

Meios sustentáveis para reduzir detritos plásticos descartados de forma  
inadequada

*Sustainable ways to reduce plastic waste disposed of improperly*

PROF. DR. LEÔNIDAS HILDEBRAND JÚNIOR\*<sup>1</sup>

JULIANA ALVES LUIZ PEREIRA\*<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> \* Núcleo de Design Gráfico, Centro Universitário Belas Artes de São Paulo.  
Rua José Antonio Coelho, 879, CEP04011-62. São Paulo SP, e-mail  
leonidas.junior@belasartes.br<sup>1</sup>, jalpslip@hotmail.com<sup>2</sup>

## **Resumo**

Sabe-se que no Brasil o lixo é um grande causador de poluição ambiental, o descarte inadequado de detritos pós-consumo gera inúmeros problemas como, a poluição do solo, a poluição do lençol freático, além disso, ocupa um grande espaço físico que vem crescendo anualmente. Segundo Grippi, 2001, 16% do lixo doméstico e 10% do lixo industrial são formados por plásticos que causam poluição não apenas pelo seu descarte inadequado em lixões, mas, também, é o causador de um grande percentual na poluição dos mares. Baseando-se nesse contexto, deve-se pensar em uma forma de diminuir a poluição e o volume físico ocupado pelos plásticos, além da reciclagem convencional, pois esta possui valores inacessíveis. Ao buscar soluções para esse problema foi encontrado o papel sintético fabricado a partir de plástico pós-consumo. Esse material aliado à reciclagem energética deve minimizar a quantidade de lixo plástico descartado de forma inadequada.

**Palavras-chave:** Redução de resíduo sólido. Reutilização. Descarte inapropriado plástico

## **Abstract**

It is known that in Brazil the trash is a major cause of environmental pollution, inadequate disposal of post-consumer waste generates numerous problems such as soil pollution, pollution of ground water also occupies a large space that has increasing annually. According to Grippo, 2001, 16% of household waste and 10% of industrial waste plastics are formed by causing pollution not only for their inadequate disposal of garbage, but also is causing a large percentage of the pollution of the seas. Based on this context, one should think of a way to reduce pollution and the physical volume occupied by the plastics, in addition to conventional recycling, because it has values inaccessible. In seeking solutions to this problem was found synthetic paper made from post-consumer plastics. This material allied to energy recycling, minimize the amount of plastic waste disposed of improperly.

**Keywords:** Reduction of solid waste. Reuse. Inappropriate waste plasticpaper in the country and also the effective implementation of an energy recycling plant in the country.

Com o aumento da informação sobre a degradação do meio ambiente o perfil do consumidor mais exigente e que possui um poder aquisitivo mais elevado passou a ser tendencioso para a área de qualidade ambiental, ou seja, consumir produtos que possuem um certificado de qualidade ambiental indica que a empresa que o produziu possui critérios cujas preocupações com a qualidade do produto estão em todos os processos, desde a escolha dos insumos, meios de produção e destinação dos resíduos após o ciclo de vida.

Na busca de um novo modelo de gerenciamento em seus produtos e processos para que eles não agridam o meio ambiente, as empresas, inevitavelmente, são forçadas a produzir de forma sustentável, evitando o esgotamento dos recursos naturais e utilizando da maneira mais racional possível todas as formas de energias renováveis ou não.

Por outro lado o ser humano, naturalmente, produz e consome bens e serviços constantemente e essa atividade vem contribuindo grandemente para o aumento do lixo proveniente do descarte de forma inadequada de produtos que já atingiram o final do seu ciclo de vida.

Atualmente, o uso indiscriminado de recursos naturais, o aquecimento global e outros danos ambientais causados pelo ser humano são uma realidade limitante para o desenvolvimento social e sustentável. Um desses problemas é o descarte inadequado de milhões de toneladas de lixo.

Toda essa quantidade de resíduo pós-consumo gerada possui vários destinos, os lixões, o Aterro Sanitário Controlado, o Aterro Sanitário, a reciclagem e a compostagem.

## **Definições**

**Lixão:** É uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga do lixo sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. O mesmo que descarga de resíduos a céu aberto (*IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995*).

**Aterro sanitário:** Técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais (*IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995*).

Aterro Sanitário Controlado: É uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais. Esse método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho. (*Ambiente Brasil, 2010*).

Reciclagem: Reciclagem é um conjunto de técnicas que tem por finalidade aproveitar materiais cuja vida útil já se esgotou (sucatas de obsolescência) ou que foram gerados de forma não intencional (sucatas de processo), reintroduzindo-os na cadeia produtiva. (*Alcoa Brasil, 2010*).

Compostagem: É um processo biológico em que os micro-organismos transformam a matéria orgânica, como estrume, folhas, papel e restos de comida, num material semelhante ao solo, que se chama composto, e que pode ser utilizado como adubo. (*Instituto de Biociência USP, 2010*).

**Tabela I**

<b>Destino</b>	<b>Quantidade</b>
Lixões	76%
Aterro Sanitário Controlado (ASC)	13%
Aterro Sanitário (AS)	10%
Reciclagem ou compostagem	1%

Pesquisa Nacional de Saneamento Básico PNSB em que apresenta a divisão dos resíduos.

Fonte: IBGE 1991

Como pode ser visto na tabela I, em 1991 a maior parte do lixo era destinada a aterros sanitários. Atualmente a situação não é muito diferente, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada em 2008 e divulgada em 20 de Agosto de 2010 pelo IBGE, 22% dos municípios destinam o lixo a aterros controlados e 27,7%, a aterros sanitários. Mesmo assim, segundo o IBGE, em 1988 os municípios que usam lixões diminuíram e 88% dos locais armazenavam resíduos sólidos a céu aberto; em 2000, ano em que o IBGE realizou a pesquisa anterior, eram 72,3%.

