



Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências e Tecnologias
Engenharia do Ambiente
- 2º Ano -



Data de Entrega: 03/03/2009

Data de Elaboração: 28/02/2009

Docente: Alzira Dinis

Disciplina: Higiene Pública e Segurança Ambiental

Trabalho realizado por:

Miguel Neto nº 18585

João Teles nº 18936

Ivan Vasconcelos nº 18944

Introdução

Com escassez de materiais naturais e ao aumento de custos dos materiais de construção é necessário a procura de alternativas para a construção de auto-estradas.

Segundo Specht (2000) apud Cury et al. (2002), o alto custo e a função estrutural das camadas asfálticas e cimentadas são aspectos marcantes no desempenho do pavimento e a razão de se combinar asfaltos com determinados polímeros é prevenir a degradação prematura do pavimento com o uso prolongando assim a sua vida útil, reduzindo assim o seu custo de manutenção. Espera-se que com a adição de polímeros haja uma redução das variações de temperatura e um aumento da ductilidade, levando a uma maior resistência a deformações plásticas a altas temperaturas e suprimindo o aparecimento de fissuras por retracção térmica e de fadiga.

De acordo com Morilha Jr. e Greca (2003), a utilização da borracha, como polímero, adicionado ao cimento asfáltico tradicional não é apenas um produto a mais, inerte, colocado apenas para “rechear”, mas sim, servir como um melhorador do asfalto reconhecido mundialmente.

Tem vindo a aumentar as preocupações ambientais relativamente ao destino ou deposição de pneus “inservíveis”. Estes pneus devido a uma grande durabilidade, quantidade, volume e peso, são muito difíceis de terem um destino. Por isso a utilização da borracha de pneu moído, ou pó de pneu, nas misturas asfálticas mostra-se como uma das alternativas ambientalmente adequadas, que pode apresentar grandes reduções de volume desse resíduo em todo o mundo. (CURY et. al, 2002).

Os plásticos constituem cerca de 9,5% do peso da totalidade dos lixos domésticos e são materiais produzidos a partir de recursos naturais como o petróleo, o gás natural, a hulha e o sal comum.

O consumo de plásticos aumentou consideravelmente desde a sua introdução no mercado, devido às suas características físicas e químicas e diferentes aplicações possíveis. Ainda assim o plástico tem uma vida activa curta, levando a um aumento excessivo de resíduos como por exemplo as embalagens. Devido à sua grande variedade de possíveis funções e durabilidade, o plástico pode tornar-se no mais reciclável dos materiais. No entanto em 1990, verificava-se que apenas 1% de plásticos eram reciclados. (Plásticos, www.netresiduos.com, 2008)



Palavras-chave:

- Reciclagem;
 - Reciclagem de Plásticos;
 - Reciclagem de Borrachas;
 - Reutilização de polímeros;
 - Política dos 3 R's.
-

Reciclagem de plásticos

O primeiro plástico sintético foi desenvolvido no início do século XX, e registou um desenvolvimento acelerado a partir de 1920. Este material, relativamente novo, se comparado a outros como o vidro e o papel, passou a estar presente em grande parte dos utensílios por nós usados diariamente.

O plástico vem das resinas derivadas do petróleo e pertence ao grupo dos polímeros (moléculas muito grandes, com características especiais e variadas).

A palavra plástico tem origem grega e significa aquilo que pode ser moldado. Além disso, uma importante característica do plástico é manter a sua forma após a moldagem.

Tipos de Plásticos

Existem muitos tipos de plásticos. Os mais rígidos, os fininhos e fáceis de compactar, os transparentes, etc.

São divididos em dois grupos de acordo com as suas características de fusão ou derretimento: **termoplásticos** e **termorrígidos**.

Os termoplásticos são aqueles que amolecem ao serem aquecidos, podendo ser moldados, e quando resfriados ficam sólidos e tomam uma nova forma. Esse processo pode ser repetido várias vezes. Correspondem a 80% dos plásticos consumidos. Ex: polietileno.



Os termorrígidos ou termofixos são aqueles que não derretem quando aquecidos, o que impossibilita a sua reutilização através dos processos convencionais de reciclagem. Ex: poliuretano rígido.

