

## **Análise crítica de um produto sob o aspecto da sustentabilidade**

**Arthur Borges de Oliveira Gouveia (UNIFEI)** arthur\_gouveia@yahoo.com.br

**Fábio Almeida Marra (UNIFEI)** fabiomarra@bol.com.br

**Carlos Eduardo Sanches da Silva (UNIFEI)** sanches@unifei.edu.br

*Nos dias de hoje, a questão ambiental recebe cada vez mais atenção visto sua importância no contexto mundial. A ideia de "um produto ecologicamente correto" ganha maior força sobretudo devido a fatores concorrenciais, legislação vigente, redução de custos e melhoria de imagem da empresa. O presente trabalho apresenta estudo sobre uso de fitas adesivas especificamente em uma indústria do ramo automotivo analisando o produto sobre o aspecto da sustentabilidade, visando avaliar o impacto ambiental do produto e propor soluções para sua minimização. Fundamenta-se teoricamente nos conceitos de ecodesign, sustentabilidade e impactos ambientais visando reprojetar.*

Palavras chaves: produto sustentável, reprojetar para o meio ambiente, impactos ambientais.

### **1 - Introdução**

Embora a evolução da sociedade tenha proporcionado uma série de benefícios para a população em geral podemos vislumbrar sérias conseqüências no âmbito ambiental. A utilização indevida e em quantidade superiores a capacidade de reincorporação pelo ambiente, a falta de conscientização são parte dos fatores causadores do aumento da poluição em todo planeta. Embora esse cenário tenha permeado por longos anos, o que se verifica atualmente, é o maior envolvimento de órgãos de proteção ambiental, comunidade científica e governos nos programas de redução e conscientização através de divulgação de empresas poluidoras, legislação mais rigorosa, propagandas, entre outras formas de garantir o uso correto dos recursos naturais e ampliação do pensamento ecológico.

A questão ambiental parece estar sendo entendida pelas empresas. O que antes era entendido como desperdício de tempo e dinheiro agora é uma "carta na manga" para as mesmas empresas. Isto porque, a preocupação com meio ambiente podia ser agora revertida em melhoria de imagem (vantagem competitiva) em relação a uma outra empresa que não praticasse a boa política ambiental, resultando em um número maior de clientes. Um outro aspecto seria utilizar a estratégia de reciclagem e uso de rejeitos industriais em outras aplicações, para redução de custo da própria empresa. Outros aspectos podem ser levados em consideração como a possibilidade de obter créditos e financiamentos com bancos mais acessíveis. Esses aspectos constituem a forma pró-ativa de se agir.

Existem também fatores de ordem reativa que fazem com que as empresas busquem a adequação com as exigências ambientais. A existência de multas, barreiras comerciais e outras formas de legislação são condições que propiciam a busca pela política ambiental.

Seja de forma pró-ativa ou reativa, o fato é que as empresas estão preocupando cada dia mais com o meio ambiente e com sua responsabilidade ética e social com a comunidade. Aquelas que não praticam de nenhuma forma uma política ambiental terá que rever seus princípios para garantir sua presença no mercado.

A evolução no Brasil do pensamento ambiental apresenta etapas distintas durante o transcorrer dos tempos. Entre as décadas de 70 e 80, verifica-se que a grande parte da difusão das práticas ecológicas foram responsáveis pelo governo e ativistas. As empresas simplesmente visionavam a questão ambiental de forma negativa e como imposição governamental.

No período entre as décadas de 80 e 90, as empresas começam a criar departamentos específicos para tratar dos aspectos ambientais, embora a maioria ainda se limitasse apenas a cumprir com a legislação. Nesse período, as agências governamentais revisam as regulamentações sugerindo maior racionalização e intensificação.

Já na década de 90, a integração entre meio ambiente e estratégia de negócios toma força e a questão ambiental passa a ser entendida como vantagem competitiva e outros benefícios que poderiam ser revertidos para as empresas. Nesta fase fica evidente também a maior preocupação e conscientização das pessoas com questões relacionadas ao meio ambiente.

