação de referências e documentos eletrônicos**. E-waste, the hidden side of IT equipment's manufacturing and use E-waste, the hidden side of IT equipment's manufacturing and use, Environment Alert Bulletin, <http://www.grid.unep.ch/product/publication/EABs.php>, 2005

WU, B. Y.; CHAN, Y. C.; MIDDENDORF, A.; GU, X.; ZHONG, H.W. Assesment of toxicity potential of metallic elements in discarded electronics: A case study of mobile phones in China. **Journal of Environmental Science**. 1403 -1408. 2008.

XU, J.; THOMAS, H. R.; FRANCIS, R. W.; LUM, K. R.; WANG, J.; LIANG, B. A review of processes and technologies for the recycling of lithium-ion secondary batteries. **Journal of Power Sources**, v.177, n.2, 512 - 527, 2008. YASU, M.; Businessweek. Sanyo Wins First Lithium-Ion Car Battery Customers. Disponível em [http://www.businessweek.com/globalbiz/content/dec2009/gb2009122\\_165889.htm](http://www.businessweek.com/globalbiz/content/dec2009/gb2009122_165889.htm). Acesso em 09 fev. 2010.

ZHANG, S. S., A review on electrolyte additives for lithium-ion batteries. **Journal of Power Sources**, v.162, n.2, 1379-1394, 2006.

# Simultaneous Removal of Various Pesticides from Contaminated HDPE Packaging by Radiation Processing: Electron Beam and Gamma Radiation Comparison

## ABSTRACT

Radiation processing is widely used for medical product sterilization and polymeric materials irradiation. Moreover the use of irradiation is becoming a common treatment for many others applications, including wastewater, flue gases, and solid waste materials. In order to evaluate the efficiency of radiation processing on removal of pesticides contamination, high-density polyethylene (HDPE) packaging were irradiated using Radiation Dynamics Electron Beam Accelerator with 1.5MeV energy and 37 kW power, and a Cobalt-60 gamma irradiator, Gammacell type, at the rate 3.5 kGy/h. The chemical analyses of the pesticides were accomplished using a Gas Chromatography associated with the Mass Spectrometry - GCMS from Shimadzu, Model QP 5000. With 25 kGy absorbed dose, a total removal of methomyl, dimethoate, carbofuran, and methyldathion, and more than 80% removal of triazine, thiophos, and atrazyme were reached. Lower removal rates were obtained for endosulfan (54%), chlorpyrifos (69%), thiazophos (79%), and trifluralin (74%).

KEYWORDS: Packaging wastes, pesticides, radiation processing.

## Celina Lopes Duarte

Farmacêutica-Bioquímica, Doutora em Tecnologia Nuclear- Aplicações pelo IPEN/USP.

Pesquisadora do Centro de Tecnologia das Radiações do IPEN

E-mail: [clduarte@ipen.br](mailto:clduarte@ipen.br)

## Manoel Nunes Mori

Químico. Mestre em Tecnologia Nuclear - Aplicações pelo IPEN/USP.

Pesquisador do Centro de Tecnologia das Radiações do IPEN

## Hiroshi Oikawa

Químico. Mestre em Tecnologia Nuclear - Aplicações pelo IPEN/USP.

Pesquisador do Centro de Tecnologia das Radiações do IPEN

## Nuclear and Energy Research Institute, IPEN - CNEN/SP

Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 - Cidade Universitária - CEP: 05508-000 - São Paulo - SP - Brasil

## INTRODUCTION

As a consequence of pesticides use in agriculture, the human population is constantly exposed to numerous chemical species present in the environment. The Brazilian agriculture activities have consumed about 288,000 tons of pesticides per year conditioned in about 107,000,000 packaging with a weight of approximately 23,000 tons. The discharge of empty plastic packaging of pesticides can be an environmental concern, causing problems to the human health, to animals and plants if done without inspection and monitoring [6]. Since the uncontrolled burying and burning of the waste is no longer allowed, the only two options remaining is to dispose or to recycle the packaging, in ways that protect the environment and human health.

Brazilian Federal law attributes the disposal responsibility of the pesticide plastic packaging to the industry. This fact led the segments to mobilize and create the National Institute of Processing of Empty Packaging - inpEV, with the objective of coordinating this operation [6]. The pesticides packaging are received in a central place and are separated in two blocks, contaminated and non-contaminated. The contaminated packaging material is incinerated and non-contaminated is recycled.

Radiation processing is widely used for medical product sterilization and polymeric materials irradiation. Moreover the use of irradiation is becoming a common treatment for many others applications, including wastewater, flue gases, and solid waste materials. For radiation processing, accelerators are available, supplying electron beams in the energy range up to 10MeV, as well as, radionuclide sources Co-60, which emit 1.17/1.33MeV gamma rays. Electron beams are characterized by limited penetration and the entire energy of high-energy electrons is deposited in relatively thin layers of material. In the case of gamma rays, the radiation is able to penetrate deeper into the materials but the dose rates are a few orders of magnitude lower in comparison to electron beam. [5]

The reactive species generated by the interaction of ionizing radiation with

water (OH radicals, e-aq, and H) have been successfully applied for organic pollutants removal in environmental samples and industrial effluents [2,3,4]. Various research groups in the world have studied the degradation of pesticides in different matrices. [1,7,8,9]. The study of pesticide chlorpyrifos and ametryne removal using ionizing radiation were evaluated and published elsewhere [3,10].

The main objective of this paper is to study the efficiency of ionizing radiation on the pesticides removal from commercial polymeric packaging of high-density polyethylene COEX type, used in agriculture; in order to substitute the very expensive incineration process, by the recycle.

## EXPERIMENTAL

### Sampling

A mixture of contaminated pesticides packaging prepared for incineration process was obtained in bags of approximately 30 Kg, from the National Institute of Processing of Empty Packaging - inpEV. The samples, without triple rinsing, were cut in small pieces, weighted in portions of 50 g and placed in plastic bags, in two situations dried and with 200 mL of water.

### Radiation Processing

The gamma irradiation was carried out at room temperature using a Cobalt-60 gamma irradiator, gammacell type, at dose rate 3.5 kGy/h, and "Perspex" dosimeter was employed to determine the absorbed dose of the system. The electron beam irradiation was carried out with 1.5 MeV of electrons energy, provided by the IPEN's Electron Beam Facility (Dynamitron type from Radiation Dynamics Inc., USA). The irradiation parameters were 4.0 mm sample width, 112cm (94.1%) scan and 6.72 m/min conveyor stream velocity. All the irradiations were performed in a batch system and the delivered irradiation absorbed doses were 15 kGy, 25 kGy, 50 kGy, and 100 kGy. The samples were irradiated in triplicate, and 60 results were obtained in this way.

### Chemical Analysis

After irradiation the polymeric material was separated from water and was transferred to glass vessel, and the pesticides were extracted with 50 mL of hexane/dichloromethane 1:1 solvent, using an ultrasonic system per 30 min. The pesticides concentration, before and after radiation processing, was determined by gas chromatography with FID detector Shimadzu, model GC-FID 17-A, and their characterization were made by gas chromatography in association with mass spectrometry, Shimadzu, model GC-MS QP-5000 using the following conditions:

- Helium gas carrier,
- DB5 fused capillary columns with low polar bonded phase,
- Mass detector operation in electron impact mode (EI), using 1.50 kV of ionizing voltage and temperature 250oC,
- Interface temperature 240oC and continuous operation mode (SCAN).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Chemical Analysis

Through the gas chromatography in association with mass spectrometry, the identification of the main pesticides present in the samples was completed (Fig. 1). The pesticides with higher concentration were atrazine, followed by methylparathion and thirfluralin. The other pesticides presented similar concentrations. Naphthalene, nitrophenol and benzenedicarboxylic acid are not pesticides, but solvents normally used in commercial formulations. The main characteristics of these pesticides are showed in Table 1.

### Gamma irradiation

The presence of water was fundamental in the efficiency of this process as using gamma or electron beam irradiation. The pesticides removals in different absorbed doses are presented in Figure 4 (gamma radiation without and with water). The removal, using 25 kGy of absorbed dose, was more than 80% for the pesticides triazine, methylparathion and

atrazine. The lower removal rates for the same absorbed dose (25 kGy) were obtained for endosulfan (54%), chlorpyrifos (69%), triazophos (79%) and trifluraline (74%). Although these removals were lower than the others it can be considered efficient, because these lower removal rates were due to the higher concentration of these pesticides in relation to the others (Fig. 2).

#### Electron Beam Irradiation

As expected, the presence of water was also fundamental in the electron beam

processing (Fig. 4). The removal rates were lower than gamma irradiation, but the difference was not so significant. Using 25 kGy of absorbed dose, the removal was more than 80% for Dimethoate, chlorpyrifos, Carbofuran and more than 60% of Endosulfan, Triasophos, Methomyl, and Methylparathion. The lower removal rate for the same absorbed dose (25 kGy) was for Endosulfan, Atrazine, and Triazine.

The water samples used in this process were separated from the packaging mixture after irradiation and analyzed by gas chromatography. Pesticide contamination of water was expected, but no residue of

pesticides in the water was detected, even after repeated extraction with organic solvents.

In terms of efficiency, both radiation sources showed equivalency, and the main differences are of a practical point of view. In the case of gamma radiation it is necessary to use containers for the irradiation of large volumes at the same time. However the irradiation time of a gamma facility is at least several hours, while in the case of electron beam accelerator, due to high throughput efficiency, a mobile system can be used.

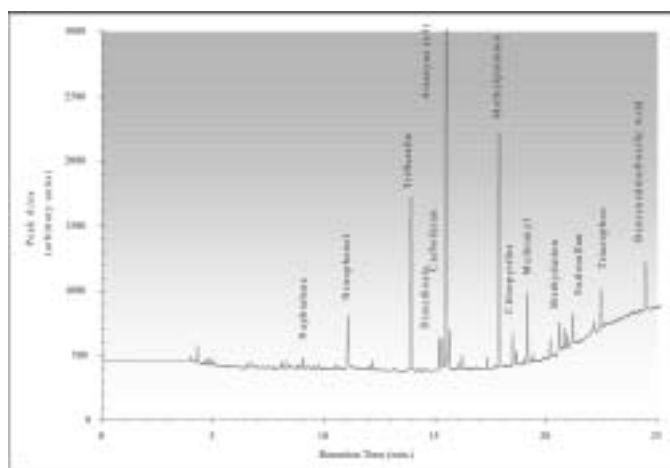


Figure 1 - Gas chromatogram showing the main pesticides present in the studied polymeric packaging mixture

Table 1 - Characterization of the main pesticides identified in the polymeric packaging mixture (8)

Commercial Name	Chemical Name	Action Type
Atrazine	2-chloro-4-(2-propylamino)-6-ethylamino-s-triazine	Herbicide- Triazine
Carbofuran	7-Benzofuranol, 2,3-dihydro-2,2-dimethyl-methylcarbamate	Insecticide, acaricide Benzofuran Methylcarbamate
Chlorpyrifos	O,O-Diethyl-O-(3,5,6-trichloro-2-pyridyl) phosphorothioate	Insecticide, acaricide Organophos phorate
Dimethoate	O,O-dimethyl S-methylcarbamoylmethyl phosphorodithioate	Insecticide, acaricide Organophos phorate
Endosulfan	hexachlorohexahydromethano-2-3-4-benzodioxathienpin-3-oxide	Insecticide, acaricide Chlorociclo diene
Methomyl	S-methyl-N-(methylcarbamoyloxy)-thioacetimidate	Insecticide, acaricide Oxyme Methylcarba mate
Methydatihion	S-2,3-dihydro-5-methoxy-2-oxo-1,3,4-thiadiazol-3-ylmethyl O,O-dimethylphosphorodithioate	Insecticide, acaricide Organophos phorate
Methylparatio	O,O-dimethyl-O-0-nitrophenyl phosphorodioate O,O-Diethyl O-(1-phenyl-1H-1,2,4-triazol-3-yl)	Insecticide, acaricide Organophos phorate
Triazophos	phosphorothioate	Insecticide, acaricide Organophos phorate
Trifluralin	Benzenamina, 2,6-dinitro-N,N-dipropyl-4-(trifluoromethyl)-	Herbicide Dinitroaniline



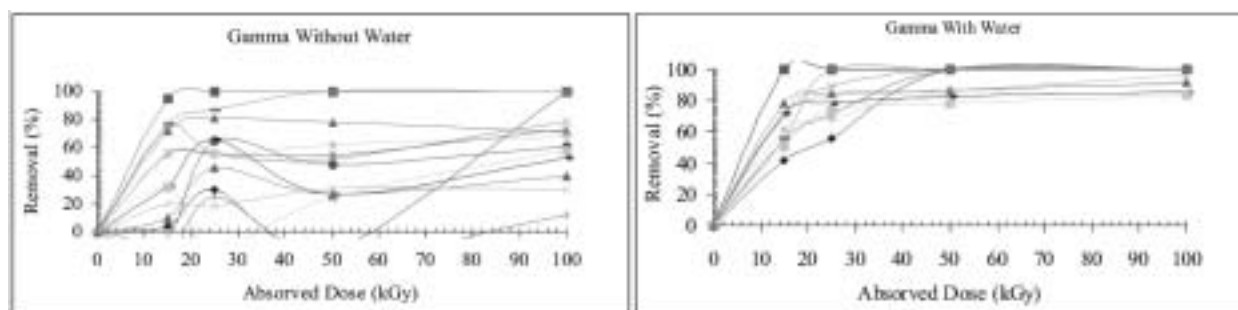


Figure 2 - Pesticides removal in packaging with and without water, in different absorbed doses, using electron beam accelerator and gamma rays.

