Universidade do Porto
FEUP Faculdade de Engenharia

APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DA BORRACHA PROVENIENTE DOS PNEUS USADOS/

ECODESIGN UMA NOVA ABORDAGEM NO DESIGN DE MOBILIÁRIO URBANO/

SARA AMORIM DA SILVA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA PARA SATISFAÇÂO PARCIAL DO GRAU DE MESTRE EM DESIGN INDUSTRIAL

Dissertação realizada sob a supervisão de:
Orientador: Professora Ana Rosanete Lourenço Reis
Co-Orientador: Professor Rui Jorge Lemos Neto

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
SECÇÃO DE MATERIAIS E PROCESSOS TECNOLÓGICOS

PORTO | JULHO DE 2011

RESUMO/

A problemática em torno do ambiente não pára e, cada vez mais este tema é levado à discussão para a reorganização do comportamento das sociedades. A indústria dos pneus tem vindo a ser alvo de grandes pressões no intuito de criar o maior número possível de alternativas para a reciclagem e reaproveitamento dos inúmeros pneus usados que se acumulam inadequadamente por todo o mundo. O pneu é uma estrutura difícil de eliminar e, como tal, envolve inúmeras questões ambientais, sociais e económicas. O aproveitamento deste tipo de borracha tem vindo a ganhar aceitação por parte de um público cada vez mais consciencioso dos problemas ambientais. Nos dias de hoje a reutilização da borracha do pneu passa pela valorização energética principalmente nas cimenteiras, na pavimentação de estradas com betume incorporando altas percentagens (20% a 25%) de borracha reciclada e em pavimentos de segurança muito utilizados em parques infantis.

Neste projecto o Ecodesign é uma ferramenta essencial na procura e desenvolvimento de soluções para o aproveitamento sustentável da borracha dos pneus, através da integração do seu granulado em objectos de design na área do mobiliário urbano. A proximidade destes produtos com os utilizadores tenta criar uma nova imagem do material e uma maior aceitação por parte dos mesmos. Foi realizado um estudo para alcançar um material compósito a partir do granulado de borracha dos pneus usados. O resultado foi um material composto por 90% de granulado de borracha com granulometrias entre os 7,0mm e os 9,5 mm e 10% de ligante de resina epoxídica. A materialização desta investigação passou pelo desenvolvimento do protótipo de um banco, com resultados e parecer positivos por parte do público, que se mostrou surpreendido com o facto de o material utilizado para a peça descender dos pneus usados.

Palavras-chave: Ecodesign | Reutilização | Pneus usados

ABSTRACT/

The problematic around the environment do not stop, and more often this topic is taken to discussion for the reorganization of societies behave. The tire industry has been the target of huge pressures in order to create the largest possible number of alternatives for recycling and reuse of numerous used tires that inappropriately accumulate throughout the world. The tire is a hard structure to eliminate and as such, involves many environmental, social and economic questions. The reuse of this type of rubber has gained the approval by a public increasingly aware of environmental problems. Nowadays the reuse of tire rubber goes through energy value mainly in cement factories, in paving roads with asphalt incorporating high percentages (20% to 25%) of recycled rubber, and in safety floorings highly used in playgrounds.

In this project the Ecodesign is an essential tool in research and developing in solutions for sustainable use of rubber tires, through the integration of his granulated into design objects in the area of urban furniture. The proximity of these products with the users, tries to create a new image of the material and a better approval of those. A study was conducted to achieve a composite material of the rubber granules from used tires. The result was a composite material of 90% granulated rubber with dimensions between 7.0 mm and 9.5 mm and 10% epoxy resin binder HB 2001. The materialization of this research went through by developing a prototype of a bench, with positive results and opinions by the public, which showed up a surprise by the fact that the material used for the piece, to be descended from used tires.

Keywords: Ecodesign | Reuse | Used Tyres

AGRADECIMENTOS/

O projecto desenvolvido na dissertação de mestrado contou com o apoio e colaboração de várias pessoas que, directa ou indirectamente, contribuíram para o sucesso do trabalho.

Agradeço a Professora Eng. Ana Reis, orientadora desta dissertação, por ter aceitado o desafio e pelo apoio e dedicação prestado no decurso do trabalho. Por ter proporcionado discussões e sugestões que serviram para o melhor desenvolvimento do projecto, e o crescimento e aprendizagem pessoal.

Ao Professor Eng. Rui Neto, co-orientador, por se ter disponibilizado a ajudar nas questões mais técnicas do trabalho e facilitar os materiais e equipamentos utilizados nas instalações do INEGI.

Ao INEGI, sem a qual não seria possível a investigação e materialização do trabalho. Em especial aos colaboradores da Unidade de Fundição e Novas Tecnologias (CETECOFF), Eng. Pedro Mimoso, Eng. Bártolo Paiva, Sr. Sertório Lares e Designer Alexandra Abreu por toda a ajuda e dedicação prestada durante o trabalho experimental.

Gostaria ainda de agradecer à minha família e amigos pelo apoio e motivação com que sempre me acompanharam.

Obrigada a todos,
Sara

ÍNDICE GERAL/

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento 03
1.2 Objectivos e método 04
1.3 Organização da dissertação 06

CAPÍTULO 2. O PNEU

2.1 A origem do pneu 09
2.2 Principais componentes e materiais do pneu 10
2.3 Tipos de construção do pneu 12

CAPÍTULO 3. ECODESIGN – O CASO DO PNEU

3.1 Ecodesign e o ciclo de vida dos produtos 15
3.2 Análise e avaliação do ciclo de vida do pneu 17
3.3 Fases do ciclo de vida do pneu 17
3.3.1Pré-produção de matérias-primas 18
3.3.2 A produção do pneu 18
3.3.3 A distribuição do produto 21
3.3.4 O uso do pneu 21
3.3.5 Eliminação dos pneus usados 22
3.4 A utilização do reciclado de pneu 23
3.4.1Reutilização 25
3.4.2 Reciclagem 26
3.4.3 Recauchutagem 29
3.4.4 Valorização energética 31

CAPÍTULO 4. SISTEMA DE GESTÃO DO PNEU

4.1 Abordagem legislativa na Europa relativa aos resíduos 35
4.2 Legislação de resíduos em Portugal 36
4.3 Legislação da gestão dos resíduos de pneu e pneu usado em Portugal 39
4.4 Sistema de gestão de pneus usados em Portugal 40
4.5 Caracterização da situação actual | Modelo de Gestão 42
4.6 Gestão de pneus usados na Europa 45

ÍNDICE GERAL/

CAPÍTULO 5. MOBILIÁRIO URBANO

5.1 O mobiliário urbano nos espaços públicos 51
5.2 O banco como elemento do mobiliário urbano 52
5.3 Os materiais mais utilizados no mobiliário urbano 54
5.3.1 O betão 58
5.3.2 Os metais 61
5.3.3 A madeira 63
5.3.4 A pedra 65
5.3.5 O plástico 67
5.4 Novos materiais reciclados a partir da borracha de pneus usados 70

CAPÍTULO 6. CASO DE ESTUDO

6.1 Desenvolvimento de conceitos 78
6.1.1 Conceito 1 78
6.1.2 Conceito 2 79
6.1.3 Conceito 3 80
6.1.4 Conceito 4 81
6.2 Desenvolvimento do material compósito à base de borracha de pneus usados 82
6.2.1 Materiais utilizados 82
6.2.2 Selecção do compósito e avaliação do contributo para a sustentabilidade 87
6.2.3 Processo de fabrico 89
6.3 Protótipo 90
6.4 Análise dos custos 92

CAPÍTULO 7. CONCLUSÃO

7.1 Considerações finais 97
7.2 Sugestões para trabalhos futuros 98

BIBLIOGRAFIA 100

APÊNDICE 106

ÍNDICE DE FIGURAS/

Figura 1 - Amontoado de pneus abandonados, Califórnia, USA 03
Figura 2 - Amontoado de pneus abandonados, Califórnia, USA 03
Figura 3 - Amontoado de pneus abandonados, Califórnia, USA 03
Figura 4 - Queima de pneus a céu aberto, Califórnia, USA 03
Figura 5 - Componentes do pneu, adaptado de Continental 10
Figura 6 - Pneu Radial 12
Figura 7 - Pneu Diagona 12
Figura 8 - Componentes da avaliação do ciclo de vida do produto 16
Figura 9 - Fases da produção do pneu 18
Figura 10 - Granulado de borracha 24
Figura 11 – Campo de futebol de relva sintética 24
Figura 12 - Pavimento de segurança, parque infantil 24
Figura 13 - Pneu utilizado na protecção de molhes marítimos 25
Figura 14 - Pneus utilizados para protecção de barco 25
Figura 15 - Paredes de protecção feita com pneus 25
Figura 16 - Estrutura de pneus em parque infantil 25
Figura 17 - Baloiço feito a partir de pneus velhos, Patrick Palumbo 25
Figura 18 - Estrutura feita com pneus velhos 25
Figura 19 - Processo mecânico 26
Figura 20 - Processo criogénico 27
Figura 21 - Pia de cozinha - Minarc, feita a partir de pneus. 28
Figura 22 - Aplicação de mistura betuminosa 28
Figura 23 - Pavimento desportivo 28
Figura 24 - Inspecção inicial 30
Figura 25 - Inspecção não destrutiva 30
Figura 26 - Raspagem 30
Figura 27 – Preparação e reparação 30
Figura 28 - Aplicação do Piso 30
Figura 29 - Envelopagem e Vulcanização 31
Figura 30 - Inspecção final 31
Figura 31 - Cimenteira Secil 32
Figura 32 - Chips de pneu, combustível alternativo 32
Figura 33 - Aspecto exterior do forno 32
Figura 34 - Modelo de funcionamento do SGPU 42
Figura 35 - Mapa da Europa com o sistema de gestão de cada país 46
Figura 36 - Casal de namorados em banco de jardim 52
Figura 37 - Principais requisitos do material em estudo 54
Figura 38 - Linha Balarés, design Vier Arquitectos 60
Figura 39 - Linha Balarés, design Vier Arquitectos 60
Figura 40 - Storm, por Joana Cravinho 60
Figura 41 - Banco individual, linha Ar Puro, por Daniel Caramelo 60

ÍNDICE DE FIGURAS/

Figura 42 - Praça Velásquez, Porto 62
Figura 43 - Praça Marquês de Pombal, Porto 62
Figura 44 - Bancos colectivos, Cais de V.N. Gaia 62
Figura 45 - Bancos individuais, Cais de V.N. Gaia 62
Figura 46 - Cais da Ribeira, Porto 63
Figura 47 - Praça Velásquez, Porto 63
Figura 48 - Largo D. Luís I, V.N. Gaia 65
Figura 49 - Avenida Diogo Leite, V.N. Gaia 65
Figura 50 - Rua de Fernandes Tomás. Porto 65
Figura 51 - Banco IP6, design Jesús Irisarri 67
Figura 52 - Banco IP6, design Jesús Irisarri 67
Figura 53 - Banco com espaldar em perfis de plástico reciclado 67
Figura 54 - Banco em perfis de plástico reciclado 67
Figura 55 - Eco-rubber 71
Figura 56 - Ecocomfort 71
Figura 57 - Ecosurfaces 72
Figura 58 - Ecosilence 72
Figura 59 - Isolgomma Megasafe 73
Figura 60 - Isolgomma PTA 73
Figura 61 - Playtop 74
Figura 62 - Tire Veneer 74
Figura 63 - Conceito 1. Banco individual 78
Figura 64 - Conceito 1. Sugestão de composição 78
Figura 65 - Conceito 3. Banco com espaldar 79
Figura 66 - Conceito 2. Sugestão de composição 79
Figura 67 - Conceito 3. Banco individual 80
Figura 68 - Conceito 3. Conjunto de bancos individuais 80
Figura 69 - Conceito 3. Sugestão de composição 80
Figura 70 - Conceito 4. Banco indicidual 81
Figura 71 - GB 70-95 82
Figura 72 - GB 40-70 82
Figura 73 - FB 00-08 82
Figura 74 - Fases do processo 89
Figura 75 - Protótipo em ambiente real 90
Figura 76 – Imagem geral do protótipo 90
Figura 77 – Pormenor do protótipo em contacto directo com o utilizador 91
Figura 78 – Protótipo em ambiente real 91
Figura 79 – Protótipo a ser utilizado 90
Figura 80 - Pormenor do granulado de borracha 91
Figura 81 - Jarras, Soft Crystal Vases, Quinze & Milan 91

ÍNDICE DE GRÁFICOS/

Gráfico 1 - Destino dos pneus recolhidos pelo SGPU em 2009 23
Gráfico 2 - Aplicações do granulado de pneus reciclados 24
Gráfico 3 - Evolução do número de recauchutadores aderentes ao SGPU 43
Gráfico 4 - Evolução da recuperação de ELT nos últimos 10 anos 47
Gráfico 5 - Taxa de recuperação dos ELT 48
Gráfico 6 - Radiação UV (luz solar) vs. Módulo de Young 55
Gráfico 7 - água (sal) vs. Módulo de Young 56
Gráfico 8 - Preço (Euro/kg) 57
Gráfico 9 - Preço (EUR/kg) vs. Reciclável 57
Gráfico 10 - Betão - Energy summary 59
Gráfico 11 - Betão - CO2 Footprint summary 59
Gráfico 12 - Aço inox - Energy summary 61
Gráfico 13 - Aço inox - CO2 Footprint summary 61
Gráfico 14 - Madeira - Energy summary 64
Gráfico 15 - Madeira - CO2 Footprint summary 64
Gráfico 16 - Granito - Energy summary 66
Gráfico 17 - Granito - CO2 Footprint summary 66
Gráfico 18 - PE (polietileno) - Energy summary 68
Gráfico 19 - PE (polietileno) - CO2 Footprint summary 68
Gráfico 20 - Borracha de butadieno estireno (SBR) - Energy summary 87
Gráfico 21 - Borracha de butadieno estireno (SBR) - CO2 Footprint summary 88
Gráfico 22 - Epoxy - Energy summary 88
Gráfico 23 - Epoxy - CO2 Footprint summary 88

ÍNDICE DE TABELAS/

Tabela 1 - Materiais componentes de pneus de automóvel ligeiro e pesado 11
Tabela 2 - Exemplos da variação de peso do pneu de veículos de diferentes categorias 12
Tabela 3 - Tabela de Ecovalor 41
Tabela 4 - Dados trimestrais Valorpneu 2010 44
Tabela 5 - Dados trimestrais Valorpneu 2010 44
Tabela 6 - Gestão de ELT na Europa em 2009 48
Tabela 7 - Betão - Energy and CO2 Footprint summary 59
Tabela 8 - Aço inox - Energy and CO2 Footprint summary 62
Tabela 9 - Madeira - Energy and CO2 Footprint summary 64
Tabela 10 - Granito - Energy and CO2 Footprint summary 66
Tabela 11 - PE (polietileno) - Energy and CO2 Footprint summary 68
Tabela 12 - Comparação dos materiais e suas características 69
Tabela 13 - Ficha técnica HB 2001 A+B 83
Tabela 14 - Ficha técnica, borracha Uneresin 4076 83
Tabela 15 - Percentagem de granulado e resina Epoxy HB2001 84
Tabela 16 - Amostras A - Granulado de borracha - GB 40-70 e Resina epoxy HB 2001 84
Tabela 17 - Amostras B - Granulado de borracha - GB 70-95 e Resina epoxy HB 2001 85
Tabela 18 - Amostras C - Granulado de borracha - GB 00-08 e Resina epoxy HB2001 85
Tabela 19 - Percentagem de granulado e Borracha Uneresin 4076 85
Tabela 20 - Amostras D - Granulado de borracha - GB 40 - 70 e borracha Uneresin 4076 86
Tabela 21 - Amostras E - Granulado de borracha - GB 7.0 - 9.5 e borracha Uneresin 4076 86
Tabela 22 - Amostras F - Granulado de borracha - GB 00-08 e borracha Uneresin 4076 86
Tabela 23 - Borracha de butadiene estireno (SBR) - Energy and CO2 Footprint summary 88
Tabela 24 - Epoxy - Energy and CO2 Footprint summary 88
Tabela 26 - Custos relativos à matéria-prima 92
Tabela 27 - Custos relativos à mão-de-obra 92
Tabela 28 – Custos relativos aos consumíveis 92
Tabela 29 - Custos relativos ao equipamento 93
Tabela 30 - Custo total da peça em estudo 93

ABREVIATURAS/

ACAP - Associação Automóvel de Portugal
APA - Agência Portuguesa do Ambiente
ANIRP - Associação Nacional dos Industriais de Recauchutagem de Pneus
APIB - Associação Portuguesa dos Industriais de Borracha
BLIC - Bureau de Liaison des Industries du Caoutchouc
BMB - Betumes Modificados com Borracha
CE - Comunidade Europeia
CEE - Comunidade Económica Europeia
CER - Catálogo Europeu de Resíduos
ELT - End-of-Life Tyres
EPDM - Borracha de Etileno-Propileno-Dieno (Ethylene Propylene Diene Monomer)
ETRA - European Tyre Recyclers Association
ETRMA - European Tyre and Rubber Manufacturers Association
EU - União Europeia
GTR - Granulado de borracha de pneu (Ground Tyre Rubber)
INEGI - Instituto Nacional de Engenharia e Gestão Industrial
ISO - International Organization for Standardization
LCA - Life-Cycle Assessment
LCI - Life Cycle Inventory
SBR - Borracha de Butadieno Estireno (Styrene Butadiene Rubber)
SGPU - Sistema de Gestão de Pneus Usados





1. IN-TRODUÇÃO/

1. INTRODUÇÃO/

Uma vez que não há interesses comerciais na reciclagem de pneus usados, pois a sua reciclagem implica mais gastos do que ganhos, estes amontoam-se em enormes depósitos (Figura 1, 2 e 3) "Os pneus não são resíduos tóxicos em si mesmos, embora a sua deposição no ambiente possa, nalguns casos, ocasionar impactes negativos" (Oliveira, Mendes et al. 2009). Muitos destes amontoados encontram-se indevidamente depositados ao ar livre e sujeitos às condições climatéricas. O problema surge com os pequenos depósitos de água das chuvas no interior dos pneus, ideal para a proliferação e multiplicação de inúmeras espécies de insectos, pequenos roedores entre outros. Devido à sua forma e impermeabilidade, os pneus abandonados podem reter água por longos períodos de tempo, proporcionando locais para o desenvolvimento da larva do mosquito. Em países tropicais este problema agrava-se ainda mais, pois em época de grande fluxo fluviométrico e térmico cria o ambiente ideal para a reprodução de mosquitos, transmissor de doenças como o dengue, a malária entre outras.

Outro problema resultante da acumulação inadequada dos pneus usados é a possibilidade de incêndio dos amontoados (Figura 4). Como Jang (1998) descreve, um incêndio deste tipo é muito difícil de se extinguir devido ao formato característico dos pneus que possuem 75% de espaço vazio, ou seja, oxigénio. O autor refere ainda que a água utilizada para apagar os fogos aumenta a produção de óleos de pirólise gerada na queima dos pneus, e como meio de transporte, favorece a contaminação dos solos e da água superficial e subterrânea (Ji-Won Jang 1998). Para além dos óleos dispersos na queima de pneus ao ar livre, a queima a céu aberto causa poluição do ar pois há libertação de gases e poeiras. A eliminação de pneus por deposição em aterros sanitários também não é a opção mais correcta, segundo Campos, a forma de tiróide oco do pneu, ocupa muito espaço e cria problemas de estabilidade nos aterros que não podem ser compactados convenientemente. Os espaços vazios deixados nos aterros são excelentes para a propagação de roedores (Campos 2006).



Figura 1 - Amontoado de pneus abandonados, Califórnia, USA, (Burtynsky 2009)



Figura 2 - Amontoado de pneus abandonados, Califórnia, USA, (Burtynsky 2009)



Figura 3 - Amontoado de pneus abandonados, Califórnia, USA, (Burtynsky 2009)

1.1 ENQUADRAMENTO/

A sociedade actual caracteriza-se pelo seu estilo de vida moderno que se baseia na ideia que o consumo excessivo é base de uma boa economia e, como tal, consume mais que o necessário. Quem nunca comprou um novo objecto apenas por capricho, porque o último modelo que saiu a semana passada é mais atraente e apelativo do que o que temos em casa? A função é a mesma e não acrescenta nada de novo em relação ao que já temos, apenas se transformou visualmente, mas torna-nos insatisfeitos e sentimos necessidade de comprar um novo. Segundo Norman (Norman 2004) existem objectos com uma "forte componente emocional", objectos que apelam mais ao sentimento que a própria funcionalidade e usabilidade destes. Devido a estes e muitos outros factores, o aumento vertiginoso de resíduos sólidos tem-se tornado uma preocupação nas sociedades



Figura 4 - Queima de pneus a céu aberto, Califórnia, USA, 1999, (Burtynsky 2009)

de hoje. No sentido de contrariar este fenómeno é necessário desenvolver um processo de desmaterialização e criar uma nova relação entre a procura e a oferta de produtos e serviços.

A indústria dos pneus tem vindo a ser alvo de críticas e estudos no intuito de criar o maior número possível de alternativas para a reciclagem e reaproveitamento dos inúmeros pneus usados que se acumulam inadequadamente por todo o mundo. Segundo a ETRMA, "The European Tyre & Rubber Manufacturers Association", em 2009 a venda de pneus novos para veículos ligeiros atingiu cerca de 260 milhões de unidades (ETRMA 2010a).

Em Portugal são gerados anualmente mais de 7 milhões de pneus usados de diferentes categorias, desde pneus que equipam veículos de passageiros até pneus de grande porte utilizados em máquinas de engenharia civil. Em volume, correspondem a cerca de 90.000 toneladas de pneus (Climénia Silva 2010). O pneu usado, de acordo com a tipologia da Agência Portuguesa do Ambiente, é classificado como um resíduo de origem industrial. Mas o que é realmente um resíduo? Não tem sido um caminho fácil a procura da melhor definição legal de resíduos devido a falta de rigor inerente a algumas designações utilizadas, que tem levado a resultados contraditórios e ambíguos. Segundo o decreto-lei n.º 178/2006 de 5 de Setembro do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional um resíduo é considerado "qualquer substância ou objecto de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer, nomeadamente os identificados na Lista Europeia de Resíduos (Diário da República 2006). "A necessidade de dispor de critérios tendo por objectivo a viabilização da classificação dos resíduos, de forma tão uniforme quanto possível, foi concretizado pelo Catálogo Europeu de Resíduos (CER), traduzido na decisão do Conselho 94/3/CEE, de 20 de Dezembro de 1993. Por força da Directiva nº 91/689/CEE, do Conselho, de 22 de Dezembro, fora entretanto elaborada uma lista europeia de resíduos perigosos."(Oliveira, Mendes et al. 2009) No que diz respeito à reciclagem de pneus, Portugal tem motivos para sorrir. Segundo a Valorpneu, no ano de 2010 foram recicladas mais de 48 mil toneladas de pneus usados e foram aproveitadas energeticamente mais de 27 mil toneladas, sendo os restantes pneus reutilizados ou recauchutados(Valorpneu 2010).

Como se trata de um material abundante e sem valor adicional a sua aplicação está associada a trabalhos de grande dimensão e sem carácter estético. Actualmente, as aplicações existentes são um grande contributo para o despacho deste material, mas como não há previsão da diminuição da produção na indústria dos pneus, é necessário criar o maior número de aplicações possíveis. Este trabalho pretende melhorar a imagem dos produtos reciclados a partir da borracha dos pneus usados.

1.2 OBJECTIVOS E MÉTODO/

O objectivo principal deste trabalho passa por uma nova abordagem na criação de uma nova imagem da aplicação do granulado de borracha proveniente da reciclagem de pneus usados aliado ao design. O designer não tem a legitimidade nem as ferramentas necessárias para convencer qualquer um a mudar o seu comportamento, mas tem um papel fundamental na aceitação dos objectos por parte da sociedade, sendo capaz de criar novos valores e interpretações de uso. Consegue oferecer mais e novas soluções no mercado para que o consumidor possa reconhecer como melhores que as existentes e assim tentar melhorar e orientar a demanda de produtos e serviços. Trata-se de um material maioritariamente

associado a aplicações industriais, sempre com o intuito de ser uma aplicação que permita uma correcta utilização e uma solução para um material abundante e sem destino definido. O aumento do número de alternativas viáveis para o granulado de borracha pode ser uma das estratégias para a solução do problema da acumulação de pneus um pouco por todo o mundo. O projecto passou pela incorporação do granulado proveniente dos pneus usados em objectos utilitários, de uso urbano, mais próximos da vivência diária do consumidor, o que se pretende que gere uma maior aceitação por parte destes. Com a intervenção do design na reformulação da utilização deste tipo de material procura-se atingir uma nova viabilidade no mercado actual.

Durante o desenvolvimento da dissertação foram utilizados meios de investigação tradicionais que incluem a pesquisa bibliográfica e documental em bibliotecas públicas e privadas. Meios de investigação informáticos que as novas tecnologias colocam ao nosso dispor, como pesquisa em bases de dados e páginas electrónicas, ou outros recursos de informação disponíveis. Em simultâneo com a análise documental foi realizado um trabalho de campo que consistiu na visita a uma das maiores empresas de mobiliário urbano em Portugal, a Larus, situada em Albergaria-a-Velha. Trata-se de uma empresa que vai de encontro aos valores ambientais deste projecto, que manifesta «preocupações ecológicas, de racionalização dos materiais e processos produtivos, enquadramento das suas instalações e adequação dos seus produtos aos espaços abertos para onde se destinam». A Larus começou lentamente em 1988, com a produção de um quiosque para a cidade de Aveiro e hoje realiza inúmeros projectos na área do mobiliário urbano para todo o país. Em conversação com um dos representantes do departamento de projecto foi possível aperfeiçoar ideias e conceitos para o trabalho a desenvolver. Durante a visita foi possível conhecer o departamento de projecto e produção na qual o contacto directo nos desperta para outras realidades que não se encontram visíveis quando esboçamos em papel.

Outra empresa visitada foi a Recauchutagem Nortenha, situada em Penafiel e que actua na área da recauchutagem e comércio de pneus. A Recauchutagem Nortenha colabora, «nas suas várias vertentes de produção, para a redução da quantidade de pneus usados que integram o fluxo de resíduos e para a preservação dos recursos naturais através de processos de valorização material e energética». Durante a visita foi possível percorrer todo o circuito de recauchutagem e perceber todas as condições técnicas exigidas no âmbito dos regulamentos aplicáveis ao sector, que contribui para a redução da quantidade de pneus usados que integram o fluxo de resíduos através da reintrodução do pneu no seu ciclo de vida original. Os pneus impróprios para recauchutagem são encaminhados para o processo de valorização energética instalado na unidade fabril da Recauchutagem Nortenha que visa a recuperação do elevado conteúdo energético de pneus em fim de vida. Apesar da principal actividade da empresa ser a recauchutagem de pneus, também fabrica pavimentos de segurança a partir do granulado de borracha gerado no processo de recauchutagem. Esta unidade encontrava-se inactiva durante o percurso da visita.

O presente trabalho de investigação foi desenvolvido em paralelo com o INEGI (Instituto Nacional de Engenharia e Gestão Industrial), instituição com competências na área de concepção e projecto, materiais, produção, energia, manutenção, gestão industrial e ambiente. Com recurso a equipamentos e laboratório da instituição foi feito um estudo e preparação de compostos de granulado de borracha de pneu, de várias granulometrias, com diferentes ligantes. Com base na escolha do composto/s e as suas características passou-se

à selecção de conceitos e, realizado um protótipo que foi finalmente avaliado e ensaiado em termos funcionais, ergonómicos, estéticos e económicos, ficando no entanto comprometida, devido ao curto período do projecto, o ensaio em termos de durabilidade uma vez que se trata de um produto para exterior que ficará sujeito a condições climatéricas.

Foi ainda preparado um artigo para participação no concurso Prémio Inovação Valorpneu 2010, o qual pretende contribuir para o desenvolvimento de novas soluções para o destino sustentável dos pneus usados em Portugal, promovendo o trabalho de investigação realizado em estabelecimentos de ensino superior.

1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está organizada em sete capítulos. O primeiro capítulo apresenta um enquadramento e a problemática em torno aos pneus usados. É apresentada uma visão geral dos principais problemas causados pela acumulação dos pneus usados, e ainda referidos os objectivos deste trabalho que passa por uma nova abordagem do material, em particular na criação de uma nova imagem da aplicação do granulado de borracha proveniente da reciclagem de pneus usados aliado ao design. São ainda apresentados a metodologia seguida durante a dissertação e a organização da tese. No segundo capítulo é apresentado o principal interveniente deste trabalho, o pneu. São abordados temas como a sua origem, os principais componentes e materiais que o compõem, ou a sua utilização como reciclado de pneu. O capítulo três é realizado um levantamento bibliográfico relativo ao Ecodesign e ao ciclo de vida do pneu para compreender melhor todas as fases do pneu e onde é possível actuar para minimizar o impacto ambiental causado por este. O capítulo seguinte consiste em toda uma abordagem relativa ao sistema de gestão do pneu, incluindo legislação de resíduos na Europa e Portugal, assim como a legislação aplicada à gestão dos resíduos de pneu e pneus usados. É ainda caracterizada a situação actual e o modelo de gestão aplicado em Portugal. O capítulo cinco abrange a área do mobiliário urbano e os novos materiais resultantes da reciclagem da borracha dos pneus usados. Durante o capítulo seis será apresentado o projecto experimental. Por último é exposta uma análise conclusiva de todo o trabalho desenvolvido e apresentadas as considerações finais.





2. O PNEU/

2. O PNEU/

2.1 A ORIGEM DO PNEU/

Por mais de 5.000 anos, a roda foi reinventada em diferentes tempos e regiões de todo o mundo para atender às necessidades de transporte. Nas suas primeiras formas, por exemplo, na Mesopotâmia ou do antigo Egipto, consta que a roda era elaborada como um disco sólido com três segmentos unidos por pedaços circulares de metal ou couro (Continental 2008).

Em 1839, Charles Goodyear descobriu casualmente o processo de vulcanização da borracha misturando borracha natural com enxofre e posterior aquecimento. Reparou que o calor do fogão a lenha no qual trabalhava tinha curado a borracha e ganho propriedades elásticas nunca vistas antes. Em 1844, obtém a patente do processo (Paul 2006).

Mas a história do pneu começa por volta de 1888 quando o escocês John Boyd Dunlop (Dunlop 2009) teve a ideia de colocar um tubo de borracha cheio de ar nos aros do triciclo do seu filho, embora não fosse o primeiro a ter a ideia. Em 1845 foi patenteado o primeiro pneu insuflável por Robert William Thomson. Esta invenção consistia num tubo interno de lona rodeado por um pneu exterior de couro(Pneus-pt 2008).

Quando Thomson produziu o seu pneu nem as bicicletas nem os automóveis tinham ainda sido inventados, o pneu apenas foi aplicado às carruagens da época puxadas por cavalos. O pneu conseguiu percorrer distâncias consideráveis para a época, mas havia ainda muitos problemas de fabrico, que levou ao abandono da ideia. Mais tarde Dunlop patenteia a invenção mas é oficialmente informado que a mesma já tinha sido registada por Thomson, apesar de nunca ter sido aplicada em bicicletas por este. Em 1888 Dunlop passou a produzir e a comercializar os primeiros pneus de borracha vulcanizada para bicicletas (Pneus-pt 2008).

2.2 PRINCIPAIS COMPONENTES E MATERIAIS DO PNEU/

Segundo Oliveira (2009), o pneu é uma estrutura oca contendo ar sob pressão, constituída por anéis de borracha que são instaladas no arco da roda de um veículo motorizado, ou não, com o objectivo de assegurar a sua aderência ao solo, ao mesmo tempo que facilitam a atracção do mesmo e, na medida em que participam na suspensão, amortecem



Figura 5 - Componentes do pneu, adaptado de Continental® (Continental 2008)

e reduzem os impactes resultantes da irregularidade do pavimento das estradas.

De uma maneira geral o pneu é constituído pelos seguintes componentes identificados na Figura 5:

1. Banda de rodagem. Esta disposta sobre as lonas de reforço. Esta parte do pneu, que receberá as esculturas, ficará em contacto com a estrada. Na área de contacto com o solo, a banda de rolamento tem de resistir a esforços muito importantes. A mistura que a constitui deve ser aderente em todos os tipos de solos, resistir ao desgaste, à abrasão, e aquecer o menos possível.

2. e 3. Lonas de reforço. Feitas com cabos de aço muito finos, mas muito resistentes, são cruzadas obliquamente e coladas uma sobre a outra. O cruzamento dos seus fios com os da carcaça forma triângulos indeformáveis. Denominada triangulação, esta disposição assegura o endurecimento da parte superior.

Estas lonas que agarram à periferia do pneu têm uma função muito complexa:

-devem ser suficientemente rígidas no sentido circunferencial do pneu para não esticarem sob o efeito da força centrífuga, de maneira a controlar perfeitamente o diâmetro do pneu, quaisquer que sejam as condições de utilização.

-devem também ser rígidas transversalmente, para resistir aos esforços de deriva. Mas ao mesmo tempo, devem ser suficientemente flexíveis no sentido vertical para “absorver” as

deformações causadas pelas variações de superfície e outros obstáculos.

4. Carcaça. É constituída por finos cabos de fibras têxteis dispostas em ângulos rectos e colados na borracha. Estes cabos são um elemento chave da estrutura do pneu e permitem-lhe resistir à pressão. Numa carcaça de pneu de automóvel, existem cerca de 1400 cabos que podem resistir, cada um, a uma força de 15 kg.