## **2 - Sustentabilidade**

A exigência de produtos limpos do ponto de vista ambiental não é apenas um quesito de mercado mas também uma necessidade do ponto de vista ambiental, sobretudo devido a necessidade de crescente produção frente a limitação de recursos.

Segundo Braga et. al. (2003), o uso indevido e demasiado dos recursos utilizados nas empresas é ponto de partida para entender o conceito de sustentabilidade. Um significado simplificado desta expressão sugere que devemos produzir sem agredir o meio ambiente, de forma a respeitar o ciclo de vida e de restituição (regeneração) dos bens materiais. Uma definição que engloba conceitos de ordem econômica, ética e física uma vez que devemos explorar o capital natural segundo exigências cada vez maiores sem que as gerações futuras sejam prejudicadas (Manzini, Vezzoli, 2002).

O conceito de sustentabilidade é ainda mais amplo quando consideramos seus requisitos de ordem prática (Manzini, Vezzoli, 2002):

- Usar recursos renováveis;
- Reduzir aqueles não renováveis;
- Respeitar a capacidade de auto - reciclagem do meio ambiente;
- Reutilizar e reciclar os recursos.

A análise dos requisitos acima nos demonstra com bastante clareza, a situação em que se encontra o sistema de produção e de consumo das sociedades industriais contemporâneas, isto é, a disparidade entre aquelas empresas que seguem a produção sustentável e as que não praticam nenhum tipo de atividade calcada na preservação de recursos. São sinais desta distância o uso indiscriminado dos recursos renováveis (como hiper exploração na pesca, minerais e subemprego de outros como é o caso da energia solar), dos recursos não renováveis (devastação de reservas, acúmulo de lixo, uso demasiado destes recursos sem respeitar sua capacidade de renovação natural), a eliminação na atmosfera de substâncias sintéticas, potencialmente nocivas. Poderíamos ainda citar a diferença existente entre a disponibilidade de recursos para os países ricos e os recursos utilizados pelos países mais pobres, isto é, enquanto os primeiros utilizam em larga escala seus recursos e têm opção de escolha, os países mais pobres utilizam seus recursos sem consciência ou opção de escolha.

A variedade e a complexidade das questões que os temas aqui citados levantam, tornam claro como os esforços para aproximar-se da sustentabilidade deverá, ainda, articular-se em planos diversos que requerem a intervenção de cada setor da nossa sociedade. Todavia é possível, e talvez útil, propor uma imagem mais sintética, que não obstante a inevitável simplificação, nos permite dar uma idéia intuitiva do ponto a que devemos chegar e para onde

deveremos seguir; e do caminho a ser percorrido para atingi-la. A imagem proposta baseia-se em uma informação quantitativa que mede a redução necessária do consumo de recursos ambientais nas sociedades industriais mais avançadas. Partindo daí, pode-se avaliar o grau de transformação que, de qualquer maneira, terá de acontecer logo (Manzini, Vezzoli, 2002).

### **3 - Ecodesign**

Cita Venzke e Nascimento (2002), que com a Revolução Industrial, o desenvolvimento de produtos passou a ser uma tarefa realizada por várias pessoas, de forma diferente de quando era realizada por artesãos que dominavam todas as funções de produção, desde a escolha da matéria-prima, até processos produtivos e modelos a serem fabricados. Nesta fase, houve a necessidade de se criar uma padronização de fabricação, para que todas as pessoas envolvidas pudessem saber exatamente o que deveriam executar, surgindo, então, o conceito de projeto e posteriormente a ampliação deste conceito para Design. Este último, engloba vários aspectos, como ergonomia, tecnologia, econômico, ambiental, social, estético e antropológico. Dessa forma, o Design, atua de forma ampla, em atividades como moda, indústria gráfica e serviços, e também voltando para o meio ambiente, como o conceito de Ecodesign.

