



GUIA TÉCNICO

SECTOR DA FABRICAÇÃO
DE ARTIGOS DE BORRACHA

Lisboa

Novembro 2000

AGRADECIMENTOS

Os autores do presente trabalho agradecem todo o apoio prestado pelas Associações do sector, nomeadamente, A.N.I.R.P. – Associação Nacional dos Industriais de Recauchutagem de Pneus e a A.P.I.B. - Associação Portuguesa dos Industriais de Borracha.

Agradece-se também a colaboração das empresas do sector pelo fornecimento da informação necessária para a elaboração do presente guia.

FICHA TÉCNICA

Coordenação

Eng.º José Miguel Figueiredo
Tel.: 21 7165141 (Ext. 2356)
Fax: 21 7166568
E-mail: jose.figueiredo@mail.ineti.pt

Equipa técnica

Eng^a Ana Gonçalves
Tel.: 21 7165141 (Ext. 2582)
Fax: 21 7166568
E-mail: anamaria.goncalves@mail.ineti.pt

Eng.º Victor Limpo
Tel.: 21 3502927
Fax: 21 7166568
E-mail: victor.limpo@mail.ineti.pt

Dr Paulo Martins
Tel.: 21 7165141 (Ext. 2569)
Fax: 21 7166568
E-mail: paulo.martins@mail.ineti.pt

INETI – Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial
DMTP – Departamento de Materiais e Tecnologias de Produção
Azinhaga dos Lameiros
1649-038 Lisboa

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição percentual das empresas por subsector	4
Figura 2 - Distribuição percentual dos trabalhadores por subsector da <i>Indústria da Borracha</i> .	5
Figura 3 - Distribuição percentual das empresas do sector por escalão de trabalhadores	5
Figura 4 - Distribuição percentual das empresas do subsector da <i>Reconstrução de Pneus e Câmaras de Ar</i> por escalão de trabalhadores	6
Figura 5 - Distribuição percentual das empresas do subsector da <i>Fabricação de Produtos de Borracha</i> por escalão de trabalhadores	6
Figura 6 - Contribuição percentual dos subsectores para o volume de negócios do sector relativo ao ano de 1977	7
Figura 7 - Contribuição percentual das Regiões para o volume de negócios do sector relativo ao ano de 1977	8
Figura 8 - Distribuição Regional das empresas da <i>Indústria da Borracha</i>	8
Figura 9 - Distribuição Regional das empresas do subsector da <i>Reconstrução de Pneus e Câmaras de Ar</i>	9
Figura 10 - Distribuição Regional das empresas do subsector da <i>Fabricação de Produtos de Borracha</i> .	9
Figura 11 – Fluxograma do subsector de <i>Fabricação de Pneus</i> com identificação das matérias primas e resíduos gerados	12

Figura 12 –Fluxograma do subsector de <i>Reconstrução de Pneus</i> com identificação das matérias primas e resíduos gerados	15
Figura 13 - Fluxograma do subsector da <i>Fabricação Produtos de Borracha</i> com identificação das matérias primas e resíduos gerados	19
Figura 14 - Distribuição percentual de grupos de resíduos típicos do subsector da <i>Fabricação de Pneus e Câmaras de Ar</i>	21
Figura 15 - Distribuição percentual de grupos de resíduos típicos do subsector da <i>Reconstrução de Pneus e Câmaras de Ar</i>	22
Figura 16 - Distribuição percentual de grupos de resíduos típicos do subsector da <i>Fabricação de Produtos de Borracha.</i>	22

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Indicadores de caracterização do sector <i>da Indústria da Borracha</i>	3
Quadro 2 - Produção anual de resíduos por subsector <i>da Indústria da Borracha</i>	20
Quadro 3 - Produção anual de resíduos perigosos no sector da <i>Fabricação de Artigos de Borracha</i>	21
Quadro 4 - Classificação/quantificação dos resíduos produzidos anualmente no subsector da <i>Fabricação de Pneus</i> (CAE 25110)	25
Quadro 5 - Classificação/quantificação dos resíduos produzidos anualmente no subsector da <i>Reconstrução de Pneus</i> (CAE 25120)	26
Quadro 6 - Classificação/quantificação dos resíduos produzidos anualmente no subsector da <i>Fabricação de Produtos de Borracha</i> (CAE 25130)	27
Quadro 7 - Classificação/quantificação dos resíduos totais produzidos anualmente no subsector da <i>Fabricação de Artigos de Borracha</i> (CAE 251)	28

1-INTRODUÇÃO

O surgimento da perspectiva ambiental como factor económico, levou a que a indústria nacional se encontre actualmente mais atenta à necessidade de alterar práticas operativas e muitas vezes até processos. A Directiva Comunitária IPPC-96/61, vem neste sentido, frisando a necessidade de integração nos processos produtivos de procedimentos para prevenir a poluição gerada. Torna-se cada vez mais evidente a necessidade da indústria adoptar estratégias preventivas integradas, em substituição das estratégias curativas e pontuais, que têm vindo a ser utilizadas até à data, indo assim ao encontro da actual estratégia nacional e comunitária em matéria de gestão de resíduos. No âmbito do Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais (PNAPRI) elaborou-se, entre outros, o Guia Técnico de Prevenção de Poluição para o Sector da Fabricação de Artigos de Borracha. A sua execução envolveu um vasto trabalho de recolha e tratamento de informação proveniente de várias fontes, com destaque para os dados recolhidos no seguimento de visitas técnicas junto de várias empresas do sector e consulta de entidades a ele ligadas, fontes de informação oficiais e ainda pesquisas bibliográficas em bases de dados nacionais e internacionais.

Este Guia refere as principais opções de prevenção/minimização de resíduos encontradas e que podem ser postas em prática neste sector. Pretende-se demonstrar que a aplicação destas metodologias de redução da geração de resíduos na fonte ou a sua reciclagem, dentro ou fora do processo produtivo, trazem benefícios resultantes da poupança de matérias primas, redução dos custos de tratamento ou da deposição dos resíduos.

2 - OBJECTIVO

O principal objectivo deste Guia é apresentar um conjunto de boas práticas e tecnologias de prevenção/minimização de resíduos, aplicáveis ao Sector da Fabricação de Artigos de Borracha .

É feita a caracterização do sector a nível nacional sob o ponto de vista da sua distribuição geográfica, número de trabalhadores, processos produtivos, resíduos produzidos, etc.

Pretende-se chamar a atenção para as vantagens de natureza técnica, ambiental e, ou económica resultantes da aplicação das tecnologias ou medidas de prevenção de resíduos nos processos produtivos. De facto, e com o surgimento de legislações cada vez mais restritivas, somente com uma perspetivação de fundo relativamente a este problema é possível uma melhor gestão dos resíduos produzidos.

3 - CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR DA FABRICAÇÃO DE ARTIGOS DE BORRACHA

3.1 – Caracterização do Sector

3.1.1 ENQUADRAMENTO DO SECTOR NA INDÚSTRIA NACIONAL

A indústria portuguesa da borracha representa cerca de 0.6% do número total de empresas da indústria transformadora nacional com um volume de emprego e de vendas de 0.7 e 0.6%, respectivamente (GEPE, 1996). Trata-se de um tipo de indústria constituído essencialmente por PME's responsáveis por cerca de 67% do volume de vendas do sector.

A indústria da fabricação de artigos de borracha, com o CAE 25.1, é constituída por tipos de actividades distribuídas pelos seguintes subsectores:

- Fabricação de pneus e câmaras de ar (CAE 25.1.1.0)
- Reconstrução de pneus e câmaras de ar (CAE 25.1.2.0)
- Fabricação de produtos de borracha não especificados (n.e.) (CAE 25.1.3.0), que integra produtos destinados a diversas utilizações nomeadamente em veículos, máquinas, indústria química, calçado, artigos de desporto, etc.

No Quadro 1, são apresentados alguns indicadores de caracterização do sector, segundo dados publicados pelo INE e relativos ao ano de 1997, no entanto, segundo informações das associações do sector, o número de empresas é inferior ao valor apresentado no Quadro 1.

Quadro 1- Indicadores de caracterização do sector da *Indústria da Borracha*

Indicadores	CAE			Total
	25110	25120	25130	
N.º de empresas	3	98	81	182
N.º de trabalhadores	1 338	1 835	1 936	5 109
Volume de negócios 10 ⁶ Esc.	30 085	19 443	18 388	67 916

A estrutura empresarial é bastante diferenciada consoante o segmento produtivo. Em termos de número de empresas, o subsector da fabricação de pneus e câmaras de ar representa cerca de 2% do total, à semelhança da tendência que se observa a nível europeu e mundial, de uma forte concentração da produção num reduzido número de empresas. Em termos mundiais, é de destacar que três empresas são responsáveis, em conjunto, por mais de metade do total de vendas.

As empresas do subsector da Recauchutagem e Reconstrução de Pneus representam cerca de 54% do total das empresas do sector, predominando a empresa de pequena dimensão. Os restantes 44% das empresas pertencem ao subsector da Fabricação de Produtos de Borracha não especificada (ver Figura 1). As empresas concentram-se predominantemente nos distritos de Aveiro, de Braga, de Leiria, de Lisboa e do Porto.