5. Revestimento interior. Uma capa de borracha sintética muito estanque ao ar. Esta capa encontra-se no interior do pneu e funciona como câmara-de-ar.

6. Parede lateral. São as laterais da carcaça que protegem o pneu contra os choques que poderiam causar danos na mesma, como pequenos choques contra o passeio, buracos, etc. Uma borracha dura assegura a ligação entre o pneu e a jante.

7. Talão. A sua função é transmitir os binários motor e de travagem da jante à área de contacto com o solo.

8. Aros de talão. Servem para fixar o pneu na jante. Podem suportar até 1800 kg sem risco de ruptura (Michelin 2005).

O principal constituinte do pneu é, em geral, a borracha. A borracha natural é proveniente do látex da Hevea brasiliensis, espécie oriunda do Brasil, que a partir daí se espalhou por outros países e continentes, desde que o clima seja quente e húmido, favorável para o seu desenvolvimento. O composto de borracha representa cerca de 80% do peso de um pneu de veículo ligeiro e 75% do pneu de um veículo pesado(Basel Convention 1999)

Um pneu contém até trinta tipos de borracha sintética, oito de borracha natural, oito de carbono, cabo de aço, poliéster, nylon, fio de cordão de aço, silicone e quarenta tipos diferentes de produtos químicos, ceras, óleos e pigmentos(WBCSD 2008). De uma maneira geral a composição dos pneus produzidos por diferentes fabricantes é muito semelhante, como se pode verificar na tabela 1.

Segundo o seu tamanho e aplicação, os pneus variam muito entre eles no que diz respeito ao design, construção ou peso. Como por exemplo, o peso de um pneu para um veículo ligeiro de passageiros utilizados na Europa é de 6,5 kg e de um pneu para um veículo pesado é de 53 kg.

Material	Veículo ligeiro	Veículo pesado
Borracha/elastómero	47%	45%
Carbono	21,5%	22%
Metais	16,5%	25%
Têxteis	5,5%	-
Óxido de Zinco	1%	2%
Enxofre	1%	1%
Aditivos	7,5%	5%

Tabela 1 – Materiais componentes de pneus de automóvel ligeiro e pesado (Basel Convention 1999)

Tipo de veículo	±kg	Por tonelada
Veículo ligeiro	+6.5 - 9	+100 - 154
Veículo pesado de mercadoria	50	20
Veículo pesado de longo curso	±55 - 80	±12 - 18
Veículo pesado agrícola	100	10

Tabela 2 – Exemplos da variação de peso do pneu de veículos de diferentes categorias (Basel Convention 1999).

2.3 TIPOS DE CONSTRUÇÃO DO PNEU/

Os pneus apresentam dois tipos de estrutura: a radial e a diagonal. A estrutura radial é cada vez mais divulgada e preferida na maior parte das utilizações, dadas as claras vantagens em relação à estrutura diagonal, como sendo a elevada estabilidade e durabilidade, maior estabilidade direccional, maior aderência, melhor absorção de forças

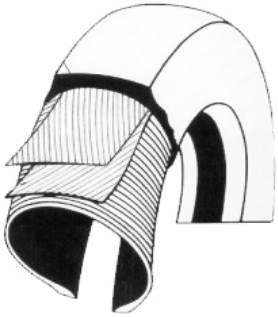


Figura 6 - Pneu Radial (Michelin 2009)

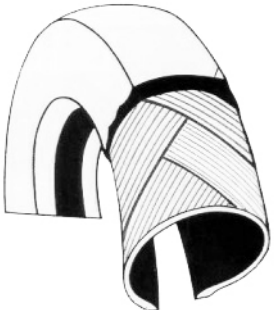
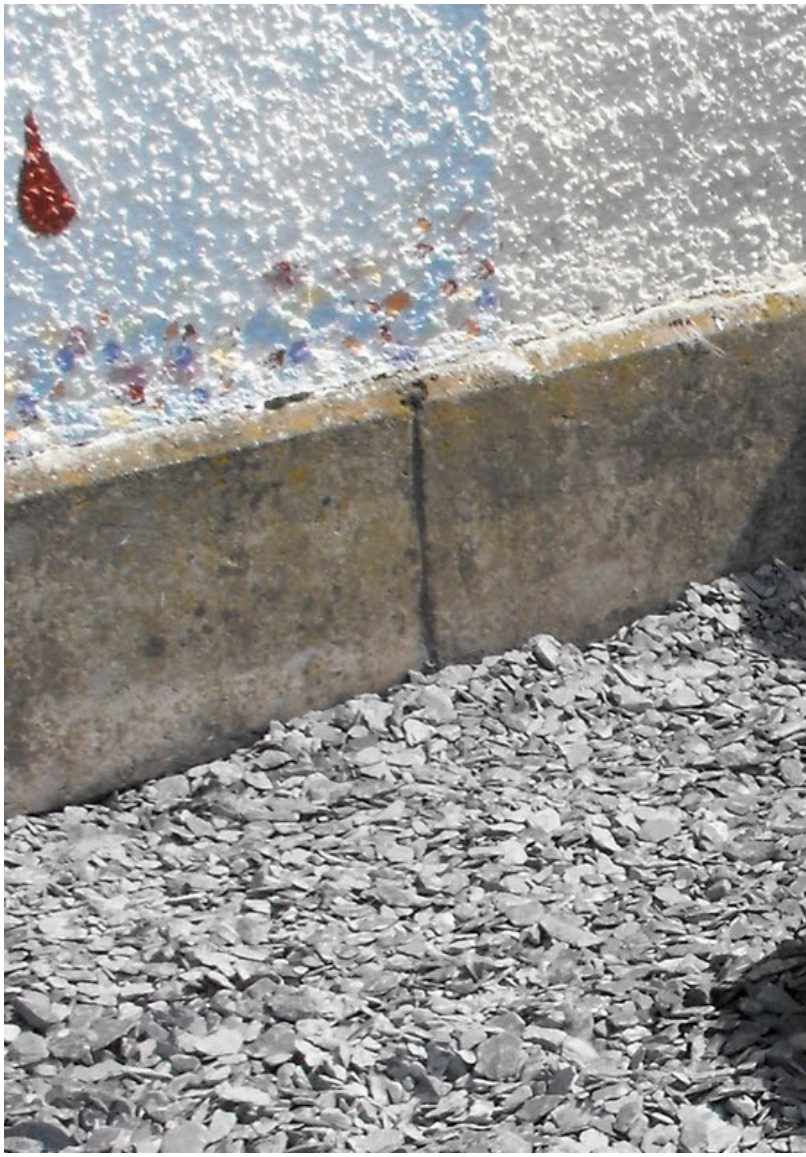


Figura 7 - Pneu Diagonal (Michelin 2009)

laterais, o menor desgaste e o menor consumo de combustível.

No pneu de estrutura radial (figura 6) as cordas vão até aos talões e estão orientadas de modo a formarem um ângulo sensivelmente igual a 90º em relação à linha média do piso e cuja carcaça é estabilizada por uma cinta circunferencial essencialmente inextensível (Nortenha 2010).

No pneu de estrutura diagonal (figura 7) as cordas das telas vão de talão a talão e estão orientadas de modo a formarem ângulos alternados substancialmente inferiores a 90º em relação à linha mediana do piso (Nortenha 2010).





3. ECODESIGN O CASO DO PNEU/

3. ECODESIGN - O CASO DO PNEU/

3.1 ECODESIGN E O CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS/

O ciclo de vida dos produtos é uma ferramenta do Ecodesign e consiste num método qualitativo de análise e de avaliação do impacto ambiental que procura analisar, avaliar e interpretar as inter-relações que ocorrem entre o produto e o ambiente.

A designação LCA, de "Life-Cycle Assessment" pode ser traduzida em português como a avaliação do ciclo de vida, (ACV). Trata-se de um conceito que se refere ao conjunto de interacções que um produto tem com o meio ambiente. O ciclo de vida inclui todos os processos conhecidos nas fases de extracção de matérias-primas, produção, utilização e eliminação.

Segundo a definição ISO 14040, o LCA, é uma técnica para avaliar os aspectos ambientais e os potenciais impactos existentes durante todo o ciclo de vida de um produto ou de um serviço, por meio de:

- Levantamento e compilação de inputs e outputs significativos do sistema;
- Avaliação dos impactos potenciais associados a esses inputs e outputs;
- Interpretação dos resultados das fases de levantamento e avaliação, em relação aos objectos em estudo.

Os objectivos gerais para desenvolver um LCA consiste em definir, de forma mais complexa possível, um quadro das interacções entre uma determinada actividade e o ambiente, contribuir para a compreensão da complexidade e das consequências ambientais dessa actividade e ainda fornecer, a quem tem o poder de decisão, as informações que definem os efeitos das acções no ambiente das actividade e que propõem oportunidades de melhoramento das condições ambientais.

O processo de elaboração de um LCA é dividido em quatro fases:

- Definição dos objectivos e âmbito do estudo;
- Levantamento de dados;
- Avaliação do impacto;
- Interpretação dos resultados.

1. Definição dos objectivos e âmbito do estudo - define e descreve o produto, processo ou actividade. Estabelece o contexto em que a avaliação é realizada e identifica os limites e os efeitos ambientais a ser revistos.

Esta fase é definida com bastante precisão e é caracterizada por quatro passos consecutivos:

- Definição dos propósitos de estudo. Estabelecem-se as razões pelas quais se está a desenvolver um LCA e o uso que se quer fazer dos resultados obtidos,
- Definição da finalidade. Define-se o sistema produto, o seu âmbito e os seus limites. Durante as sucessivas fases é importante retroceder sempre a definição da finalidade,
- Definição da unidade funcional. Presume-se que as medidas e as avaliações são feitas baseadas no rendimento e aproveitamento do sistema em análise. É aplicado a produtos materiais mas também aos imateriais, como por exemplo, um serviço.
- Definição da qualidade dos dados. Define-se o grau e os critérios de fiabilidade da qualidade dos dados a serem usados na análise.

2. Levantamentos de dados – da expressão inglesa "Life Cycle Inventory " (LCI), nesta fase são individualizados os inputs e outputs do sistema em análise, tendo como base o que já foi definido na fase procedente. Depois de definir os sistema e os seus limites e, descrito os processos, passa-se para a fase de tratamento dos dados. Nesta fase são identificados e quantificados a energia, água e materiais usados, e ainda identificadas liberações ambientais (por exemplo, emissões atmosféricas, tratamento de resíduos sólidos, descargas de águas residuais).

3. Avaliação do impacto – é caracterizada por quatro subfases:

Classificação - todos os inputs e outputs do levantamento são classificados em grupos relativos aos efeitos que provocam na saúde humana, no ambiente e na gestão dos recursos naturais.

Caracterização - há uma agregação dos impactos no interior de cada classe de efeito ambiental (esgotamento de energia e materiais virgens, redução da camada de ozono, aquecimento do globo terrestre (efeito de estufa), toxicidade de substâncias entre outros). Como existe diferentes inputs e outputs é necessário usar factores que considerem maior ou menor influencia antes de somar os resultados.

Normalização - Existe no mercado algumas metodologias que definem critérios como um perfil dito normal para a fase de avaliação. O sistema mais usado na Europa é o "Ecoindicator 95", é um método que engloba num único valor, a avaliação total do impacto ambiental.

Avaliação - nesta fase são avaliados os contributos das diferentes categorias de impacto, de modo a poderem ser comparados. A finalidade desta fase é proporcionar uma maior agregação dos dados sobre o impacto ambiental, o ideal seria ter apenas um dado que pudesse definir o efeito (prejuízo) ambiental sobre todos os impactos somados.

4. Interpretação de resultados – os resultados das fases de levantamento e avaliação são revistos às finalidades e objectivos definidos no início dos estudos. Pode levar a uma revisão das finalidades e dos objectivos, começando pela natureza e pela qualidade dos dados recolhidos (Manzini and Vezzoli 2008).

A figura 8. representa a interacção entre as quatro fases do LCA segundo a EN ISO 14040.



Figura 8 - Componentes da avaliação do ciclo de vida do produto, (ISO 14040 1997)

3.2 ANÁLISE E AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DO PNEU/

Ao longo do ciclo de vida do pneu, desde a aquisição das matérias-primas até a reciclagem dos pneus usados, o pneu interage constantemente com o meio ambiente. Este tipo de abordagens com o intuito de efectivamente reduzir o impacto ambiental negativo pode ser demonstrado apenas com base no conhecimento detalhado dessa interacção. É por isso que uma avaliação de ciclo de vida quantifica o volume de material e energia nas várias fases da vida de um pneu e descreve a interacção com o ambiente.

Os principais objectivos deste tipo de avaliação são:

- Apresentação dos fluxos de materiais e energia nas várias fases da vida de um pneu,
- Quantificação e avaliação das emissões e dos resíduos que poderiam ter um impacto sobre o meio ambiente,
- Identificação dos principais impactos sobre o meio ambiente durante a vida útil de um pneu como ponto de partida para uma redução específica e eficiente na magnitude do potencial impacto ambiental,
- Desenvolvimento de uma ferramenta para avaliar a necessidade de recursos e o impacto ambiental dos tipos de pneus alternativos (matérias-primas alternativas e materiais),
- A quantificação do impacto ambiental da utilização de pneus usados nos processos de reciclagem em comparação com os respectivos processos de equivalência.

3.3 FASES DO CICLO DE VIDA DO PNEU/

O principal objectivo da avaliação do ciclo de vida é identificar o que pode ser feito para evitar os efeitos no meio ambiente durante o ciclo de vida de um pneu. O conceito do ciclo de vida, refere-se às trocas entre o ambiente e o conjunto dos processos que acompanha o produto desde a sua criação até a sua eliminação. Devido à grande quantidade de parâmetros a ter em consideração na avaliação, uma fase só não pode ser esclarecedora para o exercício geral pois é dominado por todos os parâmetros. A construção de um pneu passa por um processo produtivo muito complexo, que vai desde a preparação da borracha, a produção de itens para compor o produto final até a sua eliminação. O pneu, como qualquer outro tipo de produto, abrange um conjunto de actividades e processos, que absorve uma certa quantidade de matéria e energia e liberta emissões de diversas fontes. O ciclo de vida do pneu pode ser esquematizado em cinco processos:

- Pré-produção
- Produção
- Distribuição
- Uso
- Eliminação

3.3.1 Pré-Produção de matérias-primas/

A pré-produção é a processo em que são produzidos os materiais, isto é, as matérias-primas semi-elaboradas, utilizadas para a produção dos componentes. Este compreende um conjunto de momentos fundamentais tais como: a aquisição dos recursos, o transporte dos recursos do lugar da aquisição à produção e a transformação dos recursos em materiais e energia. A matéria-prima para os pneus é produzida a partir de recursos fósseis e minerais não renováveis. Com base nas suas propriedades físicas e químicas, esta matéria-prima em seguida fornece o potencial de desempenho para o funcionamento dos pneus.

3.3.2 A produção do pneu/

Na produção dos produtos distinguem-se três momentos fundamentais:

- Transformação dos materiais;
- Montagem;
- Acabamento.

Os materiais transportados do local de pré-produção à fábrica são armazenados, e posteriormente transportados para os equipamentos necessários para a sua produção. Finalmente os componentes são montados obtendo assim o produto final. Após obter o produto final pode-se realizar diversos processos de acabamento, inspecção ou outros (Manzini and Vezzoli 2008). O processo de fabricação do pneu é controlado e ocorre de acordo com especificações técnicas e procedimentos pré-determinados. O objectivo é garantir aspectos como segurança, uniformidade de peso e geometria, controle dos compostos de borracha, grau de vulcanização, entre outros (ANIP 2004).

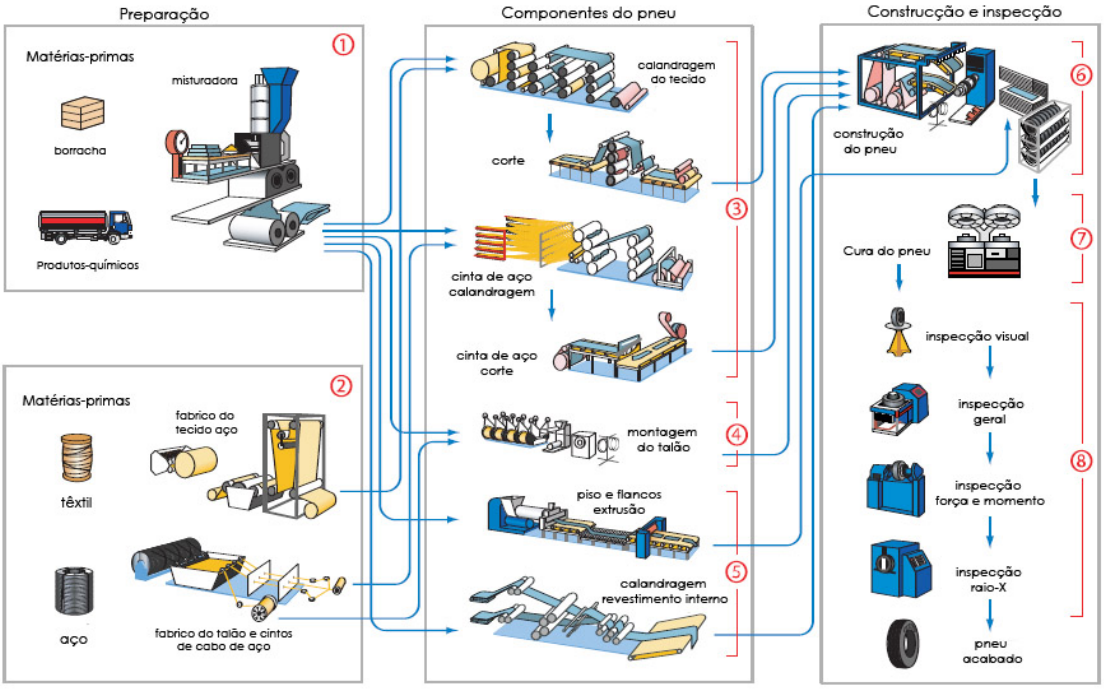


Figura 9 - Fases da produção do pneu (Maxxis 2011)

A figura 9 representa esquematicamente as fases mais importantes da produção de um pneu. Seguidamente é feita uma breve explicação de cada fase.

1. Preparação da mistura

A primeira fase da produção de um pneu consiste na preparação da mistura das matérias-primas. Os pneus são constituídos por borracha natural e sintética e combinados com carbono, enxofre e outros compostos químicos. Em geral, são utilizadas quatro tipos borrachas: borracha natural, borracha de estireno-butadieno (SBR), borracha polibutadieno (BR) e borracha butílica. As três primeiras são usadas principalmente para a produção do piso e das paredes laterais, enquanto a borracha butílica é utilizada principalmente para o revestimento interno do pneu que mantém o ar comprimido dentro do pneu.

2. Operação de mistura

Uma vez determinado o composto segue a operação de mistura. O misturador é um equipamento sofisticado que envolve mais de 200 kg de borracha em menos de 5 minutos. A sequência em que os ingredientes são adicionados é fundamental, a temperatura da mistura pode subir até 160-170 Cº. Se a temperatura for muito alta, o composto pode ser danificado, e por isso a operação de mistura é tipicamente realizada em duas etapas. Uma vez que a mistura for concluída, o composto é despejado para fora do misturador e enviado através de uma série de máquinas para formar numa folha contínua.

Preparação dos fios têxteis e de aço

Devidas as cargas que os pneus estão sujeitos, são utilizados na sua construção fios de aço e têxtil para reforçar o composto de borracha.

Fio têxtil

A qualidade dos fios têxteis é baseada na sua força, alongamento, encolhimento e elasticidade. O fio utilizado é inicialmente torcido, e depois duas ou mais bobinas de fio são trançados numa corda. É aplicado um adesivo para promover uma boa ligação com a borracha que irá receber no processo de calandragem. O fio têxtil é mantido em salas com a temperatura e humidade controladas quando chegam à fábrica.

Fio de aço

A qualidade do fio de aço é baseada na resistência à tracção, alongamento e rigidez. É fabricado numa vara de aço com alto teor de carbono, enquanto os fios de aço utilizados são revestidos a bronze e torcidos juntos.

Uma vez que o cabo de aço é revestido de bronze, as condições de armazenamento são importantes para manter o cabo de aço com óptimas propriedades para a colagem da borracha. Portanto, os fios de aço também são mantidos numa sala com a temperatura e humidade controlada uma vez que chegam à fábrica.

3. Calandragem

Para produzir cintas de tecido ou de aço, os fios passam por um processo de calandragem, na qual o composto de borracha é pressionado sobre os fios. A colagem da borracha ao aço é fundamental para o desempenho do pneu, dai o processo de calandragem ser um passo importante. Primeiro, um número pré-definido de fios sob tensão adequada são continuamente pressionados por dois rolos de aço, o composto de borracha é adicionado à área de abertura entre os rolos. Em seguida, o composto de borracha é pressionado na parte superior e inferior da tela aos fios. A folha contínua de borracha já com os fios, passa por vários rolos para garantir

a boa penetração e ligação entre a borracha e fios. A qualidade é medida pela espessura da folha, espaçamento entre os fios, o número de cordas. A folha é então cortada com a forma e os ângulos apropriados, dependendo do contorno desejado para o pneu.

4. Talão

O talão é o componente do pneu que fixa e ajusta a borracha à jante. Está formado por um filamento de aço inextensível de forma e proporção variável segundo a dimensão e tipo do pneu. O enchimento do talão é feito de um composto de borracha, extrudida de modo a formar uma cunha. É necessária precisão na aplicação do talão, por isso é montado numa máquina sofisticada. Se for muito pequeno, a montagem do pneu pode ser complicada, mas se for muito solto, o pneu pode sair do aro facilmente durante a condução em condições de carga e curvas.

5. Piso e lonas lateral

O sistema consiste numa extrusora onde o piso e as paredes laterais são formados de acordo com as especificações do pneu a construir. O piso do pneu deve proporcionar tracção, aderência e ser um elemento de suspensão, consiste numa camada de borracha colocada sobre as lonas de reforço e que recebe uma série de ranhuras que dá origem às esculturas. A lona lateral do pneu é extrudida de uma maneira similar ao componente do pneu, no entanto, a sua estrutura e os compostos utilizados são bastante diferentes das do piso. No final da linha, o piso é cortado de acordo com um comprimento específico e peso consoante o pneu a ser produzido.

6. Construção do pneu

Finalmente, o pneu está pronto para ser construído por uma máquina altamente robotizada, que garante qualidade e eficiência. As folhas de tecido, o forro interno, corpo e lonas laterais são colocadas sobre a construção de um tambor. A forma inicial do pneu é dada através de pressão de ar.

7. Vulcanização

Nesta etapa, a vulcanização ocorre através de uma série de reacções químicas. É uma operação em que o pneu é colocado num molde a uma temperatura e pressão específica. Depois que o molde é fechado, o composto de borracha flui para ganhar a forma desejada.

8. Inspecções

É a última fase no processo de fabricação dos pneus, nesta fase é garantida a qualidade em termos de desempenho e segurança. É realizada uma inspecção visual para detectar possíveis defeitos, exame de raio X para verificar a estrutura interna e exames para garantir a durabilidade dos pneus, uniformidade e peso correcto (Maxxis 2011).

3.3.3 A distribuição do produto/

A distribuição é caracterizada por três momentos fundamentais:

- Embalagem;
- Transporte;
- Armazenamento.

O produto acabado é embalado para que chegue íntegras às mãos do utilizador final nas melhores condições. O transporte pode ser feito por vários meios, para um local intermédio ou directamente para o utilizador. Nesta fase são incluídos o consumo e a energia despendida para o transporte, o uso dos recursos para a produção dos próprios meios de transporte utilizados e ainda todo o material utilizado para o armazenamento.

3.3.4 O uso do pneu/

Nesta fase o pneu é usado por um certo período de tempo. O uso do pneu absorve recursos materiais energéticos para o seu funcionamento e produz consequentemente resíduos e emissões. O pneu é o elo entre o veículo e a estrada, transmitindo a este último todas as forças que actuam sobre o veículo e as próprias emitidas por ele. Esta função determina o seu design e composição química. Cerca de 88% de todos os recursos consumidos durante o ciclo de vida de um pneu são utilizados durante o uso do pneu no carro. Como a fase de utilização do pneu é a que provoca maior impacto ambiental, o ponto de partida para a redução efectiva dos efeitos ambientais deveria passar pela mudança dos materiais(Continental AG 1999).

Relativamente à utilização dos pneus é prática seguida por alguns produtores:

- Fomentar o uso de pneus de baixa resistência ao rolamento;
- Apoiar iniciativas no sentido de se aplicar um limite máximo de resistência ao rolamento nos pneus comercializados na Europa;
- Investigar o impacto ambiental causado pelas partículas de borracha ligadas ao desgaste dos pneus;
- Incentivar os utilizadores para o uso das correctas pressões de ar, para minimizar o impacto nocivo sobre a segurança, resistência ao rolamento e consumo (pneus e combustível), acrescido de uma incorrecta manutenção;
- Disponibilizar informação específica, nomeadamente em sites dedicados, relativa às boas práticas para a utilização correcta dos pneus (Valorpneu 2008).

3.3.5 Eliminação dos pneus usados/

No momento da eliminação do produto, existem opções sobre o destino final mais adequado. Pode-se recuperar a funcionalidade do produto, recorrendo a recauchutagem ou recuperar a funcionalidade de qualquer componente através da reutilização e reciclagem. Pode-se valorizar as condições do material empregado ou o conteúdo energético do produto através da valorização energética da borracha dos pneus usados.

A composição material do pneu original e a energia contida determina o valor do pneu gasto e as suas possibilidades de reciclagem. Existem quatro cenários de fim-de-vida possíveis e admissíveis para os pneus usados; a reutilização, a reciclagem, a recauchutagem e a valorização energética. As possibilidades de reciclagem permitem a poupança de recursos minerais ou fósseis, na medida em que estes recursos sejam substituídos por pneus usados. Os pneus usados são utilizados como matéria-prima secundária em sistemas de produtos. As propriedades inerentes a esses pneus usados, pode assim, trazer benefícios expandidos à reciclagem de pneus usados para satisfazer os requisitos da gestão e reciclagem de resíduos. Este tema é desenvolvido no próximo subcapítulo 3.4 deste capítulo.

Concluindo...

Em todas as categorias o maior impacto negativo sobre o meio ambiente é na fase de utilização do pneu devido as emissões de CO2 emitidas. Seguidamente, com um impacto consideravelmente menor, a fase de matérias-primas e a fase de transporte. A produção de pneus tem o menor impacto negativo sobre o meio ambiente. Há um claro domínio na fase de utilização, as matérias-primas, a produção, a aquisição e transporte, são as fases com maior potencial para a redução do impacto ambiental, mesmo uma redução relativamente pequena de resistência ao rolamento pode ter um grande efeito.

Por razões metodológicas, a avaliação do ciclo de vida é sempre sujeita a um certo grau de "confusão" e subjectividade. A razão é principalmente da incerteza e imprecisão na recolha dos dados, a delimitação do âmbito da aplicação da avaliação e da ponderação e avaliação do impacto ambiental. A sensibilidade da análise deve incluir uma estimativa do impacto de possíveis erros nos resultados da avaliação.

O impacto ambiental é avaliado com base em coeficientes de equivalência que determinam o contributo dado pelo poluente às respectivas potencialidades ambientais. É praticamente impossível determinar cientificamente os coeficientes de ponderação usados para determinar os danos causados.

3.4 A UTILIZAÇÃO DO RECICLADO DE PNEU/

Quando os pneus chegaram ao fim da sua vida útil, significa que já não se encontram aptos para exercer a sua função inicial.

A circulação rodoviária traduz-se num desgaste do material constitutivo dos pneus, devendo os mesmos ser retirados de circulação quando se verifica uma das situações seguintes:

a) Quando a altura do respectivo rasto for inferior ao mínimo admissível por lei (5mm), devendo nessa situação ser retirados de circulação e substituídos por pneus novos e quando os pneus usados não forem enviados para recauchutagem;

b) Quando os pneus enviados para recauchutagem forem recusados por se encontrarem num estado tal que não permita essa operação;

c)Quando os veículos em que se encontram instalados forem enviados para desmantelamento, por se encontrarem em fim de vida (Oliveira, Mendes et al. 2009).

Os pneus são então encaminhados para um sistema de gestão de resíduos, este deverá ocorrer de uma forma ambientalmente correcta.

Segundo a Valorpneu, Sociedade de Gestão de Pneus, Lda., em Portugal o destino dos pneus recolhidos pelo sistema de gestão de pneus usados, (SGPU) em 2009 teve o seguinte destino:

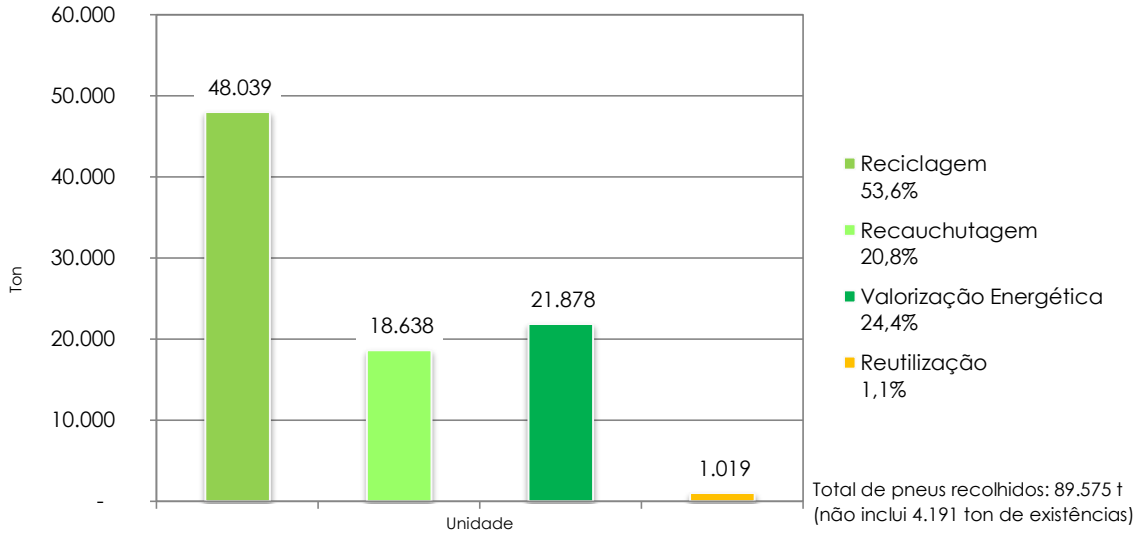


Gráfico 1 - Destino dos pneus recolhidos pelo SGPU em 2009 (Valorpneu 2010)

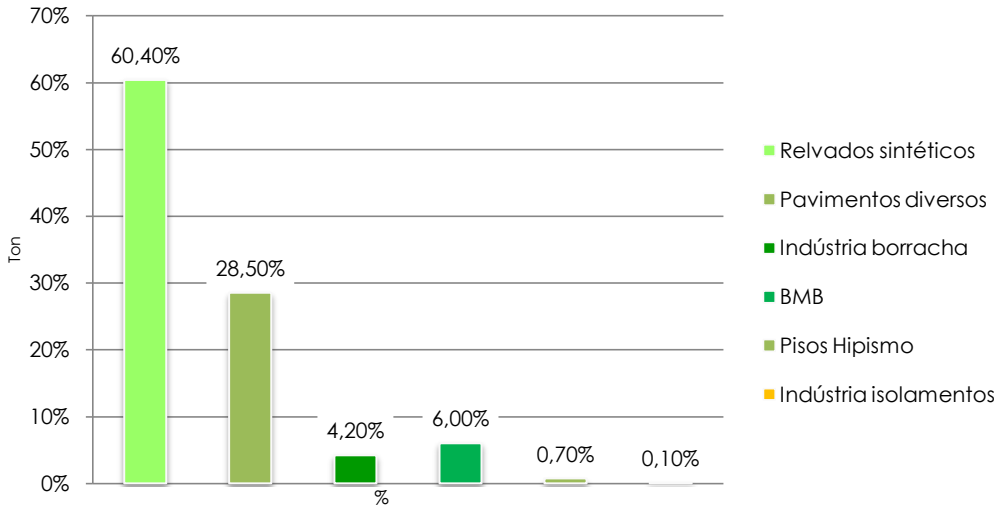


Gráfico 2 - Aplicações do granulado de pneus reciclados (Valorpneu 2010)

Mais de metade da quantidade de pneus gerados foi encaminhada para a reciclagem (53,6%). Do processo de reciclagem é obtido o granulado de borracha (Figura 10), cuja principal utilização incide no enchimento dos campos de futebol de relva sintética (Figura 11), seguido dos pavimentos de parques infantis e desportivos (Figura 12). Outros tipos de aplicações do granulado de pneus reciclados são a aplicação de betuminosas modificadas com borracha (BMB), pisos para a prática de hipismo e aplicações na indústria do isolamento.



Figura 10 – Granulado de borracha (Biosafe 2010a)



Figura 11 - Campo de futebol de relva sintética (Biosafe 2010b)



Figura 12 - Pavimento de segurança, parque infantil (Soinca 2010)

Segundo a Valorpneu no decurso de 2010 passaram no SGPU, 98 mil toneladas de pneus, 5% acima do ano anterior, continuando em termos de recolha o sistema a funcionar no seu máximo. Foram reutilizados e recauchutados 20,9% dos pneus usados e gerados no ano, correspondendo a 19 mil toneladas, recicladas 50 mil toneladas e as restantes 29 mil toneladas recolhidas foram valorizadas energeticamente (Valorpneu 2011).