Sem dúvida, em um primeiro nível de compreensão, a palavra ecodesign é dotada de uma boa capacidade auto-explicativa, pois o seu significado mais geral sobressai de maneira imediata dois termos que a compõem: ecodesign é um modelo “projetal” ou de projeto (design), orientado por critérios ecológicos. O termo apresenta-se, portanto, como a expressão que sintetiza um vasto conjunto de atividades projetuais que tendem a enfrentar os temas postos pela questão ambiental partindo do ponto inicial, isto é, do redesenho dos próprios produtos (Manzini, Vezzoli, 2002).

Mas, ao mesmo tempo, ecodesign é um daqueles termos que, mesmo dando a idéia do que seja, está muito longe de apresentar uma definição precisa do seu significado.

A definição de Ecodesign, segundo Fiksel (1996), diz que o projeto para o meio ambiente é a consideração sistemática do desempenho do projeto, com respeito aos objetivos ambientais, de saúde e segurança, ao longo de todo o ciclo de vida do produto ou processo, tornando-os ecoeficientes. O conceito de ecoeficiência, por sua vez sugere uma importante ligação entre eficiência dos recursos e responsabilidade ambiental. Dessa forma, a ecoeficiência tem também um sentido de melhoria econômica das empresas, pois eliminando resíduos e usando os recursos de forma mais coerente, empresas ecoeficientes podem reduzir custos e tornarem-se mais competitivas. Além do mais, podem obter vantagens em novos mercados e aumentar sua participação nos mercados existentes por conta de padrões de desempenho ambiental que se tornam cada vez mais comuns.

Dessa forma, segundo Venzke e Nascimento (2002), o principal objetivo do Ecodesign, é a criação de produtos ecoeficientes, sem comprometer seus custos, qualidade e restrições de tempo para a fabricação. O conceito de ecoeficiência, remete a práticas ambientalmente responsáveis, que devem ser concordantes com as políticas e estratégias da empresa

Assim, para que sejam alcançados os objetivos da empresa com relação aos compromissos ambientais assumidos, é necessário que sejam adotadas algumas práticas durante as etapas do projeto de um produto. Venzke e Nascimento (2002), descrevem algumas destas práticas apresentadas no quadro 1:

<b>Práticas</b>	<b>Descrição</b>
Recuperar materiais	Os materiais utilizados devem estar o mais próximo possível de seu estado natural. Materiais compostos (compósitos) são de difícil recuperação e reciclagem.
Projetar de forma simplificada	Criar produtos que tenham formas simples pois geram um custo de produção menor, menor quantidade de material utilizado, e facilidade de montagem e desmontagem.
Reduzir matéria-prima utilizada na fonte	Uma das alternativas mais desejáveis em termos de redução de impactos ambientais, pois reduzindo o consumo de matérias-primas, reduz-se também a quantidade de resíduos gerados.
Recuperar e reutilizar resíduos	É importante a adoção de tecnologias que recuperem os resíduos, aproveitando o máximo da matéria-prima, obtendo ganhos ambientais e econômicos. Vale lembrar que se é mais ecoeficiente à medida que uma menor quantidade de resíduo é gerada.
Usar formas de energia renováveis	Deve-se analisar o ciclo de vida dos equipamentos e dispositivos que utilizam energias renováveis, para se determinar a viabilidade, tanto ambiental como econômica.
Utilizar materiais renováveis	Utilizar materiais renováveis como substitutos de materiais não renováveis. Como por exemplo podem ser citadas as tintas de origem vegetal substituindo as químicas, e as madeiras reflorestadas.
Produtos com maior durabilidade	A extensão da vida útil de um produto contribui significativamente para a ecoeficiência, pois fica claro que um produto durável evita a necessidade de fabricação de um substituto. O projetista deve analisar todo o ciclo de vida do produto, buscando identificar quais os custos ambientais das opções de fabricar produtos duráveis ou de fácil recuperação, podendo fazer uma escolha melhor.
Recuperar embalagens	A aplicação desta prática prevê que as embalagens possam ser reaproveitadas, seja a reutilização como na reciclagem. A utilização de produtos com refil é um bom exemplo de reutilização de embalagens.
Utilizar substâncias a base de água	Utilização de substâncias a base de água: produtos a base de água, principalmente solventes e tintas, substituindo produtos a base de petróleo, é uma prática que deve ser utilizada sempre que possível.