Mesmo com a diminuição da quantidade de lixões no Brasil a quantidade existente ainda é preocupante, ainda mais em locais como o Piauí, o Maranhão e Alagoas que, de acordo com o IBGE destinam mais de 95% dos resíduos aos lixões.

Os lixões não são apenas um problema estético para os centros urbanos, estes também trazem alto risco para a saúde coletiva, a saúde do indivíduo e o meio ambiente. Alguns dos efeitos adversos dos resíduos sólidos são citados a seguir:

**População:** Os impactos provocados pelos resíduos sólidos municipais podem estender-se para a população em geral, por meio da poluição e contaminação dos lençóis subterrâneos, direta ou indiretamente, dependendo do uso da água e da absorção de material tóxico ou contaminado. A população em geral ainda está exposta ao consumo de carne de animais criados nos vazadouros e que podem ser causadores de transmissão de doenças ao ser humano. Estima-se que mais de 5 milhões de pessoas morrem por ano, no mundo inteiro, devido a enfermidades relacionadas com resíduos (MACHADO & PRATA FILHO, 1999).

**Agentes químicos:** Uma significativa parcela desses resíduos é classificada como perigosa e pode ter efeitos deletérios à saúde humana e ao meio ambiente. Metais pesados como chumbo, cádmio e mercúrio, incorporam-se à cadeia biológica, e têm efeito acumulativo, podendo provocar diversas doenças como saturnismo e distúrbios no sistema nervoso entre outras. Pesticidas e herbicidas têm elevada solubilidade em gorduras que, combinadas com a solubilidade química em meio aquoso, podem levar à magnificação biológica e provocar intoxicações agudas no ser humano (são neurotóxicos), assim como efeitos crônicos (KUPCHELLA & HYLAND, 1993).

**Agentes biológicos:** Micro-organismos patogênicos ocorrem nos resíduos sólidos municipais, mediante a presença de lenços de papel, curativos, fraldas descartáveis, papel higiênico, absorventes, agulhas e seringas descartáveis e camisinhas, originados da população; dos resíduos de pequenas clínicas, farmácias e laboratórios e, na maioria dos casos, dos resíduos hospitalares, misturados aos resíduos domiciliares (COLLINS & KENEDY, 1992; FERREIRA, 1997).

O lixo que gerado e que vai para os lixões, Aterro sanitário, Aterro sanitário controlado compostagem ou reciclagem é composto de muitos materiais, como pode ser visto nas tabelas II e III.

**Tabela II**

<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>
Papel / papelão	39%
Plástico	19%
Vidro	16%
Metais ferrosos	26%
Metais não ferrosos	2%
Outros	8%

Potencial seletivo: lixo domiciliar brasileiro.

Fonte: GRIPPI, 2001

**Tabela III**

<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>
Ferro/ ferragens	32%
Óleos gastos	31%
Plástico (PE)	1,5%
Tambores de aço	1,5%
Papel/ papelão	15%
Madeira	8%
Plástico	10%
Bombonas (PE)	1%

Potencial seletivo: lixo Industrial brasileiro.

Fonte: GRIPPI, 2001

Segundo a Conselho de Política Ambiental (COMPAM) apenas 2% dos resíduos sólidos pós-consumo são reciclados, essa pequena porcentagem se justifica pelo fator econômico, reciclar, infelizmente, ainda é muito caro no Brasil. E como mostra a tabela IV o material menos reciclado é o plástico. No caso especificamente do plástico a dificuldade em reciclá-lo não se aplica somente ao fator econômico, existem outros fatores que faz com que sua reutilização seja comprometida. Mas, antes de entender quais fatores são esses, devemos compreender o que é o plástico, sua história e saber por que ele é tão utilizado.

**Tabela IV**

<b>Material</b>	<b>Quanto é reciclado</b>
Papel de escritório	43,7%
Papel ondulado	79,6%
Plástico	21,2
Vidro	47%
Latas de alumínio	91,5%
Latas de aço	46,5

Porcentagem de material reciclado no ano de 2008.

Fonte: Cempre

### **O problema do lixo plástico lixo plástico no Brasil.**

Antes da década de 1970, a poluição gerada pelo plástico era somente relacionada ao processo de produção que poderia vir a ser corrigido controlando a manutenção e inserindo novas tecnologias para um processo de produção mais limpa (P+L).

Porém, o uso demasiado do plástico principalmente, em descartáveis e produtos de curto ciclo de vida e descarte inadequado, fez com que o plástico se tornasse um dos maiores causadores de poluição do planeta.

A maior parte do lixo plástico é de origem doméstica, outra grande parte provém de estabelecimentos comerciais. Segundo a CEPIS (Centro de Produção Industrial Sustentável), somente na cidade de São Paulo estima-se que são geradas 700 toneladas de lixo plástico por dia o que representa uma média de 70g de LP por habitante. O Brasil não possui dados estatísticos sobre o assunto em outros estados.

A maior parte do lixo plástico é formada por embalagens descartáveis (sacos, potes, filmes, frascos, garrafas etc.)

**Tabela V**

<b>Finalidade</b>	<b>Porcentagem</b>
Embalagens	30%
Automobilística	20%
Construção	15%
Têxtil	15%
Outras	5%

Percentual da utilização do plástico no Brasil.