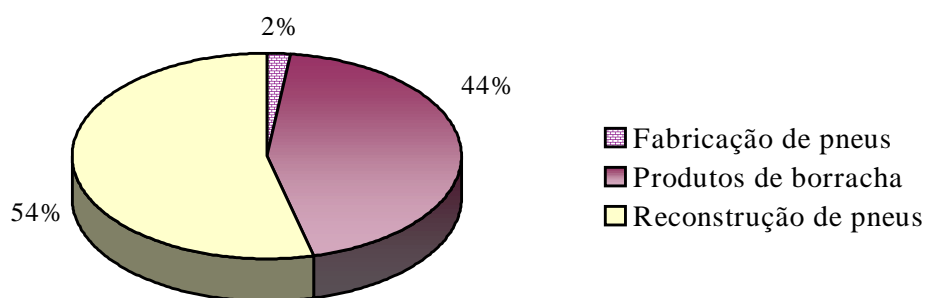


Figura 1 – Distribuição percentual das empresas por subsector

3.1.2 – Estrutura de Emprego

Segundo dados do INE, relativos ao ano de 1997, o número de trabalhadores afectos a este sector eleva-se a 5 109, distribuídos por 182 empresas. Os dados recolhidos na documentação anexa aos Contratos de Adaptação Ambiental e através de inquérito e visitas técnicas às empresas, permitiram caracterizar 51 empresas, entre as quais se encontram as maiores empresas do sector, que empregam 4303 trabalhadores, ou seja, 84% do número total de trabalhadores.

Tal como se ilustra na Figura 2, os trabalhadores da indústria da borracha distribuem-se por ordem decrescente pelos subsectores da seguinte forma:

- Fabricação de produtos de borracha, n.e. - 38%
- Reconstrução de pneus e câmaras de ar - 36%
- Fabricação de pneus e câmaras de ar - 26%

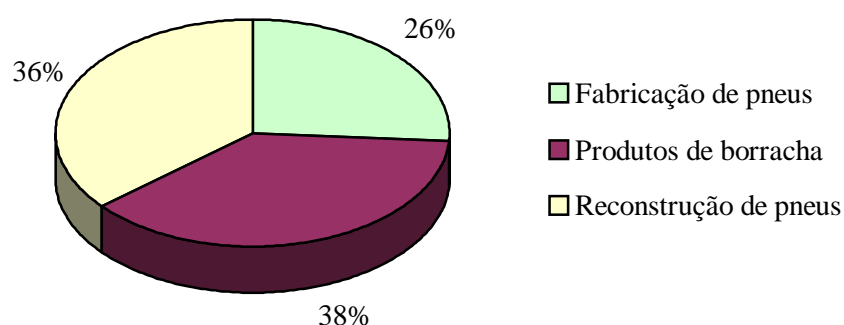


Figura 2 - Distribuição percentual dos trabalhadores por subsector da Indústria da Borracha

Como se pode verificar na Figura 3, 84% das empresas empregam menos de 20 trabalhadores, predominando, portanto, neste sector, as empresas de pequena dimensão.

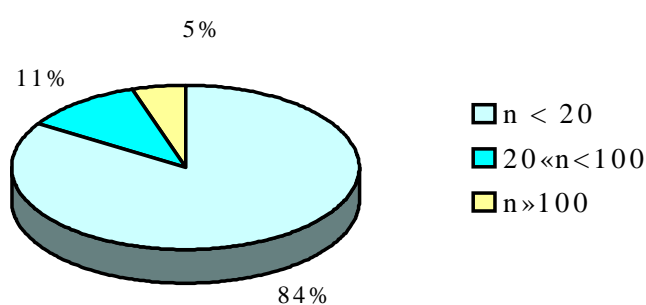


Figura 3 - Distribuição percentual das empresas do sector por escalão de trabalhadores

No subsector da *Fabricação de Pneus e Câmaras de Ar*, as empresas são predominantemente de média e grande dimensão, uma vez que as três empresas existentes empregam 1338 trabalhadores.

No subsector da *Reconstrução de Pneus*, segundo dados do INE para 1997, as 98 empresas empregam 1835 trabalhadores, verificando-se que predominam fortemente as empresas com menos de 20 trabalhadores, tal como se ilustra na Figura 4.

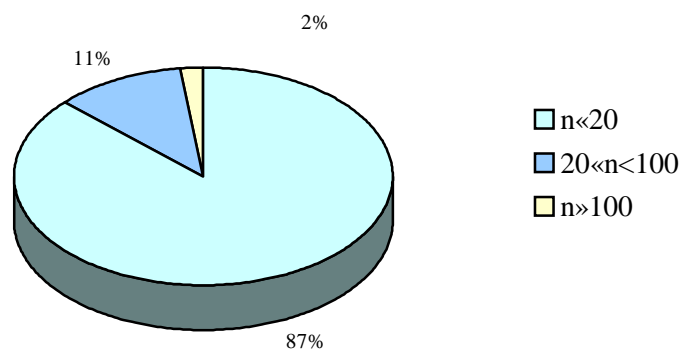


Figura 4 - Distribuição percentual das empresas do subsector da *Reconstrução de Pneus* por escalão de trabalhadores

No subsector da Fabricação de Produtos de Borracha, as 81 empresas empregam 1936 trabalhadores, verificando-se também que neste subsector, predominam, em grande maioria, as empresas com menos de 20 trabalhadores, tal como se ilustra na Figura 5.

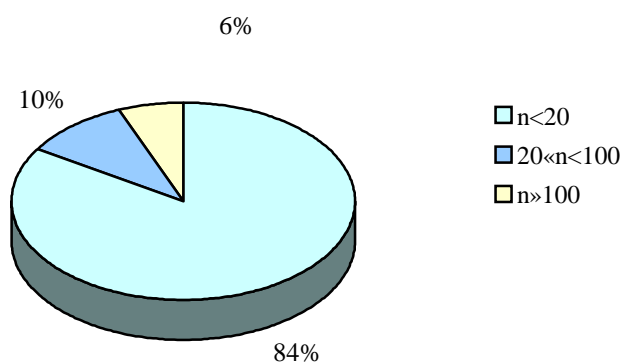


Figura 5 - Distribuição percentual das empresas do subsector da *Fabricação de Produtos de Borracha* por escalão de trabalhadores

3.1.3 – Volume de Negócios

O volume global de negócios para este sector no ano de 1997, segundo dados do INE, atingiu o valor de 67.916 milhões de contos. Tal como se apresenta na Figura 6, o subsector da Fabricação de Pneus e Câmaras de Ar contribuiu com cerca de 44% daquele valor: Os subsectores da Recauchutagem de Pneus e da Fabricação de Produtos de Borracha contribuíram de forma quase idêntica, com valores que atingiram, respectivamente 29 e 27% do total.

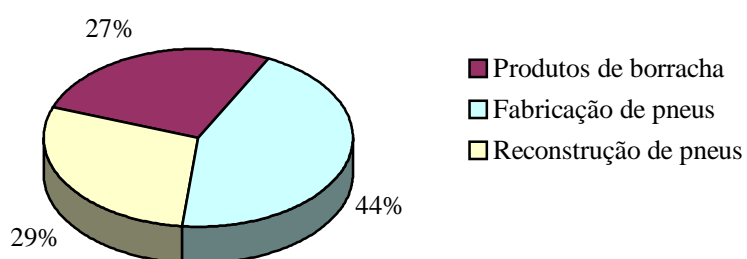


Figura 6 - Contribuição percentual dos subsectores para o volume de negócios do sector, relativo ao ano de 1997.

Em termos regionais, tal como se ilustra na Figura 7, as empresas localizadas na região Norte, contribuíram para 77% do volume de negócios gerado, seguindo-se a região Centro com 14 % e a região de Lisboa e Vale do Tejo com 7%.

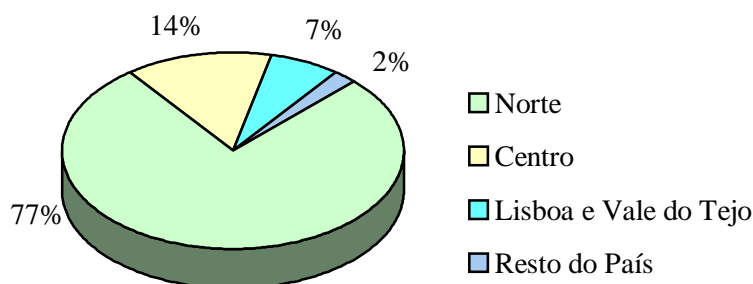


Figura 7 - Contribuição percentual das Regiões para o volume de negócios do sector, relativo ao ano de 1997.

3.1.4 – Distribuição Geográfica

Quanto à distribuição geográfica das empresas no nosso país, verifica-se que estas se localizam nos 18 distritos e regiões autónomas.

No entanto, tal como se ilustra na Figura 8, é na Região Norte que se concentram maioritariamente as empresas do sector. As outras duas regiões onde existem concentrações significativas de empresas, são a região de Lisboa e Vale do Tejo (25%) e a região Centro (19%).

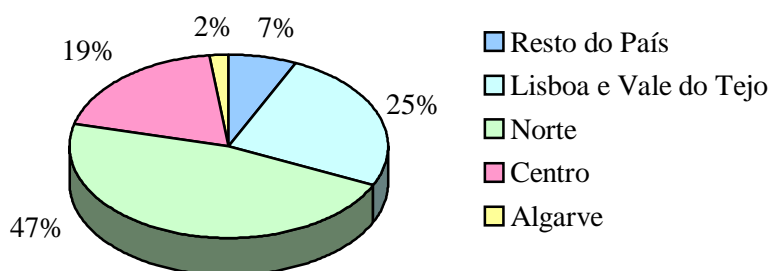


Figura 8 - Distribuição regional das empresas da *Indústria da Borracha*

Das três empresas do subsector *da Fabricação de Pneus e Câmaras de Ar*, duas localizam-se na região Norte e uma na região Centro do país.