*Quadro 1: Práticas para a realização de um projeto de produto;*

*Fonte: Adaptado de Venzke e Nascimento (2002).*

Por fim, o campo de atenção aqui tratado será restrito àquele conjunto de atividades projetuais que está mais diretamente ligado à realização de produtos industriais. Ou seja, àquela área de atividade que o termo design industrial abrange.

#### **4 - Estudo de caso**

##### **4.1 - Utilização de fitas adesivas na produção de chicotes elétricos automotivos**

Com a finalidade de reduzir o consumo de fitas em uma multinacional, foi realizado em 2004, um WorkShop, com os gerentes e supervisores, especialmente para analisar as fitas adesivas. Como resultados estabeleceu-se formas de identificação, necessidades de treinamento e padronização para o uso de fitas adesivas utilizadas na montagem de chicotes elétricos automotivos. O montante de aproximadamente R\$ 600.000,00 ano em perdas, merecendo estudos para sua redução. Além do elevado desperdício de fitas existe a tendência

dos clientes e da sociedade em exigirem a minimização dos impactos ambientais dos produtos.

Como técnica de coleta de dados para o desenvolvimento do estudo de caso, utilizou-se os registros existentes e entrevistas com o gerente e supervisores dos setores produtivos e de engenharia.

As fitas adesivas são utilizadas para proteção dos circuitos que montam um chicote elétrico automotivo bem como sua fixação a outros ramos do circuito. Apresentam características de proteção contra temperatura e desgaste por atrito.

Atualmente a empresa utiliza 37 Part Numbers de fitas, sendo 29 locais e 8 importados. A importância dada a esses elementos e não especificamente a outros, é o fato do volume desses constituintes serem altos e representarem potencial fonte de redução.

As fitas adesivas mais comumente utilizadas são de PVC, tecido e acrílico. A tabela 1 abaixo, apresenta alguns dados relativos as fitas utilizadas em maior quantidade, e a tabela 2 apresenta alguns dados técnicos com respeito as fitas do tipo 1 e 3.

PN	Metro por Rolo	Custo R\$/metro	Nome	Fornecedor
Tipo 1	20	0,2948	FitaCloth/Acrylic	Cremer S.A
Tipo 2	25	0,1277	FitaCloth	Tesa Brasil
Tipo 3	42,7	0,0322	FitaPVC	Terra Comercial
Tipo 4	42,7	0,0648	FitaPVC	Terra Comercial

*Tabela 1: Dados relativos às fitas utilizadas em chicotes automotivos.*

*Fonte: Relatório de redução de custo (2004).*

Fita Adesiva	Espessura (mm)	Resistência à Tração (N/25mm)	Alongamento (%)	Adesão ao Aço (N/19mm)	Temperatura (°C)
Tipo 1	0,15	70	150	4,0	-10 à 80
Tipo 3	0,30	150	-	> 7,5	92

*Tabela 2: Dados Técnicos para as fitas tipo 1 e 3.*

*Fonte: Relatório de redução de custo (2004).*

Para ilustrar o representativo uso das fitas, pode-se citar o seguinte exemplo: são consumidos atualmente 3000 rolos por dia da fita tipo 2. Por falta de informação e julgando, equivocadamente, falta de aderência no início do rolo, os operários descartam cerca de 1 metro do início do rolo. O indevido descarte resulta em um desperdício de 3.000 metros de fitas adesivas dos rolos usados por dia, isto é, como se 120 rolos desta fita fossem simplesmente jogados fora, mesmo antes de serem utilizados. Sendo o custo por rolo R\$ 3,60 deixa-se de economizar R\$ 430,00 por dia.