Fonte: GRIPPI, 2001

No Brasil, a quantidade de plástico pós-consumo (aquele que é descartado após o uso) acumulada todo ano chega a 2.177.799 toneladas, segundo dados da Plastivida. O percentual total de lixo plástico gerado anualmente e que é reciclado é de 17,2%.

Para perceber de forma ainda mais clara a poluição gerada pelo lixo plástico no Brasil pode-se tomar como exemplo um plástico comum como de sacolas usadas em supermercado, essas sacolas demoram de 200 a 400 anos para se biodegradar isso devido aos agentes químicos existentes nos plásticos que não são ingeridos pelos micro-organismos responsáveis pela biodegradação.

Considerando esses dados pode-se dizer que apenas 180.3217,572 de toneladas de lixo plástico são recicladas anualmente no Brasil, quando comparado com a Alemanha, líder de reciclagem na Europa, que recicla 32,1% de seu plástico pós-consumo.



Ainda deve-se considerar o acúmulo de lixo plástico e outros derivados do petróleo no ambiente marinho, esse tipo de poluição não afeta somente a estética das praias e oceanos, mas também toda a biodiversidade nele contida.

Vistos todos os problemas causados pelo plástico, uma das soluções a princípio cabível para resolver o problema, seria a reutilização de plástico, no entanto, reciclar plástico possui altos custos e outros empecilhos. Um deles é que existe uma variedade de plásticos, rígidos, finos e fáceis de amassar, os transparentes etc. Isso quer dizer que esses plásticos não podem ser reciclados da mesma maneira.

Devido a tais empecilhos esse artigo tem a intenção de pesquisar outras alternativas, além da reciclagem convencional, que possam reaproveitar diferentes tipos de plásticos, que possuam custos admissíveis ao atual mercado, mas principalmente pensar na sustentabilidade a fim de diminuir o impacto ambiental negativo causado por esse tipo de material pós-consumo.

## **O plástico e seus aspectos**

Antes de pensar em alternativas sobre a reciclagem convencional do plástico, é necessário entendimento efetivo do que é plástico.

Plásticos são poliméricos sintéticos, de constituição macrocelular, que possuem grande maleabilidade, tornando-os capazes de se adaptar a várias formas com muita facilidade, além disso podem ser transformados com o emprego de calor e pressão, dessa forma podem servir de matéria-prima para a fabricação de vários artefatos.

A principal matéria-prima para a fabricação de plástico é o petróleo. O petróleo é formado por uma mistura de compostos, esses por sua vez possuem diferentes temperaturas de ebulição, sendo assim, é possível dividi-los por meio de um processo chamado de destilação ou craqueamento.

## **Classificação dos Polímeros**

**Termoplásticos:** São plásticos que não sofrem alterações em sua estrutura química durante o aquecimento e que após o resfriamento podem ser novamente moldados. Exemplos: Polipropileno (PP), Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Polietileno de Baixa Densidade (PEBD),

Polietilenotereftalato (PET), Poliestireno (PS), Policloreto de Vinila (PVC) etc. (*Ambiente Brasil, 2010*).

**Termofixos:** São aqueles que uma vez moldados não podem ser fundidos e remoldados novamente, portanto não são recicláveis mecanicamente. Exemplos: baquelite, Poliuretanos (PU) e Poliacetato de Etileno Vinil (EVA), poliésteres, resinas fenólicas etc. (*Ambiente Brasil, 2010*).

### **Classificação dos descartes plásticos**

**Pós-industriais:** Provêm principalmente de refugos de processos de produção e transformação, aparas, rebarbas etc.

**Pós-consumo:** São os descartados pelos consumidores, sendo a maioria provenientes de embalagens.

Levando em consideração as informações, pode-se observar que o plástico se divide em várias categorias, e cada uma dessas possui um tipo de reciclagem que aumenta a viabilidade de sua reutilização. Por isso devemos saber quais são os processos que podem ser utilizados para reciclar os plásticos. São eles:

#### **Reciclagem Química**

A reciclagem química reprocessa plásticos, transformando-os em petroquímicos básicos que servem como matéria-prima em refinarias ou centrais petroquímicas. Seu objetivo é a recuperação dos componentes químicos individuais para reutilizá-los como produtos químicos ou para a produção de novos plásticos.

Os novos processos desenvolvidos de reciclagem química permitem a reciclagem de misturas de plásticos diferentes, com aceitação de determinado grau de contaminantes como, por exemplo, tintas, papéis entre outros materiais.

Entre os processos de reciclagem química existentes, destacam-se:

**Hidrogenação:** As cadeias são quebradas mediante o tratamento com hidrogênio e calor, gerando produtos capazes de serem processados em refinarias.

**Gaseificação:** Os plásticos são aquecidos com ar ou oxigênio, gerando-se gás de síntese que contém monóxido de carbono e hidrogênio.

**Quimólise:** Consiste na quebra parcial ou total dos plásticos em monômeros na presença de Glicol/Metanol e água.

**Pirólise:** É a quebra das moléculas pela ação do calor na ausência de oxigênio. Esse processo gera frações de hidrocarbonetos capazes de serem processados em refinaria.

## **Reciclagem Mecânica**

A reciclagem mecânica consiste na conversão dos descartes plásticos pós-industriais ou pós-consumo em grânulos que podem ser reutilizados na produção de outros produtos, como sacos de lixo, solados, pisos, conduítes, mangueiras, componentes de automóveis, fibras, embalagens não alimentícias e outros.