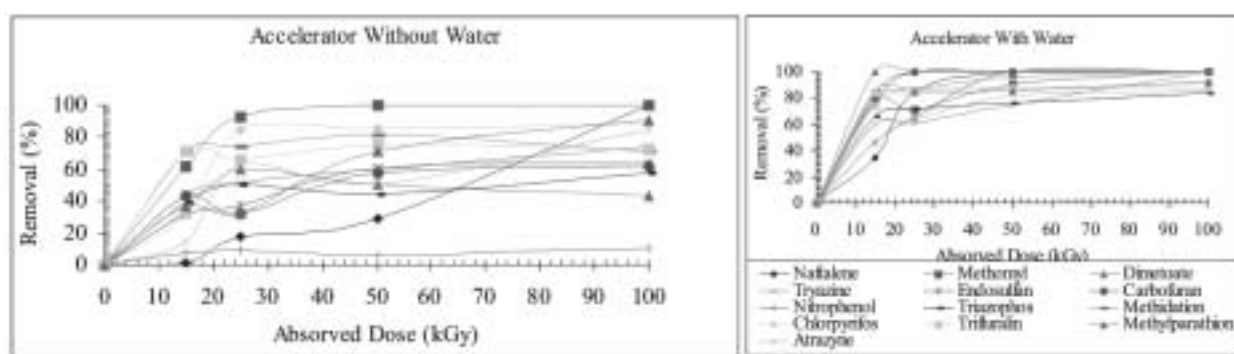


Figure 3 - Pesticides removal in packaging with and without water, in different absorbed doses, using electron beam accelerator and gamma rays.

## CONCLUSION

Ionizing radiation was efficient on removal of pesticides and other solvents from the polymeric packaging, but the presence of water during the irradiation processing showed to be fundamental. The pesticide removal yields using electron beam accelerator were similar to gamma rays. Some minimal variations were not important for practical purposes and in the global efficiency. With 50 kGy of absorbed dose more than 60% of pesticides were removed by using gamma rays and also by using electron beam accelerator.

When a new technology is proposed for commercial use, some factors such as applicability and practicality have to be considered. The initial idea was to irradiate the polymeric packaging material

without destruction. However, grinding them before irradiation easily optimizes the process, because in this case a conveyor in the electron beam facility can be used which presents high throughput efficiency. Treatment using radiation processing in polymeric packaging materials can be advantageous in comparison with the incineration method that is a very expensive process and doesn't allow for recycling of the high density polyethylene (HDPE).

## ACKNOWLEDGMENTS

*The authors gratefully acknowledge the financial support of the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, (project 03/05631-7).*

## REFERENCES

- BACHMAN, S.; GIESZCZYNSKA, J. Effect of gamma irradiation on pesticide residue in food products. In: IAEA Ed. "Agrochemicals: Fate in Food and the Environment". Vienna, International Atomic Energy Agency, p. 313-315 (1982).
- DUARTE, C. L.; OIKAWA, H.; MORI, M. N.; SAMPA, M. H. O. Present status of environmental application of electron beam accelerator in Brazil. In: IAEA ed. International Symposium On Utilization Of Accelerators, Vienna, International Energy Agency, p. 1-8 (2006).
- DUARTE, C.L.; ANDRADE, D.C.; OIKAWA, H. MORI, M.N. Decontamination of ametryne HDPE packaging using electron-beam

- accelerator. *Radiation Physics and Chemistry*, 78, 725-728 (2009).
- GETOFF, N.; SOLAR, S. Radiation induced decomposition of chlorinated phenols in water. *Radiation Physics and Chemistry*, 31, 121-130 (1988).
- Haji-SAEID, M.; SAMPA, M.H.O.; CHMIELEWSKI, A.G. Radiation treatment for sterilization of packaging materials. *Radiation Physics and Chemistry*, 76, 1535-1541 (2007).
- INPEV - INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. Destinação final de embalagens vazias de produtos fitossanitários. Disponível em: <http://www.inpev.gov.br>. March, 2008.
- KUBESH, K.; ZONA, R.; SOLAR, S.; GEHRINGER, P. Degradation of catechol by ionizing radiation, ozone and the combined process ozone-electron-beam. *Radiation Physics and Chemistry*, 72, 447-453 (2005).
- Hajslová, J. Pesticides. In: MOFFAT, C.F.; WHITTLE, K.J. Eds. *Environmental Contamination in Food*. London, Academic Press, 1999, p.215-272.
- LUCHINI, L. C.; PERES, T. B.; REZENDE, M. O. O. Degradation of the Insecticide Parathion in Methanol by Gamma-irradiation. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 241, 191-194 (1999).
- MORI, M. N.; SAMPA, M. H. O.; DUARTE, C. L. Study of the degradation of chlorpyrifos by ionizing radiation. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 270 (1), 99-102 (2006).

# Diagnóstico dos resíduos sólidos e seleção de oportunidades de produção mais limpa na indústria calçadista

## RESUMO

O presente trabalho relata o diagnóstico da geração de resíduos sólidos do processo produtivo de uma indústria calçadista no ano de 2007, além das oportunidades de minimização dos resíduos, utilizando a metodologia do CNTL - Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Os resíduos de couro, de classe I, são gerados em maior quantidade absoluta e relativa à produção por par de calçado seguido do forro sintético, da couraça, da espuma de palmilha e de materiais auxiliares como esponjas, creme de acabamento, adesivos termoplásticos e à base de solvente, além dos panos de limpeza. A implantação de algumas das oportunidades identificadas promoveu a minimização dos resíduos, aumento na eficiência do consumo de matéria-prima e melhoria nas atividades produtivas, traduzindo-se em ganhos ambientais e econômicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Prevenção da poluição, produção mais limpa, gestão ambiental, indicadores ambientais, indústria de calçados.

## ABSTRACT

The present work shows the diagnostic elaborated for the solid waste generation in a shoe industry in the year of 2007, besides the opportunities for minimization of solid waste. This work followed the methodology of the National Center for Clean Technologies (CNTL). Leather wastes that are classified as a Class I waste, according to NBR 10007, presented the biggest absolute and relative quantity per pair of shoe followed by synthetic linings, toe caps, insole's foam, sponges, finishing cream, solvent adhesives and thermoplastic adhesives, besides cleaning cloths. The implementation of some of the identified opportunities promoted waste reduction, an increase of raw material consumption efficiency and also improvement of production operations which yielded environmental and economical profits.

**KEYWORDS:** Pollution prevention, cleaner production, environmental management, environmental indicators, shoe industry.

## Denise Maria Lenz

Engenheira química, doutora em Ciências pela Université Paris VII e em Ciência dos materiais UFRGS/RS, professora adjunta do curso de Química e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Energia, Ambiente e Materiais da ULBRA/RS  
E-mail: denise.lenz@pq.cnpq.br

## Alex Rafael Acker

Bacharel em Química, mestre em Engenharia pela Universidade Luterana do Brasil ULBRA/RS, químico da Acker Assessoria Ambiental

## Universidade Luterana do Brasil

Programa de Pós-graduação em Engenharia: Energia, Ambiente e Materiais (PPGEAM)  
Av. Farroupilha, 8001 - Prédio 14 - Sala 215  
Canoas - RS - CEP 92.425-900  
Fone: 3477-9285 Fax: 3477-1313

## INTRODUÇÃO

A sociedade vem a cada dia buscando uma maior qualidade de vida. As necessidades de satisfação e bem estar fazem com que a produção industrial tenda a crescer. No entanto, com a competitividade industrial, muitas vezes, abre-se uma lacuna no quesito sustentabilidade. A falta de planejamento, de estruturação da atividade industrial, agrícola ou de quaisquer outras áreas pode impactar negativamente no meio ambiente. Esse impacto altera a qualidade de vida da população, através do desconforto causado por ruídos, contaminação do ar, do solo e das águas, além da depredação das matas e a exploração indiscriminada de recursos minerais (FURTADO e FURTADO, 1998).

A Organização das Nações Unidas, através da UNIDO/UNEP (United Nations Industrial Development Organization / United Nations Environment Program), vem desenvolvendo, desde a década de 90, técnicas e filosofias de produtividade com redução de impactos ambientais, as chamadas "Técnicas de Produção Mais Limpa" ou, abreviadamente, PML ou ainda P+L. Essas técnicas prevêm a garantia de produtividade, buscando a realização do menor impacto ambiental possível, através de uma metodologia de coleta e avaliação de dados operacionais, implantação de melhorias e monitoramento contínuo dos resultados, envolvendo principalmente a mudança de filosofia da empresa, tornando a mudança permanente e eficaz. A proposta da P+L é de substituir a filosofia de tratamento "end of pipe" (fim de tubo) e introduzir a filosofia da prevenção, redução ou eliminação da fonte geradora de resíduos, além da melhoria contínua de processos, produtos e serviços. Assim, a reciclagem não pode ser considerada como P+L, pois está relacionada diretamente às tecnologias de fim de tubo.

Uma atividade industrial muito presente no estado do Rio Grande do Sul é a produção de couro e calçados, sendo considerada como a atividade mais impactante, ou seja, com a maior geração de resíduos totais e per capita das atividades industriais desta unidade federativa (FEPAM, 2002). As empresas de calçados têm se adaptado a realidades de

mercado diferentes, onde a variação da política cambial nacional possui capacidade de manter aberta ou fechar indústrias de todos os portes. Outro problema enfrentado por estas empresas são as variáveis ambientais que, além de elemento legal e ético, têm seu fundo financeiro atrelado à continuidade da atividade industrial dessas empresas. Conforme Andres (2001), as atividades industriais têm visões diversas sobre o tema ambiental, mas tem, como motivador principal para mudanças em sua conduta ambiental, a ação de agentes fiscalizadores externos. Porém, é possível destacar empresas que se beneficiam direta ou indiretamente a partir de suas ações ambientais, tornando-se mais competitivas, idôneas ambientalmente e até com uma postura de marketing voltado aos produtos e serviços menos lesivos ao meio ambiente.

O presente trabalho realizou um diagnóstico dos resíduos sólidos de uma indústria de calçados situada em Sapiranga (RS) visando a implantação de oportunidades de PmaisL, através da metodologia sugerida pelo Conselho Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) do SENAI/RS, sede da UNIDO/UNEP no Brasil. Em sua sede matriz, para a produção de 704.043 pares de calçados no ano de 2006, a empresa gerou um total aproximado de 485 m<sup>3</sup> de resíduos constituídos principalmente de couro, tecidos, papel e papelão não recicláveis, além de solados de SBR (copolímero estireno butadieno) ou PU (poliuretano), esponjas de PU ou látex, não havendo um programa de controle da geração destes resíduos. Fazia-se necessário, portanto, um estudo mais aprofundado de modo a obter uma análise confiável da geração de resíduos, além da implantação de medidas que reduzissem esta geração.