Tal como se apresenta na Figura 9, cerca de 36% das empresas do subsector da Reconstrução de Pneus, exerce a sua actividade industrial na região de Lisboa e Vale do Tejo, 3% das empresas exerce a sua actividade no Algarve e a maior parte das empresas, cerca de 61%, exerce a sua actividade nas restantes regiões do país.

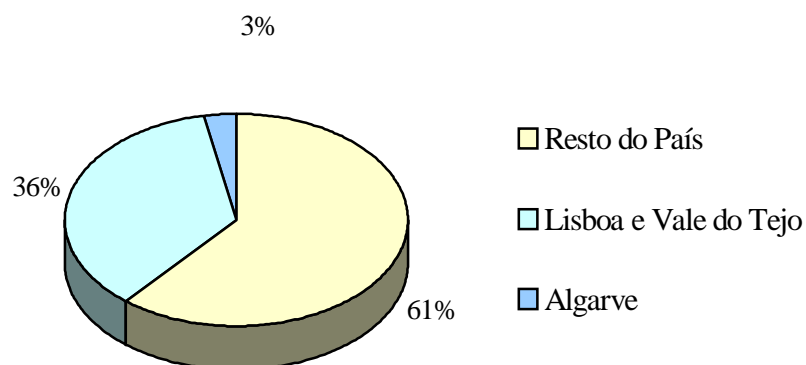


Figura 9 - Distribuição Regional das empresas do subsector da *Reconstrução Pneus e Câmaras de Ar*

No subsector da Fabricação de Produtos de Borracha, a maior parte das empresas, 68%, encontra-se sediada na região Norte do País (Figura 10).

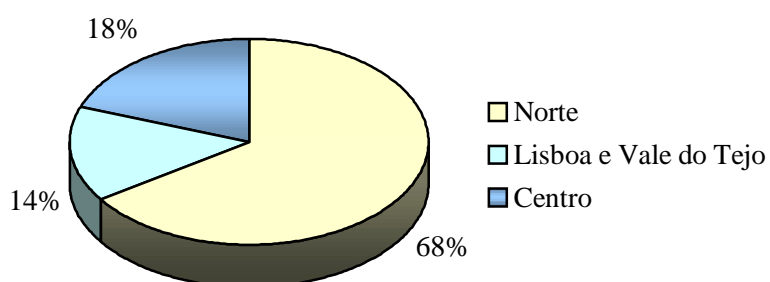


Figura 10 - Distribuição Regional das empresas do subsector da *Fabricação de Produtos de Borracha*

3.2- Breve Descrição dos Processos de Fabrico

Os processos utilizados na indústria da borracha, tal como o tipo de produtos de borracha, são muito variados. Apesar disso, no entanto, existem algumas operações básicas comuns: misturação, extrusão, calandragem, moldagem, construção, vulcanização, inspecção final e acabamentos.

A borracha pura não tem utilidade, as propriedades desejadas como plasticidade, elasticidade, resistência, dureza, resistência à abrasão, impermeabilidade, etc., são conseguidas na sua formulação. Assim, o processo de produção começa pela formulação e preparação da pasta de borracha, segundo formulas já existentes e de acordo com a aplicação final a que se destinam. Uma mistura de borracha compreende, aproximadamente, entre 10 e 20 componentes. Os principais componentes, para além da borracha (natural, sintética ou regenerada), são normalmente do tipo: cargas, plastificantes, agentes de vulcanização, aceleradores e retardadores de vulcanização, pigmentos, etc.

As matérias primas utilizadas neste sector são em parte de origem nacional e em parte de origem estrangeira. A nível nacional, destacam-se entre outras, as produções de: negro de fumo, tecidos, enxofre, óxido de zinco, carbonato de cálcio, caulino, cargas, resinas e óleos de processamento.

Na actividade de reconstrução de pneus, uma parte das matérias primas é adquirida nas empresas de outros segmentos do sector

Os processos de fabrico utilizados variam com os vários subsectores, conforme se trate da fabricação de artigos de borracha, fabricação de pneus, ou ainda da sua reconstrução. Apresentam-se a seguir os fluxogramas dos vários processos de fabrico por subsector, salientando-se, no entanto que existem operações unitárias comuns aos vários subsectores.

Nas Figuras 11, 12 e 13 apresentam-se diagramas esquemáticos de fabrico, de cada subsector, onde se pretende salientar as matérias primas utilizadas e os resíduos gerados por operação ou grupo de operações.

3.2.1 - Subsector da Fabricação de Pneus e Câmaras de Ar

O processo produtivo deste subsector têm por objectivo a produção de pneus ligeiros e comerciais, pneus para scooters, pneus para veículos agrícolas e pneus para veículos pesados.

O processo de fabrico do, subsector da *Fabricação de Pneus e Câmaras de Ar*, em geral, inclui as seguintes operações:

1 – Pesagem

Nesta operação são pesadas as matérias primas necessárias às várias formulações, tais como: borrachas de natureza vária, pigmentos, negro de fumo, aceleradores, retardadores, activadores de vulcanização, etc. Esta pesagem pode ser manual ou automática.

2 - Misturação

Esta operação tem como objectivo a dispersão homogénea dos diversos ingredientes e é levada a cabo em misturadores que podem ser de dois tipos: misturadores internos (banbury) e misturadores de rolos.

O misturador interno possui uma câmara dentro da qual estão dois rotores, de forma especial, que rodam em sentidos opostos e a velocidades diferentes que misturam os diferentes ingredientes.

No misturador aberto existe dois rolos paralelos e horizontais que rodam em sentido inverso e a velocidades diferentes.

O atrito produzido pelo movimento de rotação dos rolos contra a borracha produz o aquecimento da borracha e facilita a sua mistura, as temperaturas podem chegar a 180 °C. Estes misturadores possuem um circuito de refrigeração que impede a subida da temperatura para valores demasiado elevados.

No fim desta operação a borracha ainda sai quente e na forma de uma banda onde as superfícies facilmente aderem umas às outras.

3 - Batch-off

Nesta operação, a borracha quente passa por uma solução aquosa, que constitui um tratamento anti-aderente. As tiras de borracha, após arrefecimento sem ar, são cortadas e empilhadas para utilização posterior. A borracha pode então seguir para as operações de formação, como a **calandragem** de tecidos ou metais, ou a **extrusão** de componentes.

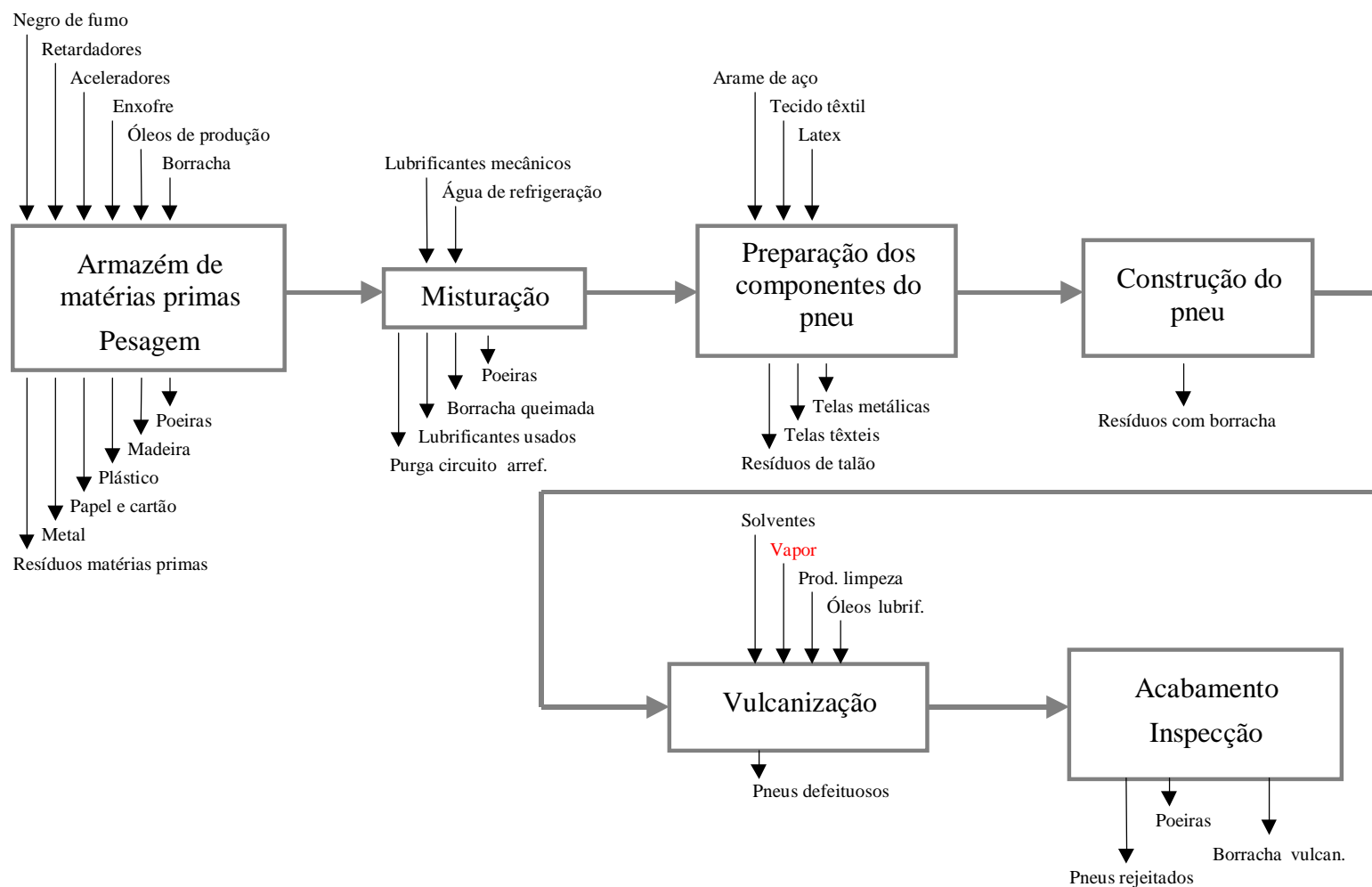


Figura 11 – Fluxograma do subsector da Fabricação de Pneus com identificação das matérias das matérias primas e resíduos gerados

4 - Calandragem

Na calandragem, as tiras de borracha passam por um conjunto de cilindros paralelos e polidos (calandra) e são transformadas em finas folhas de espessura previamente determinada. Nesta operação podem ser incorporados na borracha têxteis, napas e fios ou tecidos metálicos.