Este tipo de processo passa pelas seguintes etapas:

1. **Separação:** Separação em uma esteira dos diferentes tipos de plásticos, de acordo com a identificação ou com o aspecto visual. Nessa etapa são separados também rótulos de diferentes materiais, tampas de garrafas e produtos compostos por mais de um tipo de plástico, embalagens metalizadas, grampos etc.

Por ser uma etapa geralmente manual, a eficiência depende diretamente da prática das pessoas que executam essa tarefa. Outro fator determinante da qualidade é a fonte do material a ser separado, sendo oriundo da coleta seletiva e mais limpo em relação ao material proveniente dos lixões ou aterros.

2. **Moagem:** Depois de separados os diferentes tipos de plásticos são moídos e fragmentados em pequenas partes.

3. **Lavagem:** Depois de triturado, o plástico passa por uma etapa de lavagem com água para a retirada dos contaminantes. É necessário que a água de lavagem receba um tratamento para a sua reutilização ou emissão como efluente.

4. **Aglutinação:** Além de completar a secagem, o material é compactado, reduzindo-se assim o volume que será enviado à extrusora. O atrito dos fragmentos contra a parede do equipamento rotativo provoca elevação da temperatura, levando à formação de uma massa plástica. O aglutinador também é utilizado para a incorporação de aditivos, como cargas, pigmentos e lubrificantes.

5. **Extrusão:** A extrusora funde e torna a massa plástica homogênea. Na saída da extrusora, encontra-se o cabeçote, do qual sai um "espaguete" contínuo, que é resfriado com água. Em seguida, o "espaguete" é picotado em um granulador e transformando em pellet (grãos plásticos).

## **Reciclagem Energética**

É a recuperação da energia contida nos plásticos por meio de processos térmicos. A reciclagem energética distingue-se da incineração por utilizar os resíduos plásticos como combustível na geração de energia elétrica. Já a simples incineração não reaproveita a energia dos materiais. A energia contida em 1kg de plástico é equivalente à contida em 1kg de óleo combustível. Além da economia e da recuperação de energia, com a reciclagem ocorre ainda uma redução de 70 a 90% da massa do material, restando apenas um resíduo inerte esterilizado.

## **O Plástico e a Geração de Energia**

1. A presença dos plásticos é de vital importância, pois aumenta o rendimento da incineração de resíduos municipais.

2. O calor pode ser recuperado em caldeira, utilizando o vapor para geração de energia elétrica e/ou aquecimento.

3. Testes em escala real na Europa comprovaram os bons resultados da co-combustão dos resíduos de plásticos com carvão, turfa e madeira, tanto técnica, econômica, como ambientalmente.

4. A queima de plásticos em processos de reciclagem energética reduz o uso de combustíveis (economia de recursos naturais).

5. A reciclagem energética é realizada em diversos países da Europa, EUA e Japão e utiliza equipamentos da mais alta tecnologia, cujos controles de emissão são rigidamente seguros, anulando riscos à saúde ou ao meio ambiente. (CETSAM, 2010).

A maior desvantagem da reciclagem energética provavelmente é o custo elevado das instalações

Atualmente, no Brasil, existe apenas um projeto experimental na área, desenvolvido pela UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro: a Usina Verde, que produz energia elétrica, mas apenas para consumo próprio. Países como Áustria e Suécia, por exemplo, já realizam esse tipo de processo que além de criar novas matrizes energéticas, conseguem reduzir em até 90% o volume de lixo plástico gerado no país.

Mesmo com as inúmeras formas de reciclar plástico pós consumo devemos levar em conta que alguns polímeros, como termorrígidos e borrachas, não podem ser reciclados de forma direta: não há como refundi-los ou depolimerizá-los.

Além disso, apesar de haver tecnologia que nos permite reciclar plásticos de diversos tipos, como já citado antes, essa reutilização na maioria das vezes não é economicamente viável devido ao seu baixo custo e pouco peso, diferentemente do alumínio que é consumido em massa, apenas plásticos como PE e PET possuem algum potencial econômico que torne sua reciclagem viável.

Alguns pilimeros plásticos, como já citados, não podem ser reciclados ou necessitariam de mais de uma “fase” para que o reaproveitamento ocorra, nesse caso incinerá-los seria uma das formas de reutilizá-los por meio da reciclagem energética, nesse caso o carbono gerado pelo polímero poderia ser utilizado na redução de minério.

Porém alguns plásticos que possuem halogêneos como PTFE, PVC e outros, geram gases tóxicos em sua queima, uma das soluções que pode ser utilizada nesse caso é encaminhar esse tipo de polímetro para a desalogenação (des+halogenação) antes da queima.

**Definição:** Desalogenação é a substituição de um átomo de halogênio de uma molécula orgânica, normalmente por um átomo de hidrogênio. Também pode ser qualquer substituição de átomos de halogênio em uma molécula.

Visto o alto custo para a reciclagem de plástico devido ao pouco peso, desvalorização do material após a reciclagem, a não massificação de polímeros plásticos como PET e PVC, a grande variedade de tipos de plásticos existente e o fato que alguns polímeros só podem ser reutilizados usando mais de uma “fase”, outros só podem ser reutilizados para a geração de energia, ainda assim podendo ser poluente, pode-se concluir que a reciclagem de plástico atualmente não se mostra como a melhor solução para reduzir o volume de lixo plástico dos lixões, aterro sanitário e aterrosanitário controlado.

### **Como reduzir o volume de plástico no Brasil**

Portanto foram pesquisadas formas de reaproveitar plástico pós-consumo, além da reciclagem convencional. A alternativa encontrada que demonstrou maior custo/benefício foi por meio da transformação de plástico pós consumo em papel sintético feito através de polímeros provenientes de plástico pós-consumo.