## METODOLOGIA

O presente trabalho realizou um estudo de campo que teve como base as diretrizes estabelecidas pelo Guia de implementação de programas de Produção mais Limpa do CNTL (2003), realizando adaptações conforme a realidade da empresa. Esta metodologia é composta de várias etapas as quais visam facilitar o processo de coleta e organização dos dados

necessários para o desenvolvimento do diagnóstico operacional com vistas à implantação das oportunidades de PmaisL. Estas etapas são constituídas basicamente das seguintes atividades executadas sequencialmente:

1. sensibilização dos funcionários e da alta diretoria da empresa com formação de um ECOTIME cujo objetivo é auxiliar na condução do programa de P+L. Neste sentido, cursos de capacitação de funcionários foram ministrados para promover o entendimento do conceito de P+L e da metodologia a ser empregada.

2. elaboração de diagnóstico ambiental prévio através da elaboração de fluxograma qualitativo do processo produtivo, o qual, neste trabalho, teve como foco principal as matérias-primas efetivas como as entradas do processo produtivo, desconsiderando insumos como água e energia elétrica, e os resíduos sólidos como saídas, desconsiderando efluentes líquidos e gasosos.

3. estabelecimento de indicadores ambientais seguido da elaboração de diagnóstico quantitativo das matérias-primas e dos resíduos do processo produtivo. Os indicadores ambientais são ferramentas de relevância indiscutível, pois ajudam a compreender a situação atual (onde se está), qual o caminho a ser seguido (como chegar) e qual a distância a ser percorrida para atingir a meta estabelecida (onde se deseja chegar).

4. identificação das causas da geração dos resíduos sólidos e das oportunidades de P+L técnica e economicamente viáveis de serem implantadas.

Todo Programa de P+L ao ser implantado deve prever um plano de monitoramento e continuidade tendo em vista que o conceito de P+L prevê melhorias contínuas do processo produtivo. Esta atividade, no entanto, não é apresentada no presente trabalho.

A indústria, objeto deste estudo, é do ramo calçadista, maior gerador de empregos do Estado do Rio Grande do Sul (ABICALÇADOS, 2007). O processo produtivo da indústria de calçados inicia-se ao adicionar-se o material pré-fabricado (cabedais de couro ou sintéticos, os forros e enchimentos, os solados e as palmilhas) à linha de produção

propriamente dita, conforme o Centro Tecnológico de Couro, Sapatos e afins (1994). A Figura 1 mostra um fluxograma simplificado do processo produtivo de uma indústria de calçados.

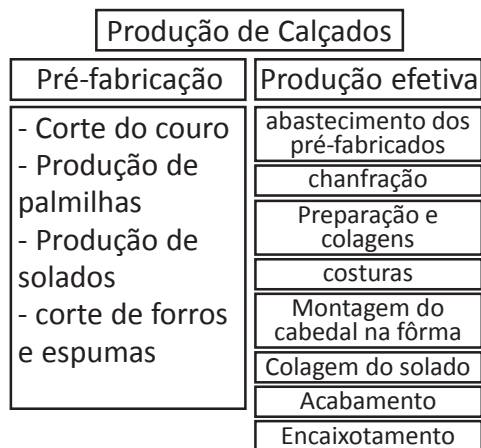


Figura 1 - Fluxograma simplificado da produção de calçados

A indústria em estudo possui uma produção mensal de cerca de 50.000 pares de calçado produzidos em três fábricas:

- Fábrica 1 - Fábrica de botas

- Fábrica 2 - Fábrica de sandálias
- Fábrica 3 - Fábrica de sapatos

Conforme Gil (2002), para esta produção mensal, a amplitude da amostra deve ser de 8.333 pares de sapatos para uma margem de erro de aproximadamente 1%. Assim, o período de levantamento da geração de resíduos sólidos compreendeu 10 dias de produção, ocorrendo, neste período, a produção da quantidade desejada para amostragem dos pares de calçados em cada fábrica. Durante a execução deste levantamento, o ECOTIME foi mobilizado de modo a orientar os funcionários do processo produtivo a segregar os resíduos sólidos gerados, acondicionando-os em recipientes adequados dispostos em locais estratégicos do setor produtivo. Posteriormente, todas as matérias-primas e os resíduos sólidos foram devidamente pesados em balança previamente calibrada.

Após o diagnóstico, a geração de cada resíduo foi avaliada através de análise comparativa dos indicadores ambientais estabelecidos pelo ECOTIME. Também, os resíduos foram classificados conforme a norma NBR ABNT 10004 de 2004.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diagnóstico dos resíduos sólidos da produção de calçados

Após estudo do processo produtivo e identificação dos resíduos sólidos gerados em cada etapa do processo produtivo do calçado, conforme Figura 2, o ECOTIME definiu então os seguintes indicadores ambientais:

- Quantidade de resíduos absoluta, a qual demonstra o desempenho após um determinado período de tempo. É um indicador comparativo medido em kg,
- Quantidade de resíduos relativa à produção medida em kg/par de calçado e
- Eficiência de consumo de matérias-primas. É uma medida percentual que compara o resíduo gerado com a quantidade de determinado material abastecido. O cálculo de eficiência foi estabelecido pelo ECOTIME como a relação entre a diferença da massa de matéria-prima abastecida e da massa de resíduos gerados e descartados, divididos pela massa da matéria-prima.

Recebimento Matérias-Primas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais: linhas, couros, tecidos, sintéticos, linhas, panos, estopas, produtos químicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resíduos: embalagens plásticas, de papelão, metálicas, paletes, estrados, fitas e cordões de embalagens</li> </ul>
Pré-fabricado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais: couro, couro sintético, espumas, tecidos, borrachas para solado</li> <li>• Insumos: navalhas, cepos de balancin, embalagens plásticas, atilhos, energia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtos: cortes dos cabedais, forrações, reforços, solados, todos embalados</li> <li>• Resíduos: aparas das matérias primas, sucata das navalhas, sucatas plásticas dos cepos de balancin</li> </ul>
Abastecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais: pré-fabricados, couraças, contrafortes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resíduos: embalagens plásticas, atilhos</li> </ul>
Chanfração	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais: cabedais de couro, forros sintéticos, couraças e contrafortes</li> <li>• Insumos: energia elétrica, navalhas e óleos lubrificantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtos: cabedais chanfrados aderidos com a couraça e contraforte</li> <li>• Resíduos: aparas de couro, e de outros materiais chanfrados, navalhas com defeito, embalagem de óleo</li> </ul>
Preparação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais: cabedais chanfrados, forros, fitas adevivas, espumas</li> <li>• Insumos: energia elétrica, pincel, adesivo, esponja, estopas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtos: cabedais aderidos no forro e reforços</li> <li>• Resíduos: pincéis, embalagens de adesivo, esponja, estopas</li> </ul>
Costura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais: cabedais aderidos no forro e reforços</li> <li>• Insumos: energia elétrica, navalhas, linhas, agulhas e óleo lubrificante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtos: cabedais costurados</li> <li>• Resíduos: aparas de couro e de outros materiais refilados, navalhas, embalagem de óleo, agulhas, linhas, fitas</li> </ul>
Montagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais: cabedais costurados, palmilha de montagem</li> <li>• Insumos: energia elétrica, adesivo termofusível, fôrma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtos: cabedal montado na forma com a palmilha</li> <li>• Resíduos: restos de adesivo termofusível</li> </ul>
Asperação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais: cabedal montado na forma com a palmilha</li> <li>• Insumos: energia elétrica, lixas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtos: cabedal asperado</li> <li>• Resíduos: lixas, poeira de couro, de sintético e de papelão</li> </ul>
Colagem do solado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais: cabedal montado na forma com a palmilha, já asperado, solado</li> <li>• Insumos: energia elétrica, adesivo base água, esponja, tecido, pote para aplicação, papelão de proteção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtos: cabedal unido ao solado e desenformado</li> <li>• Resíduos: esponjas e panos sujos de cola, adesivo perdido, papelão, pote</li> </ul>
Pregar salto e colar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais: cabedal unido ao solado e desenformado, palmilha</li> <li>• Insumos: energia elétrica, pregos e parafusos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtos: sapato semi-acabado</li> <li>• Resíduos: metais e sintéticos</li> </ul>
Acabamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais: sapato semi-acabado, caixa de papelão, papel de seda</li> <li>• Insumos: tintas, antiks, escovas, esponjas e tecidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtos: sapato pronto</li> <li>• Resíduos: tecidos e esponjas contaminados e embalagens de papel, potes de tintas e restos de tintas</li> </ul>

Figura 2 - Fluxograma qualitativo intermediário das Entradas: matéria-prima e insumos e Saídas: produtos e resíduos.



A Tabela 1 apresenta os resíduos (fábrica 1), fábrica de sandálias (fábrica 2) e levantamento de dados (10 dias). gerados nos setores de corte, costura e fábrica de sapatos fechados (fábrica 3) durante o período estabelecido para o levantamento de dados (10 dias). montagem das três fábricas: fábrica de botas

Tabela 1 - Quantidade absoluta de resíduos de todos os setores das fábricas 1, 2 e 3 gerados no período de 10 dias.

Tipo do resíduo	Indicador absoluto: Quantidade de Resíduos (kg)			
	Fábrica 1	Fábrica 2	Fábrica 3	Total do resíduo
Couro	568,0	581,8	359,7	1509,5
Forro Sintético	208,4	51,9	80,6	340,9
Panos de limpeza	34,8	20,9	40,2	95,9
Couraça	46,3	0,0	39,2	85,5
Espuma palmilha	27,7	8,5	39,7	75,9
Adesivo (Base Solvente)	48,4	11,5	3,5	63,4
Reforço simples	22,1	4,0	29,5	55,6
Aveso	29,3	0,1	25,4	54,8
Palmilhas internas	30,0	3,9	7,5	41,4
Malha reforço	22,3	-	0,2	22,5
Armação	16,8	1,8	0,2	18,8
Adesivo (Base água)	3,8	11,0	1,7	16,5
Poeira de lixa	6,2	0,5	9,3	16,0
Adesivo Hot Melt	4,5	-	11,3	15,8
Creme de acabamento	5,0	0,4	5,0	10,4
Fitas adesivas	0,3	5,6	1,4	7,3
Enchimento	5,3	-	-	5,3
Esponjas	1,5	1,0	1,8	4,3
Linhas	0,8	0,3	0,0	1,1
Parafusos	0,8	-	0,0	0,8
Solventes de limpeza	0,8	-	-	0,8
Elástico	0,3	0,0	0,0	0,3
Zíper	0,3	0,0	0,0	0,3
Pregos	0,2	-	0,0	0,2
<b>TOTAIS</b>	<b>1.083,9</b>	<b>703,2</b>	<b>656,2</b>	<b>2.443,3</b>

É visível, através da Tabela 1, que o couro é o material de maior geração de resíduos em quantidade absoluta seguido do forro sintético, dos panos de limpeza e das couraças. O ranking dos resíduos mais gerados nas três fábricas encontra-se na

Figura 3 em quantidades absolutas. De acordo com esta graduação, os resíduos com maior porcentagem de geração são: aparas de couro, aparas de forro sintético, panos de limpeza contaminados, aparas de couraça, espumas de palmilhas, sobras de adesivos à

base de solvente orgânico, sobras de reforços simples, sobras de palmilhas internas, sobras de reforços simples e sobras de adesivos à base de água.

Fábrica 1	Fábrica 2	Fábrica 3	Geral
•Couro (52,4%)	•Couro (82,7%)	•Couro (54,8%)	•Couro (61,8%)
•Forro sintético (19,2%)	•Forro sintético (7,4%)	•Forro sintético (12,3%)	•Forro sintético (14,0%)
•Adesivo B. Solvente (4,5%)	•Panos de Limpeza (3,0%)	•Panos de Limpeza (6,1%)	•Panos de Limpeza (3,9%)
•Couraças (4,3%)	•Adesivo B. Solvente (1,6%)	•Espuma Palmilha (6,0%)	•Couraças (3,5%)
•Panos de Limpeza (3,2%)	•Adesivo B. Água (1,6%)	•Couraças (6,0%)	•Espuma Palmilha (3,1%)
•Palmilhas internas (2,8%)	•Espuma Palmilha (1,2%)	•Reforço simples (4,5%)	•Adesivo B. Solvente (2,8%)
			•Reforço simples (0,9%)

Figura 3 - Porcentagem em peso dos seis resíduos mais gerados por fábrica e no geral da empresa.