Em alguns casos, estes materiais podem ser reciclados parcialmente através de moagem prévia e incorporação no material virgem em pequenas quantidades, como ocorre com os elastômeros (borracha).

Tabela 1: Diferentes tipos de plásticos e as suas aplicações

Plásticos	Tipos	Aplicações
TERMOPLÁSTICOS	PET – (polietileno tereftalado)	Frascos de refrigerantes, produtos farmacêuticos, produtos de limpeza, fibras têxteis, etc;
	PEAD – (polietileno de alta densidade)	Embalagens para cosméticos, frascos de produtos químicos e de limpeza, tanques de combustível, etc;
	V ou PVC – (policloreto de vinila)	Frascos de água mineral, tubos, calçados, equipamentos médico-cirúrgicos, etc.
	PEBD – (polietileno de baixa densidade)	Embalagens de alimentos, sacos para lixo, lonas agrícolas, rótulos de brinquedos, etc;
	PP – (polipropileno)	Embalagens de massas e biscoitos, potes de margarina, seringas descartáveis, fibras e fios têxteis, peças-auto (para-choques de carro);
	PS – (poliestireno)	Copos descartáveis, placas isolantes, aparelhos de som e Tv, embalagens de alimentos, material escolar;
	OUTROS	Plásticos especiais e de engenharia, CD's, eletrodomésticos, corpos de computadores;
TERMORRÍGIDOS	PU – Poliuretanos, EVA - Poliacetato de Etileno Vinil etc	Solas de sapatos, interruptores, peças para casas de banho, telefones e etc.

(Craig Freudenrich, Ph.D. - traduzido por HowStuffWorks Brasil, 2009).

VANTAGENS DE RECICLAR O PLÁSTICO

A reciclagem de plásticos tem dupla vantagem:

- Reduz o volume final dos resíduos;
- A recuperação dos resíduos e sua reutilização assegura a economia de matérias-primas e de energia.

O plástico reciclado tem infinitas aplicações, tanto nos mercados tradicionais das resinas virgens, quanto em novos mercados.

O plástico reciclado pode ser utilizado para fabricação de:

- Garrafas e frascos, excepto para contacto directo com alimentos e fármacos;
- "Madeira – plástica";
- Vassouras, escovas e outros produtos que sejam produzidos com fibras;
- Painéis para a construção civil.

PET

Mundialmente a produção de PET é de cerca de 5 milhões de toneladas por ano. O material, que é um poliéster termoplástico, tem como característica a leveza, a resistência e a transparência, ideais para satisfazer ao consumo doméstico de refrigerantes e de outros produtos, como artigos de limpeza.

VANTAGENS DE RECICLAR O PET

O PET reciclado é utilizado na fabricação de cordas e fios de costura, carpetes, bandejas de frutas e até mesmo novas garrafas. Além de desviar o lixo plástico dos aterros, utiliza apenas 30% da energia necessária para a produção da resina virgem. Pode ser reciclado várias vezes, sem prejudicar a qualidade do produto final.

O CICLO DE VIDA DO PET

Após a selecção, separação e pré-reprocessamento do material, a reciclagem pode ocorrer de três formas.

Na reciclagem primária, a sucata limpa é triturada em pedaços uniformes, retornando à produção de resina na própria unidade.

Na reciclagem secundária, o PET é reprocessado mecanicamente, em equipamentos que recuperam o poliéster para a fabricação de fibras, lâminas ou embalagens.

Já a reciclagem terciária consiste na reversão química do processo que formou o polímero de PET, possibilitando o retorno às matérias-primas originais, usadas novamente para a fabricação do mesmo produto.

Outra forma de aproveitamento é a incineração em unidades termoeléctricas, que recuperam parcialmente a energia contida no material.

(Abipet, 2009).

Reciclagem

Reciclagem Energética (Inceneração) – É o termo usado para designar a combustão do lixo municipal. Um incinerador apropriadamente projectado e operado permite que a redução de volume de material a ser aterrado seja substancial.