3.4.1 Reutilização/

A melhor solução para este resíduo seria a reutilização do material para a finalidade prevista inicialmente, como acontece com o vidro, o metal ou o papel. Uma vez que não é possível reutilizar os pneus usados para fabricar novos, foram criadas outras soluções de uso. Na reutilização os pneus são usados na sua forma inteira ou em partes. Quando utilizados na sua forma inteira, tira-se partido da sua resistência estrutural, são aproveitados como elementos de protecção de molhes marítimos (Figura 13), e dos próprios barcos (Figura 14). Na construção de recifes artificiais criando um ambiente adequado para a reprodução de animais marinhos. "Em obras de engenharia civil, como muros de retenção (Figura 15) ou na construção de túneis, para evitar o contacto directo entre as rochas desprendidas dos maciços e a laje superior do túnel. Os pneus usados podem igualmente ser utilizados em pisos permeáveis para estradas, bem como em camadas drenantes na construção de plataformas ou armazéns, evitando a necessidade de uma bacia de retenção externa.

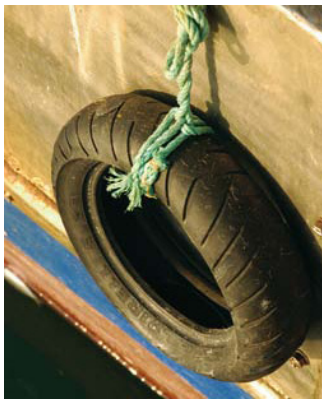


Figura 13 - Pneu utilizado na protecção de molhes marítimos, (ETRMA 2010b)

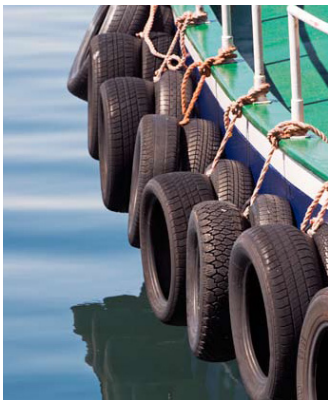


Figura 14 - Pneus utilizados para protecção de barco, (Recytyre 2008)



Figura 15 - Paredes de protecção feita com pneus, (WBCSD 2008).

A borracha dos pneus usados pode ainda ser utilizada para a manufactura de solas de sapato, tiras para serem usadas em estofos de sofás, circunferências de borracha para redes de pesca de arrasto, gamelas, etc. Estas últimas aplicações limitam-se, no entanto, apenas aos pneus usados antigos, sem aço"(Valorpneu 2009d). Também servem para revestir suportes dos separadores de vias de circulação automóvel, e ainda como diversos equipamentos para parques infantis (Figura 16, 17 e 18).



Figura 18 - Estrutura feita com pneus velhos (Contado ninguém acredita 2009)

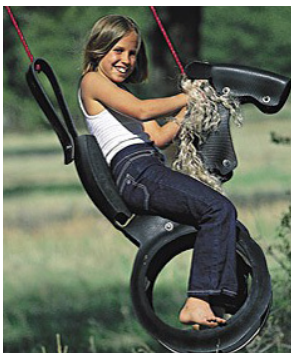


Figura 17 - Baloiço feito a partir de pneus velhos, Patrick Palumbo (Kaboodle 2011)



Figura 16 - Estrutura de pneus em parque infantil (Maryland Environmental Service 2004)

3.4.2 Reciclagem/

Da reciclagem de um pneu usado, de um veículo de passageiro ligeiro, são obtidos três matérias-primas: 70% chips de borracha (fragmentos de borracha com dimensões entre 5 cm e 15 cm), 15% de aço e 15% de fibras têxteis e outros resíduos (Reschner 2008).

Segundo a Valorpneu (2009d) a reciclagem de pneus usados em Portugal é realizada por processo mecânico ou criogénico.

"O processo mecânico, consiste na trituração mecânica dos pneus. A borracha é fragmentada numa série de trituradoras e moinhos, sendo o aço retirado através de separação magnética e o têxtil separado por diferença de densidade. No final do processo, o granulado de borracha é dividido em várias gamas, consoante a sua granulometria, através de crivos com diferentes dimensões de malha."

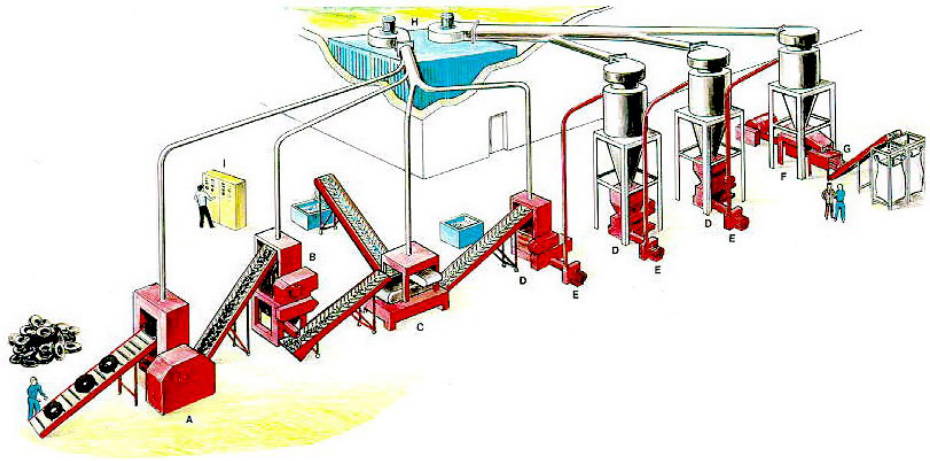


Figura 19 - Processo mecânico (Wrap 2006)

Legenda da Figura 19: A - Triturador primário; B - Granulador; C - Separador de aço e fibras; D - Consecutivos passos de moagem fina; E - Sistema de transportadores pneumáticos; F - Sopradores; G - Separador magnético; H - Ciclones (remoção da fibra e pó).

A Biosafe é a empresa do Grupo Auto Sueco, localizada em Ovar responsável pela reciclagem de pneus pelo processo mecânico e que se dedica à produção e comercialização de granulado de borracha reciclada. A tecnologia de trituração mecânica à temperatura ambiente consegue obter um granulado de borracha reciclada de excelente qualidade, limpo e de configuração adequada a uma infinidade de aplicações. Produz cinco granulometrias standard: < 0,8 mm; 0,8 – 2,5 mm; 2,5 - 4,0 mm; 4,0 - 7,0 mm; 7,0 – 9,5 mm. A Biosafe anualmente, trata de 25.000 toneladas de pneus usados, o equivalente a cerca de 3,2 milhões de pneus de veículos ligeiros (Biosafe 2010a).

"O processo criogénico, em que é utilizado azoto líquido para congelar a borracha à temperatura aproximada de -160ºC, num túnel criogénico, o que permite a fragmentação da borracha e a produção de granulado de borracha fino. O pneu sofre uma primeira trituração mecânica sendo em seguida os seus fragmentos transportados para o túnel criogénico,

onde a temperatura de entrada do azoto é de aproximadamente -192ºC e a temperatura de saída da borracha é cerca de -80ºC. Após a passagem pelo túnel criogénico e pelos martelos pneumáticos, o aço e o têxtil do pneu são separados da borracha através de separação magnética e por aspiração, respectivamente."

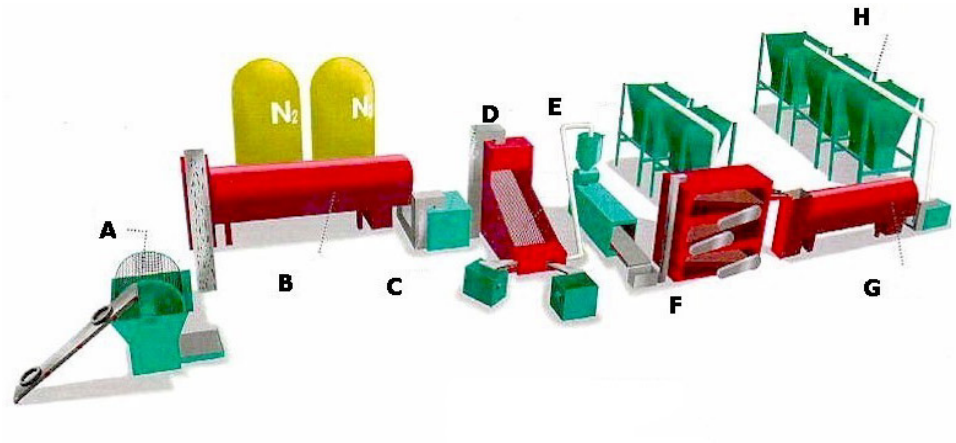


Figura 20 - Processo criogénico (Wrap 2006)

Legenda da figura 20: A – Triturador primário; B – Túnel de refrigeração; C – Moinhos de martelos; D - Separador de aço e fibras; E - Secador; F - Crivagem; G – Moagem fina; H – Silos de armazenamento de granulado.

O processo criogénico está a cargo da empresa Nacional Recipneu, localizada em Sines. Com exportações para países que vão desde os Estados Unidos da América até à Rússia, passando por países do Médio Oriente e de África, representando a exportação mais de 60% das vendas.

Esta tecnologia, proporciona granulados de borracha de qualidade superior, para aplicações como matéria-prima e como produto final. A Recipneu produz uma grande variedade de granulometrias: < 0,18 mm, 0,18 – 0,60 mm, 0,60 – 1,40 mm, 1,00 – 2,00 mm, 1,00 – 2,40 mm, 2,00 – 4,75 mm, 2,40 – 6,30 mm, 6,30 mm.

Segundo a Recipneu (2011) o processo industrial desenvolve-se em três fases:

1. Fragmentação da matéria-prima.

Esta fase consiste na fragmentação de pneus ligeiros e pesados em pequenos troços, de secção homogénea, através de um processo de corte por lâminas, obtendo-se assim o produto designado como chip.

2. Processamento criogénico.

Este processo realiza a separação completa e individualizada da borracha, aço e têxteis sem desperdício ou perdas apreciáveis de material. É um processo contínuo, controlado automaticamente, e desenrolado sob atmosfera inerte.

As fases do processo:

2.1 O arrefecimento criogénico

Os chips são lançados num túnel imergindo em Azoto líquido, a cerca de -196ºC, dando-se uma permuta de frio entre os chips à temperatura ambiente e o azoto líquido. Arrefecendo-se os chips até uma temperatura de -80º C, atinge-se o ponto de transição vítreo (Tg) de todos os polímeros constituintes da borracha, ou seja, a "borracha" comporta-se como vidro.

2.2 A moagem criogénica

Sob uma atmosfera inerte e muito fria, os chips "congelados" a -80ºC são sujeitos a um fortíssimo impacto, em moinhos de martelos especiais, estilhaçando-se instantaneamente em pequenos grânulos de diferentes dimensões.

2.3 Separação dos diferentes materiais, secagem, classificação e purificação do produto final.

O processo completa-se com as seguintes operações:

- Separação densimétrica dos têxteis;
- Separação magnética do aço;
- Secagem da borracha granulada;
- Classificação granulométrica da borracha em dimensões standard;
- Eliminação de poeiras e outros resíduos contaminantes.

3. Ensacamento e armazenamento

Da linha criogénica, o granulado obtido transita para diversos silos, de onde é ensacado, sobre paletes, em big-bags de ráfia (Recipneu 2011).

As aplicações do granulado obtido por ambas as empresas recicladoras são tão diversas como a indústria de calçado e da borracha; misturas betuminosas (figura 22); pavimentos desportivos (figura 23) e relva sintética; complexos equestres; superfícies de absorção de impacto nomeadamente pavimentos de parques infantis e inúmeras utilizações na construção civil. Os chips com dimensão até 5 cm são utilizados como matéria-prima, para a produção de polímeros SBR reciclados, vulgarmente granulado e pó de borracha. Calibres entre 5 e 15 cm são utilizados como material drenante, em trabalhos de engenharia civil, em substituição de materiais inertes e agregados naturais. Estes materiais perfilam-se como uma alternativa técnica e economicamente viável á tradicional brita, em trabalhos como a selagem de aterros sanitários e bacias drenantes. O aço é reciclado como matéria-prima na indústria siderúrgica, e as fibras na valorização energética, e ainda em matéria-prima na indústria de painéis termo-acústicos (Recipneu 2011).



Figura 21 - Pia de cozinha - Minarc, feita a partir de pneus, (Architect 2010).



Figura 23 - Pavimento desportivo, (WBCSD 2008).



Figura 22 - Aplicação de mistura betuminosa, (WBCSD 2008).

3.4.3 Recauchutagem/

Segundo o artigo 2.º do Decreto-lei n.º 111/2001 de 6 de Abril, a recauchutagem foi definida como a "operação pela qual um pneu já utilizado, após cumprir o seu ciclo de vida para o qual foi projectado e concebido, é reconstruído de modo a permitir a sua utilização para o mesmo fim para o qual foi concebido" ainda no mesmo artigo o pneu recauchutado é descrito como "o pneu usado que é objecto de processo industrial de acordo com as especificações técnicas aplicáveis, com vista à sua reutilização, sendo de novo colocado no mercado".

Segundo a Valorpneu (2009b), a "recauchutagem é uma actividade existente em Portugal há aproximadamente 50 anos, com circuitos comerciais e logísticos muito bem definidos. Como actividade económica tradicional, está fortemente implantada no mercado, particularmente no domínio dos pneus pesados" devido aos elevados custos da aquisição de pneus novos para os veículos desta categoria. A indústria portuguesa da recauchutagem é também um importante exportador, especialmente em mercados com fortes ligações a Portugal, como Angola, Moçambique, Brasil e outros países da América Latina (Paulo Ferrão 2008).

Para proceder à recauchutagem é necessário que a estrutura geral do pneu esteja conservada, não apresentando cortes ou deformações, e a banda de rodagem ainda apresente os sulcos e saliências que permitem a sua aderência ao solo. De uma maneira geral o processo de recauchutagem consiste na remoção da banda de rodagem do pneu e aplicação de um novo piso e novas paredes laterais. Existem dois processos para recauchutagem dos pneus: o processo a frio e a quente.

No "Processo a frio" é aplicado um piso pré-vulcanizado cortado à medida, sendo os pneus seguidamente introduzidos em envelopes, colocados numa autoclave, em grupos, para vulcanização. Os pneus são sujeitos a ciclos de pressão e temperatura (110ºC a 130ºC) que assegura a adesão do piso à carcaça. No "Processo a quente", a borracha é aplicada por extrusora sobre o pneu raspado, que é posteriormente colocado num molde individual (que contém o desenho do rastro do piso pretendido) aquecido por vapor a temperaturas ligeiramente mais elevadas (cerca de 150ºC a 170ºC) com consequente vulcanização da borracha. A raspagem ou grosagem é a parte do processo onde se remove a banda de borracha remanescente e se prepara o pneu para receber a borracha nova (IGAOT 2006).

O processo de recauchutagem contribui claramente para a redução do consumo de recursos naturais (petróleo e os seus derivados, borracha natural, etc.) economizando cerca de 2/3 das matérias-primas e energia indispensáveis para a produção de um pneu novo. Igualmente, reduz o volume de resíduos produzidos e oferece condições de segurança idênticas a um pneu novo, respeitando critérios de homologação similares (Valorpneu 2008).

Segundo a recauchutadora Bandague, pioneira na tecnologia de recauchutagem de pneus a frio e com três unidades fabris em Portugal (Braga, Pontão e Alcoitão), o processo de recauchutagem passa por 7 etapas:

Etapa 1.

A visão e o tacto avaliam a futura fiabilidade e segurança da carcaça, seleccionando-a para a aplicação mais apropriada.



Figura 24 - Inspecção inicial

Etapa 2.

Detectar defeitos invisíveis na estrutura da carcaça. As carcaças são seleccionadas para uma performance máxima.



Figura 25 - Inspecção não destrutiva

Etapa 3.

Raspadora automática de alta precisão, retira toda a borracha desnecessária. A textura da superfície preparada funciona como fundação e também como superfície de ligação para o novo piso.



Figura 26 - Raspagem

Etapa 4.

A carcaça é revitalizada até atingir praticamente as características de um pneu novo. A preparação e reparação efectuadas prolongam a vida do pneu.



Figura 27 – Preparação e reparação

Etapa 5.

O piso e a goma de ligação são aplicados directa e homogeneamente na carcaça com precisão electrónica. A união torna-se uma das partes mais fortes do pneu. A goma de ligação é uma borracha concebida especificamente para unir a borracha do piso a carcaça rigorosamente preparada.



Figura 28 - Aplicação do Piso

Etapa 6.

A vulcanização tem lugar num envelope flexível a uma pressão e temperatura moderadas, mantendo a integridade da carcaça. Baixa temperatura de vulcanização (aproximadamente 96º C).



Figura 29 - Envelopagem e Vulcanização

Etapa 7.

A inspecção final assegura que os exigentes requisitos são respeitados. A carcaça é devidamente inspeccionada antes da sua entrega e, caso seja necessário, o pneu volta novamente à Etapa 2 (Bandague 2010).



Figura 30 - Inspecção final

3.4.4 Valorização energética/

Os ELT (expressão inglesa "End-of-life Tyres", para designar pneus em fim de vida útil) representam uma alternativa de combustível suplementar não fósseis. Os pneus apresentam um ponto de combustão entre os 250ºC e 400 ºC e um poder calorífico de cerca de 6000 Kcal/Kg (Oliveira, Mendes et al. 2009). Os pneus inteiros ou triturados podem ser usados como fonte de combustível principal ou secundária na produção de vapor, electricidade, cimento, papel, cal, siderurgia e na incineração de lixo. A adição de ELT é ambientalmente seguro e não liberta emissões adicionais na atmosfera de óxidos de enxofre e óxidos de nitrogénio quando os dispositivos de controlo adequados de emissão estão devidamente instalados e mantidos. Uma tonelada de pneus é equivalente a uma tonelada de carvão de qualidade ou 0,7 toneladas de combustível (ETRMA 2008).

Este tipo de combustível é cada vez mais usado nos fornos das cimenteiras (figura 31). A alta temperatura de operação no forno permite a combustão completa dos pneus e a oxidação dos componentes de aço sem prejudicar a operação do forno. Este processo é ambientalmente seguro e não produz emissões adicionais para a atmosfera, quando os dispositivos de controlo adequados de emissão estão devidamente instalados e assegurados. Também são usados como combustível, isoladamente ou em conjunto com outros materiais (ou seja, papel, madeira) em fornos de calcinação de CaCO3. As instalações são mais simples do que os fornos de cimento, mas o tipo de combustível influência muito a qualidade do CaCO3 obtidos. Na indústria de pneus e recauchutagem a incineração destes resíduos é utilizada principalmente para a recuperação de vapor aplicado no processo de vulcanização (Basel Convention 1999).



Figura 31 - Cimenteira Secil, (Água e Cultura)



Figura 32 - Chips de pneu, combustível alternativo, (Secil 2009)



Figura 33 - Aspecto exterior do forno (Secil 2009)

Concluímos então, que actualmente existem vários processos de recuperação dos pneus usados, resultado de uma longa pesquisa e desenvolvimento na procura do maior número de processos e eficácia. Todas as formas de recuperação são uma opção para os pneus em fim de vida útil, e proporcionam um benefício ambiental. A partir dos resultados do destino dos pneus recolhidos pelo sistema de gestão é possível identificar três processos principais: a reciclagem, a recauchutagem e a valorização energética.

A reciclagem de pneus usados consiste na trituração dos mesmos e separação dos diferentes materiais. A borracha em granulado tem diversas aplicações, como por exemplo, campos de futebol de relva sintética, campos polidesportivos, pisos de parques infantis, e betume modificado com borracha para pavimentação de estradas. Estas são as aplicações que empregam a maior quantidade de granulado de borracha. Outra forma de reciclagem é a recauchutagem que consiste na reconstrução de pneus, é aproveitada a estrutura resistente do pneu gasto, desde que em boas condições de conservação, e aplicado um novo piso. Actualmente, o processo de recauchutagem garante as mesmas características técnicas e comportamento do pneu original, a custos muito inferiores. Com este processo é possível economizar cerca de 2/3 das matérias-primas e energia indispensáveis para a produção de um pneu novo, o que se traduz em vantagens económicas e ambientais.

Na indústria de cimento, o uso de combustíveis alternativos é cada vez mais utilizado, devido à necessidade das elevadas temperaturas necessárias para a formação do cimento. Os pneus são excelentes fontes de energia, principalmente quando utilizados como combustíveis secundários. Proporcionam altas temperaturas e elevado tempo de residência, Além disso, devido ao alto poder calorífico do pneu, contribui para a diminuição do consumo de combustíveis não renováveis.





4. SISTEMA DE GESTÃO DO PNEU/

4. SISTEMA DE GESTÃO DO PNEU/

4.1 ABORDAGEM LEGISLATIVA NA EUROPA RELATIVA AOS RESÍDUOS/

No contexto Europeu a problemática dos resíduos tem vindo a sofrer alterações ao longo do tempo de modo a tornar mais eficaz e correcta a gestão de resíduos. Desde a primeira Directiva do Conselho de 15 de Julho de 1975 (75/442/CEE) relativa aos resíduos, que a legislação tem se aperfeiçoado de modo a garantir a uniformidade de critérios e uma regulamentação mais ampla, com o objectivo de garantir a protecção do ambiente e preservação dos recursos naturais, e da melhoria da qualidade de vida e saúde humana.

Assim sendo os Estados-membros estão encarregues de tomar as devidas medidas para promover a prevenção, a reciclagem e a valorização de resíduos assim como a obtenção de energia ou matérias-primas a partir destes. É aplicado o princípio do "poluidor-pagador", na qual os custos da eliminação dos resíduos devem ser suportados pelo detentor que remete os resíduos a um colector ou pelo produtor gerador de resíduos. Em todas as operações de gestão de resíduos terá de ser garantida a eliminação dos resíduos sem pôr em risco a saúde humana nem prejudicar o ambiente nas diversas vertentes (Directiva 75/442/CEE).

Esta directiva foi mais tarde completada pela Directiva 91/156/CEE do Conselho, de 18 de Março de 1991, com o objectivo de garantir a eliminação e a valorização dos resíduos, bem como incentivar a adopção de medidas destinadas a limitar a produção de resíduos, designadamente pela promoção de tecnologias limpas e de produtos recicláveis e reutilizáveis.

Segundo o artigo 3.º, foram determinadas medidas para promover primeiro " a prevenção ou a redução da produção e da nocividade dos resíduos" e seguidamente o "aproveitamento dos resíduos por reciclagem, reutilização, recuperação ou qualquer outra acção tendente à obtenção de matérias-primas secundárias, e ainda "a utilização de resíduos como fonte de energia". É de salientar desta directiva a proposta para elaborar uma lista de classificação dos resíduos, a actual Lista Europeia de Resíduos (Directiva 91/156/CEE).

Em 2008 esta directiva foi novamente alterada pela Directiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Concelho de 19 de Novembro de 2008. Na qual o artigo 1.º começa por definir o objecto e âmbito da aplicação, «A presente directiva estabelece medidas de protecção do ambiente e da saúde humana, prevenindo ou reduzindo os impactos adversos decorrentes da geração e gestão de resíduos, diminuindo os impactos gerais da utilização dos recursos e melhorando a eficiência dessa utilização». Foi também definida uma nova hierarquia dos resíduos, aplicável enquanto princípio geral da legislação e da política de prevenção e gestão de resíduos:

a) Prevenção e redução;
b) Preparação para a reutilização;
c) Reciclagem;
d) Outros tipos de valorização, por exemplo a valorização energética; e
e) Eliminação

Na aplicação desta medida os Estados-membros devem tomar «medidas para incentivar as opções conducentes aos melhores resultados ambientais globais», assim como assegurar que o «procedimento seja completo e transparente e respeite as regras de planeamento nacionais quanto à consulta e à participação das partes interessadas e dos cidadãos», e «tomam em conta os princípios gerais de protecção do ambiente da precaução e da sustentabilidade, a exequibilidade técnica e a viabilidade económica e a protecção dos recursos, ...».

No artigo 8.º é aumentada a responsabilidade alargada do produtor «a fim de reforçar a reutilização, a prevenção, a reciclagem e outros tipos de valorização de resíduos, os Estados-membros podem tomar medidas de carácter legislativo ou não legislativo para assegurar que uma pessoa singular ou colectiva que a título profissional desenvolva, fabrique, transforme, trate, venda ou importe produtos (o produtor do produto) esteja sujeita ao regime de responsabilidade alargada do produtor» (Directiva 2008/98/CE).

No que refere a gestão de pneus e pneus usados não foi realizada nenhuma directiva específica para este tipo de resíduos. No entanto a directiva 1999/31/CE do Concelho de 26 de Abril de 1999 relativa à deposição de resíduos em aterros tem como objectivo geral, artigo 1.º, «prever medidas, processos e orientações que evitem ou reduzam tanto quanto possível os efeitos negativos sobre o ambiente, (...) bem como quaisquer riscos para a saúde humana, resultantes da deposição de resíduos em aterros durante todo o ciclo de vida do aterro». Assim sendo na alínea 3) do artigo 5.º, a partir de 2003 os Estados-membros devem tomar medidas para que não sejam aceites em aterros pneus usados inteiros, com exclusão dos pneus utilizados como materiais de fabrico, e pneus usados triturados a partir de 2006. Os pneus de bicicleta e os pneus com um diâmetro exterior superior a 1 400 mm ficam excluídos em ambos os casos (Directiva 1999/31/CE).

Segundo Brito, os principais problemas dos pneus em lixeiras e aterros são:

- O elevado tempo de decomposição;
- A sua composição química, que cria grandes problemas ambientais quando depositados em lixeiras ou queimados a céu aberto;
- A ocupação de muito volume nos aterros, pois são pouco compressíveis;
- O seu formato que possibilita um meio óptimo para o desenvolvimento e proliferação de vectores de doenças (Brito 2009).

4.2 LEGISLAÇÃO DE RESÍDUOS EM PORTUGAL/

Com a entrada de Portugal para a CE em 1986, a legislação Portuguesa relativa aos diferentes tipos de resíduos e à sua gestão passou a ser orientada pela legislação europeia. Segundo Oliveira (2009), é de lembrar que no «domínio dos princípios a situação portuguesa se apresentava, no pós-25 de Abril, como bastante promissora, como se pode verificar na Constituição da República Portuguesa de 1976 bem como nas sucessivas revisões, publicadas em 1982, 1989, 1992, 1997». Segundo o qual destaca as alíneas d) e e) do Artigo9º, Tarefas Fundamentais do Estado, no qual se assume a responsabilidade de:

d) Promover o bem-estar e a qualidade de vida do povo e a igualdade real entre os portugueses, bem como a efectividade dos direitos económicos, sociais, culturais e ambientais, mediante a transformação e modernização das estruturas económicas e sociais;

e) Proteger e valorizar o património cultural do povo português, defender a natureza e o ambiente, preservar os recursos naturais e assegurar um correcto ordenamento do território;

A Directiva n.º 75/422/CEE, de 15 de Julho, foi pela primeira vez aprovada em Portugal pelo Decreto-Lei n.º 488/85, de 25 de Novembro. Mais tarde, devidas as sucessivas alterações da Directiva n.º 75/422/CEE, o Decreto-Lei foi revogado primeiro pelo Decreto-Lei n.º 310/95, de 20 de Novembro, e seguidamente pelo Decreto-Lei n.º239/97, de 9 de Setembro. Finalmente o Decreto-Lei n.º178/2006 de 5 de Setembro estabelece o actual regime geral da gestão de resíduos.

Conforme o Artigo 2.º do Decreto-Lei n.º178/2006 de 5 de Setembro, o decreto-lei «aplica-se às operações de gestão de resíduos, compreendendo toda e qualquer operação de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos, bem como às operações de descontaminação de solos e à monitorização dos locais de deposição após o encerramento das respectivas instalações» (Diário da República 2006).

No capítulo III, os Artigos 4.º a 10.º são declarados os princípios gerais da gestão de resíduos.

Artigo 4.º - Princípio da auto-suficiência

1- As operações de gestão de resíduos devem decorrer preferencialmente em território nacional, reduzindo ao mínimo possível os movimentos transfronteiriços de resíduos.

2- A Autoridade Nacional dos Resíduos pode interditar a movimentação de resíduos destinada a eliminação noutro Estado, pertencente ou não ao espaço comunitário, com fundamento na existência em território nacional de instalações de gestão adequadas para o efeito.

Artigo 5.º - Princípio da responsabilidade pela gestão

1- A gestão do resíduo constitui parte integrante do seu ciclo de vida, sendo da responsabilidade do respectivo produtor.

2- Exceptuam-se do disposto no número anterior os resíduos urbanos cuja produção diária não exceda 1100 l por produtor, caso em que a respectiva gestão é assegurada pelos municípios.

3- Em caso de impossibilidade de determinação do produtor do resíduo, a responsabilidade pela respectiva gestão recai sobre o seu detentor.

4- Quando os resíduos tenham proveniência externa, a sua gestão cabe ao responsável pela sua introdução em território nacional, salvo nos casos expressamente definidos na legislação referente à transferência de resíduos.

5- A responsabilidade das entidades referidas nos números anteriores extingue-se pela transmissão dos resíduos a operador licenciado de gestão de resíduos ou pela sua transferência, nos termos da lei, para as entidades responsáveis por sistemas de gestão de fluxos de resíduos.

Artigo 6.º - Princípios da prevenção e redução

Constitui objectivo prioritário da política de gestão de resíduos evitar e reduzir a sua produção bem como o seu carácter nocivo, devendo a gestão de resíduos evitar também ou, pelo menos, reduzir o risco para a saúde humana e para o ambiente causado pelos resíduos sem utilizar processos ou métodos susceptíveis de gerar efeitos adversos sobre o ambiente,

nomeadamente através da criação de perigos para a água, o ar, o solo, a fauna e a flora, perturbações sonoras ou odoríficas ou de danos em quaisquer locais de interesse e na paisagem.

Artigo 7.º - Princípio da hierarquia das operações de gestão de resíduos

1- A gestão de resíduos deve assegurar que à utilização de um bem sucede uma nova utilização ou que, não sendo viável a sua reutilização, se procede à sua reciclagem ou ainda a outras formas de valorização.

2- A eliminação definitiva de resíduos, nomeadamente a sua deposição em aterro, constitui a última opção de gestão, justificando-se apenas quando seja técnica ou financeiramente inviável a prevenção, a reutilização, a reciclagem ou outras formas de valorização.

3- Os produtores de resíduos devem proceder à separação dos resíduos na origem de forma a promover a sua valorização por fluxos e fileiras.

4- Deve ser privilegiado o recurso às melhores tecnologias disponíveis com custos economicamente sustentáveis que permitam o prolongamento do ciclo de vida dos materiais através da sua reutilização, em conformidade com as estratégias complementares adoptadas noutros domínios.

Artigo 8.º - Princípio da responsabilidade do cidadão

Os cidadãos contribuem para a prossecução dos princípios e objectivos referidos nos artigos anteriores, adoptando comportamentos de carácter preventivo em matéria de produção de resíduos, bem como práticas que facilitem a respectiva reutilização e valorização.

Artigo 9.º - Princípio da regulação da gestão de resíduos

1- A gestão de resíduos é realizada de acordo com os princípios gerais fixados nos termos do presente decreto-lei e demais legislação aplicável e em respeito dos critérios qualitativos e quantitativos fixados nos instrumentos regulamentares e de planeamento.

2- É proibida a realização de operações de armazenagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduo não licenciado nos termos do presente decreto-lei.

3- São igualmente proibidos o abandono de resíduos, a incineração de resíduos no mar e a sua injecção no solo, bem como a descarga de resíduos em locais não licenciados para realização de operações de gestão de resíduos.

Artigo 10.º - Princípio da equivalência

O regime económico e financeiro das actividades de gestão de resíduos visa a compensação tendencial dos custos sociais e ambientais que o produtor gera à comunidade ou dos benefícios que a comunidade lhe faculta, de acordo com um princípio geral de equivalência (Diário da República 2006).

4.3 LEGISLAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DE PNEU E PNEU USADO EM PORTUGAL/

Em Portugal o Decreto-lei n.º 111/2001, de 6 de Abril estabelece o regime jurídico a que fica sujeita a gestão de pneus e pneus usados que se encontram no mercado nacional.

O presente diploma veio estabelecer princípios e normas na gestão de pneus e pneus usados, dando prioridade à prevenção da produção destes resíduos, a recauchutagem, a reciclagem e outras formas de valorização, com o intuito de reduzir e eliminar a maior quantidade de resíduos possível. Para que não haja margem para dúvida no artigo 2.º são definidos vários conceitos, entre eles:

a) Pneus: os pneus utilizados em veículos motorizados, aeronaves, reboques, velocípedes e outros equipamentos, motorizados ou não motorizados, que os contenham;

b) Pneus usados: quaisquer pneus de que o respectivo detentor se desfaça ou tenha a intenção ou a obrigação de se desfazer e que constituam resíduos na acepção da alínea u) do artigo 3.º

do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, ainda que destinados a reutilização;

c) Pneu recauchutado: o pneu usado que é objecto de processo industrial de acordo com as especificações técnicas aplicáveis, com vista à sua reutilização, sendo de novo colocado no mercado (Diário da República 2001).

A combustão de pneus sem recuperação energética é proibida, assim como a queima a céu aberto, o abandono, bem como a gestão por entidade não autorizadas e ou licenciadas para o efeito, nos termos do artigo n.º5 do mesmo Decreto-lei.