Nota-se que no exemplo acima, leva-se em conta somente o descarte no início do rolo, sendo apenas um dos problemas enfrentados pela empresa em questão. Outros problemas ainda vigoram, como é o caso da quantidade indevida de fita nos entroncamentos e até mesmo em todo chicote, a não utilização por completa de toda quantidade contida nos rolos, entre outros desperdícios.

Quando ampliamos estes resultados para todas as fitas utilizadas, verificamos que se trata de um importante foco para atuar quando se fala de desperdícios no âmbito financeiro e até mesmo ambiental, que é o foco deste artigo. Dessa forma, qualquer percentagem de ganho é importante quando se leva em conta o volume de utilização. A empresa aqui estudada, tem como meta redução de pelo menos 20% no consumo das fitas.

A tabela 3 mostra de maneira geral o consumo médio de fitas adesivas e sua representatividade.

Período	Consumo - metros	Consumo - rolos	Consumo - R\$
Anual	74.574.255	2.166.459	7.299.073
Mensal	6.214.521	180.538	608.256
Diário	310.726	9.027	30.413

*Tabela 3: Consumo médio de fitas adesivas.*

#### **4.2 - Análise do impacto ambiental**

Sabemos que produtos são compostos por vários tipos de materiais. Os materiais como fontes primárias - e como componentes do produto como um todo - determinam várias formas de impacto ambientais e vários efeitos em nossa saúde e no ecossistema onde vivemos. As escolhas para minimizar a periculosidade das emissões ambientais devem ser feitas considerando os processos de produção e de transformação dos materiais, os sistemas de distribuição e uso e, os tratamentos de eliminação final dos produtos.

No estudo em questão, as fitas adesivas usadas nos chicotes elétricos automotivos terão seu impacto ambiental na produção do chicote (devido a desperdícios de processo) no produto final, ou seja, momento de descarte desses materiais do chicote (devido a uma necessidade de substituição ou na baixa do veículo automotor).

O primeiro tipo de fita que será abordado é constituído de PVC, película vinílica auto-adesiva, sensível à pressão, altamente durável, dimensionalmente estável. Utilizada como protetivo, indicada para utilização em veículos automotrizes diversos. A fita é composta por um dorso de filme de PVC, liner de papel branco super calandrado, tratado de um dos lados com material anti-aderente (Stcochcal Gravel Liner) e um adesivo acrílico, sensível à pressão.

Existe uma grande diversidade de opiniões quanto aos efeitos do PVC na saúde humana (União Europeia, 2001); do mesmo modo, também diferem entre si as medidas adotadas por certos países. O PVC é uma das matérias plásticas mais utilizadas atualmente, pelo que a Comissão Européia considera, sendo necessária uma abordagem integrada, que permita atingir dois objetivos: o bom funcionamento do mercado interno e um nível elevado de proteção da saúde humana e do ambiente. A "abordagem integrada" refere-se a avaliação do impacto dos resíduos sobre o ambiente durante todo o ciclo de vida dos mesmos. As questões ambientais e sanitárias relativas à utilização de certos aditivos no PVC (especialmente chumbo, cádmio e ftalatos); a gestão dos resíduos (descarga, incineração, reciclagem dos resíduos de PVC) são questões que demandam maior destaque.

Um outro um tipo de fita utilizada na montagem dos chicotes automotivos é produzida com tecido de algodão, revestido com adesivo transparente à base de borracha e resina com a função retardante à chama, isolamentos, fixação e vedação.