Em muitos países, a incineração é realizada para a conversão de resíduos plásticos em energia. Deve-se levar em conta que o valor energético dos plásticos é equivalente ao de um óleo combustível (37,7 MJ/kg) e, por esta razão, podem-se constituir em valiosa fonte energética (Cepis, 2004). No entanto, a incineração ainda não está a ser utilizada em grande escala devido ao custo elevado e, em alguns casos, por ser potencialmente arriscada. Alguns plásticos, como o policloreto de vinila (PVC), causam irritação ou geram gases tóxicos quando queimados. A incineração do PVC gera ácido clorídrico, uma substância tóxica e muito corrosiva, representada pela reacção: $2[\text{CH}_2\text{CHCl}]_n + 5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{HCl} + 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Reciclagem Química – O plástico sofre reacções químicas transformando-se noutra tipo de plástico que então poderá ser utilizado na indústria. Ex: reciclagem do PET para a produção de resina de poliéster, usada na fabricação de fibras para a confecção de roupas.

Reciclagem Mecânica – É mais barata e mantém uma boa qualidade do produto. Os plásticos são submetidos a processos físicos (ex: polietileno, polipropileno).

(Gedea, Tipos de reciclagem, 2009).

Reciclagem de borrachas

Um dos principais temas abordados nos dias de hoje, é a procura de uma melhoria na construção de asfaltos, procurando que estes tenham uma melhor resistência, qualidade, maior duração e menores custos. Para isso o aproveitamento dos pneus que já não têm uso tem sido um recurso muito bom. Não só este aproveitamento é vantajoso para quem constrói e quem usufrui dos asfaltos, como para o meio ambiente. Pode-se ver na fig. 1, o ciclo de vida do pneu, que no fim do seu ciclo em vez de ficar a causar perturbações ambientais, pode ser útil no melhoramento de asfaltos.

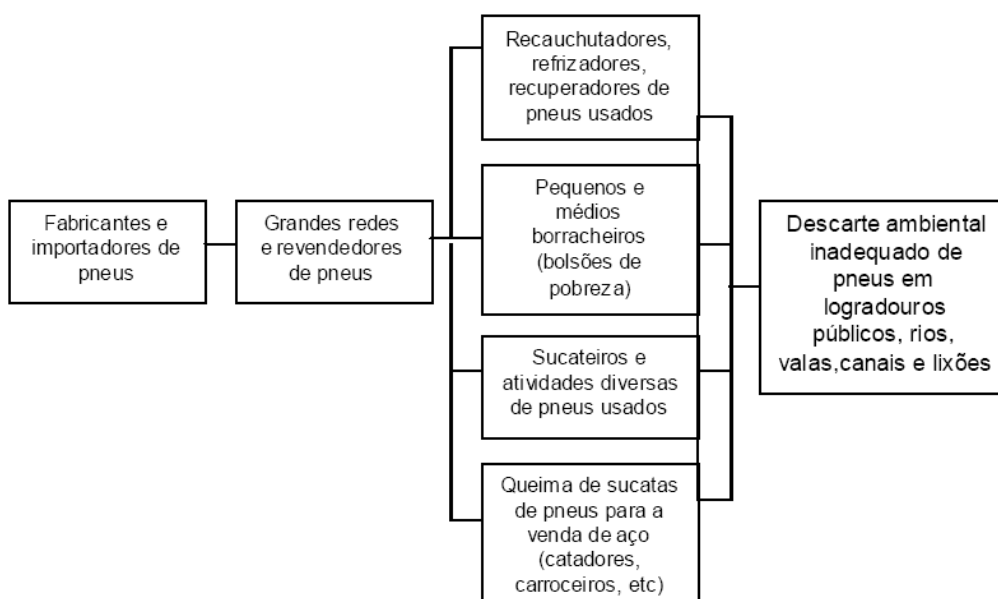


Fig. 1 – Ciclo de vida dos pneus (COMLURB, 2002)

A adição da borracha de pneus às misturas asfálticas pode ser feita através de duas vias diferentes:

- ⇒ Via seca ou agregado-borracha, a borracha triturada é introduzida directamente no misturador da usina de asfalto;
- ⇒ Via húmida ou asfalto-borracha, a borracha é previamente misturada ao ligante, modificando-o permanentemente.