No entanto, a quantidade relativa de resíduos em quantidades totais na empresa, isto é, somando-se as fábricas 1, 2 e 3 em termos de produção e de geração de resíduos são apresentados na Tabela 2. Observa-se que os cinco maiores resíduos gerados por 100 pares de calçado são: aparas de couro, forro sintético, panos de limpeza, aparas de couraça e espumas de palmilha, de modo similar ao indicado pelo indicador absoluto anterior. O somatório dessas quantidades representa mais de 86% dos resíduos gerados nas linhas de produção.

O indicador relativo é mais relevante, visto que, no momento em que a produção aumenta, a tendência da geração de resíduos é aumentar em termos absolutos. Porém, com o estabelecimento de controles mais específicos sobre a produção e a geração de resíduos, a tendência é que a proporção

de resíduos por unidade produzida seja menor. Em outros termos, se num ano fosse produzido a quantidade de 500.000 pares de calçados com a geração de 500 toneladas de resíduos, haveria uma proporção de 1 kg de

resíduo por par de calçado. Em contrapartida, se a produção aumentar para 750.000 pares anuais e a geração de resíduos for de 700 toneladas ao ano, a proporção ficaria menor que 1 kg por par de calçado.

Tabela 2 - Quantidade relativa de resíduos geral da produção da empresa

Tipo do resíduo	Produção total de 29.076 pares	
	Resíduo (kg)	Indicador Relativo (kg/100 pares)
Couro	1509,5	5,192
Forro Sintético	340,9	1,172
Panos de limpeza	95,9	0,330
Couraça	85,5	0,294
Espuma palmilha	75,9	0,261
Adesivo (Base Solvente)	63,4	0,218
Reforço simples	55,6	0,191
Avesso	54,8	0,188
Palmilhas internas	41,4	0,142
Malha reforço	22,5	0,077
Armação	18,8	0,065
Adesivo (Base água)	16,5	0,057
Poeira de lixa	16,0	0,055
Adesivo Hot Melt	15,8	0,054
Creme acabamento	10,4	0,036
Fitas adesivas	7,3	0,025
Enchimento	5,3	0,018
Esponjas	4,3	0,015
Linhas	1,1	0,004
Parafusos	0,8	0,003
Solventes de limpeza	0,8	0,003
Elástico	0,3	0,001
Zipper	0,3	0,001
Pregos	0,2	0,001
<b>TOTAIS</b>	<b>2.443,3</b>	<b>8,403</b>

Outro indicador relativo definido pelo ECOTIME foi a eficiência de consumo de matérias-primas. A eficiência no consumo de matérias-primas tem relação direta com o tipo de material utilizado e a qualificação da mão-de-obra aplicada no processo. É uma medição percentual que compara o resíduo gerado com a quantidade de um determinado material abastecido.

Conforme a Tabela 3, na classificação geral, as menores eficiências de consumo de matéria-prima estão nos insumos como solventes, panos de limpeza e esponjas de aplicação de produtos químicos. As matérias-primas propriamente ditas, tais como couro, forros, reforços, espumas estão em nível intermediário de eficiência. Couro, forros sintéticos e couraças, apesar de serem os produtos com maior quantidade absoluta de resíduos, não são os materiais que apresentam as maiores perdas no processo. Os materiais auxiliares como pregos, linhas, fitas adesivas e parafusos são os que têm maior aproveitamento, acima de 90% do que é abastecido é utilizado no calçado.

Tabela 3 - Apresentação do indicador absoluto comparado ao indicador relativo de eficiência no consumo de matérias-primas.

Resíduos	Abastecimento (kg)				Indicador absoluto: Resíduo Total (kg)	Indicador relativo: eficiência de matéria-prima (%)
	Fábrica 1	Fábrica 2	Fábrica 3	Total (kg)		
Solventes de limpeza	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	0,0
Panos de limpeza	34,8	24,3	40,2	99,3	95,9	3,4
Esponjas	4,5	1,6	2,8	8,9	4,3	51,7
Creme acab.	8,8	5,8	12,0	26,6	10,4	60,9
Couraça	143,7	0,0	92,2	235,9	85,5	63,8
Adesivo Hot Melt	12,1	0,0	32,9	45,0	15,8	64,9
Couro	2.369,3	850,1	1.196,4	4.415,8	1.509,5	65,8
Forro Sintético	606,7	144,6	255,5	1.006,8	340,9	66,1
Palmilhas internas	101,8	14,4	26,5	142,7	41,4	71,0
Enchimento	20,1	0,0	0,0	20,1	5,3	73,6
Reforço simples	67,3	19,2	141,4	227,9	55,6	75,6
Espuma palmilha	84,2	113,0	129,1	326,3	75,9	76,7
Avesso	147,5	17,2	90,8	255,5	54,8	78,6
Adesivo (B. Solv)	90,4	86,3	119,2	295,9	63,4	78,6
Malha reforço	109,6	0,0	3,0	112,6	22,5	80,0
Armação	116,1	5,1	1,5	122,7	18,8	84,7
Fitas adesivas	24,5	30,1	32,5	87,1	7,3	91,6
Adesivo (B. água)	89,2	81,3	91,0	261,5	16,5	93,7
Parafusos	2,0	15,1	19,4	36,5	0,8	97,8
Elástico	16,2	0,0	1,5	17,7	0,3	98,3
Linhas	27,7	23,4	28,7	79,8	1,1	98,6
Zipper	42,0	0,0	0,0	42,0	0,3	99,3
Pregos	2,0	43,9	42,5	88,4	0,2	99,8
Poeira de lixa	-	-	-	-	16,0	-
<b>TOTAIS</b>	<b>4.121,3</b>	<b>1.475,4</b>	<b>2.359,1</b>	<b>7.955,8</b>	<b>2.443,3</b>	<b>69,3</b>

Nas três fábricas, o resíduo de menor aproveitamento foi oriundo dos panos de limpeza. O couro é o segundo maior desperdício na fábrica 2, enquanto que, nas fábricas 1 e 3, este material se apresenta em posições intermediárias. Pode-se observar que materiais de apoio como solventes, panos e esponjas apresentam percentual de descarte maior do que a matéria-prima, pois, como sua função é de aplicar algum componente ao calçado, após sua saturação, o mesmo é rejeitado. Apesar das pequenas

quantidades absolutas desses materiais, eles são impregnados com produtos químicos e podem gerar contaminações de outros subprodutos, aumentando a quantidade de resíduos classe I, perigosos. A maior quantidade de resíduo classe I, perigoso, é de aparas de couro, seguido de panos contaminados, sobras de produtos químicos (cremes e adesivos) e seus sistemas de aplicação no calçado. Já os resíduos de classe IIA são liderados, em termos de quantidade, pelos forros sintéticos e outros componentes.

Geração das oportunidades de PmaisL

As ações de PmaisL priorizaram os resíduos que apresentaram as maiores quantidades absolutas, as maiores quantidades relativas e as menores eficiências no consumo de matérias-primas, além dos resíduos perigosos, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Resíduos sólidos da indústria calçadista que foram priorizados nas ações de PmaisL.

<b>Resíduos Sólidos</b>	<b>Justificativa para priorização</b>	<b>Classificação (ABNT NBR 10.004)</b>
<b>Couro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande geração absoluta</li> <li>• Grande geração relativa</li> </ul>	Classe I
<b>Forro Sintético</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande geração absoluta</li> <li>• Grande geração relativa</li> </ul>	Classe IIA
<b>Panos de limpeza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande geração relativa</li> <li>• Baixa eficiência no consumo</li> </ul>	Classe I
<b>Esponjas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande geração relativa</li> <li>• Baixa eficiência no consumo</li> </ul>	Classe I
<b>Creme de acabamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande geração relativa</li> </ul>	Classe I
<b>Couraças</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande geração relativa</li> <li>• Baixa eficiência no consumo</li> </ul>	Classe IIA
<b>Espuma de palmilha</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande geração relativa</li> </ul>	Classe IIA
<b>Adesivo base solvente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande geração relativa</li> </ul>	Classe I
<b>Outros componentes gerados no corte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande geração absoluta</li> <li>• Grande geração relativa</li> <li>• Baixa eficiência no consumo</li> </ul>	Classe IIA
<b>Adesivo termoplástico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixa eficiência no consumo</li> </ul>	Classe IIA

O couro é o resíduo gerado em maior quantidade absoluta e em maior quantidade relativa. Além disto, o resíduo de couro pertence à classe I e é a matéria-prima de maior valor agregado no calçado e de pequena uniformidade em termos de qualidade. Os defeitos encontrados na pele fazem a qualificação da mesma. Estes defeitos reduzem a área útil do couro o que contribuiu para a geração do resíduo. Como medida

direta, a opção para PmaisL no couro é a aquisição de um produto de qualificação melhor o qual irá gerar menor quantidade de resíduo devido ao melhor aproveitamento das peles compradas. Outra oportunidade de PmaisL para o couro está relacionada com seu corte. Este processo envolve a destreza e profissionalismo do cortador. A sua acuidade visual é extremamente importante para que possa distinguir diferenças de cores e

defeitos, além de garantir um excelente posicionamento da navalha na pele. Por ser um processo manual envolvendo navalhas e balancim, o ponto de visão do operador interfere diretamente na operação do corte.

Além disso, a espessura das navalhas e as opções de posicionamento das mesmas na pele (encaixe) também interferem na geração de resíduos. Sugere-se, portanto, a substituição do processo manual por um

processo automatizado que utiliza pequenas facas ou laser sob uma mesa especial de corte. Esta mudança beneficia o meio ambiente, pois economiza matérias-primas. Na Figura 4, encontra-se exemplo de modelagem do corte feita por computador e manualmente no balancim tipo ponte.

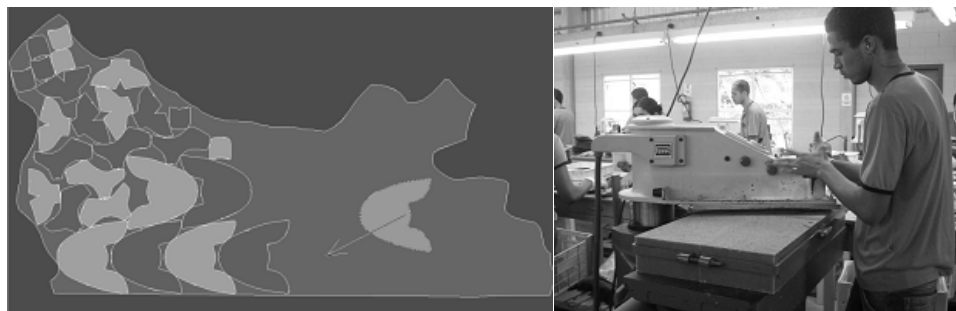


Figura 4 - Modelos de posicionamento de navalhas na pele (Fonte: empresa estudada)  
a) automatizado por computador b) manual no balancim ponte

Os forros sintéticos e os tecidos são recebidos na empresa em rolos com 1,5 metros de largura e 30 metros de comprimento. Para seu corte, são divididos em peças de 4 metros de comprimento e empilhados em camadas, com número par delas. A paridade das camadas é importante para que se cortem as peças para os dois pés do calçado de uma única vez, economizando tempo. Os rolos de materiais têm sua largura não paralela e nem linear, com aproximados 1,5m. Já os balancins ponte, onde os rolos cortados, têm largura de uso de 1,4m. Estes dois fatores contribuem para a geração de resíduos. Assim, a oportunidade de PmaisL sugerida para os forros sintéticos e tecidos é comprar os rolos de materiais com 1,4m de largura e suas bordas paralelas. Também, verificou-se que o operador do balancim ponte não estava treinado para regulação do seu equipamento, desperdiçando quantidades significativas de materiais (15%) devido ao corte imperfeito. O treinamento pode reduzir as perdas de materiais defeituosos e economizar matérias-primas a um custo bastante baixo.

A limpeza das áreas, equipamentos,

ferramentas e operações do calçado é prática corriqueira na indústria calçadista. Os operadores utilizam grande quantidade de panos para limpar suas mesas, máquinas e o próprio calçado. Não há controle na liberação de panos de limpeza por parte do almoxarifado. O descarte dos panos aumenta a quantidade de resíduos gerada, principalmente pela contaminação de materiais não perigosos pelos perigosos. Existem, no mercado, empresas que fornecem panos de limpeza retornáveis, isto é, não descartáveis. Essas empresas fornecem uma quantidade determinada de panos de limpeza para o cliente, que distribui os mesmos nas suas atividades de acordo com suas necessidades. Porém, após o uso, estes não são descartados, mas devolvidos ao fornecedor que os lava e devolve para novo uso. A economia recorrente é na redução dos resíduos, bem como a redução referente a não contaminação de outros materiais pelos panos sujos. Além disso, não há aquisição dos panos, apenas o aluguel dos mesmos. Isto reduz em 100% o descarte de panos no meio ambiente.