As tiras de borracha obtidas, com ou sem os tecidos incorporados, podem ser cortadas com a largura desejada, e seguindo para a montagem.

5 - Extrusão

Esta operação permite obter, após aquecimento a cerca de 150 °C, a forma e espessura desejada fazendo passar a borracha pela extrusora. A borracha é comprimida através da fiação, que pode ter variadas formas de acordo com o perfil final pretendido.

6 - Construção ou montagem do pneu

Normalmente esta operação é realizada na máquina de construção de pneus, onde numa primeira fase, se monta a carcaça, para posteriormente se adicionar as telas metálicas e o piso, completando assim o pneu. O tipo de componentes adicionados em cada uma das fases é função do tipo de pneu a construir. Desta operação resulta o pneu em verde que passa para a fase seguinte, a vulcanização.

7 - Vulcanização

Após a pintura do pneu este é sujeito à vulcanização em prensas. O pneu adquire nesta fase a sua forma e propriedades elastoméricas finais. Para dar a forma ao pneu introduz-se no interior deste um saco, que na altura em que se fecha a prensa é insuflado, comprimindo o pneu em direcção ao molde. O pneu é sujeito a aquecimento indirecto por vapor atingindo temperaturas da ordem dos 200 °C.

8 - Descabelagem

Nesta operação é retirada a borracha em excesso, que resulta da existência de orifícios no molde. Em seguida, o pneu passa para a última fase do processo, a inspecção final.

9 - Inspeção Final

O controle da qualidade do pneus produzidos faz-se através de uma inspeção visual e nalguns casos utilizando uma máquina de raios x. Todos o pneus fazem um teste de uniformidade radial e lateral, sendo ainda alguns deles testados numa máquina de balanceamento.

3.2.2 Subsector da Reconstrução de Pneus e Câmaras de Ar

Este processo produtivo tem como produto final pneus reconstruídos. Pode ser considerado como um processo de reciclagem que utiliza pneus usados como uma das suas matérias primas.

As principais operações neste processo produtivo são:

1 - Recepção e Armazenagem

As carcaças dos pneus são identificadas pelas suas características e armazenadas até à inspeção.

2- Inspeção

As carcaças de pneus são sujeitas a uma análise pormenorizada do seu estado de conservação. Esta operação pode ser realizada utilizando máquinas específicas que ajudam a expor as diferentes partes do pneu, permitindo assim identificar a existência de falhas, defeitos superficiais ou objectos estranhos. As carcaças em boas condições podem seguir directamente para o processo de fabrico ou, em alguns casos, serem sujeitas a reparações.

3- Raspagem ou Grosagem

Esta operação consiste na raspagem da superfície da carcaça para remover a banda de borracha remanescente, de forma a definir a geometria da carcaça e preparar a textura da superfície para receber a nova borracha. Nesta operação poderão ser ainda efectuadas ligeiras reparações, corrigindo pequenos defeitos da carcaça.

4 - Aplicação de cola ou Cimentação

A cola é aplicada na carcaça, previamente preparada, aumentando desta forma a adesão da banda de borracha que colocada na carcaça, formará o novo piso do pneu. A cola é constituída por uma mistura de borracha e solvente.

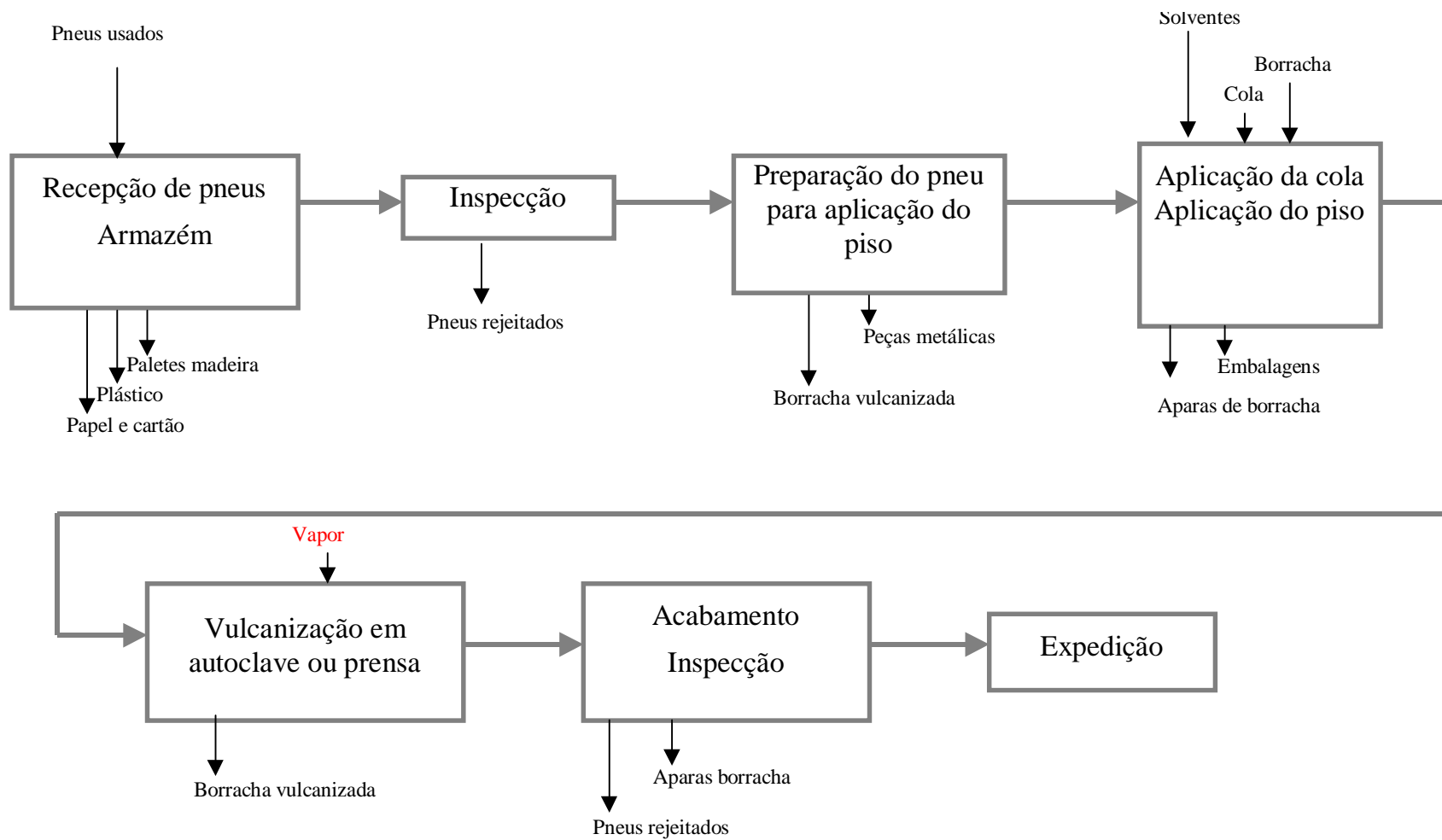


Figura 12– Fluxograma do subsector da Reconstrução de Pneus com identificação das matérias primas e resíduos gerados

5 - Enchimento ou Aplicação do Piso

A aplicação do novo piso na carcaça é feita de acordo com o tipo de vulcanização a que se destina.

No processo a frio, a banda de borracha pré-moldada é colocada na carcaça e procede-se à sua calcação para melhorar a adesão.

No processo a quente, a banda de borracha não vulcanizada é aplicada na carcaça, seguindo depois para o processo de vulcanização por prensa onde adquire a sua forma final.

6 - Vulcanização

No processo a frio é necessário introduzir o pneu em envelopes de borracha, onde por acção do vácuo se promove a adesão do piso à carcaça. O conjunto é introduzido nos autoclaves e sujeito a um ciclo de pressão e temperatura.

No processo a quente, o pneu é introduzido em moldes aquecidos por vapor, adquirindo o perfil de piso pretendido. Devido à temperatura atingida (cerca de 150 °C), a borracha passa por uma transformação química, onde são formadas ligações por pontes de enxofre que conferem à borracha as suas propriedades finais de elastómero.

7 - Inspeção final

Procede-se ao exame rigoroso dos pneus para detecção de eventuais defeitos de moldagem ocorridos no processo de vulcanização. Verifica-se, também, se o pneu obedece às especificações técnicas requeridas.

8 - Acabamentos

São eliminadas as rebarbas/picos resultantes da moldagem e procede-se à pintura da superfície do pneu.

9 - Rotulagem e Expedição

Após identificação do pneu de acordo com as suas características, procede-se ao seu armazenamento.