Com o uso dos pneus, mais propriamente pneus moídos (fig. 2), na construção de asfaltos, previne-se possíveis incêndios e a proliferação de insectos e roedores. O seu destino que seria os aterros sanitários, torna-se inviável pois os pneus inteiros apresentam baixa compressibilidade e degradação muito lenta.

(BERTOLLO; FERNANDES JR. e SCHALCH, 2002).



Fig. 2 – Processo de trituração dos pneus (LAGUNO, 2003)

Os pneus descartados podem ter diferentes fins sendo uns benéficos para o ambiente, e melhorando as condições de por exemplo o asfalto, e outros fins sendo terríveis para o ambiente e conseqüentemente para a população. Estes diferentes fins podem ser observados na Fig. 3.

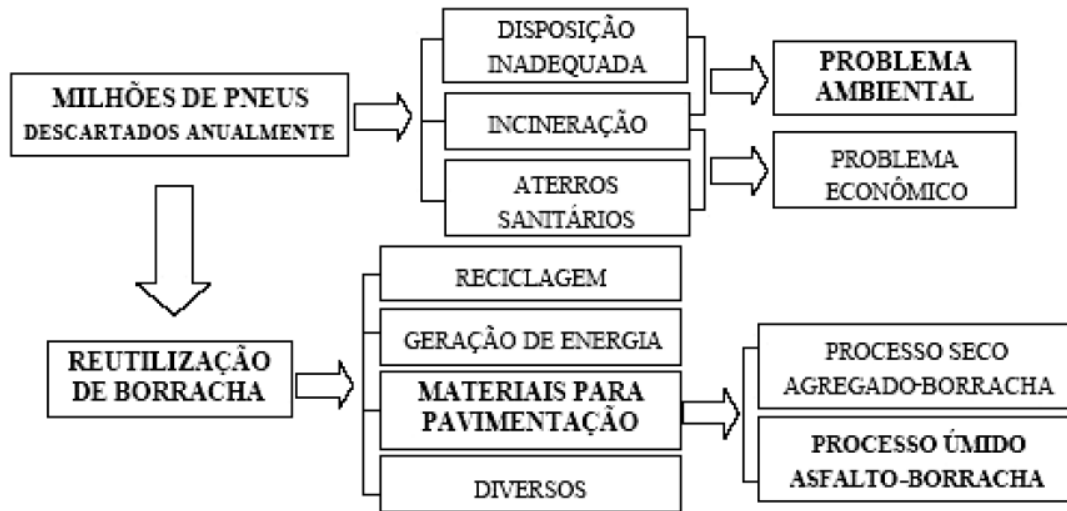


Fig. 3 – Esquema do destino final de pneus descartados (ODA, 2000)

O processo de reciclagem dos pneus pode-se distinguir em quatro fases diferentes:

- ⇒ Colheita;
- ⇒ Transporte;
- ⇒ Trituração;
- ⇒ Separação dos constituintes (borracha, aço, nylon ou poliéster)

Com a reciclagem o pneu pode ser reaproveitado para diferentes fins, como exemplo disso são:

- ✓ Compostagem – O pneu não pode ser transformado em adubo, mas, a sua borracha cortada em pedaços de 5cm pode servir para aeração de compostos orgânicos;
- ✓ Contenções de erosão do solo – Pneus inteiros associados a plantas de raízes grandes, podem ser utilizados para ajudar na contenção da erosão do solo;



- ✓ Reforço de aterros – Pneus radiais amarrados com fitas de poliéster são uma matéria-prima barata e eficiente para a construção de aterros sem comprometer a qualidade da obra;
 - ✓ Recauchutagem ou fabricação de novos pneus – É o processo de reforma de um pneu usado onde se recoloca e vulcaniza a camada superior de borracha da banda de rolamento
 - ✓ Combustível de forno para produção de cimento, cal, papel e celulose – O pneu é altamente combustível, um grande gerador de energia, o seu poder calorífico gira entre 12 mil a 16 mil BTUs (British Thermal Unit) por quilo, superior ao do carvão.
 - ✓ Reprodução de organismos marinhos – Pode ser utilizado como estruturas de recifes artificiais no mar para criar ambiente adequado para a reprodução de organismos marinhos.
 - ✓ Equipamentos para playground – Obstáculos ou balança, em baixo dos brinquedos ou nas madeiras para amenizar as quedas e evitar acidentes;
 - ✓ Desportos – Usado em corridas de cavalo, ou eventos que necessitem de uma limitação do território a percorrer.
-