O primeiro papel sintético denominado Ucar, foi desenvolvido em 1960, pela Union Carbide Co. Entretanto, dificuldades na absorção de tintas impediram o crescimento do mercado desse tipo de papel. (SCHUT, 2001). Desenvolvimentos recentes permitiram ao papel sintético ter igual, ou melhor, qualidade de impressão que o papel celulósico. Nesse sentido, o Núcleo de Reciclagem de Resíduos da Universidade Federal de São Carlos – 3R-nrr/UFSCar – também tem desenvolvido pesquisas para o desenvolvimento de papel sintético, encontrando resultados que verificam a viabilidade de aplicação desse material (MARUCA, 1996).

O papel sintético ecológico possui como principal matéria-prima, plásticos descartados pós-consumo, como por exemplo; garrafas de água (PVC – Policloreto de Vinila), embalagem de material de limpeza (PEAD – Polietileno de Alta Densidade), filmes e embalagens (LDPE e HDPE – Polietileno), potes de alimentos (PP – Polipropileno), tabuleiros de jogos (PS – Poliestireno), livros escolares (celulose) etc. O papel sintético que utiliza plástico como principal matéria-prima já existe, porém o papel fabricado por meio de material pós-uso é proveniente de estudos recentes da

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), testado em planta piloto pela empresa Vitopel, fabricante de filmes flexíveis, com a fábrica em Votorantim.

Para a obtenção de papel sintético feito a partir de plástico pós-consumo é feito o seguinte processo; limpeza do plástico, após essa etapa, ele é moído e para a obtenção de propriedades ópticas – como brilho, brancura, contraste, dispersão e absorção de luz – e resistência mecânica ao rasgamento, tração e dobras, são adicionadas partículas minerais. A mistura é colocada em uma máquina extrusora a altas temperaturas, onde amolece e se funde. No final, o material transforma-se em uma grande folha fina, semelhante a um papel fabricado com celulose, que é enrolada e cortada de acordo com a aplicação. Para efeito de comparação, foram avaliadas as propriedades ópticas e o resultado da impressão em papéis produzidos com matéria-prima virgem e com resíduos plásticos.

Nos testes feitos, as propriedades do papel sintético praticamente não se alteraram com o uso do material reciclado. Apenas nos casos em que na composição entraram resíduos de plásticos escuros, com pigmentos incorporados foi observada alteração na alvura do material.

Os testes na planta piloto foram feitos com as composições de plásticos que apresentaram em laboratório as melhores propriedades para a fabricação de papel sintético. Para efeito de comparação, foram avaliadas as propriedades ópticas e o resultado da impressão em papéis produzidos com matéria-prima virgem e com resíduos plásticos. Nos testes feitos, as propriedades do papel sintético praticamente não se alteraram com o uso do material reciclado. Apenas nos casos em que na composição entraram resíduos de plásticos escuros, com pigmentos incorporados, foi observada alteração na alvura do material. (Revista FEPEESP, 2009).

A princípio o Papel Sintético Ecológico se mostrou uma grande alternativa para o destino do plástico pós-consumo e apresenta como pontos positivos os seguintes fatores:

A redução de plásticos pós-consumo que é enviado para descarte indevido. Considerando todos os malefícios causados pelo plástico, principalmente por seu descarte inapropriado deve-se considerar que o reuso vai diminuir o volume de material rejeitado de maneira imprópria causando menor impacto ambiental negativo acarretado pelo uso indiscriminado de plástico;

Diminuição do uso de papel comum fabricado a partir de celulose advinda de madeira. O papel sintético é um material obtido por meio de processamento de polímeros termoplásticos, virgens ou reciclados, na forma de filme que permitem a escrita ou impressão, tal como o papel celulósico ou convencional. Diferentemente do papel celulósico cuja matéria-prima é extraída de recursos naturais (madeira) e sua obtenção e tratamentos causam grande impacto ao meio ambiente,

o papel sintético tem sua produção totalmente limpa contribuindo para a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais. (ALMEIDA, M. C.; MANRICH, S. 2002). Ou seja, ao utilizar papel sintético ecológico cuja matéria-prima é provinda de plástico pós-consumo e não de polímeros virgens, evitamos que árvores sejam derrubadas para a produção de papel, mesmo que segundo informações da Associação Brasileira de Celulose e Papel (Bracelpa) toda a indústria de celulose nacional extraia madeira oriunda exclusivamente replantada, ainda sim, seria conveniente fazer uso do papel sintético, pois sabe-se que as empresas fabricantes de papel nacional extraem madeira principalmente de eucalipto, que representa, 1,62 milhões de hectares cultivados pela indústria de celulose e papel, segundo dados da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF.)

Apesar de anos de cultivo em solo brasileiro a questão do plantio de eucalipto ainda é uma questão polêmica quando se trata da questão específica do plantio em escala industrial. As questões discutidas são relacionadas aos mananciais, à mata nativa e à biodiversidade; ora enfatizando o aspecto econômico cujo enfoque está voltado para a defesa da ocupação de mercados, geração de empregos e recursos para estados e municípios; ora ressaltando o aspecto social cuja argumentação se baseia na denúncia dos prejuízos decorrentes da plantação de eucalipto em grande escala para as comunidades locais e para os trabalhadores, submetidos a condições desumanas de trabalho. Apesar de não haver um consenso, podemos observar que alguns aspectos são inquestionáveis, como a necessidade de se promover avanços no campo social, com vistas a valorizar o produtor rural e as comunidades e firmar posição contra o desmatamento para o plantio de eucalipto. A seguir, listamos os pontos mais polêmicos da questão, comentando as opiniões divergentes e seus principais argumentos. (ALMG);

Uso do papel sintético em conjunto com a reciclagem energética.