As esponjas são também insumos

importantes na indústria de calçados. Com elas são aplicados adesivos à base de água e produtos de acabamento, como cremes e xampus. Na empresa estudada verificou-se que as esponjas eram usadas de forma inadequada e incompleta. Os cubos de esponjas utilizados para aplicação de cremes tinham dimensões aproximadas de 15 cm de altura por 15 cm de largura e 20 cm de profundidade. Além do tamanho, eram usadas em apenas um dos 4 vértices e em apenas uma das 6 faces. Sugere-se que as esponjas sejam compradas diretamente em cubos 5 cm de altura por 7 cm de largura e 6 cm de profundidade. O tamanho menor não interfere na aplicação dos produtos químicos e reduz em 94% o tamanho das peças e, com isso, diminui a geração de resíduos de espumas contaminadas. Além do tamanho, outra fonte de perdas era o uso de apenas um dos 8 vértices da esponja na aplicação de cremes. O uso sugerido, para evitar a saturação da esponja muito rapidamente é usar 4 vértices em pontos opostos. A Figura 5 mostra modelo de esponja usada de forma inadequada e o sugerido.

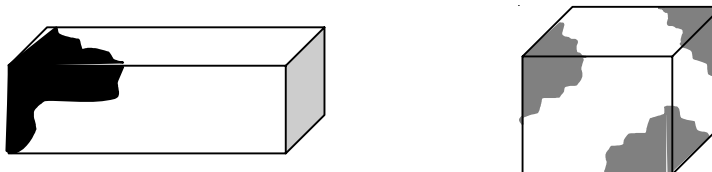


Figura 5 - Modelo de esponja usada na indústria de calçado  
a) de forma inadequada (antes da PmaisL) b) forma adequada (depois da PmaisL).

O creme de acabamento tem a função de fechar os poros do couro e promover brilho no mesmo, após um polimento adequado. Os cremes são aplicados por esponjas, conforme visto anteriormente. As perdas de creme estão relacionadas à secagem e cura do mesmo. Para aplicação do creme, além da esponja, utilizam-se frascos plásticos de boca larga, com altura de 7,5cm e 10 cm de diâmetro. Essa área de contato com o ar, durante as trocas de turno, faz com que o produto seque e seja necessário remover a camada superficial do mesmo. Além disso, há muitas perdas nas esponjas que são mal utilizadas. Sugere-se que os frascos plásticos utilizados na aplicação do creme sejam trocados por dois outros tipos de frascos. O primeiro frasco, com tampa, armazenaria uma quantidade maior de creme e o segundo, um frasco baixo com no máximo 1cm de altura, seria usado para umedecer a esponja no creme. Quando as atividades encerram, a quantidade do frasco menor pode ser guardada no frasco

maior, ou ainda, o operador, com a prática, consegue verificar sua necessidade de creme e controlar o consumo para que no final do expediente não ocorram sobras. Assim há a redução imediata no consumo, bem como a redução de resíduo classe I (perigoso) gerado e que pode contaminar outros materiais, se operado de forma inadequada.

As couraças, peças utilizadas para reforçar e moldar o bico do calçado, são compradas em chapas quadradas de 1,4 m de largura com aproximados 1,0 mm de espessura. As chapas devem ser cortadas nos balancins ponte no formato desejado e posteriormente ter suas bordas chanfradas para possibilitar a costura do cabedal nas outras peças. As operações de corte e a chanfração originam os resíduos de couraça. Como o resíduo da couraça é reciclável, à base de polietileno, é oportuno adquirir o produto pronto do fornecedor, mesmo que o custo seja um pouco maior. Com isso, economiza-se na mão-de-obra para compras, almoxarifado, corte e chanfração, além de

reduzir a quantidade de resíduo gerado. Além disso, as aparas do material das couraças são revendidas ao próprio fabricante, acarretando despesa com frete de retorno.

Os adesivos termoplásticos são utilizados nas máquinas de apontar para que o bico do calçado fique aderido à palmilha de forma adequada e uniforme. A injeção do adesivo é feita pelo bico injetor. Verificou-se que o bico injetor utilizado não possuía vincos suficientes para distribuir completamente o adesivo fundido no couro e na palmilha. Com isso, era injetada uma quantidade maior de adesivo que formava rebarbas de cola reticulada que é descartada. Essas sobras de adesivos representavam cerca de 1,5 kg para cada rolo de 4 kg abastecido, isto é, entre 33% e 37% de desperdício direto. Criou-se um novo bico injetor, conforme a Figura 6, em bronze, que tem vincos maiores e orifícios menores. Necessita, portanto, menos adesivo fundido para efetuar a colagem, reduzindo as perdas para 12%.

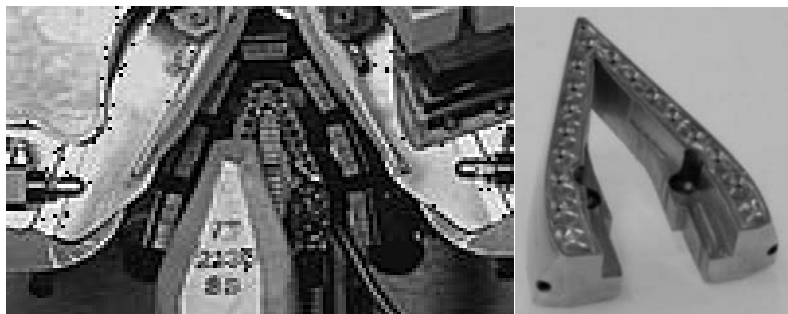


Figura 6 - Bico injetor e um sapato com o bico já apontado. No detalhe, à direita, o novo bico injetor desenvolvido (Fonte: ECOTIME)

Com relação aos outros resíduos dos componentes do calçado gerados na operação de corte, como a espuma de palmilha, sugere-se o treinamento dos operadores como medida de PmaisL. Na empresa estudada, o supervisor do setor tem conhecimento pleno das atividades e equipamentos utilizados, bem como tem condições de repassar ao operador, sendo necessário apenas o acompanhamento do funcionário na execução da tarefa. Como o treinamento ocorre com o pessoal já existente no local (supervisor), não há custos de mão-de-obra.

Encontra-se também em desenvolvimento um novo adesivo (à base de

água) que possa substituir o adesivo à base solvente.

#### Análise dos Ganhos Ambientais e Econômicos das Oportunidades

Algumas das oportunidades de P+L foram selecionadas para implantação, outras, devido ao tempo de retorno financeiro muito alto, foram descartadas momentaneamente pela empresa. Cabe, no entanto, salientar que as oportunidades de P+L que ainda não foram implantadas na empresa de estudo podem ser implantadas em outras indústrias do ramo, dependendo do perfil e produtividade da mesma.

A aquisição de couros de melhor qualidade é tecnicamente viável, pois podem ser encontrados no mercado. Sabe-se que os couros de melhor classificação apresentam menos defeitos e, assim, deverão gerar menos resíduos. No entanto, a cada aumento do índice de qualidade do couro, o custo do material aumenta em torno de 25%. Testes devem ser ainda realizados para garantir que o couro de melhor qualidade diminua os custos com a geração de resíduos de modo a compensar seu custo mais elevado sem repassá-lo ao consumidor. Com relação à utilização de equipamento automatizado para o corte do couro, pode-se afirmar que a redução da interferência humana no



processo gera, comprovadamente, uniformidade no processo, reduzindo a geração de resíduos pelo melhor encaixe das peças no couro e pela redução de margens de corte necessários com o uso de navalhas, apresentando uma eficiência de aproveitamento do couro 15% maior. Outra vantagem é que a máquina automática corta o couro 30% mais rápido que o ser humano. Após análise do investimento para compra de 21 máquinas automáticas, necessárias para manter o nível de produtividade atual, e dos ganhos com a venda dos equipamentos atualmente usados na seção de corte, além da redução nos custos de mão-de-obra, consumo de couro e custos na destinação de resíduos, obteve-se um tempo de retorno do investimento inicial em torno de 15 anos, dependendo da taxa cambial, uma vez que a máquina é importada.

A alteração na aquisição da matéria-prima de forros e tecidos deixará de gerar em torno de 20% do resíduo atualmente gerado, pois não há necessidade de cortar as rebarbas desta matéria-prima. No entanto, o custo da compra do material aumentaria 3%, valor este que superaria o somatório dos custos com a redução de mão-de-obra para preparação de chapas de tecidos e de disposição dos resíduos. Porém, o treinamento do operador para o corte dos tecidos e forros foi uma prática simples através da qual detectou-se que 15% do material já cortado e pronto para a produção era descartado, havendo, portanto, ganhos ambientais imediatos sem custos para a empresa. Através da detecção desta falha de procedimento operacional, obtiveram-se ganhos em torno de R\$1.000,00 mensais.

A redução no tamanho e maior uso da esponjas foi uma oportunidade implantada imediatamente, pois verificou-se que não há alteração na qualidade do processo de aplicação de adesivos e cremes. Com a mudança, houve redução do consumo de esponjas e redução na geração deste tipo de resíduo em torno de 90% que também deixou de contaminar outros resíduos que entravam em contato com as esponjas sujas, tornando-os também resíduos de classe I. Somando-se ainda a eliminação dos custos de transporte e disposição deste resíduo, houve uma economia anual de R\$9.000,00.

A oportunidade de aquisição de

panos de limpeza através de empresa que também promove a limpeza dos mesmos, após seu uso, gera uma redução dos custos de transporte e disposição dos mesmos. Entretanto, o custo de aquisição destes panos é 100% maior. Assim, há ganhos ambientais, considerando que a empresa lave os panos com utilização de processo ecológico, porém não há ganhos econômicos que justifiquem ainda a implantação desta proposta.

A oportunidade relacionada à compra de couraças prontas também foi implantada devido aos benefícios econômicos e ambientais. O custo para a produção de 96.000 pares de couraça por mês era de R\$54.000,00, considerando os custos com matéria-prima, mão-de-obra, energia elétrica e tratamento do resíduo. O fornecedor externo vende a R\$48.000,00 por mês utilizando um processo com menor geração de resíduos. Assim, houve economia anual de R\$72.000,00.

A alteração do bico injetor de adesivo termoplástico da máquina de apontar, bem como a troca de um adesivo de menor viscosidade trouxe uma redução de 33% de resíduo de adesivo termoplástico. Além da economia direta pela aquisição de um adesivo de custo menor e mais adequado ao processo de R\$4000,00 mensais, há também redução nos custos referentes à geração de resíduos e sua disposição no valor de R\$2500,00 mensais. O tempo de retorno do investimento para o desenvolvimento do bico injetor foi de 1,3 dias.

Através de uma análise crítica das propostas de P+L implantadas, pode-se comprovar que as indústrias ainda almejam, como principal meta, obter ganhos econômicos em curto prazo na implantação de medidas viáveis tecnicamente que reduzam o consumo de matérias-primas e a geração de resíduos.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou um diagnóstico dos resíduos sólidos de uma indústria calçadista, além da geração de oportunidades de P+L e a caracterização dos benefícios ambientais e econômicos que estas oportunidades podem trazer. Pode-se concluir que:

1. O diagnóstico, realizado de forma

amostral neste estudo de caso, revelou que o resíduo de couro, além de ser a maior quantidade absoluta e relativa de resíduos, é também o resíduo perigoso de maior geração. Porém, o couro não é o material com menor eficiência no consumo. Os insumos são os materiais percentualmente mais descartados, constituindo-se de panos de limpeza e esponjas, além de produtos químicos.

2. Após análise dos resultados do diagnóstico, algumas oportunidades de PmaisL foram geradas, as quais priorizaram os resíduos que apresentaram as maiores quantidades absolutas, as maiores quantidades relativas e as menores eficiências no consumo de matérias-primas, além dos resíduos perigosos. As oportunidades englobaram a substituição de matérias-primas e equipamentos de processo, além da alteração nos procedimentos de produção.

3. A alternativa para redução dos resíduos de couro propôs a substituição de matéria-prima para uma de melhor qualidade, além da utilização de equipamento de corte automático. No entanto, no momento esta alternativa não se mostrou viável economicamente para a empresa.