Recipav

No caso da empresa Recipav que desenvolve, produz e comercializa Betumes Modificados com Borracha de modo rentável, assente em princípios tecnologicamente avançados e ambientalmente correctos, podemos verificar a sua preocupação com o ambiente.

Para além da certificação dos Sistemas de Gestão da Qualidade e Gestão da Segurança e Saúde do Trabalho, segundo as normas ISO 9001:2000 e OHSAS 18001:1999/NP4397:2001, em 22 de Março de 2006, a empresa garante mais um certificado, Certificação Ambiental ISO 14001:2004, Sistemas de Gestão Ambiental através da APCER.

(Recipav, 2008)



Continental

Devido aos enormes problemas causados pelos pneus abandonados nos mais diversos locais, e que são de difícil degradação, prejudicando a saúde pública, tem-se o exemplo do sector de pneus da Continental Corporation. Esta produtora de pneus, sendo conhecida mundialmente, tem preocupações durante a produção, em que 14 das 16 fábricas de pneus estão certificadas de acordo com a norma internacional ISO 14001. Além disso, 4 das 9 Europeia plantas de pneus são validados de acordo com a norma europeia EMAS. Sendo que também, 2 das 4 fábricas de montagem dos pneus e 1 das 2 fábricas têxteis, implementaram um sistema de gestão ambiental certificado de acordo com a norma ISO 14001. Os locais referidos anteriormente são também certificados de acordo com a OHSAS 18001, uma norma internacionalmente aceite para a saúde e segurança ocupacional.

No caso de Portugal, existe a fabrico em Lousado que o primeiro sítio de produção da empresa a ser certificado segundo a OHSAS normas ISO 18001

Nota: Um pneu de plantas encontra-se actualmente em construção.

(Continental, 2009)

Segundo artigos

De acordo com o artigo científico *Characterization of aluminized polyethylene blends via mechanical recycling*, o mundo está perante um aumento do uso e do consumo de resinas poliméricas, pois estas são facilmente formadas, e podem ser utilizadas em diversas aplicações. Este crescente consumo resulta num grande impacto ambiental devido à excessiva utilização de plásticos, em que os mesmos são descartados na natureza de uma forma irracional. Para melhorar este problema, a reciclagem torna-se uma poderosa estratégia para a redução do impacto ambiental causado por resíduos de plástico. No estudo efectuado por este artigo foram preparadas misturas poliméricas por uma reciclagem mecanizada e caracterizada. Foi observado que o processo, as propriedades mecânicas, a resistência química e a absorção da água são dependentes da composição da mistura. Além disso, foi colocada uma película de alumínio para permanecer como as partículas isoladas numa matriz polimérica, verificando-se que o



comportamento mecânico da mistura depende da dispersão de alumínio. Conclui-se que a absorção da água depende da contaminação da mistura de material reciclado, principalmente poliamidas. Por último, a quantidade de material reciclado adicionado à mistura irá determinar, tanto a estabilidade química, como as características térmicas.

(Characterization of aluminized polyethylene blends via mechanical recycling, 2005)

Segundo o artigo científico *Characteristics of wood–fiber plastic composites made of recycled materials*, um estudo que analisa a viabilidade da utilização de polietileno de alta densidade reciclado (rHDPE), polipropileno (RPP) e jornal velho (rONP) estes podem servir de fibra para o fabrico de painéis compostos experimentais. Os painéis foram feitos através de ar comprimido e uma prensa aquecida. Foi também estudado os efeitos da concentração do agente da fibra na absorção de água e no inchamento do material interno dos painéis. O uso de polipropileno enquanto agente acoplador melhorou a compatibilidade entre a fibra e as matrizes do termo do termoplastico e as propriedades mecânicas dos compostos resultantes. Baseando-se nos resultados da experiência concluiu-se que os materiais reciclados podem ser usados na manufactura de painéis sem ter nenhuma influencia adversa significativa nas propriedades da placa. Conseguiu-se verificar também que os compostos rHDPE forneceram as propriedades moderadamente superiores, comparadas com as amostras do rPP.