O papel sintético ecológico fabricado por plástico pós-consumo detém petróleo que nada mais é que sua matéria-prima e por isso, possui alto poder calorífico. Então ao queimar papel sintético na reciclagem energética, o material libera uma ampla quantidade de calor capaz de produzir energia abundantemente. Segundo dados da Plastivida, 1kg de plástico equivale à mesma quantidade de energia elétrica gerada por 1kg de óleo diesel.

Pode-se também observar na tabela VI a comparação química de carvão mineral, óleo e plástico. Nota-se que a diferença entre os tipos de combustíveis não são muito grandes.



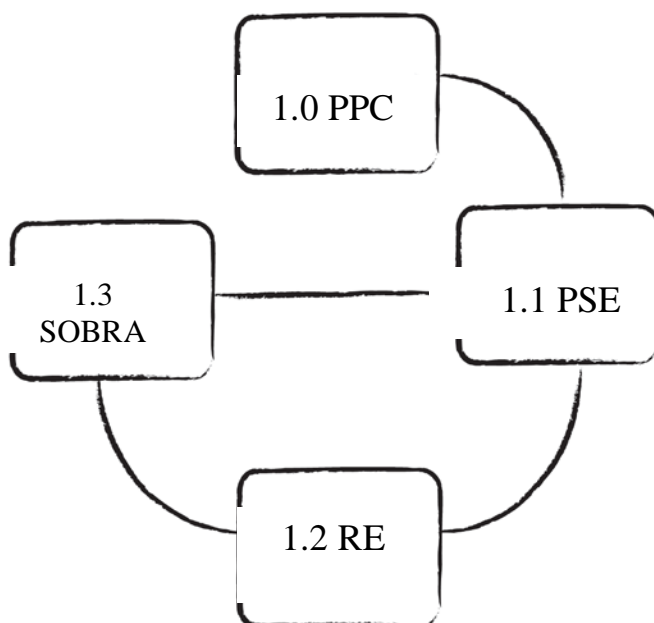
**Tabela VI**

% em peso	Agente Redutor		
	Carvão	Óleo	Plástico
C	79,60	85,90	83,74
H	4,32	10,50	12,38
S	0,97	2,23	0,05
Cinzas	9,03	0,05	3,08
Cl	0,20	0,04	0,75
Pb	0,0050	0,0001	0,0002
Cr	0,0013	0,0002	0,0013
Ni	0,0028	0,0075	0,0011
V	0,0045	0,0600	0,0002
Zn	0,0065	0,0001	0,0073
Cu	0,0015	0,0001	0,0013
K	0,2656	0,0010	0,0170
Na	0,0816	0,0010	0,0200

Comparação entre as análises químicas de carvão pulverizado, óleo e sucata plástica.

Fonte: LINDENBERG, 1996

Considerando essa informação, pode-se integrar o papel sintético com a reciclagem renovável da seguinte forma:



**1.0.** Bens pós-consumo são os produtos ou materiais cujo prazo de vida útil chegou ao fim, sendo assim considerados impróprios para o consumo primário, ou seja, não podem ser comercializados em canais tradicionais de vendas. No entanto, não quer dizer que não possam ser reaproveitados. Isso é possível graças à adoção da logística reversa de seus canais de distribuição. Canais de Distribuição Reversos são as etapas envolvidas no retorno de produtos considerados bens de pós-consumo. Essas etapas formam o processo logístico no pós-consumo. Para falar em pós-consumo é preciso antes falar em ciclo de vida ou vida útil de um produto. “A vida útil de um bem é entendida como o tempo decorrido desde a sua produção original até o momento em que o primeiro possuidor se desembaraça dele” (LEITE, 2003). Isso quer dizer que plásticos pós-consumo podem ser reaproveitados passando pelo processo de Canais de Distribuição Reversos.

**1.1** Papel sintético ecológico : São substratos para impressões dotados de microporos, com resistência à temperatura e características que fazem do produto uma ótima escolha para uma grande variedade de impressos. Utilizam como matéria-prima o plástico pós-consumo. Ou seja, é um produto novo que utiliza como matéria-prima o bens pós consumo, concretizando o processo de canais de distribuição reversos , gerando a reintrodução dos produtos ou materiais à cadeia de valor por meio do ciclo produtivo ou de negócios e, portanto, um produto só é descartado em último caso. (CHAVES e MARTINS, 2005).

**1.2** Reusar como combustível papel sintético ecológico pós-consumo é uma forma de usar novamente um material que já foi reutilizado para a produção de energia, dessa forma prolongando o ciclo de vida do produto e evitando mais uma vez que o material seja descartado de forma inadequada, enquadrando novamente no processo de logística reversa.

**1.3** Apesar da incineração de resíduos sólidos como papel sintético ecológico pós-consumo diminuir substancialmente com o volume de resíduo, geralmente segundo artigo publicado pela BAGARAI restam 8% de sobra do total de resíduo queimado, para que não haja descarte impróprio do detrito que sobra após a queima, essa sobra pode ser reaproveitada para a produção de mais papel sintético ecológico.