3.2.3 Subsector da Fabricação de Produtos de Borracha

Neste subsector existe uma larga variedade de processos de fabrico específicos, nomeadamente, para o fabrico de solas, acessórios para automóveis, etc., pelo que as operações abaixo indicadas dizem respeito a um processo genérico para este subsector.

1 - Pesagem

Nesta operação são pesadas as matérias primas necessárias às várias formulações, tais como borrachas de vária natureza: pigmentos, negro de fumo, aceleradores, retardadores, activadores de vulcanização, etc.

2 - Misturação

Esta operação tem como objectivo a dispersão homogénea dos diversos ingredientes e é levada a cabo em misturadores que podem ser de dois tipos: misturadores internos (banbury) e misturadores de rolos.

O misturador interno possui uma câmara dentro da qual estão dois rotores, de forma especial, que rodam em sentidos opostos e a velocidades diferentes que misturam os diferentes ingredientes.

No misturador aberto existe dois rolos paralelos e horizontais que ao rodam em sentido inverso e a velocidades diferentes.

O atrito produzido pelo movimento de rotação dos rolos contra a borracha produz o aquecimento da borracha e facilita a sua mistura, as temperaturas podem chegar a 180 °C. Estes misturadores possuem um circuito de refrigeração que impede a subida da temperatura para valores demasiado elevados.

No fim desta operação a borracha ainda sai quente e na forma de uma banda onde as superfícies facilmente aderem. umas ás outras.

3 - Batch-off

Nesta operação, a borracha quente passa por uma solução aquosa, que constitui um tratamento anti-aderente. As tiras de borracha, após um arrefecimento a ar, são cortadas e empilhadas para utilização posterior. A borracha pode então seguir para as operações de formação como a calandragem de tecidos ou metais, a extrusão de perfis ou a moldagem.

4 - Calandragem

Na calandragem as tiras de borracha passam por um conjunto de cilindros paralelos e polidos (calandra) e são transformadas em finas folhas de espessura previamente determinada. Nesta operação podem ser incorporados na borracha têxteis, napas ou fios metálicos.

As tiras de borracha obtidas podem ser cortadas com a largura desejada e seguir para a vulcanização, para a confecção de produtos mais complexos ou, em certos casos, embaladas, pesadas e distribuídas.

5 - Extrusão

Esta operação permite dar à borracha a forma e espessura desejada fazendo-a passar pela extrusora. A borracha é comprimida através da fieira, que pode ter variadas formas de acordo com o perfil final pretendido. Para conseguir passar pela fieira a borracha atinge temperaturas que podem chegar aos 150 °C.

6 - Moldagem

Na moldagem é dada ao produto a forma pretendida através da utilização de moldes e pela acção do calor. Esta operação de formação é diferente da extrusão e da calandragem, uma vez, que ocorre simultaneamente a formação e a vulcanização. Existem diversos tipos de moldagem, como a moldagem por compressão, por transferência e por injeção.

7 - Vulcanização

Por acção do calor (150 a 170 °C), a borracha passa por uma transformação química onde são formadas ligações por pontes de enxofre que conferem à borracha as suas propriedades finais de elastómero.

Em função do artigo pretendido, a vulcanização pode ser realizada em autoclaves, em fornos de microondas e ainda em prensas (como referido acima na operação de moldagem).

8 - Acabamentos

Os diferentes níveis de exigência dos produtos finais fazem com que exista uma grande variedade de operações de acabamentos. Podem incluir a eliminação de rebarbas, pintura, cosido, halogenação, fresagem, corte, etc.

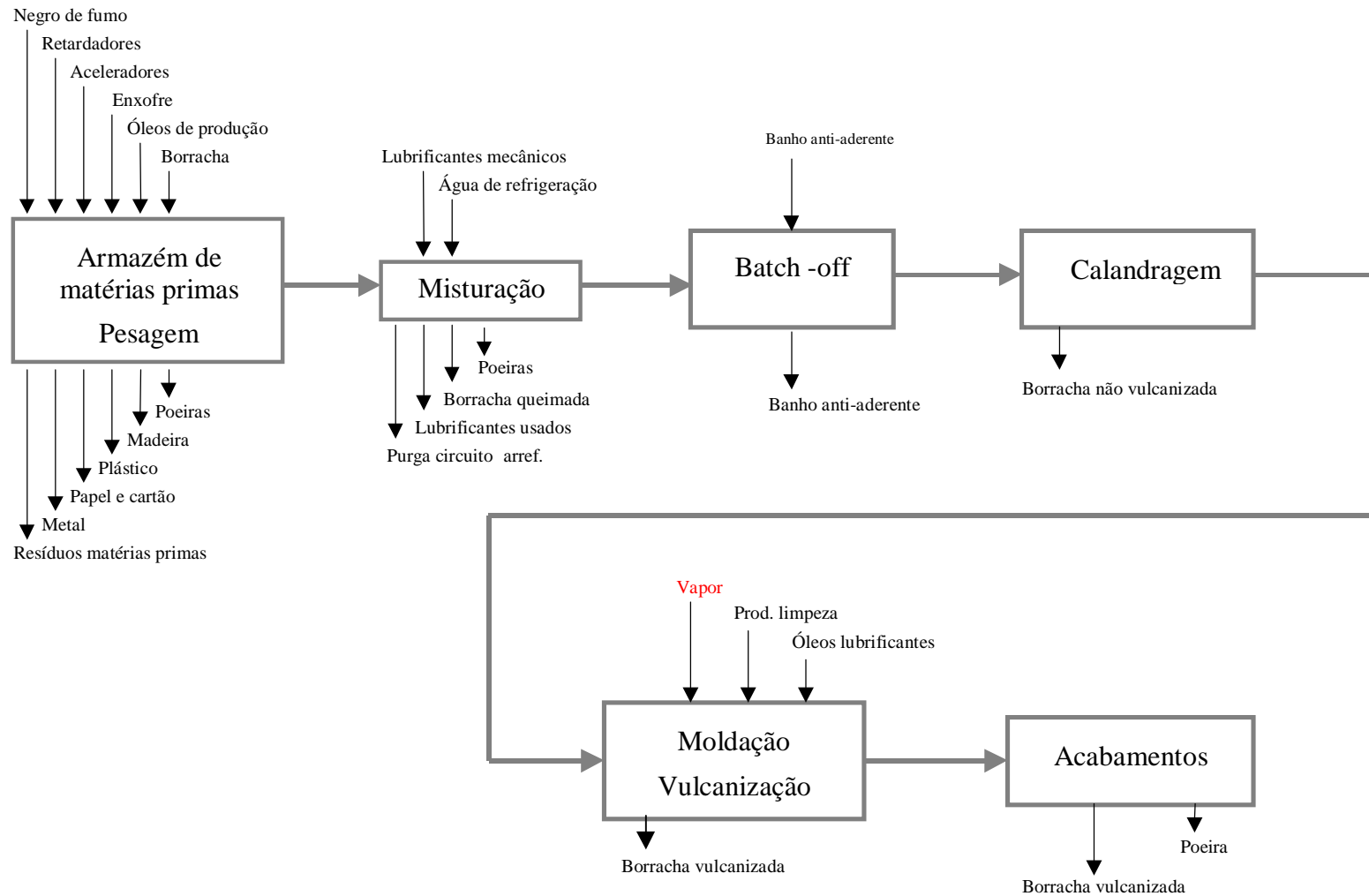


Figura 13 – Fluxograma do subsector da Fabricação de Produtos de Borracha com identificação das matérias primas e resíduos gerados

3.3 Resíduos Industriais

3.3.1 Análise global dos resíduos e a sua gestão actual

A quantidade total de resíduos para cada um dos subsectores foi obtida por extrapolação. Como base de extrapolação foram utilizados os dados constantes dos diagnósticos ambientais das empresas que aderiram aos Contratos de Adaptação Ambiental e os dados recolhidos em questionário e nas visitas técnicas efectuadas às empresas. Como aproximação a quantidade total de resíduos do sector, admitiu-se que as quantidades de resíduos gerados são proporcionais ao número de trabalhadores das empresas.

No Quadro 2 são apresentadas as quantidades globais de resíduos produzidas para cada subsector, referentes ao ano de 1997.

Quadro 2 – Produção anual de resíduos por subsector da *Indústria da Borracha*

Subsectores	Quantidade de resíduos (t/ano)
Fabricação de pneus e câmaras de ar	1 385
Reconstrução de pneus	11 502
Fabricação de produtos de borracha	2 055
TOTAL	14 942

Nos processos produtivos deste sector são gerados vários tipos de resíduos, que se encontram discriminados e classificados mais adiante. A grande maioria dos resíduos deste sector não são classificados como perigosos. As excepções são os óleos usados (CER 13 00 00), as massas lubrificantes (CER 13 02 03) o ácido fórmico (CER 14 01 00).

No Quadro 3 são apresentados as quantidades globais de resíduos perigosos produzidos pelo sector, referentes ao ano de 1997.

Quadro.3 – Produção anual de resíduos perigosos no sector da *Indústria da Borracha*

Resíduo	CER	Quantidade (t/ ano)
Óleos lubrificantes	13 02 03	69
Outros Óleos usados n.e.	13 06 00	18
Massas lubrificantes	16 03 01	4
Ácido fórmico	14 01 00	2
	TOTAL	93

Nos processos produtivos deste sector são gerados vários tipos de resíduos que se encontram discriminados e quantificados no Quadro 7, apresentado mais adiante

Tal como se ilustra na Figura 14, mais de 50% dos resíduos produzidos no *Subsector de Fabricação de Pneus e Câmaras de Ar* dizem respeito a material de embalagem (madeira, papel e cartão, plásticos). Os resíduos de borracha e tecidos ou metais contaminados com borracha contribuem, também, significativamente, com 43% do total.