Segundo n.º 2 do artigo 7.º o produtor de pneus novos é responsável pela recolha, transporte e destino final adequado dos pneus usados, devendo esta responsabilidade ser transferida para uma entidade gestora. A responsabilidade do produtor pelo destino adequado dos pneus usados só cessa mediante a entrega dos mesmos a uma entidade devidamente autorizada e ou licenciada para a sua recauchutagem, reciclagem ou outras formas de valorização.

A responsabilidade dos produtores pela gestão de pneus usados deve ser transferida para uma entidade gestora do sistema integrado, desde que devidamente licenciada para exercer essa actividade. A entidade gestora deve ser uma entidade sem fins lucrativos, em cuja composição poderão figurar, além dos produtores, os distribuidores, os recauchutadores, recicladores e outros valorizadores. Ainda no mesmo artigo 7.º são definidas as competências da entidade gestora do sistema integrado:

a) Organizar a rede de recolha e transporte dos pneus usados, efectuando os necessários contratos com distribuidores, sistemas municipais e multimunicipais de gestão de resíduos sólidos urbanos ou seus concessionários ou outros operadores, a quem deverá prestar as correspondentes contrapartidas financeiras;

b) Decidir sobre o destino a dar a cada lote de pneus usados, respeitando a hierarquia dos princípios de gestão e tendo em conta os objectivos fixados no artigo 4.º;

c) Estabelecer contratos com os recauchutadores, recicladores e valorizadores para regular as receitas ou encargos determinados pelos respectivos destinos dados aos pneus (Diário da República 2001).

Seguidamente foram alterados alguns artigos pelo Decreto-Lei nº 43/2004, de 2 de Março na qual prevê um ajuste do cálculo dos objectivos de gestão bem como às regras fixadas para a comercialização de pneus e recolha de pneus usados. A entidade gestora do sistema integrado terá o dever de assegurar a gestão de todos os pneus usados que sejam entregues nos centros de recolha do qual estão encarregues, mesmo que já tenha alcançado os objectivos mínimos previstos para o ano em causa. Foi ainda introduzido o «ecovalor», um valor na factura de comercialização de pneus, correspondente à contrapartida financeira fixada a favor de entidade gestora. Permitirá assim ao consumidor tomar conhecimento que o pneu que adquiriu se encontra abrangido por um sistema integrado (Diário da República 2004).

4.4 SISTEMA DE GESTÃO DE PNEUS USADOS EM PORTUGAL/

De acordo com o artigo 8.º do Decreto-lei n.º111/2001, de 6 de Abril, na qual a entidade gestora carece de licença, e tem de ser concebida por decisão conjunta dos Ministros da Economia e do Ambiente e do Ordenamento do Território, nasce a entidade gestora responsável pelo SGPU.

A Valorpneu, designação dado a sociedade sem fins lucrativos, constituída no dia 27 de Fevereiro de 2002, com o objectivo de organizar e gerir o sistema de recolha e destino final de pneus usados. Foi licenciada, pela primeira vez, em 7 de Outubro de 2002, pelos Ministérios da Economia e das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, como entidade gestora do Sistema Integrado de Gestão de Pneus Usados, sistema este que iniciou o seu funcionamento no dia 1 de Fevereiro de 2003 (Valorpneu 2009a).

A Valorpneu é uma sociedade por quotas, constituída por entidades económicas responsáveis pela gestão de pneus e pneus usados, com o capital repartido pela ACAP - Associação Automóvel de Portugal, ANIRP - Associação Nacional dos Industriais de Recauchutagem de Pneus e APIB - Associação Portuguesa dos Industriais de Borracha. Segundo informações da Valorpneu "A ACAP é uma associação de utilidade pública, sem fins lucrativos, que representa a totalidade da actividade comercial do sector automóvel. Integra igualmente nos seus associados os produtores de pneus. A actividade desta associação abrange a importação, o comércio e o serviço pós-venda de veículos automóveis, máquinas agrícolas e industriais, pneus, peças e acessórios, reboques de campismo e caravanas, motociclos e outros sectores ligados à actividade do comércio de transporte";

"A ANIRP é uma associação sem fins lucrativos, que representa como seus associados as indústrias de recauchutagem de pneus que operam no território nacional"; e

"A APIB é uma associação sem fins lucrativos, que tem como associados as indústrias de borracha cuja actividade compreende o fabrico de pastas ou misturas de borracha e outros elastómeros, o fabrico de artefactos incluindo calçado de borracha vulcanizada e componentes e o fabrico de pneus e câmaras-de-ar"(Valorpneu 2009a).

O Despacho n.º 31203/2008 dos Ministérios do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional e da Economia e da Inovação, de 4 de Dezembro, concedeu uma nova licença para a Valorpneu exercer a actividade de gestão de pneus usados com efeitos a partir de 7 de Outubro de 2008 e que vigora até 31 de Dezembro de 2012 (Diário da República 2008).

No mesmo despacho são ainda identificados os pneus abrangidos pelo SGPU da qual é responsável:

- Pneus de veículos ligeiros de passageiros/turismo;
- Pneus de veículos 4x4 "on/off road";
- Pneus de veículos comerciais;
- Pneus de veículos pesados;
- Pneus de veículos agrícolas (diversos);
- Pneus de veículos agrícolas (rodas motoras);
- Pneus de veículos industriais (com diâmetro de jante compreendido entre 8" e 15");
- Pneus maciços;
- Pneus de veículos de engenharia civil (até à dimensão 12.00-24");
- Pneus de veículos de engenharia civil (dimensões iguais ou superiores a 12.00-24");
- Pneus de motos (com cilindrada superior a 50 cc);
- Pneus de motos (com cilindrada até 50 cc);
- Pneus de aeronaves;
- Pneus de bicicleta.

"O SGPU é um sistema articulado de processos e responsabilidades que visa o correcto encaminhamento dos pneus em fim de vida, promovendo a recolha, separação, retoma e a sua valorização. Este sistema é financiado pela cobrança de um ecovalor, discriminado na factura aquando da venda de pneus." (Valorpneu 2010). A introdução de pneus novos ou usados no mercado nacional requer um contrato com a Valorpneu, para que se possa facturar o Ecovalor respectivo dos pneus importados. Cada pneu introduzido no mercado nacional paga uma única vez o Ecovalor. O sistema da Valorpneu é financiado com a aplicação destas taxas.

A tabela de Ecovalor (tabela 3) mantêm-se sem alterações e em vigor desde Janeiro de 2009.

Tabela de Ecovalor A vigorar a partir de Janeiro de 2009		
Cód.	**Categoria**	**Ecovalor €/pneu**
T	Ligeiro de passageiro/Turismo	1,00
4x4	4x4 "on/off road"	1,99
C	Comercial	1,57
P	Pesado	7,81
A1	Agrícola (diversos)	2,55
A2	Agrícola (rodas motoras)	9,47
E1	Industrial (8" a 15")	2,74
E2	Maciço (<= 15")	4,10
G1	Engenharia Civil (<24") e Maciços (16" a 23")	8,91
G2	Engenharia Civil (>=24") e Maciços (>=24")	36,54
M1	Moto (>50cc.)	0,67
M2	Moto (até 50cc.)	0,23
F	Aeronaves	1,00
B	Bicicletas	0,07

Tabela 3 – Tabela de Ecovalor (Valorpneu 2010)

4.5 CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ACTUAL | MODELO DE GESTÃO/

A figura 34 representa esquematicamente o funcionamento do SGPU aplicado pela Valorpneu, onde se pode identificar e caracterizar os diversos actores intervenientes, os seus direitos e responsabilidades.

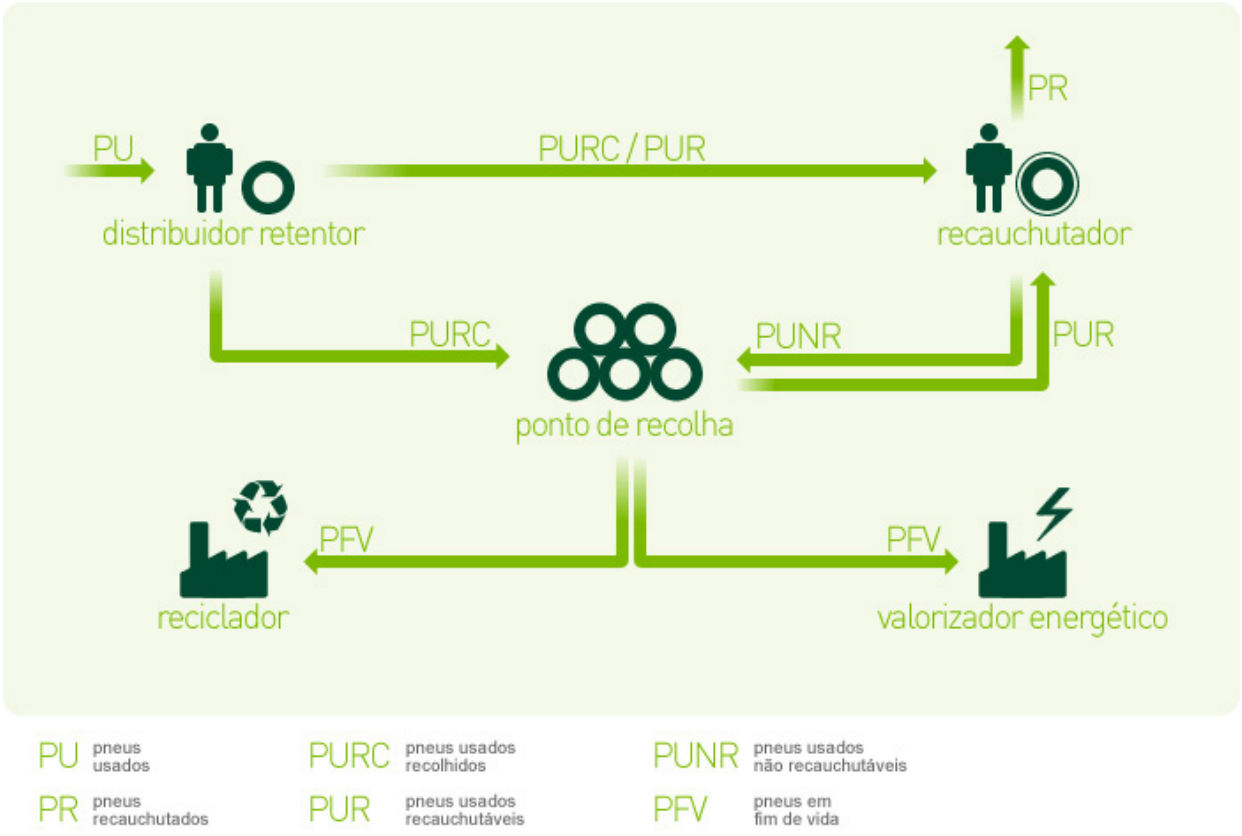


Figura 34 - Modelo de funcionamento do SGPU (Valorpneu 2009b)

O processo inicia-se quando os pneus usados são entregues aos distribuidores/ detentores, do qual não podem recusar-se a aceitar contra a venda de pneus do mesmo tipo e na mesma quantidade. Os mesmos devem entregar os pneus nos pontos de recolha, livres de encargos, ou mesmo se assim o entenderem cedê-los aos recauchutadores. Nesta situação encontram-se quaisquer operadores, empresas ou entidades (oficinas, estações de serviço, lojas especializadas, desmanteladores, grandes frotistas, autarquias, particulares, etc.), que por qualquer motivo detenham pneus usados.

Os recauchutadores poderão colocar nos pontos de recolha os pneus usados resultantes da triagem de carcaças para recauchutar, sem qualquer custo. Os recauchutadores, se assim o entenderem, poderão também adquirir carcaças para recauchutar nos pontos de recolha. A rede actual de recauchutadores é composta por 34 entidades, que representam a totalidade do universo de recauchutadores existentes a nível nacional (Valorpneu 2009b).

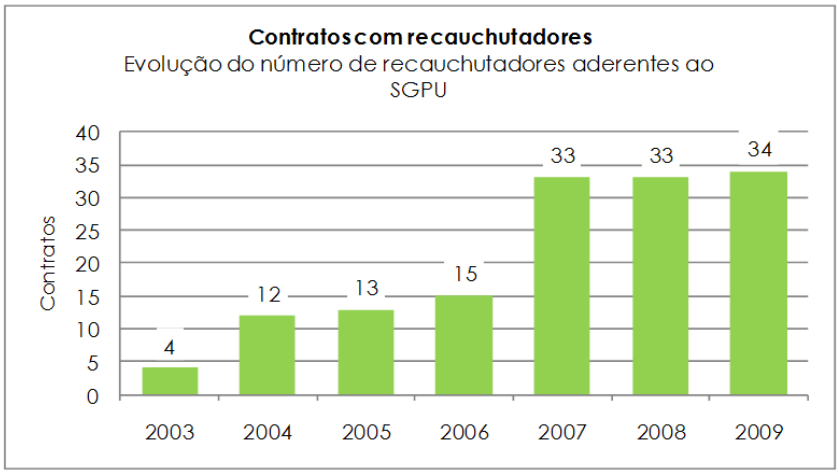


Gráfico 3 - Evolução do número de recauchutadores aderentes ao SGPU (Valorpneu 2010).

Os pontos de recolha são locais de armazenamento temporário de pneus usados, os quais funcionam como um "reservatório" à montante dos valorizadores. Estes operadores são a primeira face visível do SGPU, e aceitam, livres de encargos, qualquer tipo de pneus. Os dois grandes objectivos dos pontos de recolha consistem em:

- Controlar e quantificar todos os fluxos de pneus usados encaminhados para valorização e outros destinos;
- Disponibilizar uma rede de recolha adequada e distribuída uniformemente por Portugal.

A rede de recolha é formada por 49 pontos de recolha a nível nacional, sendo que 40 situam-se em Portugal Continental, 8 na Região Autónoma dos Açores e 1 na Região Autónoma da Madeira. A rede de recolha implementada pela Valorpneu tem sido um inegável motivo de sucesso do SGPU, comprovado pelas elevadas taxas de recolhas obtidas ao longo dos anos. Todos os pontos de recolha têm que cumprir os requisitos legalmente definidos, os quais se enquadram dentro das condições exigidas pela Valorpneu em sede de contrato com estes operadores (Valorpneu 2010).

A Valorpneu prevê continuar a promover a qualificação e o desempenho dos operadores e manter uma eficaz e adequada rede territorial para sustentar os elevados resultados de recolha do SGPU.

Finalmente os recicladores e valorizadores energéticos fecham o ciclo do SGPU, recebendo os pneus em fim de vida provenientes dos pontos de recolha, e processando-os em granulado de borracha dando-lhes um destino de reciclagem adequado (recicladores), ou energia (valorizadores energéticos).

A rede actual de valorização da Valorpneu conta com um total de oito infra-estruturas.

Sendo três recicladores:

- Biogoma – Sociedade de Reciclagem de Pneus, Lda. (Santarém);
- Biosafe – Indústria de Reciclagens, SA. (Ovar);
- Recipneu – Empresa Nacional de Reciclagem de Pneus, Lda. (Sines);

Quatro valorizadores:

- CMP – Cimentos Maceira e Pataias, SA (Maceira);
- CMP – Cimentos Maceira e Pataias, SA (Pataias);
- Recauchutagem Nortenha, SA (Penafiel);
- Secil – Companhia Geral de Cal e Cimento, SA (Outão);

Um fragmentador:

- Transucatas – Soluções Ambientais, SA (Seixal)

Os operadores de valorização energética utilizam os pneus usados como combustível alternativo para produção de energia, aproveitando o excelente poder calorífico do pneu, e poupando desta forma o consumo de combustíveis tradicionais (combustíveis fósseis), para além da redução de emissões obtida por combustão da biomassa constituinte do pneu (derivado da borracha natural) (Valorpneu 2009b).

O transporte dos pneus em fim de vida desde os pontos de recolha até aos valorizadores é assegurado pelos transportadores, e é controlado e financiado pela Valorpneu. A rede de transporte da Valorpneu é constituída actualmente por 23 Transportadores, ou empresas responsáveis pela sua subcontratação, sendo que vinte e uma operam no Continente, uma opera na região autónoma dos Açores e outra na região autónoma na Madeira.

Segundo a Valorpneu estes foram os resultados em 2010 do destino dado aos pneus integrados pelo sistema.

Resultados da Valorpneu por trimestre em 2010 (ton)	1º Trim	2º Trim	3º Trim	4º Trim
Pneus enviados para recauchutagem	**4.544**	**4.570**	**4.572**	**4.860**
Pneus enviados para preparação p/ reutilização	**29**	**21**	**4**	**83**
Pneus enviados para reciclagem	**12.035**	**12.789**	**11.790**	**13.343**
Pneus enviados para valorização energética	**7.174**	**7.466**	**7.989**	**6.774**
Pneus enviados para aterro	**-**	**-**	**-**	**-**
Quantidade total processada no âmbito do SGPU (inclui existências)	**23.782**	**24.846**	**24.355**	**25.060**

Tabela 4 – Dados trimestrais Valorpneu 2010

No primeiro trimestre de 2011 verifica-se um aumento.

Resultados da Valorpneu por trimestre em 2011 (ton)	1º Trim
Pneus enviados para recauchutagem	**4.558**
Pneus enviados para preparação p/ reutilização	**75**
Pneus enviados para reciclagem	**12.536**
Pneus enviados para valorização energética	**7.733**
Pneus enviados para aterro	**-**
Quantidade total processada no âmbito do SGPU (inclui existências)	**24.902**

Tabela 5 – Dados trimestrais Valorpneu 2010

4.6 GESTÃO DE PNEUS USADOS NA EUROPA/

Globalmente, cerca de 1 biliões de pneus chegam ao fim da sua vida útil cada ano. A eliminação deste tipo de resíduos de uma forma ambientalmente correcta e produtiva continua a ser uma prioridade no universo dos pneus. Dois anos após a assinatura em Roma do Tratado que institui a Comunidade Europeia, a associação das indústrias da borracha e cinco Estados-Membros criaram o BLIC, "Bureau de Liaison des Industries du Caoutchouc".

Mais tarde a adesão ao BLIC da associação nacional da indústria de borracha do Reino Unido em 1984, Espanha em 1986, Luxemburgo em 1994, a Finlândia e a Suécia em 1997 e aberto aos países candidatos à UE como a Hungria, sendo em 1999, um membro associado levou à representação da indústria da borracha de 13 países da UE (ETRMA 2010c).

Em 2001 a BLIC alterou a sua designação para ETRMA, "European Tyre and Rubber Manufacturers Association", traduzido para português será "Associação Europeia da Indústria da Borracha" para reflectir melhor a realidade das suas missões e actividades. No entanto, quer os órgãos directivos quer o pessoal e os objectivos estatutários manter-se-ão os mesmos que compunham o anterior BLIC e a sede permanece na Avenue des Arts 2, Box 12, B-1210 Bruxelas (APIB 2006). A ETRMA representa 4200 empresas da indústria dos pneus e da borracha, com um movimento superior a 49 mil milhões de euros e emprega cerca de 360 mil pessoas.

Actualmente a ETRMA é formada por:

- Empresas como a Bridgestone Europe, Continental, Cooper Tyre, Goodyear-Dunlop Tyres Europe, Marangoni, Michelin, Nokian Tyre, Pirelli Tyre, Trelleborg Wheel Systems and Vredestein;

- Associações nacionais de fabricantes de borracha da Bélgica (Febelplast), Finlândia (RMAF), França (SNCP), Alemanha (WDK), Itália (Federazione Gomma Plastica), Holanda (NVR), Portugal (APIB), Espanha (Consorcio), Suécia (SIG) e Reino Unido (BTMA) (ETRMA 2010c).

A ETRMA tem como objectivo, representar os interesses relacionados com regulamentação e relatar interesses das indústrias de pneus e borracha, tanto a nível europeu e internacional. É a única entidade interlocutora, especificamente designada pelos produtores de pneus e borracha para levar a cabo esta tarefa crítica. Para funcionar eficazmente, está envolvida em constantes diálogos com as autoridades da UE e das instituições internacionais, as agências nacionais e de outros sectores da indústria (ETRMA 2006).

Como não existe nenhum regulamento europeu específico para recolher e tratar pneus usados, cada país é responsável de aplicar e governar o seu próprio sistema de gestão (figura 35). Existem 3 tipos de sistemas de gestão na Europa:

- o sistema de responsabilidade do produtor (usado em Portugal),
- o sistema de taxas,
- o sistema de mercado livre.



Figura 35 - Mapa da Europa com o sistema de gestão de cada país (Valorpneu 2009c)

Responsabilidade do Produtor

"Neste sistema, o estado define a estrutura reguladora que irá enquadrar a gestão dos pneus em fim de vida e obriga os fabricantes de pneus novos a tomar a responsabilidade de os recolher e tratar adequadamente. Em cada país que opte por este sistema, os fabricantes criam um sector de actividade que se especializa nesta área, e que é representado por uma ou mais entidades gestoras. Actualmente, este é o sistema que apresenta os meios e os resultados mais eficientes para alcançar o objectivo de recolher e tratar 100% dos pneus usados gerados. No acto de compra de pneus novos existe um valor de contrapartida pago que serve para financiar esta actividade e que, dependendo do país, pode estar ou não visível na factura.

Em Portugal, esta contribuição deve ser visível na factura quando se adquire um pneu novo"(Valorpneu 2009c).

Sistema de Taxas

"O estado determina um imposto que irá ser usado para financiar a recolha e tratamento dos pneus em fim de vida. Este imposto é cobrado aos fabricantes de pneus, e normalmente é passado ao cliente. O estado é assim responsável pelo processamento dos pneus e por remunerar os operadores que irão prestar este serviço"(Valorpneu 2009c).

Mercado Livre

"O estado estabelece os objectivos que devem ser atingidos em termos de recolha e tratamento dos pneus usados mas não designa nenhuns responsáveis directos por essa gestão. Quem fica responsável por encaminhar correctamente os pneus usados é o detentor final dos mesmos. Os operadores de recolha e tratamento estão assim em competição uns com os outros e livres para cooperarem entre si na promoção de práticas de valorização a um custo optimizado"(Valorpneu 2009c).

Apesar da recessão económica sentida por toda a Europa, a gestão dos pneus em fim de vida útil teve um aumento considerável. Em 2009, 95% dos ELT resultantes do mercado da UE foram desviados dos aterros com sucesso. Promovendo assim a Europa como uma das regiões mais avançadas do mundo na reciclagem e recuperação de pneus. Ao todo, cerca de 2,5 milhões de toneladas de pneus em fim de vida foram colectados para os processos de reciclagem e recuperação. O que representou um aumento de cinco vezes as quantidades recuperadas nos últimos 16 anos e um aumento médio anual de 25% dos mercados da União Europeia. (ETRMA 2010b).

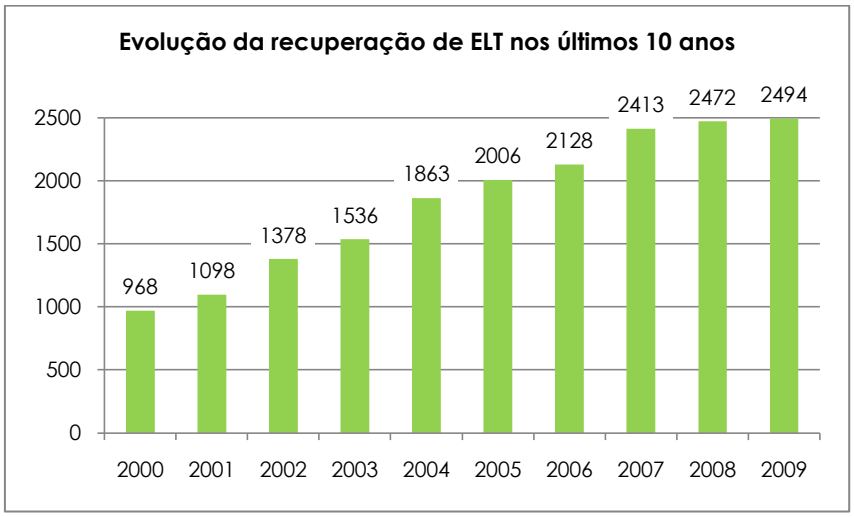


Gráfico 4 - Evolução da recuperação de ELT nos últimos 10 anos (ETRMA 2010a)

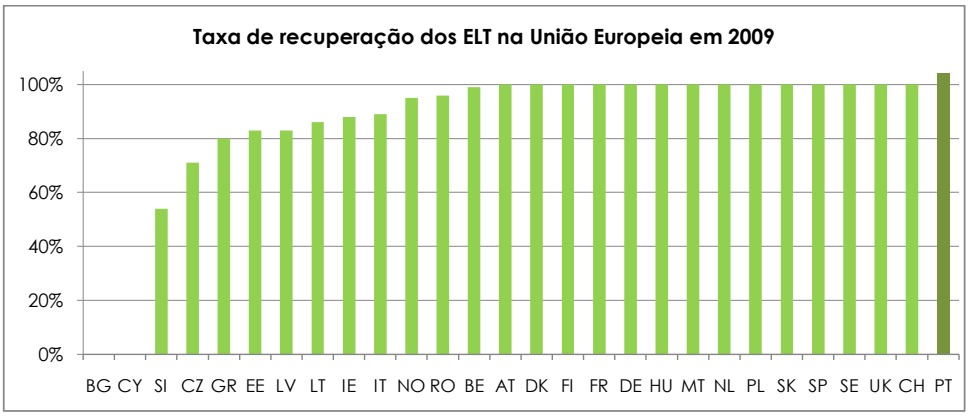


Gráfico 5 - Taxa de recuperação dos ELT (ETRMA 2010a).

Segundo a ETRMA (2010) em 2009, 48% dos pneus usados provenientes do mercado europeu foram recolhidos e tratados segundo a responsabilidade do produtor. Espera-se que em 2011 cresça para 60%, quando a Ecopneus, entidade italiana responsável pela gestão de ELT seja oficialmente publicada pelo decreto-lei italiano para o sistema de responsabilidade de produtor.

Em 2010, treze entidades de gestão de ELT diferentes, criadas pelos fabricantes de pneus, trabalharam em toda a Europa. Foram responsáveis pela recolha e organização da quantidade equivalente ao volume de pneus vendidos colectivamente por essas empresas. O processo é financiado através de uma taxa ambiental aplicada ao preço do produto, independentemente da localização do ponto de colecta. De acordo com o princípio "one new tyre sold one worn tyre recovered" que traduzido para português seria: um pneu novo vendido um pneu gasto, recuperado. O contínuo crescimento da recolha e tratamento deste tipo de resíduos fará baixar o custo de reciclagem, e contribuir para um ambiente mais sustentável.

Pneus Usados	Partes de pneu desgastado				Pneus em fim de vida
Total	Reutilizados	Exportados	Recauchutados	Total	Total
3.202 t	173 t	122 t	286 t	**581 t**	**2.621 t**

Pneus em fim de vida	Recuperação de pneus em fim de vida		Aterro e desconhecido	**Taxa de recuperação Pneus em fim de vida**
Total	Material	Energia	125 t	**95%**
2.621 t	1.203 t	1.293 t		

Tabela 6 – Gestão de ELT na Europa em 2009 (ETRMA 2010a)





5. MOBILIÁRIO URBANO/

5. MOBILIÁRIO URBANO/

5.1 MOBILIÁRIO URBANO NOS ESPAÇOS PÚBLICOS/

Numa sociedade em que cada vez mais a vida acontece na esfera privada, em casas e espaços de trabalho privados, e em centros comerciais, existem sinais claros que a cidade e os espaços urbanos precisam de voltar a ter um papel como o espaço.

Embora os padrões de uso tenham variado no curso da história, apesar das diferenças subtis e variadas, o espaço público sempre foi um lugar de encontro, de comércio e de circulação. A cidade sempre foi o lugar de encontro e reunião das pessoas, lugar onde trocavam informação sobre a cidade e a sociedade, lugar onde eventos importantes foram encenados: coroações, procissões, festas e festivais, entre muitos outros. A cidade era praça de comércio, onde bens e serviços eram oferecidos e trocados, e que proporcionava acesso e conectava os vários usos da cidade. Apesar do desenvolvimento e mudança nos padrões de uso, os espaços públicos perdidos são recuperados e novos espaços urbanos são estabelecidos por todo o mundo com o objectivo de melhorar o equilíbrio entre as funções da cidade como lugar de comércio, encontro e circulação para uma nova vida urbana (Gehl and Gemzoe 2002).

A definição conceitual da expressão "mobiliário urbano" torna-se importante para delimitação do objecto de estudo. Existem várias definições mas todas compreendem as mesmas ideias. No dicionário de urbanismo, o mobiliário urbano compreende um: "conjunto de elementos materiais localizados em logradouros públicos ou em locais visíveis desses logradouros e que complementam as funções urbanas de habitar, trabalhar, recrear e circular... "(Ferrari 2004).

Em Portugal a administração e utilização do espaço público, em particular a sua ocupação com equipamentos urbanos, criou a necessidade de regulamentação municipal tendo em conta a salvaguarda e protecção do meio urbano, ambiental e paisagístico. Para muitos municípios entende-se por mobiliário urbano: todo o elemento ou conjunto de elementos que, mediante instalação total ou parcial na via pública, se destine, ainda que instrumentalmente, a satisfazer uma necessidade social, cultural, desportiva, de lazer ou a prestar um serviço ainda que a título sazonal ou precário.

Os espaços públicos são formados por elementos de mobiliário urbano que varia de forma, dimensão e função, e que abrange diversidade de elementos tais como: floreiras, bancos e cadeiras, mesas, papeleiras e contentores do lixo, cinzeiros, bebedouros, elementos de protecção e separação, suportes informativos e publicitários, expositores, suportes de estacionamento de bicicletas, quiosques, bancas, cabines telefónicas, marcos de correio, paragens de autocarro e muitos outros elementos.

Para Minguet (2007), o design urbano consiste na distribuição, aparência e funcionalidade de povoações e cidades, centrando-se especialmente no espaço público - tanto em ruas, praças e jardins como em infra-estruturas públicas e propriedades privadas. O design destes espaços públicos é cada vez mais importante para o desenvolvimento a longo prazo e para o bem-estar da povoação, e aos designers preocupa-lhes a maneira como se vive e se utilizam os referidos lugares, dado que os seus desenhos podem brindar a povoações e cidades uma identidade única, ajudando assim a estimular a economia local e a realçar a história ou a cultura de uma comunidade (Minguet 2007).

O mobiliário urbano tem como objectivos específicos:
- Assegurar funcionalidade e polivalência no uso;
- Proteger a saúde e o bem-estar do cidadão;
- Facilitar a acessibilidade e utilização por pessoas de mobilidade reduzida;
- Reforçar a identidade do local, com uma consistência e pregnância formal;
- Constituir uma família formal, coerente com a área urbana em que se integra;
- Evitar uma panóplia excessiva de objectos e a poluição visual da paisagem;
- Valorizar a paisagem urbana, considerando a envolvente urbana e social.

Entre outros factores que podem condicionar estes objectivos há que considerar:
- Factores culturais (boa relação afectiva e simbólica com os utentes e a imagem da cidade)
- Factores ambientais (adequação à temperatura, precipitação, vento e iluminação dos locais)
-Factores económicos (custo, montagem e desmontagem, manutenção, durabilidade e resistência à agressão, ao uso e ao vandalismo)
- Factores sociais (carácter amigável do uso, e respeito pela diversidade de utentes) (Brandão, Carrelo et al. 2002)

5.1 O BANCO COMO ELEMENTO DO MOBILIÁRIO URBANO/

No âmbito deste projecto, e devido a imensidão dos elementos que compõem o mobiliário urbano, limitamos a um caso de estudo, o banco público. É uma das peças que mais liga o homem aos espaços públicos, e como tal, a sua presença é capaz de transmitir significado a locais comuns e vazios, pela sua dimensão humana.



Figura 36 - Casal de namorados em banco de jardim, (Brandon Christopher Warren 2009)

«...tem sido citado por poetas e prosadores, pintado por artistas, e até cantado. O que atesta a sua importância como um valor essencialmente social – facilitando o repouso dos cidadãos, servindo de local de convívio aos velhos e de poiso tradicional aos namorados.» (Keil Amaral and Santa-bárbara 2002).

Segundo Brandão (2002), o banco ideal deve ser:

- Confortável, ergonómico, e com superfícies de assento lisas e ligeiramente inclinadas para trás quando apresentam espaldar;
- Em materiais com pouca inércia térmica, que não acumulem calor no verão e frio no inverno e não porosos, para facilitar a drenagem da água;
- Robusto, resistente ao vandalismo e de fácil manutenção;
- Oferecer diferentes opções e experiências para os utentes, como por exemplo, sol (no inverno) e sombra (no verão), tranquilidade e actividade, formalidade e informalidade.