Visto isso, pode-se dizer que ao utilizar plástico pós-consumo para a fabricação de papel sintético ecológico, estamos reduzindo a quantidade de lixo plástico que são descartados de forma incorreta,

e utilizando-o para a fabricação de um produto que ao ser descartado pode ser incinerado para a geração de energia, a sobra da incineração pode servir de matéria-prima para a fabricação de mais papel sintético ecológico, dessa forma podemos contemplar todo o Ciclo de Vida do Produto de forma sustentável.

Apesar de todos os benefícios existentes na união da fabricação de papel sintético ecológico a partir de PPC e o uso de RE para a finalização do ciclo de vida do produto de plástico pós consumo temos que ponderar também outros aspectos que podem dificultar esse processo, tais como:

**Quanto ao papel:** O mercado para o papel sintético, ainda embrionário no Brasil, pode ter uma demanda anual contínua e de volume considerável se investido marketing para a familiarização dos consumidores com o material. Outros materiais, como filmes vinílicos já são empregados em *busdoor*, *backbus* e envelopamento de veículos e podem ocupar parte do mercado do papel sintético, especificamente em comunicação visual. A maior durabilidade do papel sintético pode levar à menor rotatividade de aplicações como o *outdoor*, fato que pode levar ao encolhimento da demanda. Por outro lado, as aplicações em que o benefício da durabilidade diminui a razão custo/benefício poderão contribuir para um aumento do mercado. A distribuição geográfica do mercado consumidor não fornece informações necessárias para a decisão de instalação de unidades para a fabricação de papel sintético, uma vez que gráficas localizadas nos grandes centros das regiões Sul e Sudeste possuem clientes espalhados por todo o território brasileiro. (MANRICH, S; ALMEIDA, 2002).

#### **Quanto a reciclagem energética:**

“A presença dos plásticos no processo de reciclagem energética é, realmente, positiva. No entanto, a queima do material libera gases como CO e CO<sub>2</sub> e, por isso, essa técnica deve ser bem monitorada – com instalações operacionais e sistemas de controle de emissão adequados, além de mão de obra qualificada – para que não sejam liberados na atmosfera poluentes sólidos e gasosos, prejudiciais à saúde das pessoas e do meio ambiente. O grande problema é o custo.” (Helio Wiebeck, especialista em reciclagem de polímeros da USP).

## **Considerações finais**

Ponderando todos os aspectos da unificação da utilização de plástico pós-consumo para a fabricação de papel sintético ecológico unificado a reciclagem energética completando o ciclo de vida sustentável do produto pode-se dizer que:

É necessário aumentar a quantidade de papel sintético no mercado nacional, dessa forma facilitando a introdução do papel sintético ecológico. Apenas com o aumento de consumo de papel sintético ecológico será possível colocar em prática o processo de canais de distribuição reversas do produto papel sintético ecológico, gerando a redução efetiva de lixo plástico descartada de forma inadequada, já que papel sintético ecológico em como matéria-prima plástico pós-consumo que é formado de lixo plástico.

Além disso, devemos considerar que o mercado de PSE não seja muito grande ainda, é possível reutilizá-lo por meio de reciclagem energética, visto que esta pode utilizar papel sintético ecológico em conjunto com plástico pós-consumo para a geração e energia.

Outro aspecto da reciclagem energética é que no Brasil a única usina desse tipo ainda é um projeto Piloto da UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) que apesar de não ser um projeto que ainda não está totalmente concretizado, possui grandes chances de ser realizado já que utilizam tecnologia 100% nacional, tornando o custo acessível e segundo Jorge Nascimento, gerente de operações da Usina Verde da UFRJ, os empresários que investirem no projeto terão retorno entre 5 a 6 anos, significa que terão retorno financeiro a curto prazo.

Ainda há o aspecto sustentável, a usina segue as normas do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) isso quer dizer que gera baixo impacto ambiental.

Logo se conclui que, caso haja aumento de consumo de papel sintético ecológico no Brasil e a instalação efetiva da usina verde é possível por meio da unificação da utilização de plástico pós-consumo para a fabricação de papel sintético ecológico unificado a reciclagem energética completando o ciclo de vida sustentável do produto reduzir a quantidade de lixo plástico descartada de forma inadequada, sendo um ponto positivo não só no que diz respeito à redução de volume no espaço físico, também existe ganho no âmbito ambiental.

## Referências

ALCOA. Disponível em: < <http://www.alcoa.com/brazil/>>. Acesso em: 3 ago. 2010.

ALMAG. Disponível em:  
<[http://www.almg.gov.br/index.asp?grupo=legislacao&diretorio=njmg&arquivo=legislacao\\_mineira](http://www.almg.gov.br/index.asp?grupo=legislacao&diretorio=njmg&arquivo=legislacao_mineira)> .Acesso em: 02 set. 2010.

ALMEIDA MARCELO C., SATI MANRICH. Departamento de Engenharia de Materiais, UFSCar 2002.

Almeida, M.C.; Manrich, S. - Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol.12, 2002.

AMBIENTE BRASIL. Disponível em:  
<[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/coleta\\_e\\_disposicao\\_do\\_lixo/aterros\\_de\\_residuos.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/coleta_e_disposicao_do_lixo/aterros_de_residuos.html)>. Acesso em: 18 ago. 2010.

Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Disponível em:  
<<http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>> .Acesso em: 05 set. 2010.

Bracelpa. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/>> .Acesso em: 02 set. 2010.

BRASIL discute reciclagem energética do lixo. Disponível em: <<http://bagarai.com.br/brasil-discute-reciclagem-energetica-do-lixo.html>>. Acesso em: 8 set. 2010.