4. A substituição da matéria-prima de forros e tecidos também não se mostrou viável no momento. Entretanto, a constatação de uma falha no procedimento operacional reduziu em 15% os resíduos desta matéria-prima acarretando ganhos de R\$12.000 anuais.

5. A execução de medida relativamente simples como a redução do tamanho das esponjas e maior uso das mesmas na aplicação dos cremes de acabamento gerou uma economia anual de R\$9.000,00, além de reduzir a geração deste resíduo em 90%.

6. A modificação da matéria-prima das couraças reduziu a praticamente 100% os resíduos, acarretando em uma economia de R\$72.000,00 anuais.

7. O desenvolvimento de um novo bico injetor de adesivo termoplástico para as máquinas de apontar e a substituição do adesivo por outro mais adequado ao processo trouxe uma economia de R\$78.000,00 anuais e uma diminuição em

33% da geração deste resíduo.

8. A PmaisL mostrou-se, portanto, como uma boa ferramenta de auxílio na gestão empresarial de resíduos industriais, gerando ganhos financeiros e com grande cunho ambiental na indústria calçadista, foco deste estudo de caso. A implantação das oportunidades de PmaisL identificadas justificam-se através de pequenos investimentos visando o conhecimento do processo, formação de equipes de análise, criação de uma filosofia de melhoria contínua e, quando necessário e viável, substituição de materiais, processos e equipamentos.

#### Agradecimentos

*Os autores agradecem ao Sindicato das Indústrias Calçadistas da cidade de Sapiranga/RS.*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABICALÇADOS, Associação Brasileira da Indústria de Calçados, Pólos Produtivos, 2007, disponível no site: [www.abicalcados.com.br](http://www.abicalcados.com.br).

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Classificação dos Resíduos Sólidos. NBR 10004, 2004.

ANDRES, Luiz Fernando. **A Gestão Ambiental em indústrias do vale do Taquari: vantagens com o uso das técnicas de Produção Mais Limpa**. 83f. Dissertação de Mestrado em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CNTL, CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS, Implementação de Programas de Produção mais Limpa, SENAI-RS/UNIDO/INEP, Porto Alegre / RS, 42 p., 2003, disponível no site [www.senairs.org.br /cntl](http://www.senairs.org.br/cntl).

CENTRO TECNOLÓGICO DO COURO, CALÇADOS E AFINS e SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **A fabricação do calçado**. Novo Hamburgo, CTCCA; Sebrae, Série Couro Calçados e Afins, v. 3, 43 p., 1994.

FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental. **Inventário Nacional de Resíduos Sólidos**. Porto Alegre/RS. FEPAM, 100p., 2002.

FURTADO, J. S.; FURTADO, M. C. **Produção Limpa**. 2 Ed., 1998. In: CONTADOR, J.C. **Gestões de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**, São Paulo: E. Edgar Blücher, cap.23, p. 317-329, 1998.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**, 4ª. Edição Atlas, São Paulo, 2002.

# Prática ambiental em indústrias têxteis do Estado de São Paulo

## RESUMO

Este artigo insere-se nos estudos de gestão ambiental empresarial. Especificamente, objetivou, trazer discussão sobre a abertura por parte das indústrias têxteis no Estado de São Paulo quanto as suas atividades na área ambiental, bem como sobre possíveis práticas ambientais. Trata-se de resultado de pesquisa quantitativa utilizando de survey para coleta de dados, buscando identificar se empresas do setor tem predisposição à transparência, bem como práticas ambientais, além de apurar a relevância do gerenciamento ambiental e divulgação de informações ambientais à sociedade, e a correlação entre a prática e a transparência. Como resultado verificou-se que há esta predisposição à transparência, entretanto, faltam ainda ações no sentido de uma gestão ambiental integrada e sistemática como parte integrante e natural do processo de gestão da indústria. Os dados evidenciam que a gestão ambiental ainda é compreendida como um setor a parte ao processo industrial como um todo, e não como intrínseco ao processo produtivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão ambiental, Indústria têxtil, Informações ambientais.

## ABSTRACT

This article falls into the studies of business environmental management. Specifically, the objective was to bring into discussion textile companies in the State of São Paulo's openness regarding their activities in the environmental field, as well as potential environmental practices. It is the result of quantitative research by means of survey for data collection, seeking to identify whether companies in the industry are predisposed toward transparency as well as environmental practices; investigation of environmental management relevance and disclosure of environmental information to the public, as well as the correlation between practice and transparency. Results show such predisposition toward transparency exists. However, there lack actions of integrated and systematic environmental management as a natural part of the industry's management process. Data shows evidence to the fact that environmental management is still seen as a separate segment from the industrial process as a whole, not intrinsic to the production process.

**KEYWORDS:** Environmental management, Textile industry, Environmental information.

## Maria Luiza de Moraes Leonel Padilha

Doutoranda pela Faculdade de Saúde Pública - Universidade de São Paulo. Professora da Faculdade SENAI de Tecnologia Ambiental.  
E-mail : malupadilha@usp.br

## Liliane Garcia Ferreira

Mestre pela Faculdade de Saúde Pública - Universidade de São Paulo.

## Arlindo Philippi Jr.

Professor Titular da Faculdade de Saúde Pública - Universidade de São Paulo.

## Tadeu Fabrício Malheiros

Professor da Escola de Engenharia de São Carlos - Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo.

## Faculdade de Saúde Pública - Universidade de São Paulo

Av. Dr. Arnaldo, 715 - CEP 01246-904 - São Paulo, SP, Brasil

## INTRODUÇÃO

A primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em 1972, Estocolmo, ocorreu motivada pela crescente preocupação com questões como poluição ambiental, chuvas ácidas e extinção de espécies, que ensejavam o debate sobre as relações entre ambiente e desenvolvimento. Seguiu-se à Conferência o lançamento do relatório "Nosso Futuro Comum", elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também denominada Comissão Brundtland, em 1987, cuja definição de desenvolvimento sustentável é a que parece alcançar consenso até hoje: "o desenvolvimento que atende às necessidades básicas das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras atenderem às suas, observados os limites e capacidade dos processos ambientais" (CNUMAD, 1988).

A partir da Conferência de Haia, em 1991, o conceito de desenvolvimento sustentável passou a associar, ainda, os aspectos de diversidade cultural, justiça social e segurança global.

Esses acontecimentos culminaram com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), no Rio de Janeiro, em 1992.

Na fase preparatória desse evento, logrou-se formar coalizão de empresários ou de grandes empresas "transnacionais", denominada de Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (World Business Council for Sustainable Development - WBCSD), que estaria mais profundamente comprometido com as propostas da Comissão Brundtland e com os desafios da Rio-92 (HOLIDAY et al.; 2002).

Esses empresários propuseram a reflexão sobre o meio ambiente, de modo a reverter prejuízos econômicos para suas empresas, decorrentes de inúmeros fatores como desperdício de energia e água, falta de aproveitamento de resíduos, alto custo da produção e passivo ambiental, que afetam as informações ambientais resultantes das atividades industriais, além de afetarem e influenciarem a saúde ambiental da população.

Esse grupo de empresários

pertencentes ao Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável destaca, ainda, que a busca do desenvolvimento sustentável, também implica em mudanças nos sistemas econômico, social e político, enfatizando, no aspecto econômico, a mudança de paradigma de "crescimento" para "desenvolvimento", com melhor eficiência no uso dos recursos naturais e integração de valores ambientais às práticas econômicas, com visão de longo prazo.

A influência dessas e outras contribuições mantém-se vivas, funcionando como fermento para as idéias e propostas discutidas na atualidade, para a transformação de paradigmas e modelos de desenvolvimento humano e de acesso e distribuição de riquezas.

Philippi Jr e Malheiros (2005) mostram que o enfrentamento dos problemas devem ser tratados por intermédio do estabelecimento de políticas integradas tanto nos aspectos sociais, econômicos, institucionais e ambientais, para que as indústrias em âmbito local encontrem eficiência na sua produção.

A preocupação com o meio ambiente ganhou força após a ocorrência de desastres ambientais de grandes proporções, que despertaram a atenção da mídia mundial e propiciaram a criação de legislações ambientais mais rigorosas. Esses acidentes resultaram não somente em altos custos de reparação para as empresas envolvidas, como danos à imagem destas e tensionamento nos relacionamentos com investidores, fornecedores, e clientes, afetando de forma significativa sua competitividade (HUNT; AUSTER, 1990).

Por essa razão, tornou-se necessária a adoção de sistemas de gerenciamento ambiental que garantissem a sustentabilidade competitiva das empresas a longo prazo. Tal fato implicou no rompimento do paradigma da reação para a ação, envolvendo a atuação preventiva e pró-ativa.

Com a adoção de sistemas de gerenciamento ambiental as empresas verificaram que a redução do impacto negativo de suas atividades ao meio ambiente, não somente reduz custos, como propicia o desenvolvimento de produtos de

melhor qualidade, aumentando a competitividade no mercado mundial, uma vez que no novo paradigma melhoria ambiental e competitividade caminham juntas (PORTER; LINDE, 1995).

Gestão ambiental pró-ativa implica necessariamente em maior aproximação das empresas com seus stakeholders, de modo a garantir, além da competitividade, sua estabilidade no mercado econômico, aqui incluídos investidores, reguladores, ambientalistas, fornecedores, instituições financeiras, clientes, consumidores, empregados, comunidade, entre outros. Também é necessário que seus shareholders recebam informações claras e precisas para a tomada de decisões que podem definir os rumos e a sustentabilidade da atividade empresarial.

Nos últimos anos verifica-se ampliação da publicação de balanços patrimoniais de empresas, que incluem dados oriundos do que se denomina de contabilidade ambiental. Uma das funções da contabilidade ambiental é identificar os custos ambientais da atividade, possibilitando o direcionamento de ações tendentes a reduzi-los, demonstrando, ainda, as implicações financeiras de longo prazo da incorporação dos princípios da sustentabilidade na corporação empresarial (BENNETT; JAMES, 1998). Esses aspectos são tão importantes para o processo de tomada de decisões dos shareholders, quanto dos stakeholders, podendo definir o futuro dos negócios de uma empresa.

A inclusão de informações ambientais nesses balanços e especialmente sua divulgação pública vem atender, ainda, ao conceito de responsabilidade social das empresas, decorrente do conceito mais amplo de desenvolvimento sustentável, que envolve, conforme já mencionado, desenvolvimento econômico, com preservação dos recursos naturais e justiça social. Além do que, essas informações permitem o monitoramento e avaliação da situação, auxiliando na tomada de decisão dos gestores, podendo fazer parte da estratégia empresarial (PHILIPPI JR, MALHEIROS, AGUIAR, 2005).

Contudo, embora venha crescendo a inclusão de informações ambientais nos balanços patrimoniais das empresas, a

transparência no fornecimento de informações ambientais ainda caminha a passos lentos no nosso país.

A demonstração pública de redução dos impactos ambientais de uma atividade econômica, ainda que setorizada, representa indiscutível melhoria da imagem do setor, com evidente retorno financeiro decorrente dos ganhos de credibilidade de seus produtos, dentro e fora do país, confiança dos fornecedores, instituições financeiras, clientes, segurança dos investidores, uma vez que atividades ambientalmente responsáveis têm, atualmente, melhores chances de sustentabilidade a longo prazo.

Nesse aspecto, é importante identificar as demandas por informações que podem impulsionar os diversos setores empresariais, com a identificação das características dos stakeholders da empresa ou setor, de suas preocupações, anseios e reivindicações, a fim de que as informações ambientais comunicadas possam ser entendidas e tenham a efetividade desejada, com o retorno financeiro esperado. De nada adianta efetuar e divulgar informações complexas, que fujam à capacidade de entendimento e retorno dos diversos stakeholders.

O desempenho e a conduta ambiental das organizações empresariais precisam estar presentes nessas comunicações, com informações acuradas sobre seus produtos, incluída a avaliação do ciclo de vida respectivo, advertências sobre o uso e disposição final, e os mais amplos aspectos ambientais de seu processo produtivo. Caberiam, ainda, informações ambientais mais amplas, que envolvem o respeito aos direitos humanos fundamentais e aos direitos dos animais, por exemplo, que demonstrem a seriedade do exercício da atividade na direção do desenvolvimento sustentável. As características principais da comunicação de informações ambientais devem ser, portanto, a visibilidade, compreensão, relevância e honestidade (WELFORD, 1995).