Um exemplo clássico da poluição gerada pelas indústrias produtoras de fitas têxteis é o fato ocorrido com a 3M-Sumaré. A empresa emitia cerca de 400.000 litros/mês de Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) para a atmosfera, causando impacto ambiental por serem precursores da formação de Ozônio (O<sub>3</sub>). Esse oxidante fotoquímico (O<sub>3</sub>) provoca problemas de saúde pública, como, por exemplo, irritação nos olhos, nariz e garganta, diminui a resistência orgânica às infecções e agrava as doenças respiratórias (CETESB, Julho 2002). Além de poluir o ambiente, o valor representado pela emissão era de um custo de R\$ 600.000,00/mês, em valores atuais. Esse custo era repassado para o produto, o que deixava a empresa em desvantagem comercial frente aos concorrentes. A empresa decidiu, então,

instalar um recuperador de solventes, processo que já estava sendo utilizado com sucesso na matriz americana, para a recuperação e reutilização desses solventes no processo produtivo.

### **4.3 - Propostas para minimização do impacto ambiental**

O plástico convencional apresenta taxas de degradação extremamente baixas, fato que pode ocasionar sérios problemas relativos à manutenção do equilíbrio ambiental. Grande quantidade de lixo plástico acumula-se dia após dia. Alternativas para substituir polímeros convencionais por polímeros que sejam mais compatíveis com a filosofia de preservação ambiental vêm ganhando cada vez mais importância. Uma das possibilidades é a utilização de polímeros biodegradáveis como os poli(hidroxicarboxilatos). Dentre eles o poli(hidroxibutirato), PHB, é um dos mais importantes. No entanto, as pesquisas devem progredir para que problemas como alto grau de cristalinidade e instabilidade térmica possam ser solucionados.

Segundo a União Européia, prevê-se um aumento de cerca de 80% dos resíduos de PVC nos próximos vinte anos. É necessário uma análise do ciclo de vida dos produtos em PVC de forma a poder compará-lo com os materiais alternativos afim de propor a substituição do PVC. A União Européia está propondo a aplicação do princípio do "poluidor-pagador" aos resíduos de PVC e está solicitando tomada das medidas necessárias para garantir a recolha separada do PVC. Outra proposta é proibição da utilização de chumbo e de cádmio nos PVC e sugere a instauração de um sistema de reciclagem semelhante ao utilizado para as carcaças dos automóveis, bem como a marcação obrigatória de todos os plásticos.

Uma outra idéia seria a utilização da biônica para a identificação de materiais renováveis. Ao contrário do ser humano, que tem uma curta existência para criar, a natureza possui milhões de anos de experiência, moldando adequando suas criações, sempre buscando a eficiência. Baseado neste fundamento surge a biônica. Biônica é o estudo de sistemas e organizações naturais, com o objetivo de analisar e recuperar soluções funcionais, estruturais e formais, para aplicá-las na resolução de problemas humanos, através da geração de tecnologias e da concepção de objetos e sistemas (Vanden Broeck, 1989).

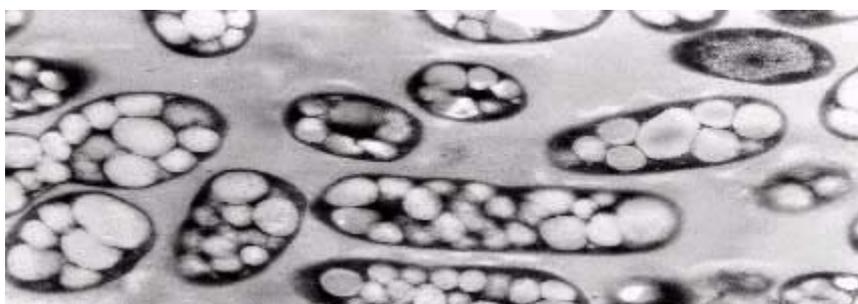
Em relação ao consumo de fitas, pesquisadores descobriram que o ferro presente na água do mar é o agente crucial de conexão nas colas superfortes encontradas no mexilhão azul comum, *Mytilus edulis*. É a primeira vez que pesquisadores conseguem determinar que um metal como o ferro é crucial para a formação de um material biológico amorfo (Sever, et al. 2004). Com o estudo para a criação de versões sintéticas da cola, os pesquisadores descobriram que os bivalves extraem o minério de ferro da água marinha que os cerca, e o empregam para unir proteínas, ligando as moléculas fibrosas em uma mescla forte e adesiva. Segundo Sever et al. (2004): "Aparentemente, a força, o poder adesivo e a durabilidade desses extraordinários materiais biológicos pode derivar da química inorgânica", complementa o pesquisador que: "A origem biológica dessa cola e a capacidade que ela exibe de aderir a quase todas as superfícies é um convite ao desenvolvimento de aplicações como, por exemplo, o desenvolvimento de adesivos cirúrgicos. Essa descoberta poderia conduzir à criação de materiais novos e incomuns, com plasticidade, força e poder de adesão definidos precisamente para usos domésticos, estruturais e biológicos". No contexto desta pesquisa a criação desta "super cola" pode substituir as fitas adesivas utilizadas na fabricação de chicotes elétricos automotivos. Verifica-se que esta proposta é de médio a longo prazo, pois baseia-se no uso de colas que ainda encontram-se em processo de pesquisa e desenvolvimento.