O mesmo autor refere ainda, alguns cuidados na implantação dos bancos no espaço público como:

- Privilegiar os elementos focais como fontes, edifícios históricos, vistas panorâmicas, e até mesmo a orientação solar;
- Possibilitar resolver opções contraditórias - vistas e exposição solar – por exemplo, com bancos duplos ou com as costas orientáveis/rebatíveis;
- Estar relacionada com outros equipamentos e funcionalidade e existentes na proximidade, por exemplo alguns bancos devem ser colocados junto de casas de banho públicas, telefones, etc.;
- Os bancos devem ser implantados em grupos, para promover a conversação, sempre que possível com as costas protegidas e pelo menos a 0,60m do corredor pedonal para permitir espaço para as pernas. Devem estar protegidos do vento e do sol excessivos e, colocados de costas para as vias de circulação;
- Deve existir uma combinação de bancos com diferentes alturas de costas e braços, que se adaptem ao perfil de pessoas com diferentes estaturas;
- A combinação da altura dos bancos com a das mesas deve permitir o acesso por todos os lados a uma cadeira de rodas.
- A fixação ao solo deve ser efectuada através de prisões mecânicas, como parafusos inoxidáveis anti-vandalismo, para facilitar a sua substituição sem necessidade de os destruir; as sapatas de betão devem ser realizadas em peças pré-fabricadas encastradas ao solo;
- Devem construir-se plataformas horizontais para apoiar os bancos situados em terrenos inclinados e plataformas elevadas para elevar os bancos situados por trás de elementos que ocultam as vistas;

5.3 OS MATERIAIS MAIS UTILIZADOS NO MOBILIÁRIO URBANO/

Um dos factores mais importantes do mobiliário urbano em espaços públicos é a selecção dos materiais que o compõem, e são escolhidos de acordo com a estética, a durabilidade e o local a serem instalados. Os materiais utilizados com maior frequência são a madeira, a pedra, o metal, o betão e os plásticos nas suas diversas variantes, podendo ou não coligar-se entre eles.

Ao longo do tempo estes materiais foram evoluindo para melhorar o seu desempenho associado a sua função, contribuindo também para o desenvolvimento do conceito de mobiliário urbano.

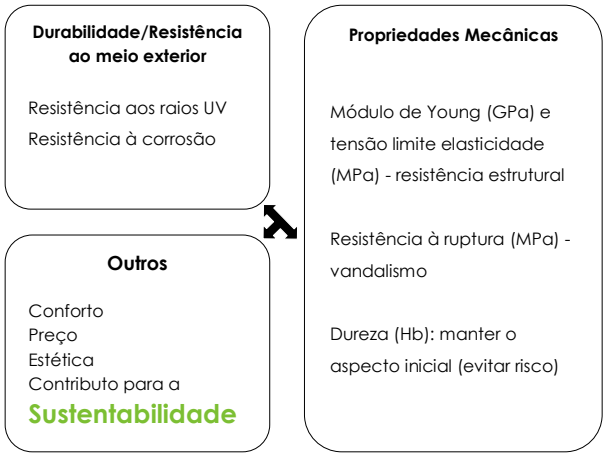


Figura 37 – Principais requisitos do material em estudo

Neste trabalho o objectivo fundamental é encontrar um material que corresponda aos principais requisitos identificados na figura 37 tendo como foco principal o contributo para a sustentabilidade, assim surge a ideia de explorar a possibilidade de reutilização de matérias pouco ou nada recicláveis tais como a borracha proveniente dos pneus usados

Os materiais destinados para o mobiliário urbano manifestam requisitos específicos. Como se trata de mobiliário de exterior vai estar sujeito as condições climatéricas de cada lugar, como tal devem garantir resistência ao sol e aos raios UV mas também à humidade causada pela água da chuva. Devem garantir o máximo de durabilidade e resistência sem comprometer as condições de uso e de segurança, assim como precaver possíveis actos de vandalismo. O conforto e a estética não são quantificáveis mas devem ser sempre garantidos e vai depender muito do design e material utilizado para a peça.

Com o apoio do Programa CES Edupack 2011, software de selecção de materiais e processos de fabrico, é possível uma avaliação mais pormenorizada destas propriedades.

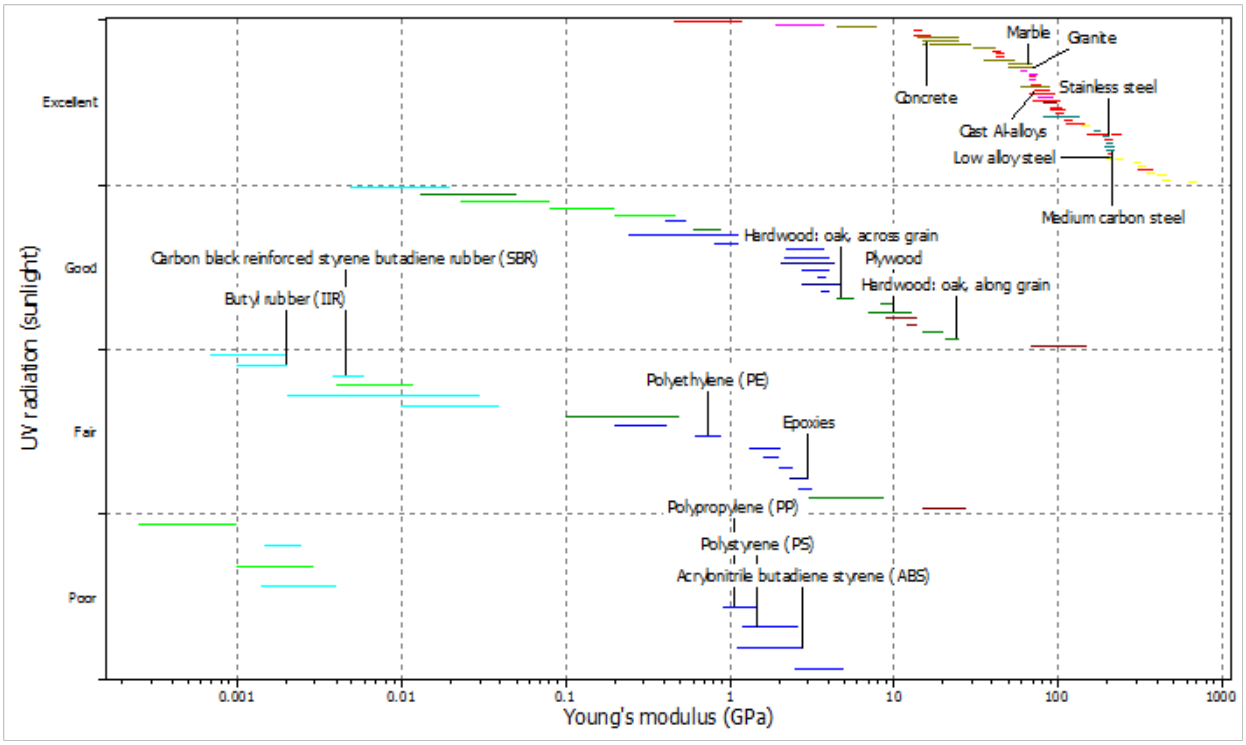


Gráfico 6 - Radiação UV (luz solar) vs. Módulo de Young (GPa), CES 2011

A radiação ultra-violeta é um componente da radiação solar composta por ondas curtas e alta energia. Uma grande parte dessa energia é filtrada pela camada de ozono na atmosfera, mas a percentagem de radiação que passa para a terra é suficiente para provocar estragos nos materiais (percentagens essa que aumenta com altitude). Os principais danos causados pela radiação UV são sentidos nos polímeros e elastómeros causando a perda de rigidez, força, resistência, descoloração e perda de brilho. A partir da análise deste gráfico verifica-se que existe uma clara distinção entre os materiais mais resistentes à acção dos raios UV tais como o betão, pedras, metais e madeiras.

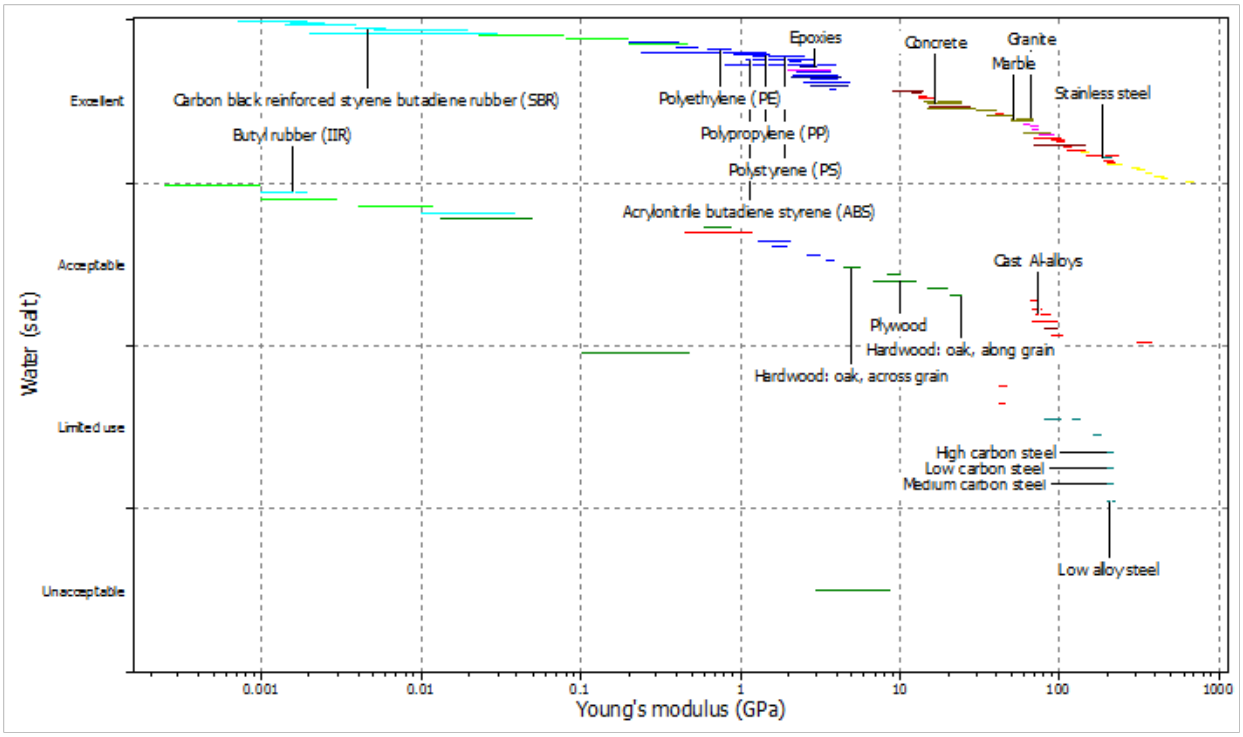


Gráfico 7 - água (sal) vs. Módulo de Young (GPa), CES 2011

No gráfico 7 verificamos que a acção do sal é mais sentida nos metais porque a água salgada tem alta condutividade, permitindo o ataque electroquímico mais rápido, excepto os aços inoxidáveis. A acção da água salgada é mais sentida nas zonas costeiras propagada pela ondulação do mar e do vento. Os polímeros e elastómeros são matérias com excelentes propriedades de resistência a este factor tal como o betão e as pedras, mármore e o granito.

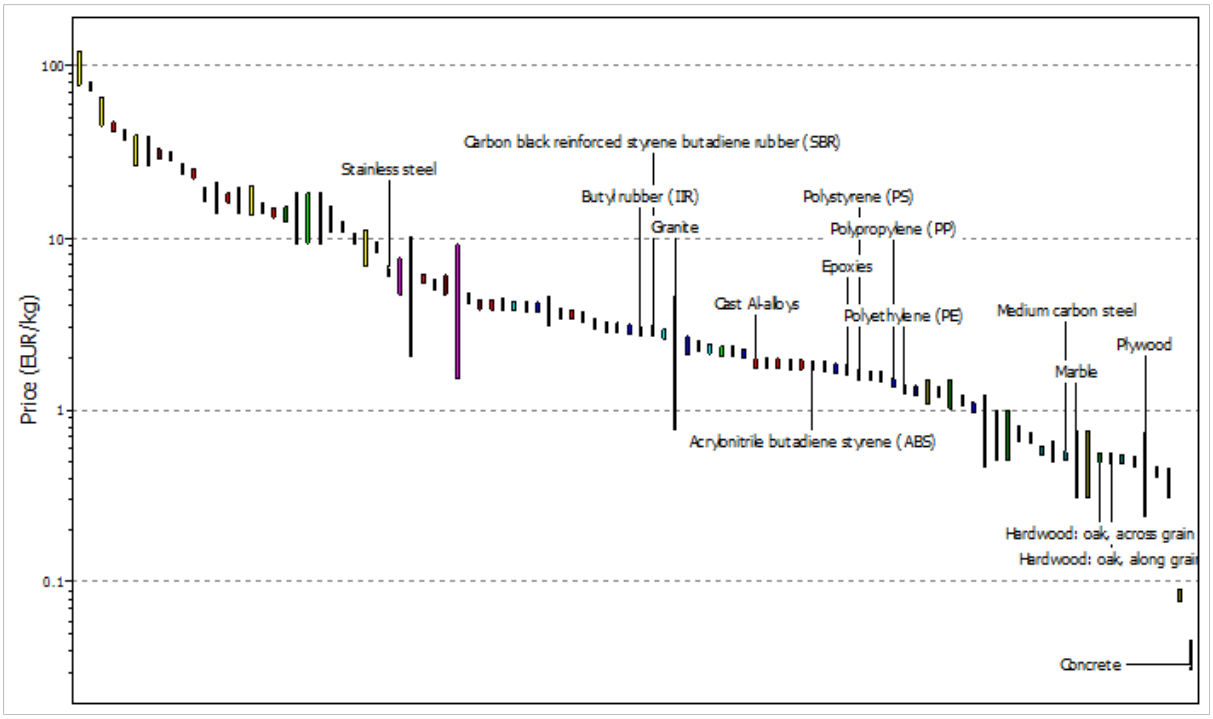


Gráfico 8 - Preço (Euro/kg), CES 2011

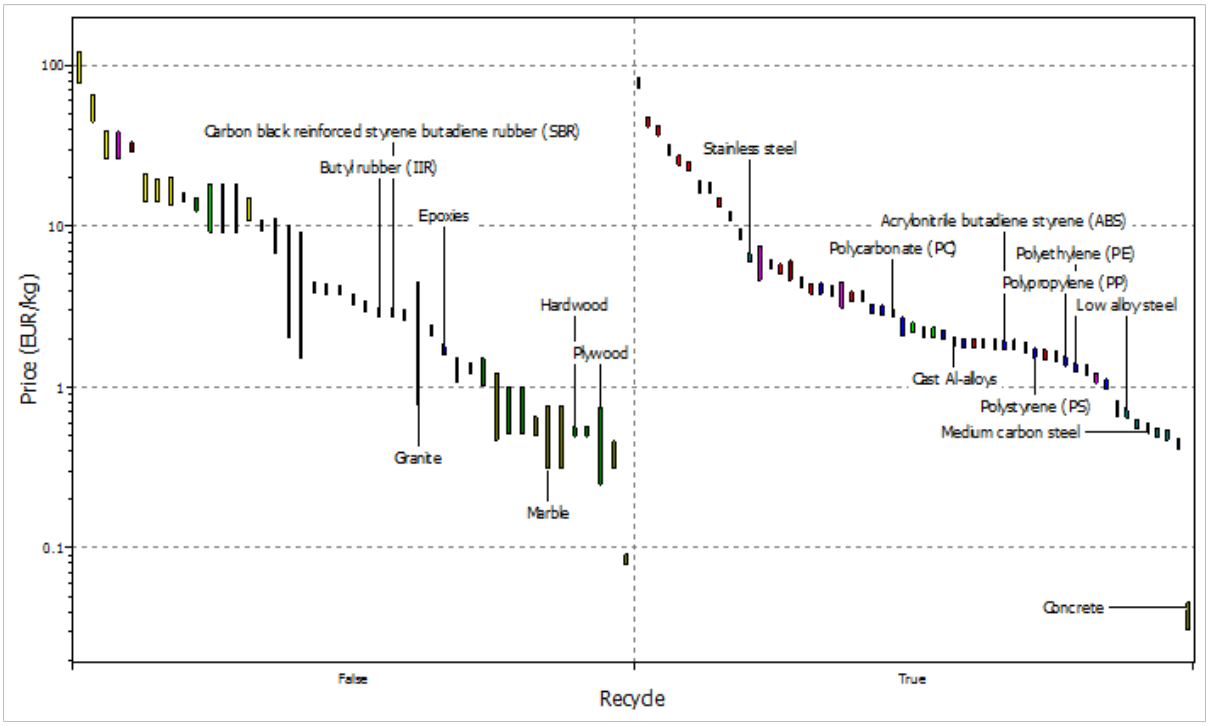


Gráfico 9 - Preço (EUR/kg) vs. Reciclável, CES 2011

O preço é um factor importante na escolha dos materiais tal como as características a que o material se destina. A borracha de butadieno estireno (SBR) tem um preço elevado comparado com outro tipo de materiais. Por se tratar de um material que dá origem ao granulado de borracha proveniente da reciclagem dos pneus usados o seu preço é suportado pela sustentabilidade do material. Não é reciclável mas é reutilizável. O betão é o material com o preço mais reduzido e mais propício à reciclagem, por isso é amplamente utilizado em diversas aplicações. A borracha de butadieno estireno (SBR) apresenta vantagens e desvantagens em relação aos materiais utilizados para o mobiliário urbano. É um material muito resistente à água salgada ideal para utilizar nas zonas costeiras, em contrapartida apresenta dificuldades quando exposto aos raios UV, facilmente ultrapassado com aditivos como antioxidantes e estabilizadores, ou pela adição de coloração ao material.

Com recurso ao Programa CES e à ferramenta Eco Audit Project, foi possível calcular o impacto ambiental das fases que compõem o ciclo de vida (ACV), ver capítulo 3.3, de alguns dos materiais utilizados para o mobiliário urbano, em particular a libertação de CO2 e a energia que um produto consume nos diferentes estágios do seu ciclo de vida. A fase de vida correspondente ao transporte não foi apreciada, uma vez que se considerou que não teria grande diferença em termos comparativos. A fase de uso também não foi considerada, apesar de em alguns casos as eventuais necessidades de manutenção poderem ter algum peso no cálculo do impacto. A análise foi feita sempre para 1Kg de material.

5.3.1 O betão/

Embora seja considerado frio, esteticamente limitado, pouco comunicativo, o betão é um dos materiais mais comuns e um dos mais antigos materiais da Arquitectura. O betão remonta à época romana, a um material conhecido como pozzolana, que deu origem ao actual betão – uma mistura de cimento Portland, areia, pedra e água. Apesar destas características, o betão oferece qualidades estéticas e utilitárias apropriadas para a zona urbana, pois trata-se de um material com boa resistência mecânica, versatilidade de formas e cores neutras. O mobiliário urbano em betão apresenta algumas limitações relativamente à manutenção. Em caso de quebra é muito difícil de reparar, e devido a superfície porosa absorve muitas impurezas. Actualmente o aparecimento de tecnologias inovadoras no fabrico de betão, relativamente à qualidade das propriedades físicas e mecânicas do material, quer às questões relacionadas com a sua durabilidade, e as novas soluções de acabamento superficial, vieram resolver algumas limitações impostas pela própria natureza do material. Assim com as novas tecnologias é possível obter acabamentos de superfície mais finos, com a adição de pigmentos, ou aditivos que transmitem melhores propriedades mecânicas ao material evitando a sua rápida deterioração. Usando um betão mais fino para revestir, proteger e impermeabilizar, é possível obter um acabamento com diferentes texturas, e diferentes tonalidades de cinza. A produção de peças é realizada através de vários tipos de moldes. Semelhantes ao conceito de cofragem são utilizados moldes de metal, fibra ou madeira, onde o material líquido é derramado e mantido até secar e posterior retiro dos moldes. Em muitos casos, são utilizadas para um melhor fluxo dentro do molde mesas vibratórias. De acordo com a composição do molde e do material obtêm-se diferentes texturas e acabamentos.

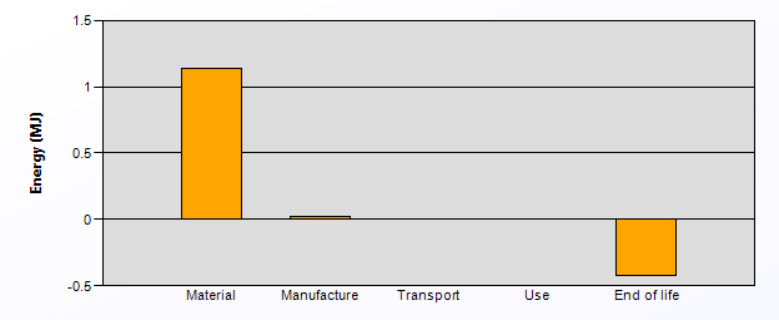


Gráfico 10 - Betão - Energy summary, CES 2010

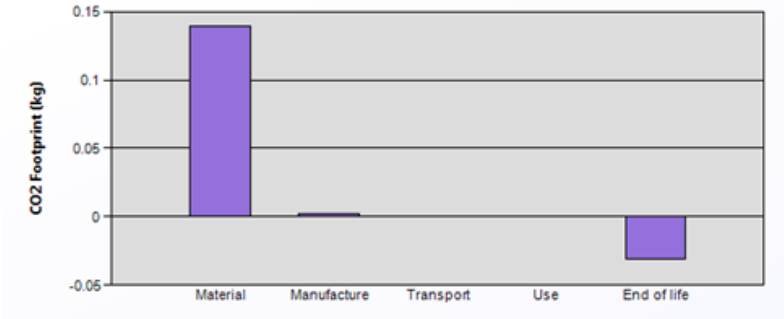


Gráfico 11 - Betão - CO2 Footprint summary, CES 2010

Phase	Energy (MJ)	Energy (%)	CO2 (kg)	CO2 (%)
Material	1,1402	155,13	0,1396	126,48
Manufacture	0,0200	2,72	0,0020	1,81
Transport	0,0000	0,00	0,0000	0,00
Use	0,0000	0,00	0,0000	0,00
End of life	-0,4252	-57,85	-0,0312	-28,29
Total	**0,7350**	**100**	**0,1104**	**100**

Tabela 7 - Betão - Energy and CO2 Footprint summary, CES 2010

Segundo a análise do Eco Audit Project relativo ao betão concluí-se que a fase de produção do material é a que consome mais energia seguido da fase de eliminação e fabrico. No total há uma libertação de 0,121 Kg de CO2 por 1 kg de material. No caso do betão considerou-se que a fase correspondente ao fim de vida seria a reciclagem, uma vez que se trata de um material muito reciclável segundo o gráfico 8 e 9 do capítulo 5.3.

A Larus, empresa portuguesa apresenta a linha balarés, em betão armado e aço. Um conjunto de mesa e bancos apropriado para locais de merenda e lazer.



Figura 38 - Linha Balarés, design Vier Arquitectos (Larus 2010)



Figura 39 - Linha Balarés, design Vier Arquitectos (Larus 2010)

A AMOP, empresa de elementos urbanos, apresenta mobiliário urbano com um design muito mais criativo e consequentemente mais apelativo, resultado da participação entre designers e arquitectos com a empresa.



Figura 40 - Storm, em betão liso hidrofugado com armadura em aço inox, por Joana Cravinho (AMOP 2009)



Figura 41 - Banco individual, linha Ar Puro, em betão liso hidrofugado com armadura em aço inox, por Daniel Caramelo (AMOP 2009)

5.3.2 Os metais/

Os metais mais utilizados ao nível do mobiliário urbano são as ligas ferro - carbónicas, em particular os aços de construção (baixa liga) ou em casos mais nobres os aços inox (ligas crómio - níquel) devido ao seu carácter inoxidável, característica fundamental na utilização em exterior. Os aços de construção oxidam-se facilmente, dando lugar ao aparecimento da denominada ferrugem, que tem uma textura laminar aumentando de volume em relação ao núcleo ferroso original. Esta propriedade simultaneamente química e física obriga a uma cuidada atenção no uso em condições expostas a condições climatéricas (Rodrigues, Pedro Fialho de Sousa et al. 2005), dai que normalmente se recorra a tratamentos superficiais como a galvanização ou mesmo a cromagem. A sua aplicação dos aços no mobiliário urbano é através de chapas e componentes fundidos como suporte de outros materiais. Estas ligas oferecem uma alta resistência à tracção, um excelente nível de durabilidade e são recicláveis. O aço inoxidável também é muito utilizado por se tratar de um material limpo, moderno, elegante e que oferece um bom nível elevado de resistência à corrosão (muito importante em ambientes nas zonas costeira) e ao vandalismo. É um material muito utilizado, não só em bancos, mas em diversos elementos do mobiliário urbano desde iluminação, sinalização, papeleiras e muitos outros. Permite diversos acabamentos, desde o polido ao mate, e normalmente é combinado com a madeira ou outros materiais metálicos. Apesar de ser um material com custos mais elevados, oferece uma grande versatilidade e que o posiciona como uma das opções mais comuns entre os designers e arquitectos. Também são utilizados elementos de alumínio. Este metal possui uma combinação única de propriedades que o tornam um material de construção versátil, muito utilizável e atractivo, por outro lado é mais propício ao vandalismo devido a sua menor resistência mecânica.

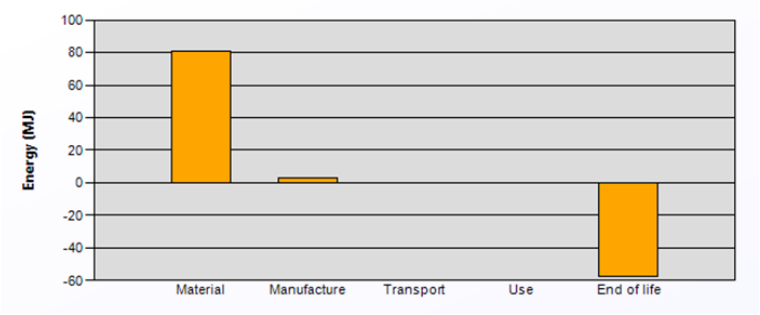


Gráfico 12 - Aço inox - Energy summary, CES 2010

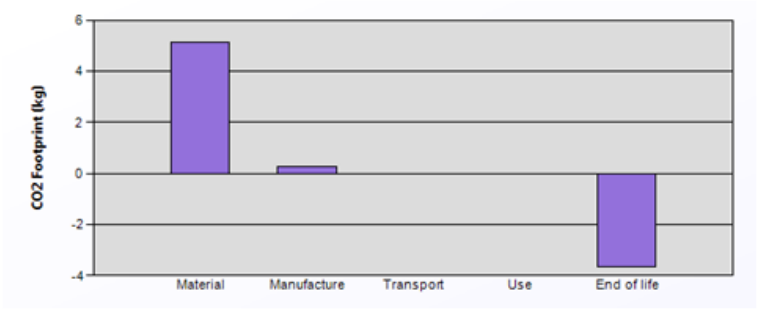


Gráfico 13 - Aço inox - CO2 Footprint summary, CES 2010

Phase	Energy (MJ)	Energy (%)	CO2 (kg)	CO2 (%)
Material	81,1	303,1	5,1	293,5
Manufacture	3,4	12,5	0,3	15,4
Transport	0,0	0,0	0,0	0,0
Use	0,0	0,0	0,0	0,0
End of life	-57,7	-215,6	-3,6	-208,9
Total	**26,8**	**100**	**1,7**	**100**

Tabela 8 - Aço inox - Energy and CO2 Footprint summary, CES 2010

A análise dos metais limita-se ao aço inox por ser o metal mais utilizado e apropriado dentro deste grupo. Segundo o estudo do Eco Audit Project do aço inox verificamos que é na fase relativa ao material que existe maior libertação de CO2. A fase de fim de vida apresenta valores negativos, o que significa que o material nesta fase contribui positivamente para a diminuição do impacto ambiental, devido ao facto de ter sido considerada 100% reciclável.



Figura 43 - Praça Marquês de Pombal, Porto. Sara Silva 2011



Figura 42 - Praça Velásquez, Porto. Sara Silva, 2011



Figura 44 - Bancos individuais, Cais de V.N. Gaia. Sara Silva, 2011



Figura 45 - Bancos colectivos, Cais de V.N. Gaia. Sara Silva, 2011

Actualmente, é possível encontrar o clássico modelo de banco público que combina o metal e a madeira provenientes do século XIX. Mas cada vez mais é frequente encontrar mobiliário urbano com um design mais contemporâneo e agradável.

5.3.3 A madeira/

A madeira como material de construção decorrente do aproveitamento da estrutura das árvores, é, conjuntamente com a pedra, o mais antigo material de construção. Frequentemente as madeiras são classificadas pela sua dureza. Uma das classificações mais usuais é a seguinte: madeiras muito duras – ébano, buxo, azinheiro; madeiras duras – castanheiro, faia, nogueira, pinheiro bravo; madeiras de dureza média – abeto, pinheiro manso, salgueiro; madeiras macias – choupo, tília (Rodrigues, Pedro Fialho de Sousa et al. 2005). Como material orgânico, a madeira esta sujeita, primariamente, ao ataque de organismo vivos que dela necessitam para sobreviver. Os principais responsáveis pela sua degradação, destacam-se os fungos e bactérias, causadores do apodrecimento ou modificação do material, seguidos dos insectos, que se alimentam de tecido lenhoso. Como agentes de destruição das madeiras, devem ainda ser mencionados o fogo e os agentes meteorológicos como o sol, vento, chuva e outros. Ao invés dos restantes materiais, as madeiras são resistentes a substâncias inorgânicas (ácidos, bases e sais), que apenas as afectam quando muito concentrados e sob acção duradoura (Sardinha 1988). É um material que necessita de alguma manutenção, habitualmente realizada através da utilização de óleos e vernizes, cujos processos de fabrico são fortemente poluidores. Sendo um material com uma grande variedade de aplicações, tem vindo a ser dada cada vez mais atenção à forma como a madeira é extraída e às consequências dessa extracção, é importante garantir a sua continuidade através de uma gestão eficiente das florestas. Um material natural e confortável, resistente, com um gama de cores e texturas, são as principais características que a definem.



Figura 46 - Cais da Ribeira, Porto. Sara Silva, 2011



Figura 47 - Praça Velásquez, Porto. Sara Silva, 2011

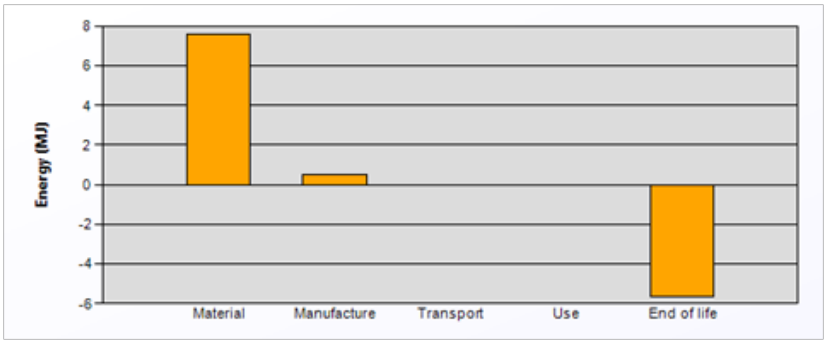


Gráfico 14 - Madeira - Energy summary, CES 2010

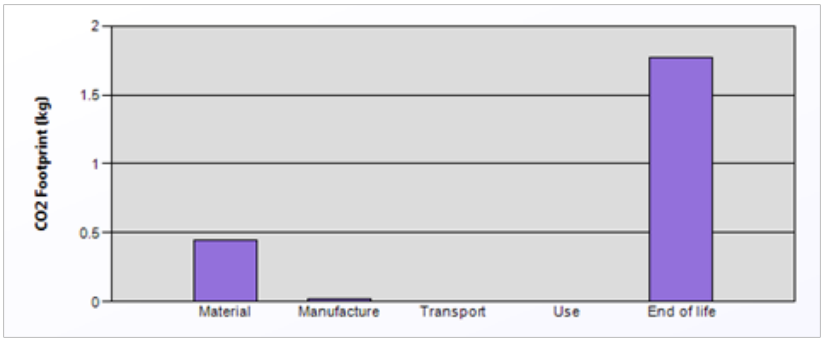


Gráfico 15 - Madeira - CO2 Footprint summary, CES 2010

Phase	Energy (MJ)	Energy (%)	CO2 (kg)	CO2 (%)
Material	7,58	312,73	0,44	19,81
Manufacture	0,50	20,64	0,02	1,12
Transport	0,00	0,00	0,00	0,00
Use	0,00	0,00	0,00	0,00
End of life	-5,65	-233,37	1,77	79,07
Total	**2,42**	**100**	**2,23**	**100**

Tabela 9 - Madeira - Energy and CO2 Footprint summary, CES 2010

Segundo os gráficos 14 e 15, a madeira consume bastante energia durante a fase relativa ao material, para contrabalançar os danos causados, no fim de vida útil há um consumo negativo, o que significa que há uma contribuição positiva para a diminuição do impacto ambiental. Assumindo que o fim de vida da madeira é a combustão, há uma grande libertação de CO2 característico desta reacção, que contribui negativamente para o impacto ambiental.

5.3.4 A pedra /

A pedra é um material natural muito utilizado na arquitectura desde a pré-história. Actualmente, a pedra perdeu quase totalmente o seu peso enquanto material estrutural. É maioritariamente utilizado como material de revestimento, constituindo regra geral, um factor de valorização na construção. Segundo a sua origem, as pedras ou rochas podem ser: eruptivas, sedimentares e metamórficas. A pedra eruptiva muito utilizada para diversos elementos do mobiliário urbano é o granito, que em Portugal constitui cerca de 1/5 do subsolo; é um óptimo material de construção, muito duro e muito resistente a grandes cargas (Rodrigues, Pedro Fialho de Sousa et al. 2005).