(Characteristics of wood–fiber plastic composites made of recycled materials, 2009)

De acordo com o artigo *Recycling waste tire powder for the recovery of oil spills*, os problemas que os pneus usados trazem para o ambiente fazem com que a sua reciclagem e técnicas sejam um grande desafio para a sociedade. Actualmente a reciclagem de resíduos gerados pelos pneus é demasiado pequena para acomodar os resíduos feitos anualmente. Portanto é de grande importância procurar técnicas que aumentem a rapidez e eficiência da reciclagem da borracha dos pneus.

A borracha do pneu é flexível e tem as características hidrofóbicas (“óleo-philic”), características essas que o tornam um bom absorvente do petróleo. Neste artigo foi isso mesmo que foi testado com borracha em pó com a finalidade de recuperarem petróleo derramado. Os resultados indicaram que 2,2 g de óleo de motor podem ser absorvidos em cada grama de pneu em pó. Devido às suas propriedades elásticas, os resíduos de pneus em pó são reutilizáveis por mais de 100 vezes, sem diminuir a sua eficiência na absorção de petróleo.

Assim, este estudo possibilita concluir-se que é possível utilizar resíduos de pneus para combater derrames de petróleo no mar. Neste trabalho experimental também se tentou aumentar a eficiência da borracha em pó para melhorar a absorção de petróleo e verificou-se que a borracha limpa com n-haxano e depois água aumentava a eficiência de absorção.

(Recycling waste tire powder for the recovery of oil spills, 2008)

Reduzir, reutilizar e reciclar



Fig. 4 – 3 R's

O modelo de 3 R's é um bom exemplo que deve ser aplicado às borrachas. Não só trará benefícios a nível ambiental como a nível económico.

Para uma boa prática deste modelo devemos:

- ✓ Reduzir o consumo de objectos, principalmente se o tempo de vida for grande;
- ✓ Reutilizar embalagens e objectos, que em vez destes serem postos no lixo, podem ter uma nova utilidade na vida da sociedade;
- ✓ Reciclar a borracha obtendo benefícios ambientais e económicos.



Conclusão

Torna-se cada vez mais importante a reciclagem/reutilização de materiais que se julgam em final do seu ciclo de vida. É necessário assim encontrar métodos em equilíbrio com as tecnologias cada vez mais aperfeiçoadas que consigam reciclar o máximo destes materiais e tornar possível a sua reutilização. Sendo o plástico e a borracha um destes materiais, e como ao longo do trabalho se referiu, existem vários processos que permitem a reutilização destes. Com a reciclagem são acarretados vários benefícios tanto a nível ambiental como a nível económico das indústrias deste meio possibilitando a troca de materiais entre as diferentes empresas e aumentando assim a competitividade. A nível ambiental, a reciclagem de pneus e borrachas reduz em grande parte a quantia de resíduos que conseqüentemente e devido a ligação Ambiente/Economia reduzirá também os gastos em tratamentos de resíduos ou os gastos em aterros.