Entretanto, a comunicação de dados ambientais à sociedade tem sido utilizada pelas empresas como mero instrumento de marketing ambiental, em relatórios, mas podem ser facilmente contrapostos. Ainda não se alcançou a visão de que a

transparência na veiculação de informações pode facilitar a compreensão dos problemas ambientais de uma empresa ou setor por parte dos stakeholders e das comunidades diretamente envolvidas e, inclusive, auxiliá-los na solução desses problemas, especialmente se a comunicação das informações possibilitar um caminho de volta, um retorno, que permita que as preocupações e necessidades dos últimos possam ser conhecidas e consideradas pelo setor empresarial, e até mesmo discutidas em fóruns próprios.

Assim, tomando como referência as definições acima, temos que, além da informação transmitida ser compreensível, relevante e honesta, é importante, também, que o modo como ela for transmitida permita a troca, o diálogo com os diversos stakeholders, num processo de verdadeira comunicação, que possibilite até mesmo a formação de parcerias para a melhoria contínua dos aspectos ambientais das empresas, permitindo a sustentabilidade de seus negócios.

Neste trabalho objetivou-se verificar se indústrias têxteis no Estado de São Paulo estão abertas a mostrar as suas atividades na área ambiental, bem como se tem práticas ambientais implementadas, identificando e discutindo eventual correlação significativa entre esses aspectos. Para a realização da pesquisa, foi aplicada a metodologia quantitativa, adotando-se questionário como instrumento de pesquisa. Fez-se análise crítica dos resultados obtidos, buscando verificar se as empresas tem predisposição à transparência, bem como práticas ambientais e, ainda, se há correlação entre esses dois aspectos.

## O SETOR INDUSTRIAL TÊXTIL BRASILEIRO: BREVE HISTÓRICO E CORRELAÇÃO COM A QUESTÃO AMBIENTAL

Pode-se dizer que a atividade de fiar e tecer sempre esteve presente na cultura brasileira, visto que nossos índios já teciam suas vestimentas. A primeira tentativa de instalação da indústria têxtil no Brasil foi em 1750. Entretanto, não foi possível sua continuidade, uma vez que foi proibida pela coroa portuguesa, com a justificativa de que

as indústrias retiravam a mão-de-obra das lavouras e das minas. Todavia, permitia-se a tecelagem de tecidos rústicos para as vestes dos escravos.

Apesar de, em 1808, ter sido obtida autorização para a instalação da indústria têxtil no país, essa atividade somente se iniciou na segunda metade do século XIX, coincidindo com o movimento de libertação dos escravos, a Guerra do Paraguai, a Guerra Civil Americana e, conseqüentemente, a perspectiva de novos mercados. Em 1844, a taxa alfandegária de 30% para os produtos importados incentivou a indústria nacional (MONTEIRO FILHA; CORRÊA, 2002, p. 1).

Na segunda metade do século XIX, no Estado de São Paulo, foram instaladas algumas indústrias, tais como: Carioba, em Americana, 1874; São Martinho, 1882, em Tatuí; Votorantin, em Sorocaba, no ano de 1893; Crespi, na cidade de São Paulo, em 1897. Eram indústrias que pagavam baixos salários, mas, em contrapartida, ofereciam boa infraestrutura para as famílias dos operários (COSTA; BERMAN; HABIB, 2000, p. 108; AMERICANA, 2007; TEIXEIRA, 2007, p.196-7).

A ampliação do setor, com a implementação dos teares elétricos, suportada pelo incremento da produção de energia, teve grande importância para o desenvolvimento de determinadas regiões distantes dos principais centros urbanos da época.

O setor industrial está sempre em contínuo aperfeiçoamento tecnológico, o que cria a necessidade de constante atualização dos equipamentos e maquinários, da qualificação da mão de obra e da organização continuada da produção. Um marco do setor têxtil foi o desenvolvimento das fibras artificiais, bem como das sintéticas derivadas de petróleo, que permitiram a diversificação da produção.

Com isso, houve a possibilidade do uso dos tecidos para outras finalidades, como por exemplo, na área de geomembranas, bem como a mistura de fios, dando maior resistência ao tecido e, conseqüentemente, agilizando o processo de produção.

O aumento da produção da indústria têxtil depende não só das inovações tecnológicas, mas, dentre outros fatores, de uma maior demanda de tecido, questão



intrinsecamente ligada à criação de moda, de sua sazonalidade e de um design específico para diferentes nichos de mercado, assim como de uma população com poder aquisitivo suficiente para consumir seus produtos.

Além da atualização da produção e do mercado consumidor, o desenvolvimento da indústria têxtil depende também de treinamento (programas de capacitação), de canais de distribuição, de estradas, de portos, do aperfeiçoamento das indústrias de equipamentos e máquinas, de empresas de manutenção, de peças de reposição, além de uma infra-estrutura adequada (PADILHA, 2009).

No Brasil, a indústria têxtil passou por diferentes fases de crescimento e uma das fases de riqueza foi durante a segunda guerra mundial, quando houve um aumento de 15% em suas exportações, ocupando o segundo lugar em termos de produção comparada com o restante do mundo.

Todavia, quando terminou a guerra, necessitando aumentar o consumo interno, as indústrias reivindicaram ao Estado medidas para impulsionar e revitalizar o setor, bem como de modernizar e reequipar as fábricas para que pudessem concorrer externamente. No entanto, o governo resolveu proibir as exportações nesse período, por avaliar que as empresas brasileiras estavam com problemas, dentre os quais obsolescência técnica e problemas organizacionais, não tendo condições de atender às exigências do mercado externo (COSTA et al., 2000).

Essa obsolescência pode ser retratada pelo percentual de teares com menos de 10 anos que, na década de 1960, representavam apenas 17% do total. Em 1964, o governo criou subsídios para a importação de máquinas e programas de incentivos para a compra de equipamentos nacionais, estando entre as prioridades estabelecidas: elevar os níveis de produtividade e a capacidade de exportação da indústria nacional e estimular a descentralização regional. Durante as décadas seguintes houve contínuos investimentos com esse propósito, variando, porém, o montante destinado ao setor.

Em 2007, segundo Bruno et al., o setor têxtil ainda revelava "fragilidades internas que fazem com que muitos acreditem em seu desaparecimento, levando consigo empregos, estruturas sociais e tradições regionais, eliminando uma cultura técnica secular". Para esses autores, o futuro do setor têxtil continua dependendo da mobilização para a inovação "de modelos organizacionais, de modelos de produção e de modelos de negócios [...], alternativas para garantir a possibilidade de manutenção de atividades produtivas em países que não possam competir com vantagens comparativas baseadas em baixo custo de trabalho ou falta de compromissos socioambientais" (BRUNO, 2007, p. 7).

Apesar dessa visão pessimista dos autores citados, atualmente, a indústria têxtil brasileira é composta por trinta mil empresas, que empregam 1,4 milhão de trabalhadores formais e informais. O Brasil é o 6º parque têxtil do mundo, com participação em relação à produção mundial de 5,5%, significando 0,5% do mercado mundial em relação à exportação para o mercado internacional. O faturamento do setor, em 2007, foi de US\$ 41.3 bilhões. (PRADO e PRADO, 2004, 2008; ABIT, 2005).

O setor têxtil brasileiro tem como meta atingir 1% de exportações em relação ao mercado internacional (ABIT, 2003). Entretanto, a competição com os produtos têxteis de outros países é complexa, pelo fato destes utilizarem mão-de-obra de baixa remuneração.

Assim, com a finalidade de se diferenciar de outros países, pela crescente competitividade, o setor têxtil brasileiro necessita demonstrar resultados em termos sociais e ambientais.

Os problemas sociais na cadeia produtiva do setor têxtil brasileiro são conhecidos, destacando-se, principalmente, a utilização de agrotóxicos sem critério e proteção adequados na produção agrícola, e o análogo ao trabalho escravo, especialmente de estrangeiros nas confecções na cidade de São Paulo. Por essa razão, a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção - ABIT vem fazendo parcerias com Organizações Não Governamentais ONGs

para trabalhos de responsabilidade social e atua para coibir situações que transgridam as leis (PRADO e PRADO, 2004: p.20).

No aspecto ambiental, destaca-se a questão da contaminação dos efluentes líquidos por corantes e o uso do lodo na agricultura, entre outros. Esses são problemas que precisam ser equacionados, pois há normas e regulamentos que as empresas devem cumprir. Além disso, são fatores que afetam diretamente a saúde pública.

Em 2002, a ABIT, por meio de seu representante, o Sindicato da Indústria Têxtil do Estado de São Paulo - SINDITÊXTIL, em conjunto com a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental - CETESB, na Câmara Ambiental Têxtil, fórum de discussão e busca de soluções para o ramo, deram início à elaboração de um Inventário Ambiental específico com a finalidade de conhecer o estado da arte na gestão ambiental do setor, incluindo as quantidades e tipos de resíduos e efluentes gerados.

A abordagem dada ao Inventário Ambiental está em consonância com os princípios do desenvolvimento sustentável, que devem nortear as diretrizes dos países signatários da Agenda 21, bem como de suas organizações.

A ABIT implementou esse Inventário Ambiental por meio eletrônico, em seu site, com o apoio da Agência de Promoção de Exportações do Brasil - APEX. A expectativa de resposta ao inventário era de dez por cento das empresas do setor têxtil (trinta mil indústrias). Entretanto, após divulgação na mídia, distribuição de folderes, realização de palestras, a adesão foi de menos de dois por cento.

Em razão desses resultados, tornou-se importante buscar identificar e compreender a causa principal para a não motivação do setor em responder ao Inventário Ambiental, o que levou ao desenvolvimento da presente pesquisa.

Dentro desse contexto, esse inventário tem significativa importância para o setor têxtil, uma vez que facilita a compreensão de sua dinâmica, bem como a identificação de oportunidades e ameaças, possibilitando o estabelecimento de políticas

adequadas de desenvolvimento sustentável.

## PRÁTICAS AMBIENTAIS E TRANSPARÊNCIA NO SETOR TEXTIL PAULISTA

Os dados aqui apresentados foram obtidos por PADILHA e FERREIRA (2005), com base nos resultados dos questionários enviados às indústrias têxteis do Estado de São Paulo. Os questionários objetivaram verificar se empresas do setor tem predisposição à transparência, bem como práticas ambientais, além de apurar a relevância do gerenciamento ambiental e divulgação de informações ambientais à sociedade, buscando identificar a correlação entre a prática e a transparência.

A pesquisa se realizou em duas etapas, a primeira etapa, com envio de questionário, sem identificação das duas finalidades distintas, predisposição à transparência, bem como práticas ambientais, ou seja, como questionário único, foi enviado via e-mail, por duas vezes, a uma amostra de 80 (oitenta) indústrias têxteis circunscritas a parcela do setor situado no Estado de São Paulo escolhidas aleatoriamente com base no Relatório Setorial da Cadeia Têxtil Brasileira de 2004, elaborado pelo IEMI. Portanto, trata-se de uma amostra observacional.

Em uma segunda etapa, pelo fato de menos de 4% das empresas consultadas terem respondido ao questionário, conseguiu-se estabelecer contato telefônico com 71 (setenta e uma) empresas do total de 80 (oitenta). Após o contato telefônico, encaminhou-se novos e-mails para 61 (sessenta e uma) empresas, com retorno de 23% dessas últimas, dos ramos tecelagem, malharias, linha lar, filamento e fiação, conforme a classificação do Instituto de Estudos e Marketing Industrial - IEMI. Considera-se esta dificuldade de acesso às empresas, como um primeiro dado relevante da pesquisa.

Nas respostas às perguntas sobre práticas de gerenciamento ambiental, aproximadamente 90% das empresas que responderam ao questionário se mostraram abertas a divulgar suas atividades na área ambiental, sendo que 100% delas informaram que a divulgação de informações

verdadeiras e honestas trazem excelentes benefícios à empresa. Entretanto, 43% delas revelaram dificuldades internas para responder aos aspectos ambientais pela falta de treinamento sobre esses aspectos e dificuldade de implementação das práticas.

Quanto às práticas ambientais também se verificou que há preocupação das empresas pesquisadas com o desenvolvimento de uma produção comprometida com os princípios da sustentabilidade, especialmente demonstrada pelo comprometimento da alta administração, pelo reconhecimento pela comunidade dos programas desenvolvidos por essas empresas e pela busca da ecoeficiência no processo de desenvolvimento de produtos.