Figura 48 - Largo D. Luís I, V.N. Gaia. Sara Silva, 2011



Figura 49 - Avenida Diogo Leite, V.N. Gaia. Sara Silva, 2011



Figura 50 - Rua de Fernandes Tomás, Porto. Sara Silva, 2011

O granito apresenta uma excelente resistência às agressões (inclusive temperaturas altas) e à durabilidade do polimento. É também impermeável à água. A cor varia de acordo com os minerais que estão presentes na pedra, desde o quase negro até ao branco matizado, com uma superfície sarapintada. É bastante escorregadia, principalmente se estiver polida. A enorme gama de cores e de matizados, a sua resistência e possibilidade de polimento tornaram a pedra num excelente material pela facilidade de limpeza e pela impermeabilidade.

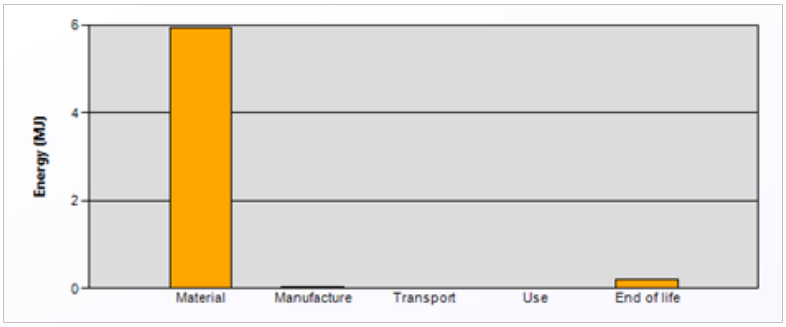


Gráfico 16 - Granito - Energy summary, CES 2010

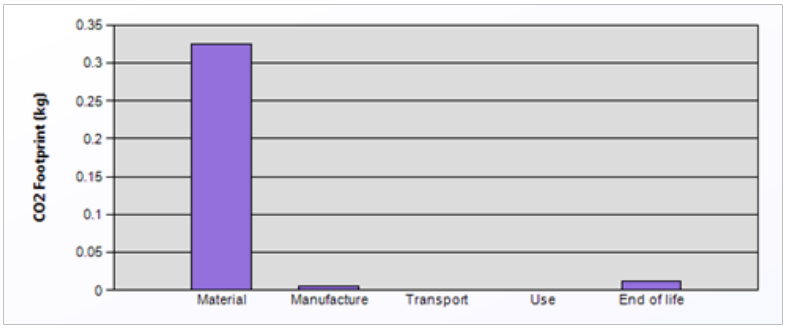


Gráfico 17 - Granito - CO2 Footprint summary, CES 2010

Phase	Energy (MJ)	Energy (%)	CO2 (kg)	CO2 (%)
Material	5,93	96,11	0,32	94,75
Manufacture	0,04	0,65	0,01	1,75
Transport	0,00	0,00	0,00	0,00
Use	0,00	0,00	0,00	0,00
End of life	0,20	3,24	0,01	3,50
Total	**6,17**	**100**	**0,34**	**100**

Tabela 10 - Granito - Energy and CO2 Footprint summary, CES 2010

Após observar os gráficos 16 e 17, a fase referente ao material é claramente a fase mais prejudicial de todo o ciclo de vida de um produto em granito, tanto em termos de energia consumida como libertação de CO2 para o meio ambiente. Para o fim de vida do granito foi assumido o aterro como tal há uma pequena libertação de CO2 e consumo de energia.

5.3.5 O plástico/

Os plásticos são os materiais que apresentam propriedades mecânicas bastante inferiores nomeadamente, o módulo de elasticidade. O seu comportamento mecânico é altamente afectado pela temperatura. Outro dos graves problemas que afecta a sua aplicação em mobiliário urbano é a sua fraca resistência aos UV, perdendo as características estéticas. Os polímeros são classificados em termoplásticos, termoendurecíveis e elastómeros, segundo o tipo de ligações existentes entre as cadeias macromoleculares. Os termoplásticos são caracterizados por não possuírem ou possuírem um número diminuto de reticulações entre as macromoléculas, de tal maneira que amolecem quando aquecidos e endurecem quando arrefecidos, independentemente do número de vezes que a operação se venha a realizar. Os termoendurecíveis, pelo contrário, são caracterizados por ligações intermoleculares de tal maneira que, uma vez adquirida a sua forma final pela acção conjunta da temperatura, de pressão e de catalisadores, são incapazes de regressar por novo aquecimento a um estado de fluidez que permitisse a sua reutilização. Os elastómeros são polímeros com elasticidade semelhante à borracha natural, formados por macromoléculas lineares unidas transversalmente por vulcanização, processo que conduz a formação de reticulações à base de átomos de enxofre, provenientes quer do metal quer de compostos sulfurados (Alberto Gomes de Castro 1988). Existem uma grande variedade de processos utilizados pela indústria de transformação dos polímeros também muito utilizados na fabricação de mobiliário.

Em Portugal, encontrar este tipo de material em mobiliário urbano aplicado no espaço público, não é tão usual como noutros países. A empresa portuguesa Larus comercializa o banco IP6 (figura 51 e 52), em plástico rotomoldado para interior e exterior, mas apenas é possível visualiza-lo em espaços privados e controlados.



Figura 51 - Banco IP6, design Jesús Irisarri (Larus 2010)



Figura 52 - Banco IP6, design Jesús Irisarri, (Larus 2010)



Figura 53 - Banco com espaldar em perfis de plástico reciclado (Extruplás 2010)



Figura 54 - Banco em perfis de plástico reciclado (Extruplás 2010)

O mobiliário urbano fabricado em plástico reciclado (figura 53 e 54) ainda é pouco divulgado em Portugal. Este tipo de material tem sido usado como alternativa à madeira devido a sua resistência e durabilidade, que evitam constantes substituições e dispendiosos procedimentos de reparação e tratamento. A matéria-prima utilizada na fabricação dos perfis é proveniente da reciclagem de plásticos pós-consumo. As inúmeras embalagens plásticas são processadas e formadas em um material plástico compacto, o sistema de alimentação do processo de transformação é feito por extrusão/intrusão e moldação de diversos perfis. Os perfilados em plástico compósito 100% reciclado, oferecem boa resistência à corrosão e ao vandalismo, são óptimo isolante e anti-derrapante; resistentes ao choque, à ruptura e à abrasão.

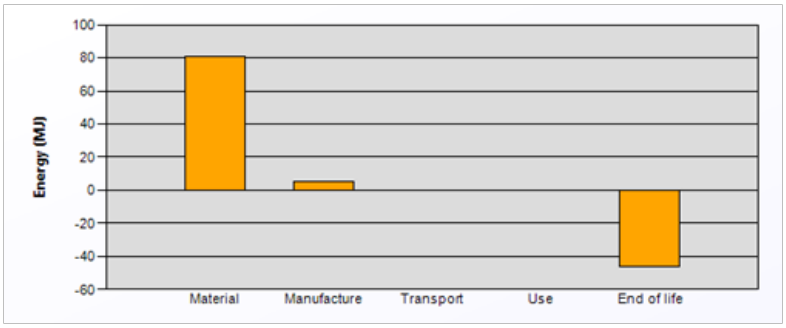


Gráfico 18 - PE (polietileno) - Energy summary, CES 2010

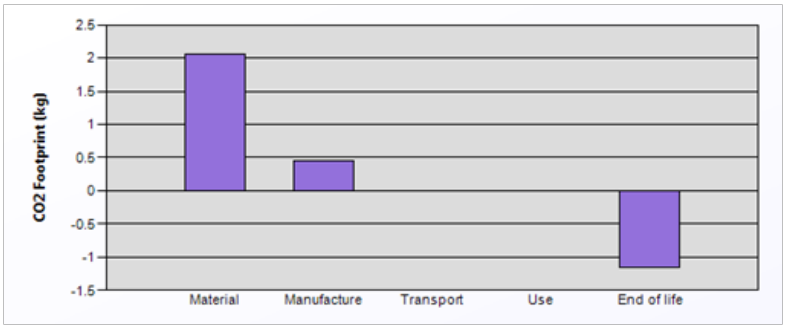


Gráfico 19 - PE (polietileno) - CO2 Footprint summary, CES 2011

Phase	Energy (MJ)	Energy (%)	CO2 (kg)	CO2 (%)
Material	80,85	201,13	2,05	152,33
Manufacture	5,54	13,79	0,44	32,90
Transport	0,00	0,00	0,00	0,00
Use	0,00	0,00	0,00	0,00
End of life	-46,19	-114,91	-1,15	-85,23
Total	**40,20**	**100**	**1,35**	**100**

Tabela 11 - PE (polietileno) - Energy and CO2 Footprint summary, CES 2011

Segundo a análise dos gráficos 18 e 19, observamos que o PE (polietileno) liberta maior quantidade de CO2 na fase do material sendo que na fase de fim de vida existe uma contribuição positiva devido ao facto do material ser reciclável.

Os materiais normalmente utilizados para um banco de mobiliário urbano apresentam vantagens e desvantagens quando comparados entre eles.

A madeira tem sido muito utilizada por se tratar de um material natural de carácter acolhedor e quente em contacto com o utilizador. É resistente, leve, fácil de usar e de rápida transformação em novos produtos, possui também significativos atributos ambientais positivos.

Por exemplo, a madeira é o único material de construção renovável, que exige menos energia para a sua transformação do que qualquer outro material necessita para ser produzido. A madeira, juntamente com os plásticos, não oxida, logo exige menos preocupação com a localização nas cidades do litoral. A madeira quando devidamente tratada e os plásticos têm a vantagem de não estarem restritos aos locais onde haja maresia. Já os produzidos em metal, não, pois não resistem muito tempo as condições geradas nestes locais. Por outro lado a madeira necessita de uma elevada manutenção para evitar a deterioração e garantir as características estéticas. Os bancos que utilizam o metal como material em contacto directo com o utilizador são conhecidos por serem frios ao toque no inverno e consecutivamente muito desconfortáveis. Nas épocas de grande calor, quando expostos ao sol directo, os bancos de metal ficam excessivamente quentes e como tal inutilizáveis. Os metais permitem vários acabamentos, inclusivamente texturas. Hoje em dia, este material é utilizado nas armações do banco como suporte estrutural de outros materiais. A pedra é muito utilizada em mobiliário urbano por ser muito resistente e de fácil manutenção, mas por outro lado, o desenho de mobiliário urbano é restrito devido a dificuldade de trabalhar o material. O granito, a pedra mais utilizada para este tipo de aplicações apresenta uma ductilidade mínima, ou quase inexistente. O betão também não apresenta ductilidade, e a sua manutenção é muito difícil quando fracturado, normalmente recorre-se a substituição total da peça. Os plásticos são cada vez mais utilizados para mobiliário urbano porque permite uma grande variedade de formas devido a sua maleabilidade, facilmente trabalhados mediante o emprego de calor e pressão ou por reacções químicas. O plástico não enferruja e requer menor manutenção do que qualquer outro material tradicional.

Na tabela 12 é feita uma análise comparativa dos materiais utilizados no fabrico de mobiliário urbano e suas características.

Materiais			Propriedades mecânicas			Manutenção	Reciclagem	Conforto	Custo
			Ductilidade	Resistência	Durabilidade				
Betão				••	••		•	•	•
Metais	Ligas ferrosas	Aço construção	••	••	•	••	•••	•	••
		Aço inox	•	•••	•••	•	•••	•	•••
	Ligas não ferrosas	Ligas de Alumínio	••	••	••	•	•••	•	•••
Madeira			•••	••	••	•••	••	•••	••
Pedra				•••	••	•	•	•	•
Plásticos			•••	•	•••	•	••	•••	••

Nota: a classificação aumenta consoante o número de símbolos: (•) Pouco; (••) razoável; (•••) bom.

Tabela 12 - Comparação dos materiais e suas características

5.4 NOVOS MATERIAIS RECICLADOS A PARTIR DA BORRACHA DE PNEUS USADOS/

Graças aos sistemas de gestão de resíduos, cada vez mais os índices de reciclagem aumentam e consequentemente adquirem-se novas fontes de recursos sem por em causa os recursos naturais, com a vantagem adicional de contribuirmos com a diminuição dos resíduos. Com o aumento dos custos de matérias-primas, a energia dispendida com os processos de transformação, armazenagem e transporte dos materiais utilizados e, por outro lado, devido à escassez dos recursos naturais e energéticos, muitos dos materiais que não tinham qualquer valor económico passem a ser interessantes do ponto de vista económico tendo em conta as oportunidades de mercado que podem existir para os resíduos aproveitados. O aproveitamento de resíduos resultantes dos processos de fabrico, são cada vez mais utilizados para obtenção de matérias-primas e posterior comercialização, sendo assim uma forma de rentabilizar ainda mais qualquer indústria.

A composição da borracha quando reciclada é muito semelhante à borracha virgem e, na forma de grânulos ou pó, podia tornar-se parte dos compostos usados na indústria da borracha para muitas aplicações. No entanto, existe um limite de uso na criação de novos artefactos, uma vez que a borracha vulcanizada apresenta alta resistência química e física e consecutivamente dificuldades de ser trabalhada. O processo de vulcanização é impossível de reverter, assim como é impossível de separar a matriz molecular dos restantes componentes.

Assiste-se a uma crescente atenção científica e tecnológica aos estudos e à utilização de novos materiais. Actualmente, a MATREC, é a primeira base de dados de ecodesign gratuita em Itália dedicada aos materiais reciclados e à sua reutilização no universo da produção, da construção civil e do design. Em 2008, chegou a Portugal associado ao projecto "Remade in Portugal" Ambos possuem a mesma filosofia, criar novos produtos a partir de matéria proveniente de processos de reciclagem, mas possuem objectivos diversos: a MATREC apoia a produção de materiais realizados com uma determinada percentagem de matéria reciclada e o "Remade in Portugal" promove a utilização desses novos materiais na produção de peças de design industrial (Agência Portuguesa do Ambiente 2011). A Valorpneu, entidade gestora do sistema integrado de gestão de pneus usados, junta-se este ano ao projecto podendo assumir importância na sensibilização do reaproveitamento de materiais reciclados, nomeadamente os provenientes de pneus usados, e na promoção de profissionais e empresas nacionais que estão associados à criação e publicitação das peças que integram o programa.

Aumentar a vida dos materiais que constituem os produtos significa prolongar por mais tempo a sua vivência. No caso dos pneus, podem ser reprocessados para serem transformados em matérias-primas secundárias (capítulo 3); ou, incinerados para recuperar o seu conteúdo energético. As matérias-primas dão origem a duas classes de materiais: os reciclados pré-consumo e os reciclados pós-consumo. Os materiais pré-consumo são normalmente limpos, bem identificados e apropriados à reciclagem de alta qualidade. Estes podem ainda ser divididos em duas subcategorias: refugos e subprodutos de um determinado ciclo produtivo, que são gerados e normalmente reciclados dentro do mesmo processo produtivo, e os materiais que derivam dos refugos e excedentes, gerados ao processo produtivo original, em qualquer fase de produção. Os materiais pós-consumo provêm de produtos e embalagens eliminadas pelo consumidor final, geralmente são de baixa qualidade, logo mais difíceis de serem reciclados (Manzini and Vezzoli 2008).

Actualmente em mercado existe uma variedade de materiais reciclados de borracha dos pneus usados e passíveis de serem utilizados noutros contextos.

Eco-rubber



Figura 55 - Eco-rubber (Matrec 2011)

O Eco-rubber (figura 55) é um material composto por 90 a 95% de borracha reciclada pós-consumo dos pneus usados e 5 a 10% de poliuretano. É usado principalmente para isolamento acústico das paredes dos edifícios com uma redução de 53,5 dB (espessura de 20 mm), como elemento de protecção no transporte de diversos equipamentos, e ainda em pavimentos flutuantes. É comercializado em painéis e tiras com diversos tamanhos e espessuras. A sua densidade varia entre os 500-700 kg/m³. Apresenta uma textura porosa e muito flexível, resistente ao sol e água e ainda aos ácidos e óleos. A Ecopolimer, empresa italiana, que comercializa a Eco-rubber, tem no mercado uma gama de produtos reciclados a partir de resíduos industriais como matéria-prima e garante que os produtos já chegaram ao fim da sua vida útil.

Ecocomfort



Figura 56 - Ecocomfort (Matrec 2011)

Produzido a partir de 25% de borracha virgem, 37% de borracha reciclada pós-consumo dos pneus usados e 38% de espuma de borracha reciclada de pré-consumo. É comercializado em rolos com as medidas 122x762 cm para facilitar a sua aplicação uma vez que é usado principalmente como uma camada inferior no pavimento, que actua como anti-fadiga. É ideal para os ambientes de trabalho onde os empregados passam muitas horas em pé. O Ecocomfort tem uma densidade de 721 kg/m³. O seu peso é de 0,61 g/cm² para o material com a espessura de 12,7 mm e 1,22 g/cm² para a espessura de 25,4 mm. A sua cor varia consoante os componentes que a constituem.

Ecosurfaces

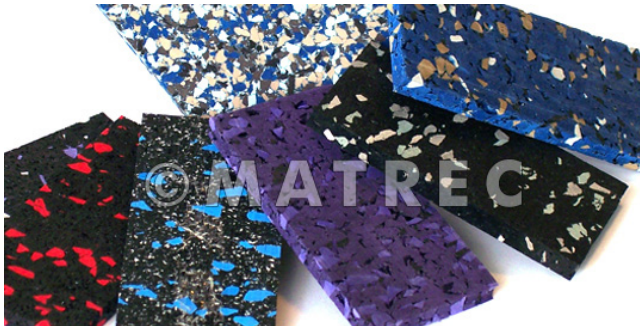


Figura 57 - Ecosurfaces (Matrec 2011)

Este material está disponível em uma ampla gama de cores e padrões. É produzido por 4 a 91% de borracha pós-consumo de pneus usados, 0 a 23% de EPDM e 9 a 73% de EPDM de material virgem. É apresentado na forma de rolo ou azulejo, com uma espessura de 3,2 mm, com boa elasticidade, anti-derrapante e alta resistência à abrasão. A sua aplicação é feita apenas em pavimentos, para uso exterior e interior. Na superfície é possível aplicar um revestimento para se obter um acabamento brilhante. Devido às suas características pode ser cortado e moldado.

Ecosilence



Figura 58 - Ecosilence (Matrec 2011)

É composto por 93% de borracha reciclada de pós-consumo de pneus usados e apenas 7% de borracha virgem. É usado sobretudo como isolamento acústico nas camadas inferiores ao pavimento, ideal para edifícios públicos e habitações. Esta disponível em rolos com as dimensões: 122x1524 cm e 122x762 cm e as espessuras 4mm e 9,5mm. A sua textura é porosa e fria ao toque. Esta disponível apenas na cor preta devido ao material que o compõe.

O ecosilence, ecoconfort e ecosurface são alguns exemplos da grande variedade de materiais reciclados a partir da borracha comercializados pela empresa americana, Ecosurfaces.

Isolgomma Megasafe



Figura 59 - Isolgomma Megasafe (Matrec 2011)

Mais conhecido como pavimento de segurança, este tipo de piso é formado por 90% de granulado de borracha reciclada pós-consumo de pneus usados e 10% de poliuretano. É um material muito comum de encontrar em zonas de recreio das escolas e parques infantis porque está preparado para amortecer o impacto em situações de queda. Possui propriedades anti-derrapantes, elevada flexibilidade e durabilidade. É comercializado pela empresa italiana isolgomma, em painéis de 100x100 cm com espessuras de 30 mm.

Isolgomma PTA



Figura 60 - Isolgomma PTA (Matrec 2011)

A Isolgomma, empresa com uma posição importante no mercado italiano e internacional, oferece uma gama de produtos de referência para o desenvolvimento de soluções ambientalmente responsáveis como o Isolgomma Megasafe, (apresentado anteriormente) e Isolgomma PTA (figura 60). Uma mistura de borracha e cortiça que proporciona a este material uma excelente capacidade de isolamento sonoro e térmico. É composto por 90% de granulado de borracha reciclada pós-consumo de pneus usados, 10% de cortiça de pré-consumo e uma percentagem mínima de ligante de poliuretano. Pode se apresentar rígida ou flexível, dependendo da densidade mas a sua textura será sempre áspera, resistente à humidade, óleos e gorduras. É utilizado como isolamento acústico.

Playtop



Figura 61 - Playtop (Matrec 2011)

Outro modelo do pavimento de segurança, composto por granulado de borracha e adesivos à base de poliuretano. A camada a superior consiste entre 0 a 58% de granulado de borracha EPDM pós-consumo, com 22 a 80% de granulado de borracha EPDM virgem, e 20% de adesivos à base de poliuretano. Enquanto que a camada inferior é composta por 0 a 61,50% de borracha SBR de pós-consumo, 13,50 a 61,50% de borracha SBR de pré-consumo e 6 a 13,50% de borracha SBR de material virgem e 25% de adesivos à base de poliuretano. A mistura que compõe o playtop é produzida no local a aplicar. Apresenta boa resistência à abrasão e corte, bom isolamento acústico e auto-drenante. A empresa de Itália Giochisport, garante que os materiais e processo de fabricação têm um impacto ambiental reduzido através da certificação ISO 14001.

Tire Veneer

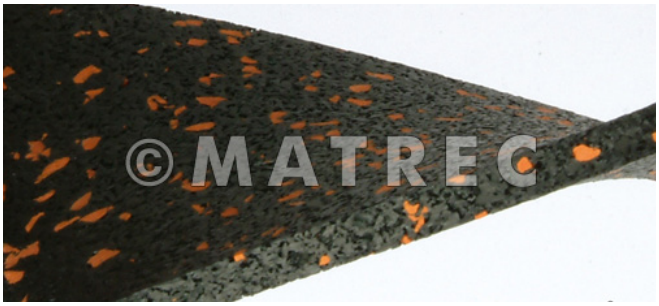


Figura 62 - Tire Veneer (Matrec 2011)

O material consiste aproximadamente em 80% de granulados de borracha SBR reciclada de pneus velhos e aproximadamente 20% borracha EPDM colorida. As percentagens dos componentes são variáveis, mas a quantidade de material reciclado pós-consumo pode ser visto facilmente através da cor predominante no padrão, já que a matéria-prima virgem é colorida, e a restante é preta. Extremamente resistente, anti-derrapante, à prova de intempéries e um material não tóxico. É usado para revestimentos de interior e exterior, superfície de absorção de choques e isolamento acústico. Comercializado pela empresa América Yemmhart.





6. CASO DE ESTUDO/

6. CASO DE ESTUDO/

Desenvolvimento do produto

O projecto desenvolvido tem uma forte componente de responsabilidade ambiental e consequentemente social. Actualmente o desenvolvimento de produtos sustentáveis é objecto de desafio e de competitividade entre empresas, que dá inicio na fase de consciencialização acerca da centralidade estratégica da sustentabilidade ambiental dos objectos industriais.

O principal motor do projecto residiu no desafio de diversificar as aplicações do granulado de borracha, aumentando assim o número de alternativas possíveis. Trata-se de um material muito associado a obras de engenharia civil, como as betuminosas modificadas com borracha para as estradas ou protecção e retenção de terras de grandes obras. Também está muito associada a pavimentos de segurança utilizados em parques infantis.

No âmbito deste trabalho o principal propósito do designer teve dois objectivos principais:

- Juntamente com uma equipa de Engenheiros do INEGI, desenvolver a melhor solução na criação de um compósito à base de granulado de borracha proveniente de pneus velhos;

- O desenvolvimento de conceitos de um banco de mobiliário urbano, que respondesse à necessidade de encontrar novas soluções para a matéria-prima secundária em questão.

Durante o percurso do projecto foi considerado a necessidade de satisfazer os requisitos ambientais comuns ao desenvolvimento de produtos sustentáveis, a verdade é que tratando-se do granulado de borracha de pneus velhos, existem estratégias que não devem ser levadas em consideração. A minimização dos recursos materiais não é o objectivo principal quando se trata do granulado de borracha, pelo contrário, pretende-se a sua utilização em grandes quantidades e em aplicações correctas. A minimização de energia já é um factor preponderante, assim como desenhar artefactos que perdurem, que possam ser facilmente separados e valorizados.

Constrangimentos do produto

Os produtos ambientalmente correctos requerem tecnologias mais limpas, mas acima de tudo requerem uma nova capacidade de design, e dependem de uma mudança na cultura e no comportamento dos consumidores. Assim sendo propor soluções ambientalmente correctas, não podem prescindir do quanto, e como, são social e culturalmente aceitáveis. Vão sempre existir consumidores e utilizadores que associem o granulado de borracha dos pneus usados, a excedentes de uma sociedade e como tal, um material depreciativo com origem em resíduos. Em termos ambientais, normalmente é preferível reutilizar o pneu, ou parte dele, através da recauchutagem, em vez de o reciclar ou incinerar. Actualmente, os custos de manutenção, reparação, reutilização remetem para a reciclagem e a incineração que também apresentam custos elevados, motivo pela qual, é frequente o abandono dos pneus velhos em lixeiras.

6.1 DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS/

O objectivo principal deste trabalho visa uma nova abordagem no design de mobiliário urbano e o aproveitamento do granulado de borracha de pneus usados. A geração de conceitos parte da necessidade de abrir horizontes à desmedida matéria-prima pós consumo, da qual somos todos responsáveis, directamente ou não. A proposta de trabalho consistiu na criação de um banco de mobiliário urbano produzido com o granulado de borracha. Partindo dos conhecimentos abordados em capítulos anteriores, no processo de geração de ideias foram considerados critérios fundamentais a que este projecto deveria dar resposta, como sendo, a ergonomia, o conforto, a resistência ao vandalismo, o baixo custo, e a facilidade de construção. Desde o início deste projecto manteve-se sempre a preocupação em criar estruturas modulares, que se pudessem agregar umas às outras, criando diversas combinações. O número de componentes que compõem o banco também é uma característica importante no desenvolvimento de novos produtos, minimizar o número de partes e componentes garante maior segurança e confiança em relação ao banco a desenvolver.

6.1.1 Conceito 1/

O conceito 1. representado na figura 63 foi obtido a partir da desmaterialização do cubo e do conceito de modularidade. A forma obtida remete para o "+" que por sua vez aponta para a adição de peças (figura 64). Através do sistema de módulos é possível criar um grande número de composições. As dimensões e proporções do corpo humano interferem com a proporção dos objectos e dimensões do mobiliário que utilizamos, como tal foi aumentado para 45 cm de altura para respeitar regras básicas de ergonomia.

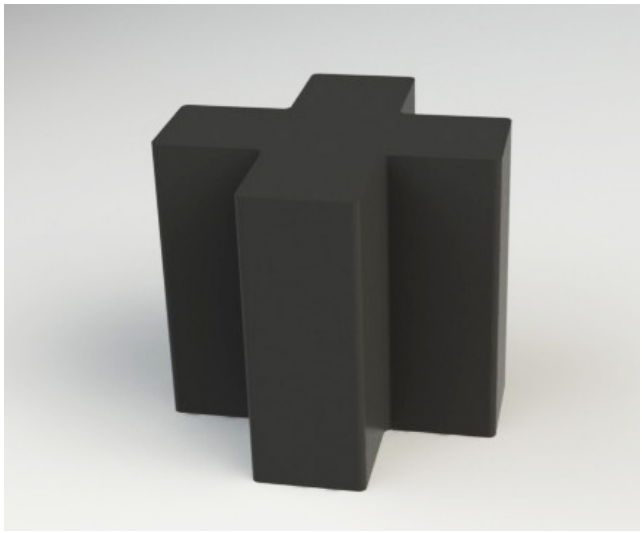


Figura 63 - Conceito 1. Banco individual

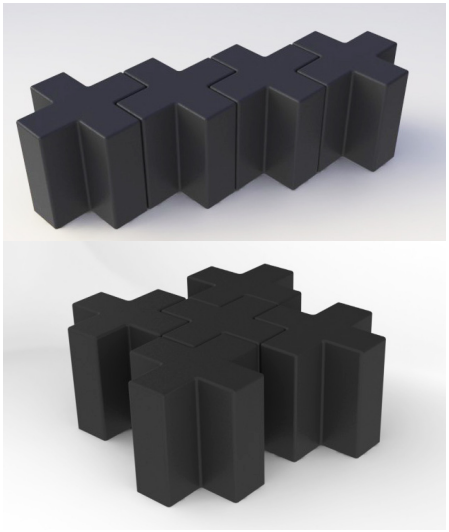


Figura 64 - Conceito 1. Sugestão de composição

6.1.2 Conceito 2/

O conceito 2. (figura 65 e 66) refere-se a uma estrutura formada por três hexágonos que relembram o favo de mel. Semelhante a uma estrutura natural tal como uma colmeia de abelhas, existem alvéolos cheios e vazios que permite criar uma grande diversidade de composições. Formas como estas permitem uma boa modularidade, ou seja, a junção de vários módulos iguais encaixam sem deixar espaço desperdiçado entre eles a menos que seja opção do utilizador para criar composições.

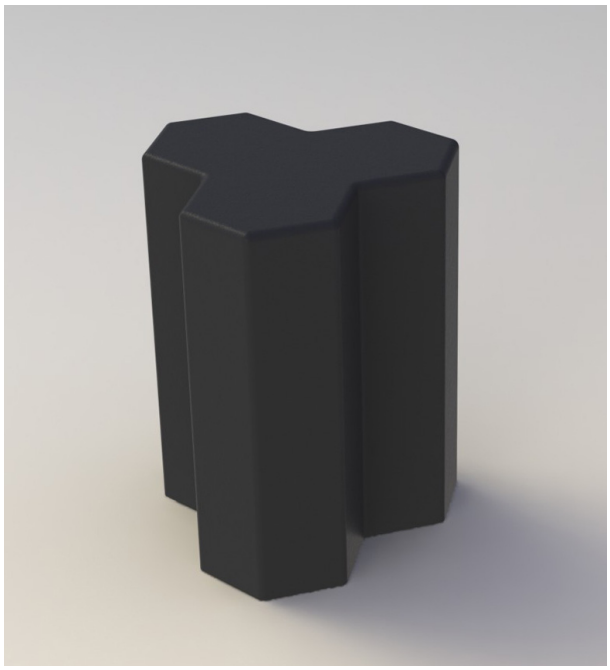


Figura 65 - Conceito 2. Banco com espaldar

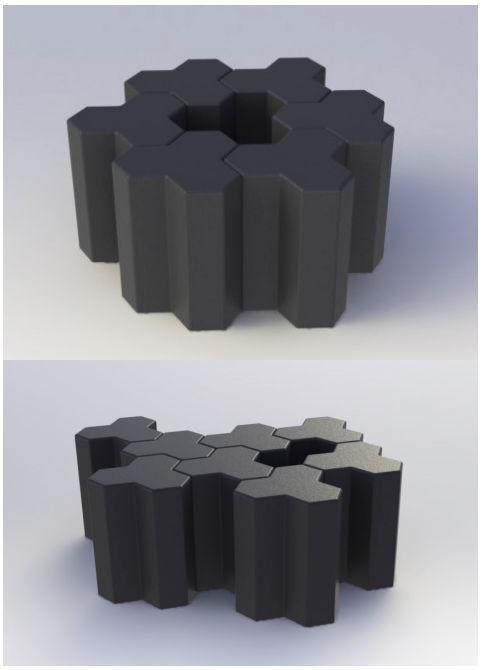


Figura 66 - Conceito 2. Sugestão de composição

6.1.3 Conceito 3/

O conceito 3. (figura 67) remete para um desenho mais ergonómico e diferenciado. Apresenta linhas orgânicas e boleadas de acordo com linhas mais naturais. Dentro deste conceito existem dois modelos diferentes que juntos criam diferentes combinações. A figura 60 trata de um banco com um pequeno espaldar para criar o mínimo de apoio lombar. O banco da figura 68 tem duas posições possíveis, permite baloiçar tal como uma cadeira de baloiço, e por outro lado permite manter-se estático segundo a opção do utilizador.

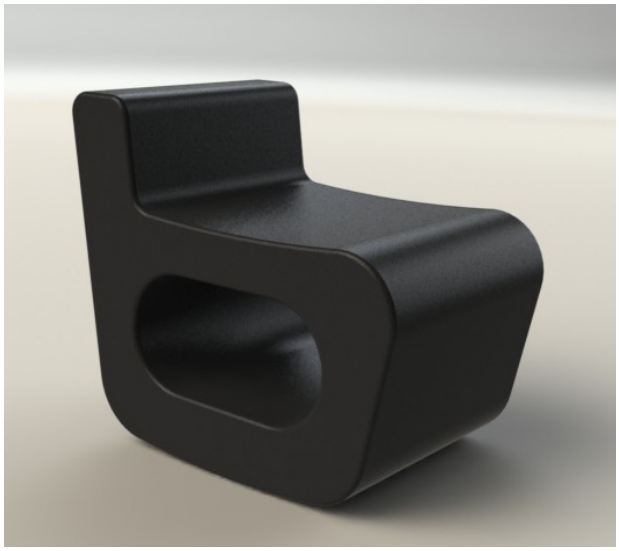


Figura 67 - Conceito 3. Banco individual

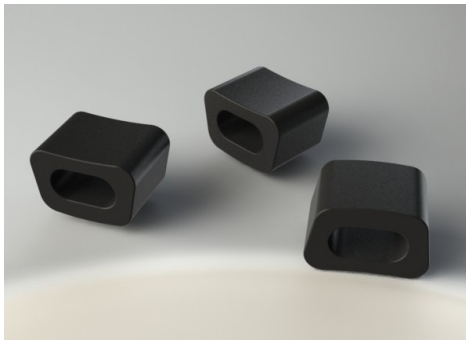


Figura 68 - Conceito 3. Conjunto de bancos individuais

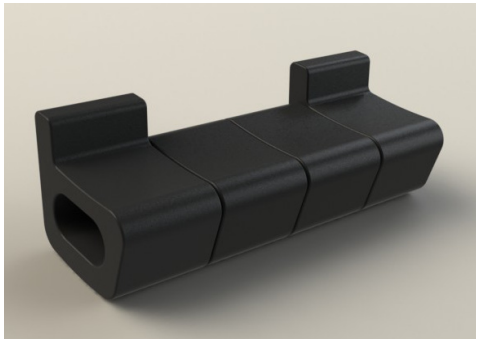


Figura 69 - Conceito 3. Sugestão de composição

O conceito 3. vai de encontro às novas tendências de um mercado que procura produtos com linhas cada vez mais orgânicas e confortáveis, por outro lado o conceito 1. e 2. responde com linhas muito simples e limpas que se encontram sempre em voga.