Bibliografia

- ✓ Adioplast. [Em Linha]. Disponível em. <http://www.adioplast.com/>. [Consultado em 04/12/2008].
- ✓ Biodiesel. [Em Linha]. Disponível em. <http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/tecnologia-europeia-para-reciclagem-de-borracha-e-pneus.htm>. [Consultado em 01/12/2008].
- ✓ Cases. FUNDEP. [Em Linha]. Disponível em. <http://www.fundep.ufmg.br/homepage/cases/457.asp>. [Consultado em 02/12/2008].
- ✓ Diário de Notícias. [Em Linha]. Disponível em. http://dn.sapo.pt/2006/02/03/sociedade/portugal_falha_metas_reciclagem_plas.html. [Consultado em 03/12/2008].
- ✓ Intraplás. [Em Linha]. Disponível em. <http://www.intraplas.pt/aprender/reciclagem.asp>. [Consultado em 03/12/2008].
- ✓ Joomla. (2008). “Pavimentação asfáltica: uma alternativa para a reutilização de pneus usados”. [Em Linha]. Disponível em. http://www.lixo.com.br/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=150. [Consultado em 10/12/2008].
- ✓ Plásticos. [Em Linha]. Disponível em. <http://www.netresiduos.com/cir/rsurb/plastico.htm>. [Consultado em 03/12/2008]
- ✓ Quercus. (2007). “Reciclagem de Plásticos Mistos”. [Em Linha]. Disponível em. <http://www.quercus.pt/scid/webquercus/defaultArticleViewOne.asp?categoryID=567&articleID=1850>. [Consultado em 04/12/2008].
- ✓ Reciclagem de Plásticos. [Em Linha]. Disponível em. <http://dequim.ist.utl.pt/QI/bibliografia/Reciclagem%20de%20Polimeros.pdf>. [Consultado em 05/12/2008].
- ✓ Recipav. [Em Linha]. Disponível em <http://www.recipav.pt/>. [Consultado em 02/12/2008].
- ✓ Sector Reciclagem. (2007). “Borracha reciclável para pneus”. [Em Linha]. Disponível em. <http://www.setorreciclagem.com.br/modules.php?name=News&file=print&sid=593>. [Consultado em 03/12/2008].

- ✓ Silva, João Paulo. (2006) “Asfalto borracha: a alternativa ecológica para reutilização de pneus usados”. [Em Linha]. Disponível em <http://www.universia.com.br/materia/materia.jsp?id=9720>. [Consultado em 01/12/2008].

Artigos Científicos:

- ✓ Ashori, A. e Nourbakhsh, A.(2009). Characteristics of wood–fiber plastic composites made of recycled materials Characterization of aluminized polyethylene blends via mechanical recycling. [Em linha]. Disponível em http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VFR-4VFJS41-1&_user=10&_coverDate=04%2F30%2F2009&_alid=875297368&_rdoc=2&_fmt=high&_orig=search&_cdi=6017&_sort=d&_docanchor=&_view=c&_ct=823&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=3be6b28dfedc51e58b14e0c6ac761d7b. [Consultado a 27.02.2009]
- ✓ Paula, M.M.S.(2005). Characterization of aluminized polyethylene blends via mechanical recycling. [Em linha]. Disponível em http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TXD-4GKW795-6&_user=10&_coverDate=08%2F25%2F2005&_alid=875292520&_rdoc=2&_fmt=high&_orig=search&_cdi=5588&_sort=d&_docanchor=&_view=c&_ct=4&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=69f798707399ca4bdb2eabec4597c53c. [Consultado a 27.02.2009]
- ✓ Lin, C. e Huang, C. e Shern, C.(2008) [Em linha]. Disponível em http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VDX-4T29WJS-1&_user=10&_coverDate=08%2F31%2F2008&_alid=875366475&_rdoc=14&_fmt=high&_orig=search&_cdi=5994&_docanchor=&_view=c&_ct=132&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=c576c2c60520bf36c86fc23f8b5ccdaf. [Consultado a 27.02.2009]

Imagem plásticos:

- ✓ Na capa. [Em Linha]. Disponível em http://bp3.blogger.com/_CkhMtXSsJwI/SAxghEwhnuI/AAAAAAAAAXQ/ngrWeZ2Hebw/s320/Plasticos.jpg. [Consultado em 07/12/2008].

Imagem pneus:

- ✓ Na capa [Em Linha]. Disponível em <http://www.94fm.com.br/files/images/SMMAMRecolhimentoPneus2.jpg>. [Consultado em 07/12/2008].
- ✓ Fig. 4. [Em Linha]. Disponível em <http://www.braval.pt/DirEscrita/upload/imgs/3r.gif>. [Consultado em 07/12/2008].