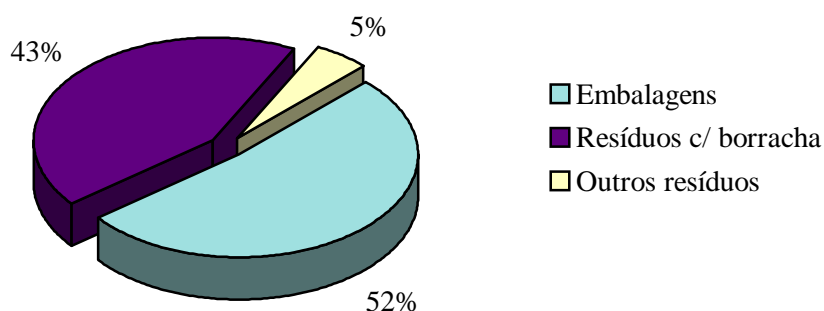


Figura 14 – Distribuição percentual de grupos de resíduos típicos do subsector da *Fabricação de Pneus e Câmaras de Ar*

Relativamente ao subsector da *Reconstrução de Pneus*, mais de 90% dos resíduos produzidos são referentes a resíduos de borracha (pneus rejeitados, pó e aparas de borracha) como se indica na Figura .15.

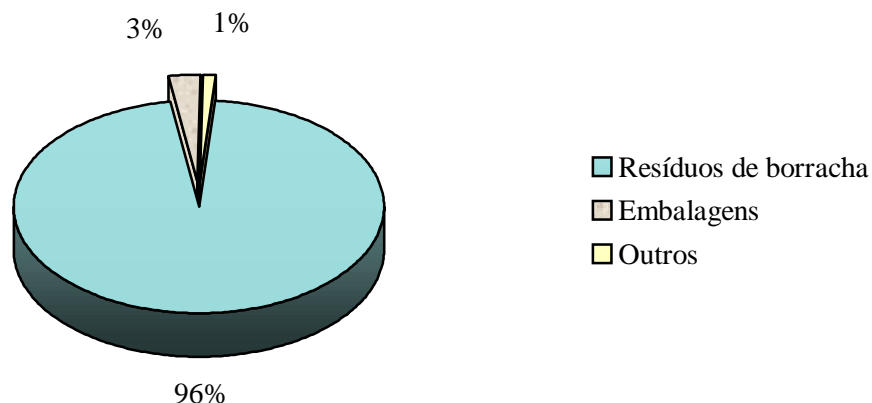


Figura 15 – Distribuição percentual de grupos de resíduos típicos do subsector da *Reconstrução de Pneus*

Da totalidade dos resíduos produzidos no subsector dos *Produtos de Borracha*, 71% são resíduos de borracha, tendo as embalagens algum significado, com 20%.

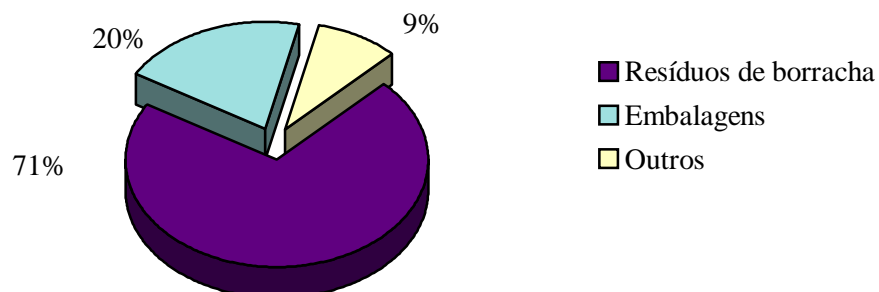


Figura 16 – Distribuição percentual de grupos de resíduos típicos do subsector da *Fabricação de Produtos de Borracha*

A gestão dos resíduos deste sector, de acordo com a informação recolhida junto das empresas e nos mapas de registo de resíduos, apresenta algumas dificuldades práticas. No entanto, a maior parte dos resíduos não são considerados perigosos e a sua gestão não é muito complexa.

De uma forma geral, as empresas cumprem de forma adequada a separação dos diferentes tipos de embalagens que, posteriormente, são conduzidos para reciclagem. As embalagens não contaminadas podem ser vendidas e são uma fonte de receitas, apesar de diminuta, para as empresas. As embalagens contaminadas são armazenadas e procura-se o destino mais adequado. Algumas empresas já utilizam embalagens retornáveis, que são devolvidas aos fornecedores para reutilização.

A grande maioria dos resíduos do sector são constituídos por borracha ou por componentes contendo borracha. A sua gestão é variada e depende da granulometria e composição do resíduo. O pó de borracha, principalmente no sub-sector da recauchutagem de pneus, é produzido em grandes quantidades, sendo vendido a empresas nacionais ou estrangeiras que procedem à sua valorização. A reciclagem das aparas de borracha exige a sua granulação prévia. Desta forma, este tipo de resíduo não pode ser reutilizado directamente. Por este motivo, ainda existem algumas situações em que as aparas de borracha são enviados para aterros municipais. No entanto, de acordo com a Directiva 1999/31/CE, relativa a deposição de resíduos em aterros, não vão ser aceites em aterros alguns tipos de resíduos, nomeadamente os pneus usados inteiros ou fragmentados, medida em vigor a partir de Julho de 2003

Os pneus rejeitados durante a produção e os pneus que não podem ser recauchutados, são responsáveis por uma fracção importante dos resíduos do sector. Actualmente, estes resíduos, apesar de não serem classificados como perigosos, são considerados como um problema pelos industriais do sector, pois a sua eliminação acarreta sempre custos.

As soluções disponíveis para a sua gestão são a deposição em aterro, a valorização energética e a reciclagem. A deposição em aterro, devido ao reduzido peso específico dos pneus, é uma solução cara e pouco utilizada e a partir de 2003 não pode ser praticada. A co-incineração nas cimenteiras foi um dos destinos encontrados para este resíduo de elevado poder calorífico. As empresas pagam o transporte e a cimenteira para a eliminação dos pneus. Em Portugal já existem algumas empresas dedicadas à reciclagem de pneus, que utilizam operação de moagem seguida de separação dos materiais componentes do pneu. A borracha, os têxteis e os metais são depois vendidos para reutilização em produtos com especificações menos exigentes.

3.3.2 Classificação e quantificação dos resíduos por subsector

3.3.2.1. Resíduos do sub-sector da *Fabricação de Pneus e Câmaras de Ar*

No Quadro 4 são apresentados os resíduos do subsector da *Fabricação de Pneus e Câmaras de Ar*, a sua classificação/quantificação e a correlação com as operações que os geram .

Quadro 4 -Classificação/quantificação dos resíduos produzidos anualmente no subsector da *Fabricação de Pneus e Câmaras de Ar* (CAE 25110)

Operações	Resíduos	CER	Quantidade (t/ ano)
Armazenamento	Paletes de madeira	20 01 07	561
Inspeção final	Pneus rejeitados	07 02 99	397
Corte/Extrusão	Tela têxtil c/ borracha	07 02 99	103
Armazenamento	Papel e cartão	20 01 01	84
Corte	Cintas metálicas e talões	07 02 99	74
Armazenamento	Plásticos	20 01 03	71
Mistura	Negro de fumo	07 02 99	32
Vulcanização Acabamento de pneus	Borracha vulcanizada	07 02 99	27
Manutenção	Outros óleos usados n.e.	13 06 00	18
Manutenção	Óleos lubrificantes	13 02 03	13
Manutenção	Massas lubrificantes	16 03 02	4
Mistura	Prod. químicos e pigmentos	07 02 99	1
TOTAL			1385

3.3.2.2. Resíduos do subsector da *Reconstrução de Pneus e Câmaras de Ar*

No Quadro 5 são apresentados os resíduos do subsector da *Reconstrução de Pneus*, a sua classificação/quantificação e a correlação com as operações que os geram .

Quadro 5- Classificação/quantificação dos resíduos produzidos anualmente no subsector da *Reconstrução de Pneus* (CAE 25120)

Operação	Resíduo	CER	Quantidade (t/ ano)
Preparação do pneu /aplicação do piso processo a quente e a frio. Acabamento / inspecção final.	Aparas de borracha vulcanizada	07 02 99	1497
Preparação do pneu	Pó de borracha	07 02 99	5660
Inspeção	Pneus rejeitados	07 02 99	3942
Armazenamento	Paletes de madeira	20 01 07	118
Armazenamento	Plásticos	20 01 03	107
Armazenamento	Papel e cartão	20 01 01	97
Armazenamento	Latas	15 01 04	27
Armazenamento	Bidões	15 01 04	26
Produção de calor	Cinzas de caldeira	10 01 01	20
Manutenção	Óleos lubrificantes	13 02 03	6
Desmoldagem	Ácido fórmico	14 01 00	2
TOTAL			11502

3.3.2.3 Resíduos do sub-sector da *Fabricação de Produtos de Borracha*

No Quadro 6 são apresentados os resíduos do subsector da *Fabricação de Produtos de Borracha*, a sua classificação/quantificação e a correlação com as operações que os geram .