6.1.4 Conceito 4 /

Partindo dos vários conceitos esboçados foi estipulado uma série de critérios de análise e selecção para ajudar no processo de selecção do produto mais adequado, e o que mais se adapta às necessidades e que melhor responde ao objectivo do trabalho. Dados os meios e o tempo disponível do projecto optou-se por materializar uma forma básica, um paralelepípedo, que apesar do seu minimalismo em conjugação com o material resultou numa solução simpática. Foi realizado um protótipo numa forma com as seguintes medidas: L35cm x A45cm x P35cm. Esta forma pretendeu apenas demonstrar como o novo material se comporta e as reacções provocadas pelo mesmo. Outro factor decisivo foi a facilidade e rapidez na execução do molde da peça uma vez que se trata de um simples paralelepípedo e, como consequência, o baixo custo nas ferramentas de produção e material. Os critérios estipulados tiveram por base os princípios fundamentais de um produto, a sua vertente estética, funcional e sustentabilidade face ao paradigma actual e a sua viabilidade no mercado.

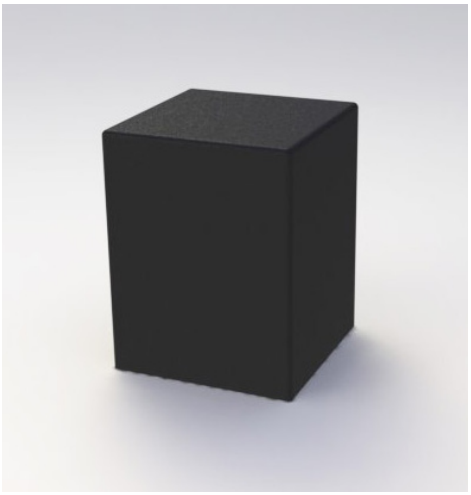


Figura 70 - Conceito 4. Banco individual

6.2 DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL COMPÓSITO À BASE DE BORRACHA DE PNEUS USADOS/

6.2.1 Materiais utilizados/

O principal material a utilizar neste trabalho é o GTR – granulado de borracha de pneus usados, disponibilizado amavelmente pela empresa recicladora Biosafe. É através da tecnologia de trituração mecânica à temperatura ambiente que a Biosafe consegue obter o granulado de borracha reciclada de excelente qualidade, limpo e de configuração adequada a uma infinidade de aplicações(Biosafe 2010a).

Foram realizados estudos com diferentes tipos de granulometrias:

- FB 00-08 - granulado com dimensões extremamente pequenas, entre os 0,0 e os 0,8mm também designada por fina ou pó de borracha;
- GB 40-70 - granulado com dimensões entre os 4,0 e os 7,0 mm;
- GB 70-95 - granulado de maiores dimensões com grão entre os 7,0 e os 9,5 mm.

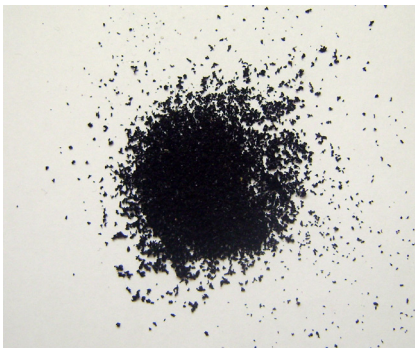


Figura 73 - FB 00-08



Figura 72 - GB 40-70



Figura 71 - GB 70-95

Os ligantes utilizados neste ensaios foram a resina epoxy + endurecedor HB 2001 A+B, e a borracha Uneresin 4076. O ligante é usado para unir as partículas de borracha entre si. São criadas pontes de ligações entre os grãos de borracha e o ligante, compactados ou prensados em moldes e curados formando uma estrutura sólida e única.

As resinas epoxídicas são sintetizadas a partir de um difenol (geralmente o bisfenol) e da epicloridina do glicol. Podem ser curadas com endurecedores apropriados os quais são aminas alifáticas, aminas aromáticas, poliamidas ou anidridos de ácidos. As propriedades das resinas curadas dependem, em larga medida, do tipo de endurecedor, temperatura de cura e programa de cura. As resinas epoxídicas apresentam excelentes propriedades mecânicas, estabilidade dimensional, boa resistência química, baixa absorção de água, auto-extinguíveis (quando halogenadas), baixa contracção, boa resistência à abrasão e muito boas propriedades de adesão (Marques 1988).

Na seguinte tabela (tabela 13) são apresentadas as características da mistura resina + endurecedor HB 2001:

Caracteristicas da mistura Resina + endurecedor HB 2001	**Proporção da mistura**	**Viscosidade em mPa.s**	**Tempo aberto da mistura, a 25ºC**	**Viscosidade em mPa.s**	**Tempo para desmoldagem**
Resina HB 2001+ Endurecedor HB 2001	100gr	1300	30 minutos	700	9 Horas
	20gr	200			
Caracteristicas do HB 2001 após uma semana a 25ºC		**Unidades**		**Valor**	
Dureza		Shore D		87	
Peso específico		gr/cc		1,1	
Tg (TMA)		0ºC		65	
Resistência à ruptura ISO 527		Mpa		70	
Módulo de elasticidade em Flexão ISSO 178		Mpa		2100	
Tempo de endurecimento completo a 25ºC		Dias		2 A 7	

Tabela 13 - Ficha técnica HB 2001 A+B (HB QUIMICA – representações comercio e serviços Lda)

A Borracha de poliuretano Uneresin 4076, tem como aplicações os moldes para a indústria do cimento, cerâmica, cera, gesso, plástico. É utilizado na proporção 100 - 50 de Borracha Uneresin 4076 Isocianato para Uneresin 4076 Poliol. Apresenta um bom poder de colagem e boa resistência ao rasgamento. Quando trabalhado manifesta grande facilidade de desgasificação. As propriedades do material obtido dependem do tipo de borracha, da granulometria, da quantidade e tipo de sistema poliuretânico utilizado, e do grau de compactação durante a cura. É possível obter um leque de produtos com propriedades diferentes variando a densidade.

Na tabela 14 são apresentadas as propriedades da mistura borracha Uneresin 4076 Iso, com a Uneresin 4076 Pol:

Propriedades da mistura borracha Uneresin 4076 Iso + Uneresin 4076 Pol		**Unidades**	**Valores**
Viscosidade		mPas	1.150 – 1.550
Densidade		g/cm^3	1,02 – 1,06
Cor			Âmbar
Dureza shore A	20ºC	shore A	78 – 82
Pot life (200g)	20ºC	min	22 – 28
Tempo de cura a RT		hrs.	20 – 24
Resistência à tracção	ISO 37	MPa	7,6 – 9,2
Resistência à ruptura	ISO 37	%	800 – 1.000
Ensaio de resistência ao rasgo com incisão de 1 mm	EN ISO 34 - 1	KN/m	16,2 – 17,2

Tabela 14 - Ficha técnica, borracha Uneresin 4076 (Uneco 2008)

- Amostras realizadas

Foram realizadas diversas amostras das diferentes granulometrias, respectivamente: FB 00-08, GB 40-70 e GB 70-95 com dois ligantes diferentes, a resina epoxy HB 2001 e a borracha Uneresin 4076.

A tabela 15 mostra as percentagens de granulado e ligante Resina epoxy HB 2001 usados para cada amostra, e o respectivo peso equivalente.

Granulometria	Granulado %	Peso Equivalente	Ligante	**Resina epoxy HB 2001**	
				A	B
FB 00-08 GB 40-70 GB 70-95	50%	210 gr.	50%	175 gr.	35 gr.
	75%	315 gr.	25%	85 gr.	17 gr.
	90%	378 gr.	10%	35 gr.	7 gr.

Tabela 15 - Percentagem de granulado e resina Epoxy HB2001

A tabela 16 apresenta a aparência final das amostras A, com vista superior e posterior. Verifica-se que a amostra A1. com a proporção 50% - 50% contém excesso de ligante em quase todo o corpo da amostra, apenas na parte superior é visível o granulado de borracha. A amostra A2. com a proporção 75% - 25% também contém excesso de ligante, mas em menor quantidade pois na parte posterior encontra-se um pequeno depósito de resina. No entanto a amostra A3. com a proporção 90% - 10% apresenta uma boa relação de quantidades, o seu aspecto é uniforme em toda a amostra.

AMOSTRA A - Granulado de borracha - GB 40-70 e Resina epoxy HB 2001

Amostra A1.		**Amostra A2.**		**Amostra A3.**	
50% - 50%		75% - 25%		90% - 10%	
Vista Posterior	Vista Superior	Vista Posterior	Vista Superior	Vista Posterior	Vista Superior
					

Tabela 16 - Amostras A - Granulado de borracha - GB 40-70 e Resina epoxy HB 2001

Na tabela 17 verifica-se que não houve mudanças significativas quanto à aparência das amostras, apesar do aumento das dimensões do granulado para 7,0 a 9,5 mm.

AMOSTRA B - Granulado de borracha - GB 70-95 e Resina epoxy HB 2001

Amostra B1.		**Amostra B2.**		**Amostra B3.**	
50% - 50%		75% - 25%		90% - 10%	
Vista Posterior	Vista Superior	Vista Posterior	Vista Superior	Vista Posterior	Vista Superior
					

Tabela 17 – Amostras B - Granulado de borracha - GB 70-95 e Resina epoxy HB 2001

AMOSTRA C - Granulado de borracha - GB 00-08 e Resina epoxy HB2001

Amostra C1.		**Amostra C2.**		**Amostra C3.**	
50% - 50%		75% - 25%		90% - 10%	
Vista Posterior	Vista Superior	Vista Posterior	Vista Superior	Vista Posterior	Vista Superior
					

Tabela 18 – Amostras C - Granulado de borracha - GB 00-08 e Resina epoxy HB2001

As amostras realizadas com o GB 00-08, um granulado com dimensões muito pequenas, < 0,8mm, apresentaram um aspecto totalmente diferente dos anteriores. Todas as amostras apresentam um preenchimento total e uniforme. A amostra C com a percentagem 90% - 10% revelou falta de ligante, já que é facilmente danificada com um leve friccionar de dedos.

A tabela 19 indica as percentagens de granulado e ligante borracha Uneresin 4076, e o respectivo peso equivalente.

AMOSTRA D - Granulado de borracha - GB 40-70 e borracha Uneresin 4076

Granulometria	Granulado %	Peso Equivalente	Ligante	**Borracha**	
				Uneresin 4076	
				ISO	POL
FB 00-08 GB 40-70 GB 70-95	50%	210 gr.	50%	140 gr.	70 gr.
	75%	300 gr.	25%	70 gr.	35 gr.
	90%	360 gr.	10%	28 gr.	14 gr.

Tabela 19 – Percentagem de granulado e Borracha Uneresin 4076

Na tabela 20 a amostra com a proporção 50% - 50% é perceptível o granulado imerso

Amostra D1.		**Amostra D2.**		**Amostra D3.**	
50% - 50%		75% - 25%		90% - 10%	
Vista Posterior	Vista Superior	Vista Posterior	Vista Superior	Vista Posterior	Vista Superior
					

Tabela 20 - Amostras D - Granulado de borracha - GB 40 - 70 e borracha Uneresin 4076

na borracha Uneresin 4076, ou seja, há excesso de ligante. A amostra com proporção 75% - 25% também apresenta excesso de ligante mas em menor quantidade, visível apenas na parte posterior da amostra. A amostra D com 90% de granulado de borracha e 10% de ligante oferece consistência e certa estabilidade estrutural sem empregar demasiado ligante.

AMOSTRA E - Granulado de borracha - GB 70-95 e borracha Uneresin 4076

As amostras E não diferem muito das apresentadas anteriormente. Apenas é notável um

Amostra E1.		**Amostra E2.**		**Amostra E3.**	
50% - 50%		75% - 25%		90% - 10%	
Vista Posterior	Vista Superior	Vista Posterior	Vista Superior	Vista Posterior	Vista Superior
					

Tabela 21 - Amostras E - Granulado de borracha - GB 7.0 - 9.5 e borracha Uneresin 4076

pequeno aumento da granulometria quando são observadas lado a lado. O excesso de ligante é visível nas amostras com as mesmas proporções que as amostras C.

AMOSTRA F - Granulado de borracha - GB 00-08 e borracha Uneresin 4076

Representada na tabela 22 a amostra F1. com a proporção 50% - 50%, deu origem a

Amostra F1.		**Amostra F2.**		**Amostra F3.**	
50% - 50%		75% - 25%		90% - 10%	
Vista Posterior	Vista Superior	Vista Posterior	Vista Superior	Vista Posterior	Vista Superior
					

Tabela 22 – Amostras F - Granulado de borracha - GB 00-08 e borracha Uneresin 4076

uma massa compacta com pouco elasticidade. O pó de borracha está completamente unido ao ligante. Na amostra F2. é possível perceber alguma resistência à deformação por compressão, e elasticidade resultante da combinação do granulado de borracha com um ligante destas caracteristicas, mas é facilmente danificado com qualquer objecto pontiagudo. A última amostra F3. com a proporção de 90% - 10%, surpreendeu pelo tacto macio e flexível, mas por outro lado a estabilidade estrutural não está assegurada e facilmente é desfeita com o dedo.

Após os vários ensaios, concluímos que a amostra mais adequada para a realização

6.2.2 Selecção do compósito e avaliação do contributo para a sustentabilidade/

deste trabalho é a **amostra B3**. A escolha incidiu principalmente na amostra composta por 10% de ligante da resina epoxy HB 2001 com 90% de borracha reciclada de pneus usados com uma granulometria que varia entre os 7 mm e os 9,5 mm. Esta emprega a percentagem mínima de ligante de modo a garantir a integridade estrutural da peça e ao mesmo tempo integrar a maior quantidade de granulado. Os grãos angulares de maior dimensão e mais definidos em relação às restantes granulometrias em estudo criam um aspecto único e interessante. O facto de o material se encontrar na forma de grãos com uma pequena variação de granulometrias, permite uma boa adaptação e preenchimento a uma infinidade de figuras desde que se possuam moldes e formas adequadas.

Novamente com recurso ao Programa CES e a ferramenta Eco Audit Project, foi feita uma aproximação do impacto ambiental (em termos CO2 e energia).

Os gráficos seguintes (gráficos 20 e 21) apresentam a avaliação para a Borracha de butadieno estireno, verificando-se como seria de esperar um elevado peso na fase de produção do material, o que no nosso caso não acontece uma vez que a matéria - prima, o granulado de borracha, resulta da reciclagem dos pneus usados, ou seja não entra esta parcela no cálculo global. Em relação ao fim de vida escolhemos o melhor cenário (em coerência com os outros materiais, como por exemplo o PE - 100% reciclável) que seria ainda ser reutilizado através da incorporação em betuminosas, ou até mesmo a valorização energética, o que vem reforçar ainda mais a diminuição do impacto ambiental.

Nos gráficos 22 e 23 avalia-se o impacto ambiental da resina epoxídica usada como

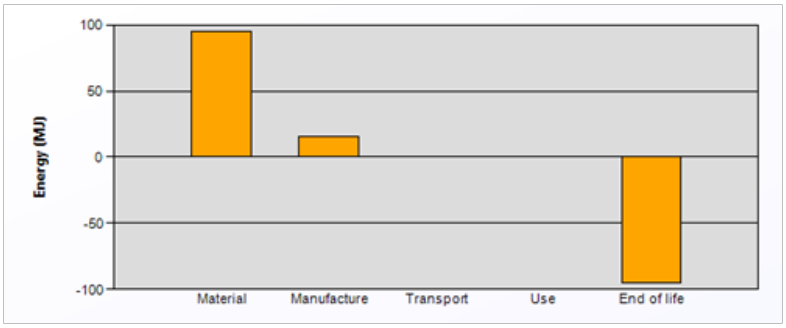


Gráfico 20 - Borracha de butadieno estireno (SBR) - Energy summary, CES 2011

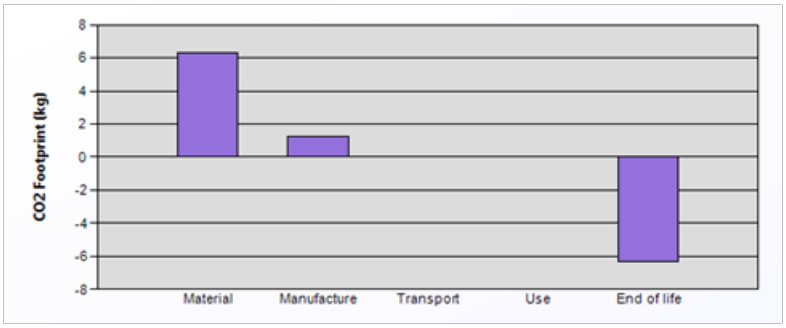


Gráfico 21 - Borracha de butadieno estireno (SBR) - CO2 Footprint summary, CES 2011

Phase	Energy (MJ)	Energy (%)	CO2 (kg)	CO2 (%)
Material	~~95,3~~	~~590,4~~	~~6,3~~	~~490,9~~
Manufacture	15,9	98,8	1,3	99,1
Transport	0,0	0,0	0,0	0,0
Use	0,0	0,0	0,0	0,0
End of life	-95,1	-589,2	-6,3	-489,9
Total	**16,1**	**100**	**1,3**	**100**
Total*	**- 79,2**	**- 490,4**	**- 5**	**- 390,8**

O Total*, apresenta o resultado do somatório das fases do ciclo de vida do material considerado que no novo composto, a borracha de reciclado de pneu, não se considera a fase relativa ao material (a vermelho) porque se trata de uma matéria-prima secundária. (Assumiu-se que fase de produção do granulado não teria um peso significativo).

Tabela 23 - Borracha de butadiene estireno (SBR) - Energy and CO2 Footprint summary, CES 2011

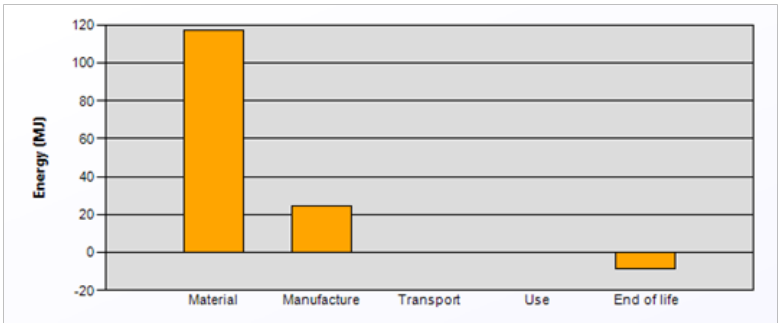


Gráfico 22 - Epoxy - Energy summary, CES 2010

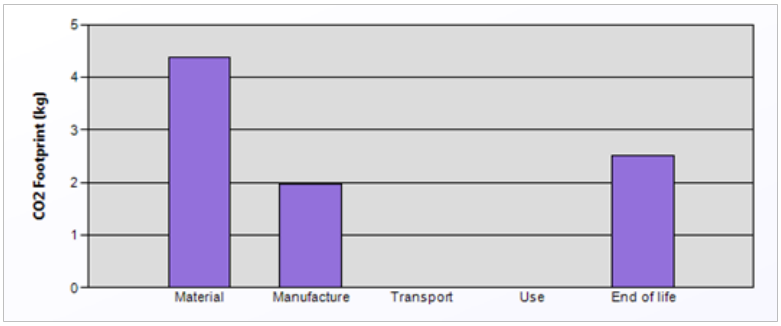


Gráfico 23 - Epoxy - CO2 Footprint summary, CES 2010

Phase	Energy (MJ)	Energy (%)	CO2 (kg)	CO2 (%)
Material	116,8	87,9	4,4	49,4
Manufacture	24,7	18,6	2,0	22,3
Transport	0,0	0,0	0,0	0,0
Use	0,0	0,0	0,0	0,0
End of life	-8,7	-6,6	2,5	28,3
Total	**132,8**	**100**	**8,9**	**100**

Tabela 24 - Epoxy - Energy and CO2 Footprint summary, CES 2010

ligante para o granulado de borracha dos pneus velhos. A percentagem utilizada para o novo composto foi de 10% de ligante para 90% de granulado de borracha, considerando este valores o resultado em termo de energia e CO2 é o seguinte:

Cálculo da energia : (0.1x 132.8) + (0.9 x -79,2)= - 71,28 Mj
Cálculo do CO2 : (8,9 x 0,1) + (0.9 x -5) = - 3,61 Kg CO2

Ou seja, tanto em termos de energia como de libertação de CO2, como se estava a espera, há uma contribuição para a diminuição do impacto ambiental. O que vai de encontro ao desenvolvimento sustentável e objectivo desta dissertação.

O trabalho iniciou-se com a medição e corte de uma placa de contraplacado pintado,

6.2.3 Processo de fabrico/

obtendo assim o número certo de placas para a execução do paralelepípedo que serve como molde para o banco. Após aparafusadas todas as tábuas foi necessário limpar o molde com papel e álcool, deixando-o livre de qualquer impureza. Foi aplicado com um pincel o desmoldante e deixado secar. Segue-se a prepação da resina HB 2001 com o respectivo endurecedor numa proporção de 20% de endurecedor para 100%. Para misturar o granulado com a resina foi usado um berbequim munido de uma pá misturadora para tintas. Foi efectuado o vazamento da mistura no interior do molde e compactado que após um processo de cura de 48 horas foi retirado. Foram necessários 22kg do granulado de borracha e 2,4 kg de ligante.

Legenda da figura 74:

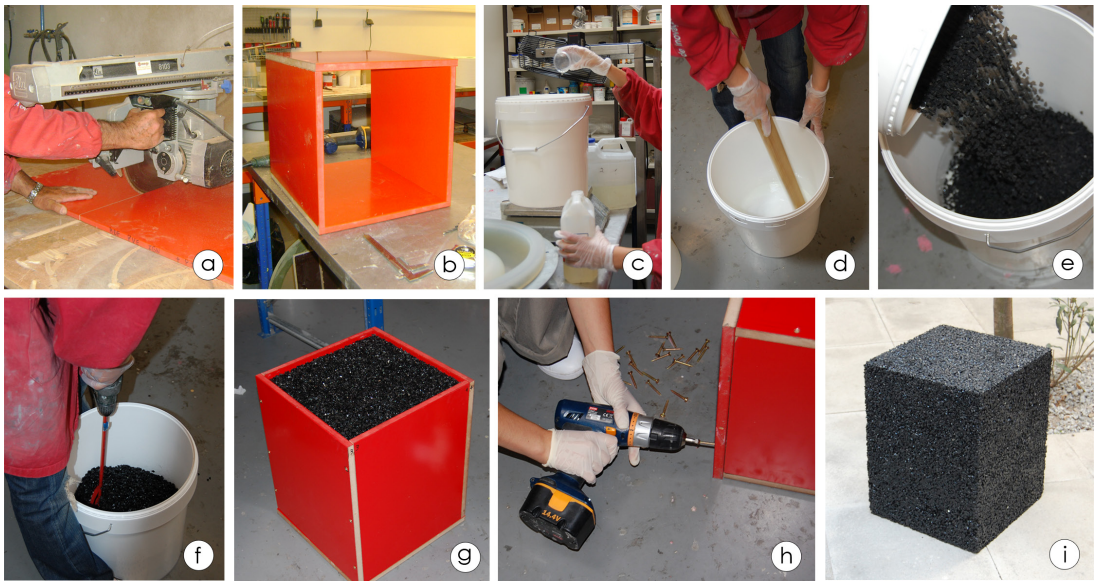


Figura 74 - Fases do processo

a), b) - corte e montagem do molde; c), d) - preparação do ligante com o endurecedor;
e), f) - preparação da mistura; g) - Vazamento; h) - Desmoldagem; i) - Peça final.

6.3 PROTÓTIPO/

Nas figuras seguintes é apresentado o protótipo em ambiente real e em detalhe.



Figura 75 - Protótipo em ambiente real



Figura 76 – Imagem geral do protótipo



Figura 79 – Protótipo a ser utilizado



Figura 78 – Protótipo em ambiente real



Figura 77 – Pormenor do protótipo em contacto directo com o utilizador

A aparência obtida no protótipo do banco assemelha-se muito à textura desenvolvidas pela designer Gitta Gschwendtner para a marca Quinze & Milan. As jarras "Soft Crystal Vases" (figura 81) são produzidas apenas com cristais negros e resina de silicone. O projecto Swarovski Elements at work, na qual, desafiou um grupo de designers internacionais e as melhores marcas mundiais de design industrial para desvendar novas e inesperadas aplicações para os cristais soltos e lapidados da Swarovski. O resultado foi uma variedade de peças de mobiliário e produtos com incorporação de cristais que se tornaram em peças únicas de design (Swarovki Elements 2010).

A textura produzida pelos cristais soltos e cuidadosamente colocados de maneira a parecer aleatório e despreocupado é muito semelhante à textura produzida pelos granulados de borracha reciclada dos pneus usados (figura 80). Dois materiais com propriedades e características completamente distintos conseguem texturas muito semelhantes. Os cristais Swarovski são conhecidos pela sua elevada qualidade, precisão, e brilho que faz deles os mais conceituados e famosos cristais do mundo. Ao contrário do granulado de borracha que é menosprezado, os cristais Swarovski estão associados a produtos de luxo. Talvez um dia o granulado de borracha seja considerado um produto de excelência, de alto valor acrescentado e com fortes aplicações no âmbito do design.



Figura 81 - jarras, Soft Crystal Vases, Quinze & Milan, (Dezeen 2010)

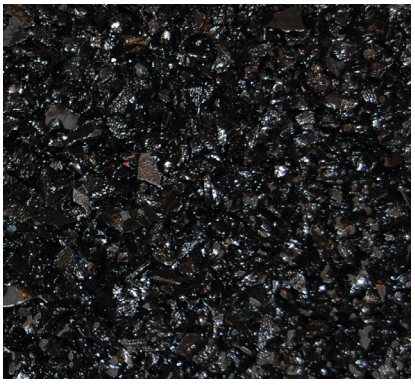


Figura 80 - Pormenor do granulado de borracha

6.4 ANÁLISE DOS CUSTOS/

Durante o processo de desenvolvimento de produtos é necessário assegurar que os conceitos e ideias novas que se estão a desenvolver estão dentro do orçamento e tempo estimados. No entanto, muitas vezes os designers trabalham na procura das melhores opções e consequentemente melhores resultados, o que pode aumentar potencialmente os custos e tempo de produção. A realização do protótipo foi possível graças ao INEGI que forneceu parte do material, disponibilizou os equipamentos necessários e ajuda técnica em todo o processo de fabrico. O granulado de borracha foi cedido pela empresa Biosafe que se dedica à produção e comercialização de granulado de borracha reciclada de pneus. A análise dos custos apresenta um valor aproximado do real.

1. Matéria-prima:

Designação do produto	**Tipo**	**Fabricante**	**Fornecedor**	**Preço**	**Refª**	**Quant.**	**Custo**
Resina	epóxido	Camattini	HB Quimica	7 €/kg	HB 2001	2,4 Kg	16,8 €
Granulado de borracha	elastómero	Biosafe	Biosafe	230 €/ton	GB 70-95	22 Kg	5,06 €

Tabela 26 - Custos relativos à matéria-prima.

2. Mão-de-obra:

Designação do produto	Nº Pessoas	Tempo (h)	€/h	Custo
Molde	1	2	12	24
Fabrico da peça	1	2	8	16

Tabela 27 - Custos relativos à mão-de-obra

3. Consumíveis:

*preços sem iva

Designação do produto	**Fornecedor**	**Preço* (€) Unitário**	**Quant. minima**	**Refª**	**Qt. usada**	**Preço (€) produção 1 peça**
Luvas	Wurth	14,40	1caixa 100 unid.	Ref. 089946004	4	0,58
Baldes	Plásticos Cirel	2,49	20 unid.	R 0135A 20lts	2	4,98
Cera/desmoldante	Matexplás	19	1 Lt.	Mirror glaze 87	0,02ml	0,38
Álcool etílico 96	AGA	1,24/lt	25 Lt.	4.001.00.00	200 ml	0,25
						TOTAL 6,19 €

Tabela 28 – Custos relativos aos consumíveis.

4. Equipamentos:

						Hora (€)	
Designação do produto	**Preço (€)**	**Ano (€)**	**Mês (€)**	**Dia (€)**	**Hora (€)**	**Margem** 130.00%	**Overheads** 125,00%
Câmara de vácuo	14000	2800	254,55	12,73	1,70	2,21	2,76
Berbequim Bosh KW7 com pá misturadora	150	75	6,25	0,28	0.035	0,0455	0,057
Balança digital 50 kg	220	110	9,16	0,42	0.053	0,0689	0,086

Tabela 29 - Custos relativos ao equipamento.

Os custos estimáveis para a mão-de-obra do molde e fabrico da peça incluem todo o processo envolvido na execução dos mesmos, excepto instalações.

Custo total da peça:

Custos	Material		Mão-de-obra		Equipamento	Consumíveis	**TOTAL**
	Granulado de borracha	Resina	Molde	Fabrico	Diversos	Diversos	
	5,06€	16.8€	24€	16€	1,78€	6,19€	69,83€

Tabela 30 - custo total da peça em estudo.

Por motivos de praticabilidade do projecto, a proposta apresentada no protótipo pretende apenas exemplificar a aplicabilidade do material. A estimativa de custo para o banco é de 69,83€, mas tendo em conta que o molde concederia para produzir 10 peças o preço baixaria para 48,23€. O preço da resina é o mais dispendioso, os custos podem baixar significativamente quando comprado em grandes quantidades, e caso se opte por uma resina mais barata. A estimativa dos custos da peça torna-se essencial para a avaliação do projecto, uma vez que a partir deste se consegue decidir a viabilidade do projecto.





7. CON-CLUSÃO/

7. CONCLUSÃO/

7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS/

Ao longo deste trabalho foi possível perceber que a indústria dos pneus esta cada vez mais consciencializada dos perigos que estas podem causar quando não são tomadas as devidas medidas de gestão dos seus produtos, em todo o seu ciclo de vida. Actualmente na União Europeia existem entidades gestoras responsáveis por implementar práticas ambientalmente correctas, e que todos os intervenientes detenham a responsabilidade da gestão dos pneus usados. A ETRMA, organização europeia dos produtores de pneus e borracha, representa treze países, entre eles Portugal, que tem como objectivos representar os interesses relacionados com a regulamentação e os interesses das indústrias de pneus e borracha, tanto a nível europeu como internacional. Estima-se que na UE ainda existam milhões de pneus usados que foram ilegalmente abandonados. O abandono inadequado de pneus pode, em alguns casos, representar uma potencial ameaça à saúde humana devido ao risco de incêndio, à proliferação e multiplicação de insectos, roedores entre outros geradores de doenças e potencialmente, aumentar os riscos ambientais. A indústria dos pneus consome 70% do total da borracha natural produzida no mundo, e estima-se que durante os próximos 30 anos o consumo duplique. Como tal, é fundamental gerir a fonte de matérias-primas secundárias de forma sustentável e todos as formas de reciclagem e recuperação da borracha para ajudar a preservar este recurso.

Esta tese enquadrou-se numa perspectiva de contribuir para a preservação dos recursos naturais, através da promoção e viabilização de alternativas de concepção e produção de Eco Design, com materiais provenientes das fileiras de reciclagem na linha do desenvolvimento sustentável. O objectivo principal deste trabalho consistiu na procura de novas soluções para o aproveitamento sustentável da borracha dos pneus usados através da integração do seu granulado em objectos de design na área do mobiliário urbano. Neste trabalho seleccionou-se para caso de estudo um componente de mobiliário urbano, um banco de jardim. Esta dissertação teve duas vertentes fundamentais: vertente design, no desenvolvimento do conceito da forma do banco, e na selecção de um material desenvolvendo uma formulação baseada no granulado de borracha reciclada que correspondesse às exigências de um componente de mobiliário urbano, no caso um banco de jardim. Este trabalho passou por uma fase de geração de conceitos, que foram apresentados e discutidos com o responsável de uma empresa da área de mobiliário urbano, de modo a evidenciar o potencial dos conceitos. Face aos requisitos do projecto: simplicidade de formas, conforto e ergonomia, estandardização, facilidade de produção, e sustentabilidade foi seleccionado uma forma paralelepípeda por ser a mais simples e consecutivamente mais viável de executar, mas que permitiu por em evidência o potencial em termos estéticos do material compósito baseado em granulado de pneus reciclados, estudado em paralelo ao longo desta dissertação.

Foram realizados diversas amostras com diferentes granulometrias e diferentes tipos de ligantes. Concluindo assim que a amostra mais adequada a este trabalho é a amostra composta por 90% de granulado de borracha com as dimensões entre os 7,0 mm e os 9,5mm e 10% de ligante de resina epoxy HB2001. A selecção do material compósito incidiu na amostra que integra a maior quantidade de granulado com a percentagem mínima possível de resina de modo a aumentar o carácter sustentável do produto. Após selecção do conceito e da formulação do material foi elaborado um protótipo que esteve a concurso no projecto Prémio Inovação Valorpneu 2010, que pretende contribuir para o desenvolvimento de novas soluções para o destino sustentável dos pneus usados em Portugal. Além disso esteve exposto no INEGI onde demonstrou uma elevada aceitação e despertou mesmo o interesse do desenvolvimento de novo componentes de mobiliário urbano, como um bebedouro.