Aproximadamente 86% das empresas que responderam ao questionário possuem programas consolidados para alguns aspectos de preocupação ambiental do setor, tais como gerenciamento de resíduos sólidos, poluição sonora e vibrações, o que se confirma com a resposta que 79% das empresas possuem programa de qualidade ambiental. Contudo, apenas 50% delas afirmaram possuir sistema de gestão ambiental implementado em todas as suas áreas e unidades, sendo que 14% sequer souberam informar sobre esse aspecto. Pode-se concluir, assim, que as práticas ambientais das empresas que responderam ao questionário se referem basicamente a questões específicas, de maior impacto externo e, portanto, maior cobrança social e legal (resíduos, ruídos, vibrações), havendo, ainda, grande deficiência na implementação de um sistema de gestão ambiental que integre todos os aspectos da cadeia produtiva.

A resposta à pergunta sobre a existência de um programa permanente de treinamento e educação ambiental de funcionários confirma essa deficiência, verificando-se, mais uma vez, que internamente os aspectos ambientais não vêm sendo tratados de maneira adequada, posto que quase 40% das empresas que responderam ao questionário não possuem programa permanente de treinamento e educação ambiental de seus funcionários, questão de suma importância para a implementação e consolidação de uma

gestão ambiental eficiente. Essa postura também se reflete na falta de parceria com a comunidade para programas comunitários de educação ambiental, que ocorre em apenas em 41% das empresas.

Para 93% dos respondentes a sustentabilidade encontra-se em níveis críticos, sendo, portanto a gestão ambiental vista como fundamental à sobrevivência da empresa num mercado em que essa questão é valorizada pelo cliente, mas falta uma estratégia eficaz de marketing na divulgação da preocupação da empresa com o meio ambiente.

Os resultados da aplicação do coeficiente de correlação estão em consonância com as conclusões decorrentes da análise dos dados sobre prática ambiental. Assim, da correlação das questões sobre prática e transparência, constata-se dissociação entre a importância do gerenciamento ambiental para as indústrias têxteis pesquisadas e as práticas ambientais efetivamente implementadas, bastante específicas, sendo ainda deficiente a implementação de sistemas de gestão ambiental que integrem todos os aspectos da cadeia produtiva, coordenados entre si, numa estrutura organizada.

A ausência de correlação sobre a divulgação de informações ambientais e a estratégia de marketing para essa divulgação, bem como da situação ambiental da empresa e a implementação de práticas ambientais, de outro lado, revela que, embora aspectos como a sustentabilidade e o marketing ambiental sejam considerados importantes para as indústrias pesquisadas, há necessidade de aprimoramento das práticas a eles relacionadas.

Nos resultados de correlação sobre prática e transparência em relação ao treinamento formal dos funcionários em aspectos ambientais e o sistema de gestão ambiental, verifica-se que as dificuldades internas para responder às questões ambientais decorrem da falta de implementação de sistema de gestão ambiental, conforme acima mencionado, o qual inclui, certamente, programa permanente de treinamento e educação ambiental dos trabalhadores. Esse aspecto também é revelado na correlação das questões sobre a facilidade de

implementação de práticas ambientais, embora se verifique que as implementações de algumas práticas ambientais específicas possam dar bons resultados independentemente do gerenciamento ambiental sistematizado.

No aspecto da valorização pelo cliente de produtos de empresas que adotem processos ecoeficientes, por sua vez, revela que as empresas têxteis pesquisadas vêm buscando adotar práticas coerentes com as exigências do mercado atual que, cada vez mais, valoriza produtos que resultem de processos produtivos ambientalmente eficientes, embora ainda enfrentem dificuldades para a implementação de práticas adequadas.

Verifica-se, também, a tendência de correlação entre o gerenciamento ambiental e programas de gerenciamento de resíduos sólidos, que destaca a importância da implementação de sistemas de gestão ambiental para o gerenciamento ambiental adequado das empresas têxteis pesquisadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado da pesquisa revela que as indústrias pesquisadas têm predisposição a revelar informações sobre as questões ambientais, considerando mesmo de fundamental importância a divulgação dessas informações para o seu desempenho. Ao mesmo tempo, um grande número de empresas consultadas não respondeu a pesquisa. Embora não seja possível especular os motivos pelos quais não se obteve sucesso com esse número de empresas, pode inferir, provisoriamente, a ausência de prioridade ou mesmo de pessoal responsável nas empresas, que pudesse fornecer as informações solicitadas. De outra parte, as empresas que responderam à pesquisa, apresentam dificuldades em relação aos aspectos internos de treinamento de funcionários e, conseqüentemente, de implementação das práticas ambientais, indicando pouca consciência interna sobre a importância do gerenciamento ambiental.

Pode-se afirmar, também, que, em geral, as empresas têm práticas ambientais, porém estas se encontram atualmente setorializadas, havendo necessidade de implementação de sistemas de gestão

ambiental que integrem todos os aspectos da cadeia produtiva têxtil. Isso é confirmado pelo número de empresas do setor têxtil com certificação ISO 14001, válidas com marca de credenciamento Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, segundo informações constantes do site do Instituto.

O pior resultado obtido na pesquisa diz respeito à realização de parcerias com a comunidade, realizado por apenas cerca de 40% das empresas, indicativo de que estão mais voltadas para as questões internas, revelando baixa preocupação da responsabilidade social da indústria com a comunidade de seu entorno.

No tocante ao aspecto da correlação entre a disposição à transparência e as práticas ambientais, os dados obtidos não apresentaram indícios estatísticos suficientes para afirmar que a predisposição à transparência ambiental tem associação significativa com a prática ambiental das empresas têxteis do Estado de São Paulo, no âmbito das empresas pesquisadas.

Entretanto, a partir da análise realizada, verificou-se que algumas questões apresentaram uma associação significativa entre essas características, apontando, assim, para uma possível influência entre elas.

As questões que apresentaram correlação significativa, mediante a correlação adotada, foram as seguintes: primeiro, treinamento formal dos funcionários em aspectos ambientais e implementação de sistema de gestão ambiental, o que revela a importância da implementação de Sistemas de Gestão Ambiental, com forte treinamento dos funcionários, para a facilitação da obtenção de bons resultados no aspecto ambiental. A segunda questão se refere ao aspecto da valorização pelo cliente de produtos de empresa que vem buscando adotar práticas ambientais coerentes com as exigências do mercado atual. Isso revela a importância da adoção de práticas ambientais adequadas e da divulgação de informações ambientais para a obtenção de bons resultados financeiros para o setor.

De outro lado, efetuada a correlação entre questões como a valorização do produto pelo cliente e a ecoeficiência no processo produtivo, a qualidade de sistema de gestão ambiental e resultados para a

empresa, verificou-se que no âmbito das empresas pesquisadas não houve correlação significativa. Entretanto, análise realizada, pode-se concluir que há uma possível influência entre essas características que, no âmbito de uma amostra mais ampla, poderia se tornar significativa.

Por fim, a pesquisa revela que o setor têxtil tem plena consciência da importância do gerenciamento ambiental para a melhoria do seu desempenho, tanto no mercado nacional quanto internacional. Contudo, embora o setor venha buscando adotar boas práticas ambientais, ainda enfrenta dificuldades para a implementação de uma gestão ambiental integrada, sistemática e eficiente. Nesse caminho, a necessidade de estratégias da divulgação de informações ambientais é considerada fundamental, posto que, além de se tratar de aspecto cada dia mais valorizado pelos clientes, possibilita o estabelecimento de políticas adequadas de desenvolvimento sustentado para o setor.

## AGRADECIMENTOS

*Ao Prof. Dr. Isak Kruglianskas da FEA-USP pela orientação na realização deste trabalho*

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil e Confecções. Dados sobre o setor. Disponível em: <<http://www.abit.org.br/content/area/PublicacaoHTML.asp?nCodAreaConteudo=64&nCodPublicacao=127>>. Acesso em: 15 ago. 2003 e 26 mar. 2005.

AMERICANA - Prefeitura Municipal de Americana. Portal da PM Americana. História de Americana. Americana, [200-]. Disponível em: <[http://devel.americana.sp.gov.br/americanaV5/americanaEsmv5\\_Index.php?it=37&a=resumoHistorico](http://devel.americana.sp.gov.br/americanaV5/americanaEsmv5_Index.php?it=37&a=resumoHistorico)>. Acesso em: 19 jul. 2007.

BENNETT, Martin; JAMES, Peter. The green bottom line: Environmental Accounting for Management, p. 30-60, 1998.

BRUNO, F. da S. (Org.). Estudo prospectivo setorial de têxtil e confecções: panorama

setorial. Versão resumida. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégico/Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2007.

BRUNO, F. da S. (Org.). Panorama setorial de têxtil e confecções. Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2008.

BRUNO, F. da S. Um novo ambiente para as organizações. In: SENAI/CETIQT. Globalização da economia têxtil e de confecção brasileira: empresários, governo e academia reunidos pelo futuro do setor. Rio de Janeiro, 2007, p. 89-145. (Série desafios para a competitividade: cadeia têxtil).

CNUMAD - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso Futuro Comum. Rio de Janeiro: FGV, 1988.

COSTA, S.; BERMAN, D.; HABIB, R. L. 150 anos de indústria têxtil brasileira. Rio de Janeiro: Senai - CETIQT/Texto & Arte, 2000.

HOLLIDAY, C.; SCHMIDHEINY, S.; WATTS, P. Cumprindo o prometido: casos de sucesso de desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

HUNT, Christopher B.; AUSTER, Ellen R. Pro-active environmental management: avoiding the toxic trap. Sloan Management Review [S.I.], p. 7-18; winter, 1990.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - ISO 14001:

empresas certificadas ISO 14001, válidas com marca de credenciamento do INMETRO. Rio Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/gestao14001/ResultCatalogo.asp?Chamador=INMETRO14&Inicio=1>>. Acesso em: 20 out. 2007.

MONTEIRO FILHA, D. C.; CORRÊA, A. O complexo têxtil. In: RIBEIRO, A. D. (Ed.). BNDES 50 Anos: histórias setoriais. Portal BNDES, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/conhecimento/livro\\_setorial/setorial11.pdf](http://www.bndes.gov.br/conhecimento/livro_setorial/setorial11.pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2005.

PADILHA, M. L. M. L.; et al. Impact of textile industry on cities and its role in the Brazilian context. In: KENNEWEG, H; TRÖGER, U. (Org.). 2nd International Congress on Environmental Planning and Management: vision, implementations and results. Berlin: Technische Universität Berlin, 2007. p. 307-310.

PADILHA, M. L. M. L. Indicadores de desenvolvimento sustentável para o setor têxtil [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2009.

PADILHA, M. L. M. L.; FERREIRA, L. G. Administração ambiental em indústrias têxteis de São Paulo. 2005. Trabalho de conclusão de disciplina (Disciplina de Administração Empresarial e o Meio Ambiente) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PHILIPPI JR, A.; MALHEIROS, T.F. Saneamento

e saúde pública: integrando homem e ambiente, In PHILIPPI JR, A. (ed.) Saneamento, saúde e ambiente, Barueri, SP: Manole, 2005. p. 3-31.

PHILIPPI JR, A.; MALHEIROS, T.F.; AGUIAR, A. O. Importância do uso de indicadores de desenvolvimento sustentável. Saneamento e saúde pública: integrando homem e ambiente, In PHILIPPI JR, A (ed.) Saneamento, saúde e ambiente, Barueri, SP: Manole, 2005. p. 762-808.

PRADO, R.V.B.; PRADO, M.V. Relatório setorial da cadeia têxtil brasileira. São Paulo: IEMI; 2004.

PRADO, R.V.B.; PRADO, M.V. Relatório setorial da cadeia têxtil brasileira. São Paulo: IEMI; 2008.

TEIXEIRA, F. A história da indústria têxtil paulista. São Paulo: Artemeios, 2007.

WELFORD, Richard. Business ethics and corporate environmental performance. In: [ ] (Org.). Environmental strategy and sustainable development/the corporate challenge for the 21st century, Routledge, London, 1995a, p. 28-49.

WELFORD, Richard. Green marketing and eco-labelling. In: [ ] Environmental strategy and sustainable development/the corporate challenge for the 21st century, cap. 5. Routledge, London, 1995b, p. 149-173.