Quadro 6- Classificação/quantificação dos resíduos produzidos anualmente no subsector da *Fabricação de Produtos de Borracha* (CAE 25130)

Operação	Resíduos	CER	Quantidade (t / ano)
Vulcanização e Acabamento	Aparas de borracha vulcanizada	07 02 99	1230
Armazenamento	Paletes de madeira	20 01 07	282
Calandragem / extrusão	Borracha não vulcanizada	07 02 99	213
Armazenamento	Papel e cartão	20 01 01	120
Armazenamento	Sucata de ferro	12 01 01	90
Manutenção	Óleos	13 00 00	50
Acabamentos	Pó de borracha	07 02 99	40
ETAR	Lamas de ETAR	19 08 04	19
Armazenamento	Plásticos	20 01 03	11
TOTAL			2055

3.3.3- Quantidade total de resíduos do sector

A quantidade total de resíduos para o sector da fabricação de artigos de borracha (CAE 251) é apresentada por tipo de resíduo no Quadro 7. Verifica-se que globalmente os resíduos com maior peso percentual, são os pneus rejeitados, o pó de borracha vulcanizada e a borracha vulcanizada (aparas e retalhos), que, em conjunto representam cerca de 85% do total dos resíduos gerados.

Quadro 7 - Classificação/quantificação dos resíduos produzidos anualmente no sector da *Fabricação de Artigos de Borracha (CAE 251)*

Resíduo	CER	Quantidade (t / ano)	Percentagem (%)
Pó de borracha vulcanizada	07 02 99	5700	38,1
Pneus rejeitados	07 02 99	4339	29,0
Borracha vulcanizada (aparas e	07 02 99	2754	18,4
Paletes de madeira	20 01 07	961	6,4
Papel e cartão	20 01 01	301	2,0
Borracha não vulcanizada	07 02 99	213	1,4
Plásticos	20 01 03	189	1,3
Tela têxtil c/ borracha	07 02 99	103	0,7
Sucata de ferro	12 01 01	90	0,6
Cintas metálicas e talões c/ borracha	07 02 99	74	0,5
Óleos lubrificantes	13 02 03	69	0,5
Negro de fumo	07 01 99	32	0,2
Latas	15 01 04	27	0,2
Bidões	15 01 04	26	0,2
Cinzas de caldeiras	10 01 01	20	0,13
Lamas de ETAR	19 08 04	19	0,13
outros óleos usados n.e.	13 06 01	18	0,12
Massas lubrificantes	16 03 01	4	0,03
Ácido fórmico	14 01 00	2	0,014
Prod. Químicos e pigmentos	07 01 99	1	0,007
	TOTAL	14942	

4 – POTENCIAL DE PREVENÇÃO DO SECTOR

Em geral, no Sector da Fabricação de Artigos de Borracha existem muito poucas tecnologias / medidas de prevenção aplicáveis.

No subsector da Recauchutagem de Pneus não existem tecnologias de prevenção ao nível do processo de fabrico.. Os estudos dedicados a este tipo de indústria são raros e difíceis de encontrar. Isto pode ser devido ao facto de a recauchutagem ser considerada como uma reutilização de pneus, que de outra forma seriam um residuo. Existem alguns avanços tecnológicos neste sector, que apesar de não serem tecnologias de prevenção, podem conduzir a benefícios ambientais. Existem tecnologias recentes que auxiliam o diagnostico do estado dos pneus a recauchutar o que conduz a um maior rigor na inspecção originando mais pneus recusados nesta fase, mas por outro lado, evita o processamento de pneus com defeito e consequentemente minimiza o consumo de matérias primas e energia.

No subsector da Fabricação de Produtos de Borracha as tecnologias de prevenção não são significativas. A borracha é uma matéria prima que, até à vulcanização, pode ser reutilizada dentro do processo. Após a vulcanização, a sua reutilização no processo é muito mais difícil. No entanto, a borracha poderá ser reciclada e utilizada em produtos de características menos exigentes.

Algumas tecnologias que vão surgindo com a evolução tecnológica do sector poderão conduzir à diminuição da geração de resíduos. As empresas que utilizam a injeção em moldes, referiram que uma possibilidade de redução será a utilização de moldes, cujo *design* conduza à diminuição da quantidade de borracha que fica nos canais de injeção. Por outro lado, a utilização de pré-formas, permite a optimização da quantidade de matéria introduzida nos moldes, diminuindo igualmente a quantidade de resíduos de borracha retirados na fase de acabamento das peças vulcanizadas e dos desperdícios na própria operação de injeção.

Um dos principais problemas nas empresas que fazem a mistura dos componentes de borracha é a dispersão pelo ar das matérias pulverulentas, com destaque para o negro de fumo. Uma das formas de reduzir este problema é a aquisição do negro de fumo já misturado com óleos de produção, sob a forma de uma pasta. Existem medidas que permitem minimizar a perda desta matéria prima e a contaminação ambiental no local, seja através da aquisição do negro de fumo em pasta, seja misturado com óleos de produção, ou adquiri-lo em *big-bags* que depois são conduzidos para um doseador de alimentação em circuito fechado. Algumas matérias primas podem ser adquiridas em embalagens que podem ser, em alguns processos, incorporadas na própria pasta, eliminando resíduos de embalagem e possíveis dispersões pelo ar.

Existem alguns procedimentos de carácter geral, aplicáveis a todos os subsectores, que de alguma forma poderão contribuir para a redução da quantidade e perigosidade dos resíduos gerados. Alguns exemplos são: a utilização de inventários computadorizados, a manutenção preventiva, a segregação rigorosa de todos os resíduos e sua identificação clara e visível nas embalagens, a procura de matérias primas menos perigosas e planos de formação e sensibilização dos funcionários da empresa.

Algumas medidas de prevenção para este sector são apresentadas resumidamente no formato de fichas.

TECNOLOGIAS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO

DESCRIÇÃO DA MEDIDA	Reprogramação da produção para processar sequencialmente produtos usando o mesmo tipo de borracha. A necessidade de parar o processo para mudar as especificações da borracha, implica a produção de resíduos, no arranque e na paragem.
OBJECTIVOS	Redução dos desperdícios de borracha gerados no arranque e paragem da operação de extrusão
OPERAÇÕES ONDE SE APLICA	Extrusão
DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES	A borracha é aquecida e comprimida em direcção a um orifício para lhe dar forma.
INSERÇÃO NO PROCESSO	Extrusão antes da vulcanização
DADOS RELATIVOS À PREVENÇÃO DE RESÍDUOS	Redução de 10% da produção de resíduos de borracha
FONTES DE INFORMAÇÃO	European Comission Final Report "Clean Technologies for Waste Minimization"

TECNOLOGIAS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO

DESCRIÇÃO DA MEDIDA	Os operadores das prensas de moldagem recebem instruções para removerem os excessos de borracha colocada nos moldes na fase inicial da vulcanização. Esta borracha mantém as suas características e é colocada num bidão de plástico para reintrodução no processo.
OBJECTIVOS	Redução de resíduo de borracha vulcanizada
OPERAÇÕES ONDE SE APLICA	Colocação da borracha em moldes para posterior vulcanização
DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES	Quando a borracha não vulcanizada é colocada no molde um excesso de borracha é usado para assegurar que não existam cavidades no pneu acabado.
INSERÇÃO NO PROCESSO	Enchimento dos moldes
FONTES DE INFORMAÇÃO	European Commission Final Report "Clean Technologies for Waste Minimization"

TECNOLOGIAS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO

DESCRIÇÃO DA MEDIDA	Amaciamento prévio da borracha anteriormente à passagem na feira. Algumas feiras, pelo seu perfil mais complexo, geram maiores resíduos ou produtos fora das especificações. Instalando uma rede (<i>gauze</i>) antes da feira a borracha torna-se mais macia, facilitando a passagem pela feira e diminuindo a quantidade de resíduo gerado.
OBJECTIVOS	Diminuir o resíduo de borracha não vulcanizada produzida na feira
OPERAÇÕES ONDE SE APLICA	Extrusão
DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES	A borracha é aquecida e comprimida em direcção a um orifício para lhe dar forma.
INSERÇÃO NO PROCESSO	Extrusão antes da vulcanização
DADOS RELATIVOS À PREVENÇÃO DOS RESÍDUOS	Redução de 14% na produção de resíduos de borracha
FONTES DE INFORMAÇÃO	European Commission Final Report "Clean Technologies for Waste Minimization"

TECNOLOGIAS OU MEDIDAS DE PREVENÇÃO

DESCRIÇÃO DA MEDIDA	Separação da borracha vulcanizada da não vulcanizada em pneus rejeitados antes da vulcanização final.
OBJECTIVOS	Recuperação da borracha não vulcanizada
OPERAÇÕES ONDE SE APLICA	Montagem do pneu
DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES	Depois da montagem e antes da vulcanização final existem alguns pneus rejeitados. Estes são constituídos por alguns componentes não vulcanizados que podem ser recuperados se separados do restante.
INSERÇÃO NO PROCESSO	Depois da montagem e antes da vulcanização final
FONTES DE INFORMAÇÃO	European Comission Final Report "Clean Technologies for Waste Minimization"

TECNOLOGIAS OU MEDIDAS DE PREVENÇÃO

DESCRIÇÃO DA MEDIDA	<p>Reprocessamento da borracha produzida fora das especificações. Para isto é necessário a transformação num tipo de borracha para enchimento ou num ingrediente que pode ser incorporado nos compostos de borracha virgem.</p> <p>Tal pode ser conseguido por moagem, moagem criogénica ou moagem em água. Em alternativa, pode ser feita uma digestão química ou em vapor com rompimento das ligações cruzadas.</p>
OBJECTIVOS	Redução dos desperdícios de borracha
OPERAÇÕES ONDE SE APLICA	Operações pós vulcanização: Desmoldagem de produtos vulcanizados. Aparas de extrusão e de acabamentos
INSERÇÃO NO PROCESSO	Pós vulcanização
FONTES DE INFORMAÇÃO	<p>Rubber and Pl. Products Sector Notebook Project USEPA – United States Environmental Protection Agency, September 1995</p>