Contudo, para viabilizar o uso da Biônica no projeto de produtos e processos, os projetistas encontram algumas dificuldades. Primeiramente, o estudo e a análise de um dado sistema natural gera conhecimento sobre as características deste, podendo-se obter princípios naturais promissores. Mas, ao se analisar o sistema, ainda não se sabe quais e que tipos de problemas de projeto podem ser resolvidos com o auxílio deste conhecimento, exceto pela

intuição, cuja manifestação não pode ser planejada ou prevista. Porém, a análise dos sistemas naturais é imprescindível para a elaboração de um banco de dados que reúna informações sobre estes sistemas. Por outro lado, quando se tem uma tarefa de projeto específica, está-se à procura de idéias para solucionar o problema especificado na tarefa. A dificuldade está em identificar os sistemas naturais que possam fornecer idéias de soluções promissoras e, sobretudo, escolher aqueles que sejam os mais importantes e úteis.

Contudo, as propostas aqui descritas foram desenvolvidas utilizando-se como referência algumas das praticas descritas no quadro 1 que podem ser mais aplicáveis ao estudo do impacto ambiental causado pela utilização de fitas adesivas nos chicotes elétricos automotivos.

Em relação à prática de recuperação de materiais, as fitas adesivas atuais não são recicláveis, apresentando uma grande dificuldade de separação de seus constituintes, não podendo ser recuperadas. A melhor solução se converge para utilização de produtos limpos, isto é, aqueles formados por substâncias naturais ou que tenham um menor impacto ambiental possível. A biônica nos auxilia neste ponto, uma vez que fitas que usam adesivo biodegradáveis e a base de água são bastante promissoras para um futuro próximo. A idéia de utilizar derivados de cana-de-açúcar é um projeto cooperativo desenvolvido pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), Copersucar e Universidade de São Paulo que pode ilustrar isto. Neste projeto, uma equipe selecionou um grupo de polímeros da família dos polihidroxialcanoatos (PHA) que podem ser produzidos por bactérias em biorreatores a partir de carboidratos. Segundo Silva et. Al. (2001), tais polímeros, em condições apropriadas de cultivo bacteriano, são acumulados na forma de grânulos intracelulares (Figura 1), os quais podem ser separados e removidos após a lise celular gerando uma resina com propriedades semelhantes às dos plásticos de origem petroquímica, com a vantagem de poderem ser biodegradados no ambiente por microrganismos nele existentes em curto espaço de tempo após o descarte.



*Figura 1. Grânulos de polímero biodegradável do tipo poli-3-hidroxibutirato (P3HB) no interior de bactérias.*

Além de propriedades termoplásticas, que lhes permitem serem moldados ou transformados em filmes para aplicações diversas, são também biocompatíveis, com potencial para aplicações médico-veterinárias, como suturas, suportes de culturas de tecido para implantes, encapsulação de fármacos para liberação controlada etc.