CADERNOS de Saúde Pública. vol.17 n.3. Rio de Janeiro.  
Cempre. Disponível em: <[http://www.cempre.org.br/ciclosoft\\_2008.php](http://www.cempre.org.br/ciclosoft_2008.php)> .Acesso em: 05 set. 2010.  
CETDAM. Disponível em: <<http://www.cetsam.senai.br/bolsa>> .Acesso em: 11 set. 2010.

CHAVES, Gisele de Lorena D.; MARTINS, Ricardo Silveira. Diagnóstico da logística reversa na cadeia de suprimentos de alimentos processados no oeste paranaense. In: VIII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais (SIMPOI), ago. 2005, São Paulo. **Anais.**

COLLINS, C. H. & KENEDY, D. The microbiological hazards of municipal and clinical wastes. **Journal of Applied Bacteriology**, 73:1-6, 1992.

CONAMA Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>> .Acesso em: 09 set. 2010.

COPAM. Disponível em: < <http://www.conselhos.mg.gov.br/copam/>>. Acesso em: 8 set. 2010.

ELASTOFILM. Ficha Técnica: **Filme de polietileno tipo papelsintético**. São Paulo. Disponível em: < [www.elastofilm.com.br/papel.htm](http://www.elastofilm.com.br/papel.htm)>. Acesso em: 10 set. 2010.

ERREIRA, J. A., **Lixo Hospitalar e Domiciliar: Semelhanças e Diferenças - Estudo de Caso no Município do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz. 1997.

ESTUDO de mercado em duas áreas específicas de aplicação de papel sintético florestas plantadas. Disponível em: < <http://www.bracelpa.org.br> >. Acesso em: 10 set. 2010.

FRANCISCO – CA. Disponível em: < <http://paperfo.com/consumer/synpap96.htm> >. Acesso em: 2 set. 2010.

GORNI; Antonio Augusto. Aproveitamento de plástico pós-consumo na form de combustível para altos-fornos e coquerias. **Revista Plástico Industrial**. Janeiro, p. 84-100, 2006.

GRIPPI, Sidney. (2001). Reciclagem e sua história. 1 edição. Rio de Janeiro. 2001.

IBGE. Disponível em:

<[http://www.ibge.gov.br/series\\_estatisticas/exibedados.php?idnivel=BR&idserie=FED170](http://www.ibge.gov.br/series_estatisticas/exibedados.php?idnivel=BR&idserie=FED170)>  
.Acesso em: 05 set. 2010.

Instituto de Biociências da USP. Disponível em:

<<http://www.ib.usp.br/coletaseletiva/saudecoletiva/compostagem.htm/>> .Acesso em: 04 set. 2010.

INSTITUTO de pesquisas tecnológicas do estado de São Paulo (IPT). **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: IPT/CEMPRE. 1995. 278p.

JANZ, J. & WEISS, W. Injection of Waste Plastics into the Blast Furnace of STAHLWERKE BREMEN. LA REVUE DE METALLURGIE - CIT, Octobre 1996, p. 1219-1226.

KUPCHELLA, C. D. & HYLAND, M.C., **Environmental Science** - Living Within the System of Nature. London: Prentice-Hall International. 1993.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística reversa**: meio ambiente e competitividade. São Paulo Prentice Hall, 2003.

LINDENBERG, H.U. et al. Rohstoffliches Recycling von Kunststoffen als Reduktionsmittel im Hochofen. **Stahl und Eisen**, August 1996, p. 89-93.

MACHADO, C. & PRATA FILHO, D. A., **Gestão de Resíduos Sólidos**. 1999.

MARUCA, A.; MANRICH, S. Caracterização de polipropileno reciclado de diferentes origens visando a obtenção de papel sintético. In: **Anais do IV Congresso de Iniciação Científica - UFSCar**. p. 76. São Carlos - SP. 7-9 de Outubro de 1996.

MINISTÉRIO da Ciência e Tecnologia/Brasil. **Convenção sobre mudança do clima**. Celulose e Papel: Produção e Destino. Anexo 1: Disponível em:

<[http://www.mct.gov.br/comunic\\_old/bracel01.htm](http://www.mct.gov.br/comunic_old/bracel01.htm)>.

O QUE É RECICLAGEM? Disponível em: < <http://www.ib.usp.br/> > Acesso em: 08 set. 2010.

Plastivida. Disponível em: <[http://www.plastivida.org.br/2009/Posicionamento\\_Estudos.aspx](http://www.plastivida.org.br/2009/Posicionamento_Estudos.aspx)>  
.Acesso em: 07 set. 2010.

PROCESSO de compostagem. Disponível em: <<http://www.alcoa.com/brazil/>> Acesso em: 10 set. 2010.

Revista Fabespe Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=3754&bd=1&pg=2&lg=>>>  
.Acesso em: 07 set. 2010.

Revista Veja - 05/03/2008 – PAULA NEIVA E ROBERTA DE ABREU LIMA, Oceano de plástico.

SCHUT, H. J. **El papel plástico**: una realidad. Tecnología del plástico. Trad. de Plastics Technology. 2001.

SYNTHETIC PAPER'S Growing Niche Markets. Paperfo. San Urbanos em Niterói. In: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, **Anais**, CD-ROM III. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Usina Verde: um empreendimento econômico e ecológico Disponível em:  
<[http://www.olharvirtual.ufrj.br/2006/index.php?id\\_edicao=115&codigo=1](http://www.olharvirtual.ufrj.br/2006/index.php?id_edicao=115&codigo=1)> .Acesso em: 11 set. 2010.