TECNOLOGIAS OU MEDIDAS DE PREVENÇÃO

DESCRIÇÃO DA MEDIDA	Reprogramação da quantidade de borracha não vulcanizada a colocar nos moldes, reduzindo a quantidade de borracha em excesso sem comprometimento da qualidade do produto final.
----------------------------	--

OBJECTIVOS	Redução do resíduos de borracha vulcanizada
-------------------	---

OPERAÇÕES ONDE SE APLICA	Colocação da borracha em moldes para posterior vulcanização
---------------------------------	---

DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES	Quando a borracha não vulcanizada é colocada no molde, utiliza-se um excesso de borracha para assegurar que não existam cavidades no pneu acabado.
--------------------------------	--

INSERÇÃO NO PROCESSO	Enchimento dos moldes
-----------------------------	-----------------------

FONTES DE INFORMAÇÃO	European Comission Final Report "Clean Technologies for Waste Minimization"
-----------------------------	---

TECNOLOGIAS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO

DESCRIÇÃO DA MEDIDA	Reformulação da composição da borracha, diminuindo o uso de químicos tóxicos sem comprometer a qualidade do produto. Alguns testes efectuados à quantidade de zinco utilizada permitiram baixar significativamente a quantidade deste componente. Em alguns casos estes testes podem inclusivamente contribuir para melhorar o controle de qualidade.
OBJECTIVOS	Por exemplo, redução da quantidade de zinco adicionada.
OPERAÇÕES ONDE SE APLICA	Doseamento dos componentes para misturação
DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES	Os químicos são pesados/doseados, colocados em pequenos contentores e levados para o misturador
INSERÇÃO NO PROCESSO	Início do processo, antes da misturação
FONTES DE INFORMAÇÃO	Rubber and Pl. Products Sector Notebook Project USEPA, September 1995

PNAPRI

Plano Nacional de Prevenção dos Resíduos Industriais

SECTOR INDUSTRIAL: Borracha

TECNOLOGIAS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO

DESCRIÇÃO DA MEDIDA	Comprar as matérias primas em sacos de polietileno pré-pesados e selados. Estes sacos são colocados directamente no misturador interno juntamente com as matérias primas. O polietileno dos sacos será incorporado na matriz da borracha.
OBJECTIVOS	Diminuir as emissões de partículas perdidas de matérias primas sólidas
OPERAÇÕES ONDE SE APLICA	Pesagem
DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES	Os químicos são pesados/doseados, colocados em pequenos contentores e levados para o misturador
INSERÇÃO NO PROCESSO	Início do processo, antes da mistura
FONTES DE INFORMAÇÃO	Rubber and Pl. Products Sector Notebook Project USEPA, September 1995

5 - RECICLAGEM

A reciclagem dos resíduos de borracha pós-produção e pós-utilização oferece grandes desafios. As produções actuais possuem rigorosas especificações de qualidade, nomeadamente o uso de químicos de grande pureza e crescente precisão nos processo de fabrico. Assim a incorporação dos resíduos de borracha na produção, com ingredientes de qualidade desconhecida e dinamicamente em “stress” podem constituir um problema, a menos que sejam reutilizados na produção de produtos menos exigentes.

Existem actualmente vários processos de reciclagem alternativos à deposição dos resíduos de borracha.. O pó de borracha pode actualmente ser utilizado de várias maneiras, nomeadamente, através da reintrodução em pequenas quantidades no processo de fabrico de produtos menos exigentes, na fabricação de pavimentos desportivos, asfalto e outros, e por fim, incorporação em compostos de matriz termoplástica e termoendurecível;

Os resíduos de borracha, que não estão sob a forma de pó com granulometria adequada, como as aparas de borracha vulcanizada, as solas de sapatos e os pneus, têm de ser triturados, utilizando de um processo adequado. Existem várias técnicas de granulação actualmente disponíveis, tais como: granulação mecânica e granulação criogénica.

A granulação mecânica, já desde há algum tempo utilizada em Portugal, consiste numa trituração mecânica à temperatura ambiente em que a borracha é reduzida a pó. Este processo, apesar de tecnicamente mais simples, tem a desvantagem de consumir muita energia para obter partículas de reduzida dimensão.

A granulação criogénica é um processo tecnicamente mais avançado, que utiliza azoto líquido para arrefecer a borracha a temperaturas extremamente baixas, de forma a facilitar a trituração. Este processo é mais limpo, mais económico e mais rápido do que a granulação mecânica. Existe um projecto em Portugal para a implementação industrial deste processo para trituração de pneus usados.

A pirólise, um processo já relativamente antigo, consiste no tratamento da borracha a temperaturas elevadas e na ausência de ar. O resultado da pirólise é a quebra das ligações nas cadeias de polímeros, permitindo recuperar os constituintes da borracha tais como: negro de fumo, óleo, hidrocarbonetos gasosos e compostos inorgânicos. No entanto, este processo é muito pouco utilizado devido ao seu elevado custo.

Um processo mais recente e ainda pouco utilizado é a desvulcanização. Esta técnica permite quebrar as ligações carbono-carbono, carbono-enxofre e enxofre-enxofre formadas durante a vulcanização, conduzindo à separação química dos materiais poliméricos. Após a desvulcanização, a borracha torna-se mole permitindo a redefinição da sua forma, tal como acontece com a borracha antes da vulcanização.

A valorização energética deve ser considerada como último recurso para aproveitamento deste tipo de resíduos.

A deposição em aterro também é utilizada em alguns casos, visto que, segundo a classificação actual, os pneus usados não são considerados um resíduo perigoso, porém a partir de 2003, não vai ser permitido a sua deposição em aterro. Actualmente, alguns aterros não aceitam este tipo de resíduos ou cobram um valor mais elevado do que para os resíduos normais.

Quanto aos óleos usados são na sua grande maioria entregues a empresas que procederão ao seu destino final.

6-BIBLIOGRAFIA

1. A Indústria Portuguesa Horizonte 2015: Evolução e Prospectiva.
Serviço de Estudos de Economia Industrial (GEPIE)
Ministério da Indústria e Energia-1995
2. Clean Technologies for Waste Minimization
European Commission Final Report
3. Estudo da Situação Ambiental da Indústria da Borracha
A.P.I.B. Associação Portuguesa dos Industriais da Borracha-1997
4. EPA Office of Compliance Sector Notebook Project
Profile of the Rubber and Plastics Industry (EPA / 310-R-95-016)
Office of Enforcement and Compliance Assurance
U.S.Environmental Protection Agency -1995
5. Instituto Nacional de Estatística
Departamento de Estatísticas das Empresas
Serviço de Estatísticas Estruturais das Empresas
Núcleo de Inquerito da Agricultura, Industria e Construção
Inquérito às Empresas Harmonizado-1997
6. Presumptive Maximum Achievable Control Technology
Rubber Tire Manufacturing Source Category
U.S. Environmental Protection Agency
Office of Air Quality Planning and standards
Emission standards Division
Policy Planning and Standards Group - 1998
7. Indústria de Processos Químicos
Shreve, R. N; Rink Jr,J.A.
Tradução de Horacio Macedo -1977

LISTA GERAL DE ENTIDADES, INSTITUIÇÕES E ASSOCIAÇÕES NACIONAIS E SECTORIAIS

Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território

<http://ambiente.gov.pt>

Direcção-Geral do Ambiente

<http://www.dga.min-amb.pt>

Instituto dos Resíduos

<http://www.inresiduos.pt>

Direcção-Geral da Indústria

<http://www.dgi.min-economia.pt>

POE – Programa Operacional da Economia

<http://www.poe.min-economia.pt>

INETI – Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial

<http://www.ineti.pt>

Associação Industrial Portuguesa

<http://www.aip.pt>

Associação de Empresários de Portugal

<http://www.aeportugal.pt>

Confederação da Indústria Portuguesa

Avenida 5 Outubro 35,1º

1069-193 LISBOA

Telef. 213 164 700

ANIRP - Associação Nacional dos Industriais de Recauchutagem de Pneus

Av. Santos Dumont, 68 - r/c esq

1000 Lisboa

APIB – Associação Portuguesa dos Industriais de Borracha

Rua Dr. Eduardo Torres, 1734 - r/c dto

4460 Senhora da Hora

NOTA SOBRE LEGISLAÇÃO

A classificação CER usada neste trabalho, é a actualmente em vigor, que foi adoptada pela Legislação Portuguesa através da Portaria 818/97 de 5 de Setembro, por transposição da Decisão 94/3/CE do Comissão da Comunidade Europeia de 20 de Dezembro de 1993.

Convém notar que, a nível da Comunidade Europeia, esta Decisão está a ser alvo de revisão, prevendo-se a entrada em vigor da nova Decisão em final de 2001.

É ainda de notar que existem vários diplomas que concedem benefícios fiscais, de que se destacam, para as empresas que realizem despesas em I&D (Decreto-Lei 292/97 de 22 de Outubro), e para as que invistam em equipamentos destinados a reduzir as suas emissões poluentes, tanto gasosas como líquidas ou sólidas (Decreto-Lei 477/99 de 9 de Novembro, rectificado através da Declaração de Rectificação 4-B/2000 de 31 de Janeiro, e regulamentado através do Despacho 2531/2000 de 1 de Fevereiro e pela Portaria 271-A/2000 de 18 de Maio).