De acordo com Amélio (2004), a soja também apresenta um grande potencial para fornecer matéria prima para a elaboração de produtos similares aos petroquímicos com a vantagem de ser produtos renováveis e ambientalmente mais amigáveis. A soja é uma boa alternativa ao petróleo, tanto na produção do biodiesel, quanto na fabricação de produtos tradicionalmente extraídos do petróleo, como plásticos, tintas, adesivos e lubrificantes. O grande desafio é seu preço, muito superior aos mesmos produtos fabricados a partir do petróleo.

## 5 - Conclusões

No desenvolvimento deste trabalho pode ser identificado o empenho em reduzir os desperdícios, no caso das fitas adesivas, mas começa a surgir preocupação com seu impacto ambiental motivado principalmente pelos custos envolvidos. A biônica contribuí na busca de soluções ecologicamente viáveis, mas a identificação de materiais sustentáveis ainda é incipiente. Sugere-se a utilização da vigilância tecnológica como meio de identificar o momento de incorporar nos produtos fitas com menor impacto ambiental, que podem trazer vantagens sustentáveis.

Enquanto o desenvolvimento de novos materiais para fitas estão apenas no âmbito teórico, cabe a esta industria, implementar ações corretivas capazes de reduzir e disciplinar o uso das fitas adesivas. As áreas de engenharia devem identificar e implementar ações pró-ativas capazes de incorporar as novas tecnologias para minimizar os impactos ambientais.

## Referências:

- MANZINI, Ezio & VEZZOLI, Carlo, O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: Os Requisitos Ambientais dos Produtos Industriais, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- BRAGA, Benedito et. Al., Introdução à Engenharia Ambiental, Editora Prentice Hall, São Paulo, 2003.
- VENZKE, Cláudio S. & NASCIMENTO, Luis Felipe, O Ecodesign no Setor Moveleiro do Rio Grande do Sul, Artigo Técnico, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- SILVA, Carlos Eduardo Sanches da; ULBRICHT, Vania Ribas; FIOD NETO, Miguel. A importância da criatividade no contexto emergente do desenvolvimento de produtos. In: XVIII ENEGEP, 1998, Rio de Janeiro. Anais do XVIII ENEGEP. 1998.
- CARVALHO, Marco <sup>a</sup> de; BACK, Nelson. Rumo a um Modelo para a Solução Criativa de Problemas nas Etapas Iniciais do Desenvolvimento de Produtos. II Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto - São Carlos, SP – 30-31 Agosto de 2000.
- GERARDIN, Lucien. Bionics. New York: World University Librai, 1968.
- VANDEN BROCCCK, F. O uso de analogias biológicas. Revista Design e Interiores, São Paulo, n.15, p.97-100, 1989.
- DAY BRASIL. Fitas adesivas. Disponível na URL: <<http://www.daybrasil.com.br>> acessado em 19 de agosto de 2004.
- ACTIVIDADES DA UNIÃO EUROPEIA. Problemas ambientais do PVC. Disponível na URL: <[http://europa.eu.int/news/index\\_pt.htm](http://europa.eu.int/news/index_pt.htm)> acessado em 19 de agosto de 2004.
- CETESB. Recuperação de compostos orgânicos voláteis na indústria química. Disponível na URL: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente/prevencao\\_poluicao/download/casos2002/caso05.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente/prevencao_poluicao/download/casos2002/caso05.pdf)> acessado em 19 de agosto de 2004.
- SILVA, Luiziana; RODRIGUES, Maria; GOMEZ, José. Biodiversidade: valor econômico e social. Disponível na URL: <http://www.comciencia.br/reportagens/biodiversidade/bio15.htm>> acessado em 19 de agosto de 2004.
- AGNOL, Amélio. Usos Industriais da soja. Disponível na URL: <[http://www.agrolink.com.br/colunistas/pg\\_detalhe\\_coluna.asp?Cod=790](http://www.agrolink.com.br/colunistas/pg_detalhe_coluna.asp?Cod=790)> acessado em 19 de agosto de 2004.