O mobiliário urbano tem sido alvo de grandes inovações ao longo dos tempos. O design juntamente com as novas tecnologias e os novos materiais tem proporcionado melhorias nesta área. O propósito do trabalho não passou por ser uma solução para a integração das "enormes" quantidades de reciclado de borracha de pneu, mas sim pela valorização e aceitação da aplicação deste tipo de material noutros âmbito em particular de um perspectiva de valorização em termos de utilização como material com capacidade de integrar peças de design. A proximidade destes produtos com os utilizadores tenta criar uma nova imagem do material e maior aceitação por parte dos mesmos. A sustentabilidade como requisito do design é uma ferramenta significativa para o bem da sociedade e dos seus recursos naturais. Como designer o desenvolvimento de produtos visa o que é técnica e tecnologicamente possível ao que é necessariamente ecológico, na criação de novas propostas socialmente aceitáveis e favoráveis ao ambiente.

7.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS/

Os conhecimentos adquiridos durante o desenvolvimento deste projecto e os resultados obtidos podem sempre ser consideravelmente ampliados. Para aperfeiçoar o estudo desenvolvido e/ou dar continuidade ao trabalho realizado nesta dissertação, são apresentadas algumas sugestões para trabalhos futuros:

- As amostras foram realizadas apenas com o granulado de borracha reciclada dos pneus velhos, a incorporação de diferentes materiais reciclados, como por exemplo: refugo de peças de cerâmica, vidro, cortiça, pode dar origem a novas combinações interessantes;

- Realizar estudos com mais tipos de ligantes para obter novos materiais com propriedades diferentes; em particular termoplásticos que favoreceriam a sustentabilidade do projecto.

- Não foi possível uma correcta caracterização do material em termos de propriedade do compósito de granulado de borracha, em particular a sua durabilidade face as condições ambiente (exterior) o que implicaria ensaio específicos e aos quais não foi possível ter acesso no tempo de execução da tese. Mas que sem duvida são necessários de modo a validar todo o projecto.

- Explorar novas ideias e exemplos de aplicações possíveis para os materiais recicláveis de granulado de borracha a partir dos pneus velhos.

BIBLIOGRAFIA/

Agência Portuguesa do Ambiente (2011). Matrec. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território.

Água e Cultura. "Secil inicia novos testes de co-incineração de resíduos não perigosos." Retrieved 8 de Março, 2010, from http://www.aguaonline.co.pt/arquivo/noticias/secil.htm.

Alberto Gomes de Castro (1988). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - Ciência e Tecnologia dos Materiais - As matérias plásticas. Gondomar, Intelecto.

AMOP. (2009). "Urban Concept." Retrieved 26 de janeiro, 2010, from http://www.amop.pt/urban/.

ANIP. (2004). "Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos - quem somos/fabricação." Retrieved 18 de junho, 2011, from http://www.anip.com.br/?cont=fabricacao.

APIB (2006). ETRMA - Organização que substitui o BLIC. Boletim Informativo da Associação Portuguesa dos Industriais da Borracha. n.º17.

Architect. (2010). "RUBBiSH (Recycled Rubber Sinks)." Retrieved 3 de Abril, 2011, from http://www.architectmagazine.com/bath/2010-rd-awards-rubbish-recycled-rubber-sinks.aspx.

Bandague. (2010). "Recauchutagem de pneus a frio, Produtos - processo de recauchutagem." from http://www.bandague.pt/Default.aspx?_Locale=pt&sec=Inicial.

Basel Convention (1999) "on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal - Technical Guidelines on Hazardous Wastes: Identification and Management of Used Tyres." Basel Convention Series/SBC No: 99/008.

Biosafe. (2010a). "Empresa." Retrieved 5 de Março, from http://www.biosafe.pt/empresa/quemsomos.htm.

Biosafe. (2010b). "Notícias." Retrieved 17 de junho, 2011, from http://www.biosafe.pt/noticias/noticias12.htm.

Brandão, Pedro, Miguel Carrelo, and Sofia Águas (2002). O chão da cidade - Guia de avaliação do design de espaço público,. Lisboa, Publicações CPD.

Brandon Christopher Warren (2009). "Mysterious Balloon Gift". flickr.

Brito, Maria da Conceição Furtado (2009). Análise de pavimentos de parques infantis feitos com granulados de pneus usados,. Departamento de Ciências e Tecnologia do Ambiente. Lisboa, Universidade Nova de Lisboa.

Burtynsky, E. (2009). "Photographic Works, Urban Mines - Tires." from http://www.edwardburtynsky.com/index.html.

Campos, Paulo da Silva (2006). Aproveitamento industrial da borracha reciclada de pneus usados. Gestão Ambiental. Aveiro, Universidade do Minho.

Climénia Silva. (2010). "Directora-Geral da Valorpneu, Panorama dos pneus usados em Portugal." from http://www.planetazul.pt/edicoes1/planetazul/desenvArtigo.aspx?c=22526&a=18632&r=37&pesq=1.

Contado ninguém acredita. (2009). "Reutilizar Pneus em prol das crianças." Retrieved 26 de Maio, 2011, from http://diquets.blogspot.com/2010/03/reutilizar-pneus-em-prol-das-criancas.html.

Continental (2008). Tire Basics Passenger Car Tires. Technical literature. Continental AG.

Continental AG (1999). Life Cycle Assessment of a Car Tire. Hannover.

Dezeen. (2010). "9 X 10: Swarovski Elements at Work." Design Magazine Retrieved 9 de Junho, 2010, from http://www.dezeen.com/2010/04/14/9-x-10-swarovski-elements-at-work/.

Diário da República (2001). Decreto-Lei n.º 111/2001 de 6 de Abril. Ministério do Ambiente do Ordenamento do território. N.º 82: 2046- 2050.

Diário da República (2004). Decreto-Lei n.º 43/2004 de 2 de Março. Ministério das Cidades do Ordenamento do território e Ambiente. N.º 52: 1108-1109.

Diário da República (2006). Decreto-lei n.º 178/2006 de 5 de Setembro. Ministério do Ambiente do Ordenamento do território e do Desenvolvimento Regional. N.º 171: 6526-6545.

Diário da República (2008). Despacho n.º 31203/2008 de 4 de Dezembro de 2008. Ministério do Ambiente do Ordenamento do território e do Desenvolvimento Regional e da Economia e da Inovação. N.º 235: 49073- 49076.

Directiva 75/442/CEE do Conselho de 15 de Julho de 1975 relativa aos resíduos. Jornal Oficial das Comunidades Europeias nº L 194 de 25/07/1975 p. 0039-0041.

Directiva 91/156/CEE do Conselho de 18 de Março de 1991. Jornal Oficial das Comunidades Europeias nº L 078 de 26/03/1991 p. 0032 - 0037.

Directiva 1999/31/CE do Conselho de 26 de Abril de 1999 relativa à deposição de resíduos em aterros. Jornal Oficial da União Europeia (27.4.2006) L 114/9.

Directiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de Novembro de 2008 relativa aos resíduos e revoga certas directivas. Jornal Oficial da União Europeia L312/3.

Dunlop. (2009). "Histórico." from http://www.dunlop.eu/dunlop_ptpt/what_sets_dunlop_apart/history/#.

ETRMA. (2006). "About ETRMA,Missions." Retrieved 3 de Fevereiro, 2010, from http://www.etrma.org/public/aboutmissions.asp.

ETRMA. (2008). “Energy recovery.” from
http://www.etrma.org/public/activitieseofltrecov.asp.

ETRMA (2010a) “Signs of timid recovery in 2009.”

ETRMA (2010b) “End of life tyres, A valuable resource with growing potential 2010 edition.”

ETRMA. (2010c). “About ETRMA, History.” Retrieved 3 de Fevereiro, 2010, from
http://www.etrma.org/public/abouthistory.asp.

Extruplás. (2010). “Produtos.” Retrieved 16 de Janeiro de 2010, from
http://www.extruplas.com/.

Ferrari, Celson (2004). Dicionário de Urbanismo, Disal Editora.

Gehl, Jan , and Lars Gemzoe (2002). Novos espaços urbanos. Barcelona, Gustavo Gili, SA.

IGAOT (2006). Inspecção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território,
Relatório temático sobre o resultado das inspecções a indústrias de reconstrução de pneus (recauchutagens).

ISO 14040 (1997). Environmental management - Life cycle assessment
-Principles and framework. International Organization for Standardization.

Ji-Won Jang, Taek-Soo Yoo, Jae-Hyun Oh, Iwao Iwasaki (1998).
“Discarded tire recycling practices in the United States, Japan and Korea.” Resources, Conservation and Recycling Volume 22(Issues 1-2): 1-14.

Kaboodle. (2011). “Recycled Horse Tire Swing.” Retrieved 24 de Maio, 2011, from
http://www.kaboodle.com/reviews/large-tire-swing--horse-themed-gifts-clothing-jewelry-accessories-all-for-horse-lovers.

Keil Amaral, Francisco P. , and José Santa-bárbara (2002). Mobiliário dos espaços urbanos em Portugal. Mirandela, João Azevedo Editor.

Larus. (2010). “Artigos para Construção e Equipamentos Lda - Catálogo Larus mobiliário.”
26 de Janeiro, from http://www.larus.pt/.

Manzini, Ezio, and Carlo Vezzoli (2008). O desenvolvimento de produtos sustentáveis os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo, Brasil, Ed. da Universidade de São Paulo.

Marques, A. T. (1988). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - Ciência e Tecnologia dos Materiais - Pláticos reforçados. Gondomar, Intelecto.

Maryland Environmental Service. (2004). “Scrap Tire Demonstration Projects.”
Retrieved 24 de Maio, 2011, from
http://www.menv.com/scraptiredemonstrationprojects.shtml.

Matrec. (2011). "Eco-Materiali - Gomma." Retrieved 30 de Maio, 2011, from http://www.matrec.it/Materials/Material,mtid,5,mid,192,intLangID,1.html.

Maxxis. (2011). "How a Tire is Made." Retrieved 20 de junho 2011, from http://www.maxxis.com/AutomobileLight-Truck/How-a-Tire-is-Made.aspx.

Michelin. (2005). Retrieved 23 de janeiro, 2010, from http://www.michelin.pt/pt/auto/auto_cons_bib_qu_est_pne.jsp.

Michelin. (2009). Retrieved 23 janeiro, 2010, from http://www.michelintransport.com/ple/front/affich.jsp?codeRubrique=33&lang=PT.

Minguet, J. M. (2007). Arquitectura da Paisagem - Mobiliário Urbano, Editora Monsa.

Norman, D. A. (2004). Emotional design: why we love (or hate) every day things. NewYork, BASIC BOOKS.

Nortenha. (2010). "Pneus - A construcção de pneus." from http://www.recnor.pt/nortenha.php?opcao=61&opcao2=38&menu=090.

Oliveira, J. F. Santos, Benilde Mendes, and Nuno Lapa (2009). Resíduos- Gestão, Tratamento e a sua Problemática em Portugal, Lidel- edições técnicas, Ida.

Paul, John P. (2006). Recycling, Rubber Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology (Wiley) Vol. 21.

Paulo Ferrão, P. R., Paulo Silva, (2008) "A management system for end-of-life tyres: A Portuguese case study." Waste Management Volume 28, 604-614

Pneus-pt. (2008). "História do pneu." from http://www.pneus-pt.com/historia_pneu.php.

Recipneu. (2011). "Empresa-Tecnologia." Retrieved 5 de Março, from http://www.recipneu.com/artigo.aspx?cntx=e%2BPnm90fCCZ5DOmlMcHrM24payTbIoxHu%2FOMrAQB36m%2B59srzugeOCb5BIFHx%2FHY.

Recytyre. (2008). "Jaarverslag 2008." from http://www.recytyre.be/media/6466/jaarverslag-recytyre-2008.pdf.

Reschner, Kurt (2008). "Scrap Tire Recycling,A Summary of Prevalent Disposal and Recycling Methods." Retrieved 8 de Março, from http://www.entire-engineering.de/en1.htm.

Rodrigues, Maria João, Pedro Fialho de Sousa, and Horácio Bonifácio (2005) Vocabulário técnico e crítico de Arquitectura, Quimera Editores.

Sardinha, Augusto Manuel (1988). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - Ciência e Tecnologia dos Materiais - A madeira. Gongomar, Intelecto.

Secil (2009). Valorizar: Biodiversidade na Arrábida Secil. N.6

Soinca. (2010). "Artigos - Pavimentos de segurança In-situ." Retrieved 17 de junho, 2011, from http://www.soinca.pt/item.php?id=288.

Swarovki Elements. (2010). "The Experience." Retrieved 9 de Junho, 2010, from http://www.swarovski-elements.com/Content.Node/index.php?/en/experience/atwork/gschwendtner#/en/experience/atwork/gschwendtner.

Uneco (2008). UNERESIN 4076 Iso con UNERESIN 4076 Pol. Badalona, Espanha

Valorpneu (2008). Dossier - Promoção da prevenção de resíduos - pneus usados.

Valorpneu. (2009a). "Sobre a Valorpneu." Retrieved 28 de janeiro, 2010, from http://www.valorpneu.pt/artigo.aspx?lang=pt&id_object=49&name=Quem-Somos.

Valorpneu. (2009b). "Conheça o Sistema SGPU." Retrieved 28 de janeiro,from http://www.valorpneu.pt/artigo.aspx?lang=pt&id_object=74&name=Modelo-Operacional-e-Financeiro.

Valorpneu. (2009c). "Pneus usados na Europa." Retrieved 28 de janeiro, from http://www.valorpneu.pt/artigo.aspx?lang=pt&id_object=336&name=A-Gestao-de-Pneus-Usados-na-Europa.

Valorpneu. (2009d). "Soluções para pneus usados." Retrieved 16 de Fevereiro, from http://www.valorpneu.pt/artigo.aspx?lang=pt&id_object=224&name=Reutilizacao-para-Outros-Fins.

Valorpneu (2010). Relatório anual&contas 2009, Valorpneu Sociedade de Gestão de Pneus,LDA.

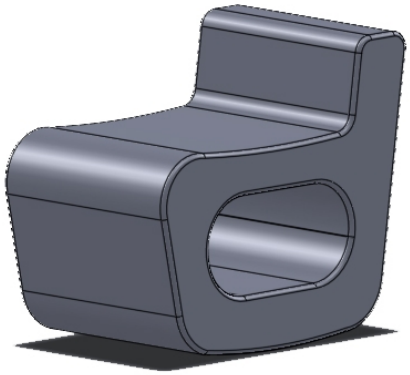
Valorpneu (2011). "Valorpneu alcança metas de recolha e valorização em 2010." Info Valorpneu - porque existe amanhã N.º 14 Abril de 2011.

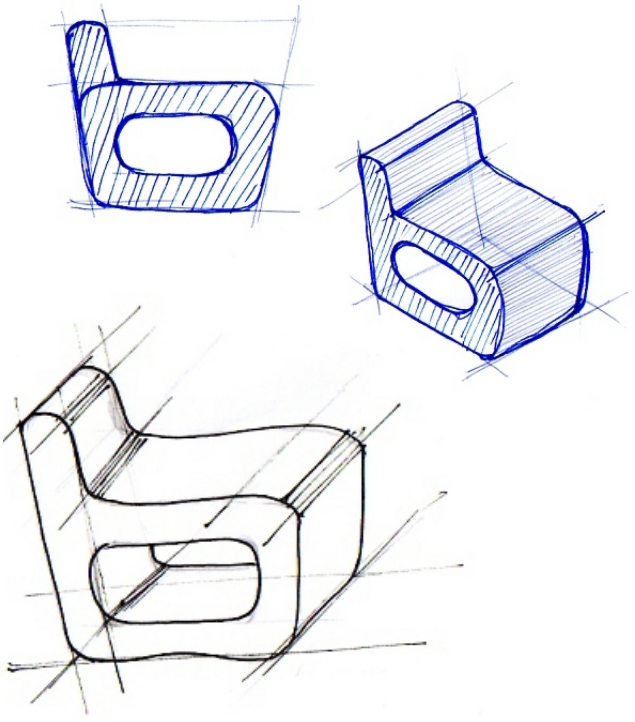
WBCSD (2008) "World Business Council for Sustainable Development, Managing End-of-Life Tires."

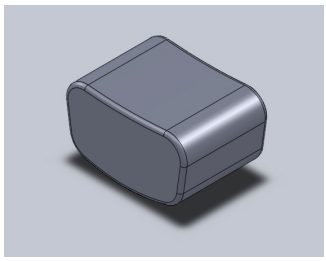
Wrap (2006). The Waste & Resources Action Programme - The Differences in Post-Consumer Tyre Processing: Ambient vs Cryogenic; Devulcanisation; Pyrolysis. Virginia USA.

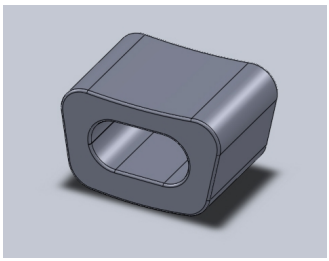
APÊNDICE/

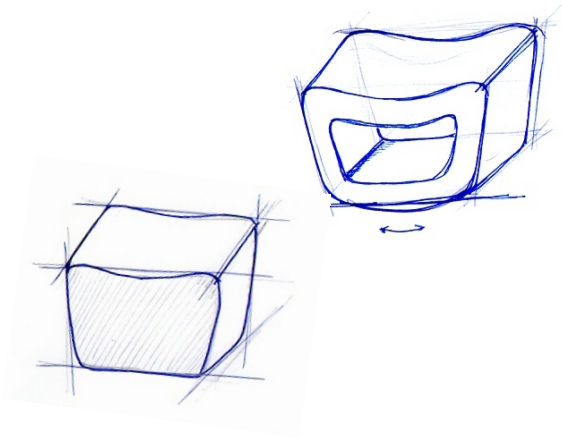
ESBOÇOS/

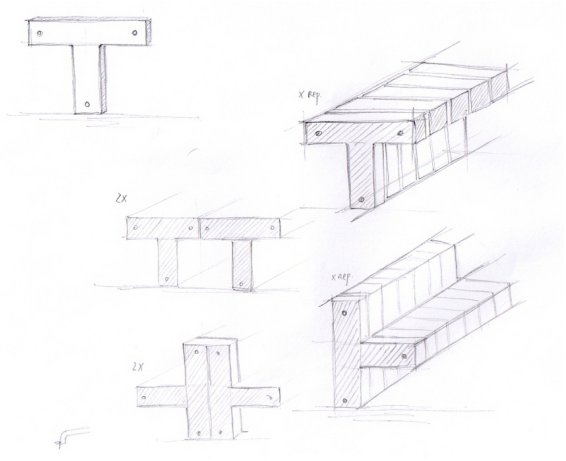








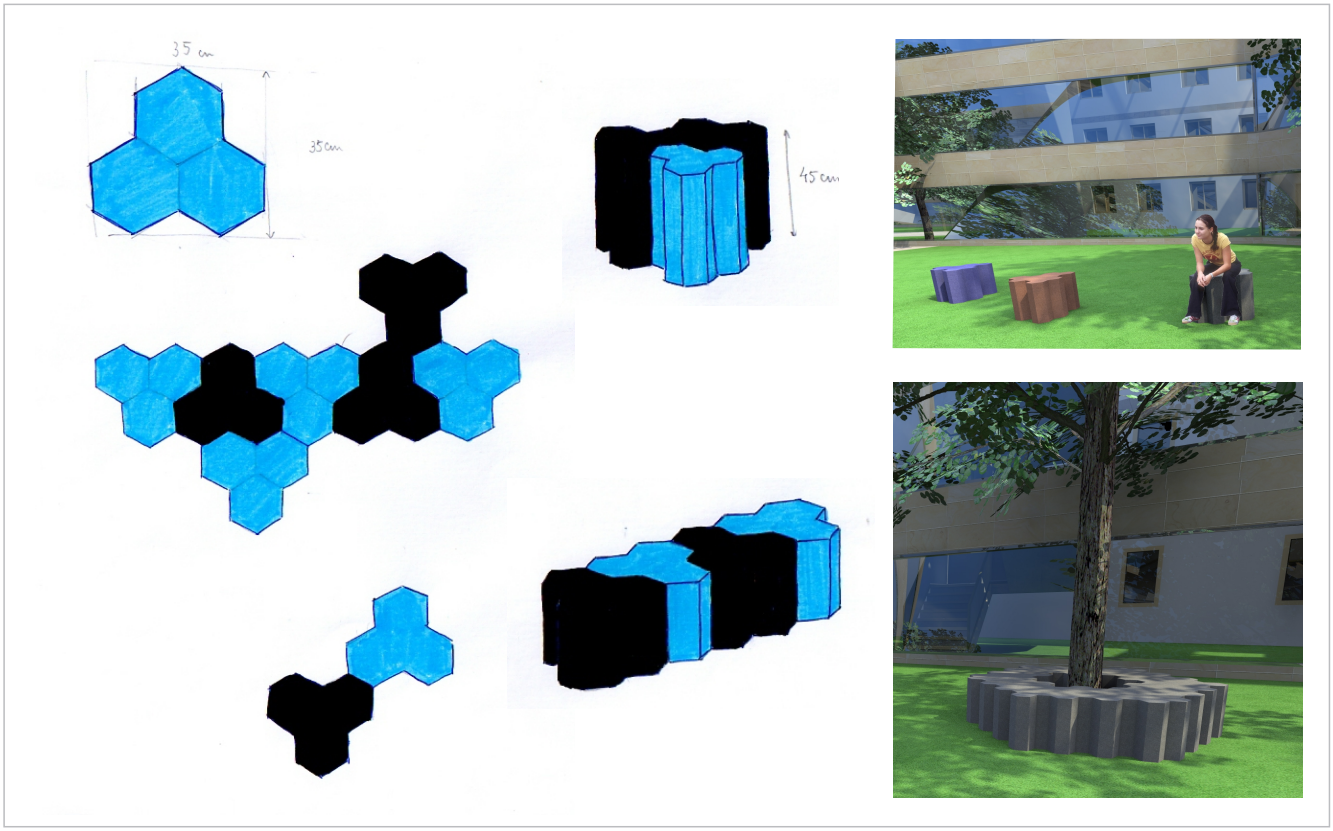


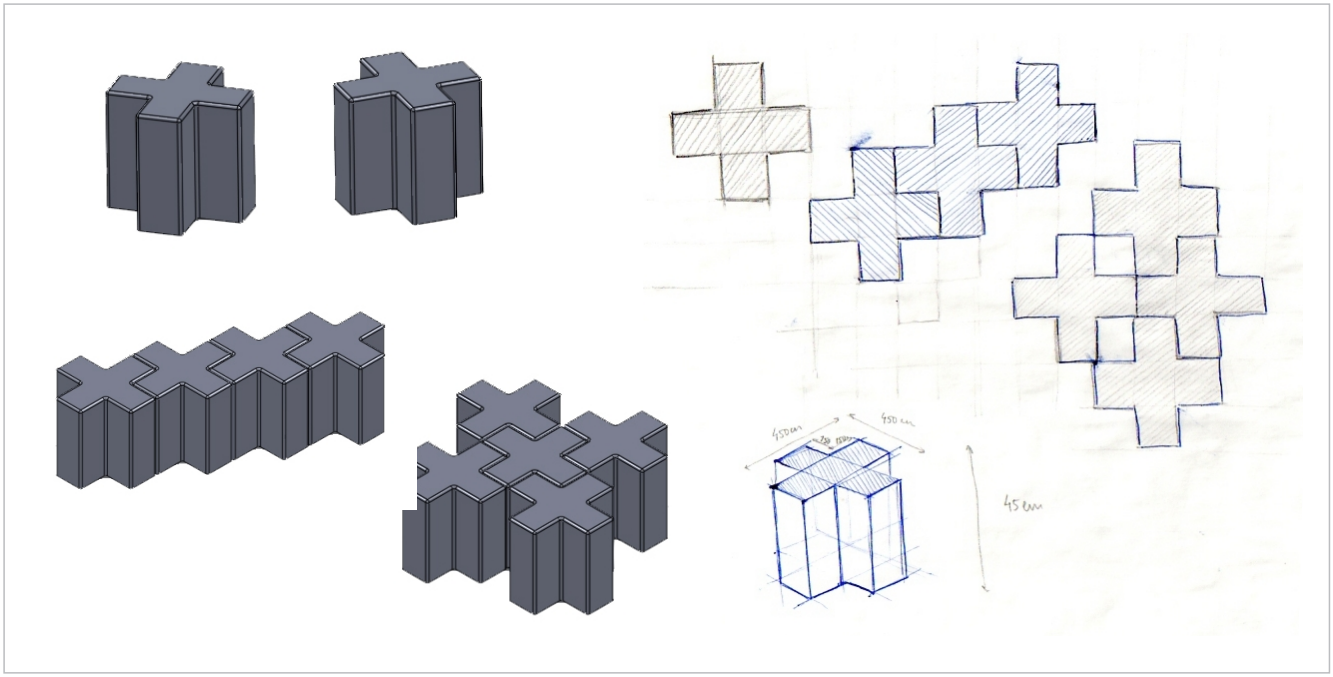


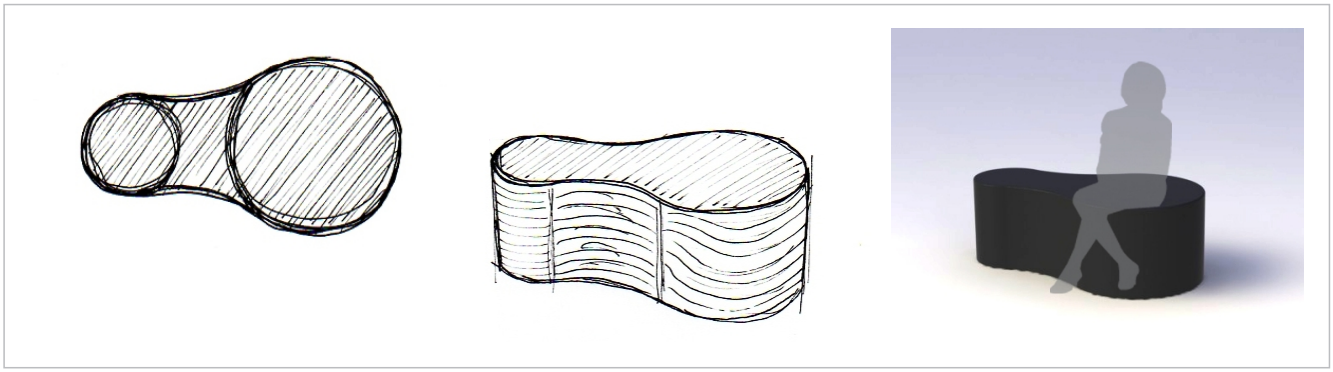




ESBOÇOS/







FICHA TÉCNICA/

HB QUIMICA - REPRESENTAÇÕES COMÉRCIO E SERVIÇOS, LDA
Sede: Rua Dr. Joaquim Nogueira dos Santos, 870, 3º Dtº
4475 - 474 NOGUEIRA DA MAIA
Armazém / Escritório: Trav. De Gatões, Armazém A
4460-886 CUSTÓIAS MTS
hjbarros@netcabo.pt - Capital Social 5.000,00 € - Mat. C.R.C Maia sob o nº 57910
Tlf: 93.9697781 / 22.9542787 Fax: 22.9531156 / 22.9601800
N.C. 505 435 730

FOLHA TÉCNICA

HB 2001 A + B

GENERALIDADES:

Fabricante Camattini

APLICAÇÕES:

O HB 2001 é uma epóxi destinada à aglomeração de granulado de sílica no reforço de moldes em várias indústrias.

CARACTERÍSTICAS:

ltifuncional. Facilidade de utilização. A baixa viscosidade. Alta capacidade de aglutinação.Boa molhagem e
ésão ao gel coat. Grande estabilidade dimensional.

PRECAUÇÕES NA UTILIZAÇÃO:

Durante o uso seguir, estritamente, as regras de higiene de trabalho apropriadas: locais ventilados, uso de luvas e óculos e máscara de protecção.

ARMAZENAGEM:

Este produto pode ser conservado durante 12 meses, resguardado da humidade a uma temperatura inferior a 25ºC, em embalagens de origem, sem as abrir.

EMBALAGENS:

RESINA-HB 2001	1 x 25 Kg	*ENDURECEDOR*	1 X 5 Kg

CARACTERÍSTICAS DA MISTURA *RESINA+ENDURECEDOR HB 2001*	PROPORÇÃO DA MISTURA	VISCOSIDADE EM mPa.s	TEMPO ABERTO DA MISTURA, A 25º C	VISCOSIDADE EM mPa.s	TEMPO PARA DESMOLDAGEM
RESINA HB 2001	100 gr	1300			
+			30 MINUTOS	700	9 HORAS
ENDURECEDOR HB 2001	20 gr	200			

CARACTERÍSTICAS DO *HB 2001* APÓS UMA SEMANA A 25º C	UNIDADES	VALOR
DUREZA	Shore D	87
PESO ESPECÍFICO	gr / cc	1,1
Tg (TMA)	0º C	65
RESISTENCIA À RUPTURA ISO 527	Mpa	70
MÓDULO DE ELASTICIDADE EM FLEXÃO ISO 178	Mpa	2100
TEMPO DE ENDURECIMENTO COMPLETO A 25ºC	DIAS	2 A 7

FICHA TÉCNICA

Uneco

Cód.: 40533/40534 UNERESIN 4076 Iso con UNERESIN 4076 Pol

Revisión: 0
Fecha de revisión: enero 2006

Nº F: B 9.2.1/2

SISTEMA FLEXIBLE DE COLADA

1.APLICACIÓN
Moldes para la industria del hormigón, cemento, materiales cerámicos, cera, yeso, plásticos y con propiedades similares a cauchos en los prototipos.

2.PROPIEDADES
Dureza Shore A 80. Excelente colabilidad. Buena desgasificación. Elevada resistencia al desgarro.

3. ESPECIFICACIONES

Relación de mezcla en peso

UNERESIN 4076 Iso	100
UNERESIN 4076 Pol	50

Propiedades de la mezcla

Viscosidad		mPas	1.150 – 1.550
Densidad		g/cm^3	1,02 – 1,06
Color			Ámbar
Dureza Shore A	20ºC		78 – 82
Pot life (200g)	20 ºC	min	22 – 28
Tiempo de curado a RT		hrs.	20 – 24
Resistencia a la tracción	ISO 37	MPa	7,6 – 9,2
Alargamiento a la ruptura	ISO 37	%	800 – 1.000
Ensayo de resistencia al desgarro con incisión de 1mm	EN ISO 34-1	KN/m	16,2 – 17,2

4.ALMACENAMIENTO
La resina y el endurecedor de esta ficha técnica poseen el tiempo de vida indicado si se conservan en un lugar seco, a una temperatura entre 5 y 30ºC en el embalaje original.

5.PRECAUCIONES DE UTILIZACIÓN
ATENCIÓN
Las resinas, endurecedores y productos auxiliares de UNECO, S.A. pueden, generalmente, ser manipulados sin riesgo a condición de respetar ciertas precauciones que se observan normalmente en la manipulación de productos químicos. Los materiales no endurecidos no deben estar en contacto, por ejemplo, con productos alimenticios o con utensilios de cocina y deben, igualmente, tomarse medidas para impedir todo contacto de estos materiales no endurecidos con la piel, pues ello puede tener un efecto negativo sobre personas especialmente sensibles. Normalmente, es necesario llevar guantes impermeables de plástico o caucho así como utilizar una protección para los ojos. Los manipuladores deben limpiarse cuidadosamente la piel después de cada periodo de trabajo, con agua caliente y jabón. Deben evitarse la utilización de disolventes. Deberán utilizarse toallas de papel de un solo uso (no de tejido) para secarse. Se recomienda una ventilación adecuada del lugar de trabajo. Para observar estrictamente las medidas de higiene de trabajo apropiadas, les rogamos consulten el folleto "higiene laboral" en el trato con resinas epoxi y endurecedores, el cual se remitirá previa demanda. Estas precauciones también se hallan descritas en las hojas de seguridad individuales de los productos de UNECO, S.A.

Nuestras recomendaciones y la asistencia técnica que le ofrecemos se basan en el actual nivel de nuestros conocimientos. Cualquier utilización de nuestro producto, para fines o bajo condiciones diferentes a las que nosotros describimos o recomendamos, recae dentro del ámbito de su responsabilidad. Es de su incumbencia verificar la compatibilidad de la utilización y los procesos que usted desarrolle con nuestro producto, la de respetar las buenas prácticas profesionales y la de tener en cuenta, bajo su responsabilidad, los factores específicos de su actividad. Además, le corresponde a usted respetar los derechos de la propiedad a terceros. Nosotros garantizamos la calidad de nuestros productos en el marco de nuestras condiciones generales de venta y suministro.

C/ Guifré, 675
Tel. 93-383.47.11
Fax. 93-396.41.31
Apartado 223
08918 – BADALONA
e-MAIL: uneco@uneco.es

TÜV CERT DIN EN ISO 9001 Certificado:CE03306251

ICICT Grup TÜV Rheinland UNE EN ISO 14001:199 Certificado: 93000036

EMAS