

A GESTÃO DO CONHECIMENTO APLICADA À RECICLAGEM DE COMPONENTES AUTOMOTIVOS ATRAVÉS DO TRATAMENTO DAS INFORMAÇÕES CONTIDAS EM DOCUMENTOS DE PATENTES

Adailson da Silva Santos*

Divisão de Química II, Diretoria de Patentes, Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rua Mayrink Veiga, 9, 20090-910 Rio de Janeiro - RJ, Brasil

Leila Costa de Souza Santos e Raquel Costa de Souza

Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Campus Praia Vermelha, 24210-240 Niterói - RJ, Brasil

Recebido em 19/2/10; aceito em 22/11/10; publicado na web em 18/2/11

KNOWLEDGE MANAGEMENT APPLIED TO THE RECYCLING OF AUTOMOBILE COMPONENTS THROUGH THE TREATMENT OF THE INFORMATION CONTAINED IN PATENTS DOCUMENTS. This article evaluates the technologies adopted for recycling and reuse of automobile components, through the analysis of patents documents. The automobile batteries recycling is the main topic, followed by the automatic disassembly of vehicles, tires recycling and polyurethane recycling. None document approached recycling of steel and aluminum or ceramics products. The reduced number of technologies for the recycling of the polymeric compounds (including polyurethane) indicates that a bigger number of research and inventions must be elaborated in the next years, aiming at to the reduction of costs of processes and adequacy to the more restricted environmental legislation.

Keywords: knowledge management; recycling; automobile industry.

INTRODUÇÃO

A partir da década de 1990, o mercado extremamente competitivo da indústria automobilística mundial vem sendo orientado pelas preferências do consumidor (novos materiais, redução do impacto ambiental etc.)¹ e pela redução dos custos (energéticos, de produção etc.)². Além da questão do consumo energético, o tópico da reciclagem das peças automotivas utilizadas é o que atualmente chama maior atenção e exige maior esforço dos profissionais envolvidos no tema,³ seja no pós-consumo ou, mais recentemente, no *redesign* da etapa de projeto ou pré-projeto.

A composição média (% peso/peso) registrada para os veículos automotivos fabricados nos Estados Unidos e União Europeia no período 1990-2000 consiste de ferro/aço (65-70%), alumínio (5-8%), outros metais (zinco, cobre, magnésio etc.; 2%), borracha (4-6%), vidros (3%), plásticos em geral (8%) e demais materiais (6-10%).⁴ Entretanto, a reciclabilidade desses materiais ainda é baixa no setor, em que menos de 30% dos materiais automotivos recicláveis (cerâmicas, termoplásticos, polímeros termorrígidos, vidros, metais ferrosos, metais não ferrosos, tecidos, elastômeros etc.) são reaproveitados na produção automobilística, exceção feita aos metais presentes na estrutura metálica, cabeamento elétrico e baterias.⁵ Em relação aos materiais plásticos, nesse caso, os mais rejeitados, a principal dificuldade em reciclar encontra-se na complexidade das peças fabricadas e à presença de outros materiais a eles afixados,⁶ como aço, alumínio, vidro, papel/cartão, tintas, outros plásticos, vernizes etc.

A respeito das baterias automotivas e pneus,⁷ a questão da reciclagem torna-se mais grave. Uma típica sucata de bateria contém, aproximadamente, 32% de chumbo (Pb), 3% de óxido plumboso (PbO), 17% de óxido plumbico (PbO₂) e 36% de sulfato de chumbo (PbSO₄), além de plásticos, componentes ácidos e outros metais pesados (cádmio, cromo, zinco, mercúrio etc.). Essas características

tornam a indústria da reciclagem de bateria potencialmente poluidora, devido aos componentes apresentados, quer pela emissão de gases e particulados (ou melhor, pó(s)) decorrentes do próprio processo de produção, ou em razão da escória resultante da reciclagem. Quanto aos pneus, os processos de reciclagem empregados se resumiam à incineração, com elevada geração de poluentes no meio ambiente. Com o avanço tecnológico, no entanto, surgiram novas aplicações, como a mistura com asfalto,⁸ em concentrações de 15 a 25%.

Outro aspecto da reciclagem é a significativa economia energética obtida com a produção de materiais a partir de matéria-prima secundária (reciclados).⁹ Os percentuais dessa economia para os principais materiais hoje reciclados e presentes nos veículos automotores são: 95% para alumínio, 85% para cobre, 80% para plásticos, 74% para aço, 65% para chumbo e 64% para papel.

Este trabalho objetivou analisar a indústria automotiva com o propósito de identificar as tecnologias de reciclagem desenvolvidas e aplicadas no setor, os materiais reaproveitados e a função desempenhada pelas empresas recicladoras, como detentoras da tecnologia, a partir das informações disponibilizadas em bancos de dados sobre patentes.

METODOLOGIA

De acordo com a Classificação Internacional de Patentes (*International Patent Classification* ou IPC),¹⁰ o conhecimento tecnológico para a reciclagem de componentes automotivos é indexado através dos grupos B29B 17/00 (recuperação de plásticos de rejeitos contendo os mesmos), C08J 11/00 (reciclagem de termoplásticos e de polímeros termorrígidos), H01M6/52 (baterias automotivas), H01M10/54 (acumuladores automotivos) e B62D67/00 (desmontagem sistemática de veículos para a reciclagem e reutilização de suas peças). O presente trabalho foi realizado utilizando os grupos citados e, em conjunto, como ferramentas auxiliares, e as palavras-chave *vehicle*, *battery*, *car* e *automobile*.

*e-mail: adailson.santos@yahoo.com.br

A Base de Dados utilizada foi a *Esp@cenet*,¹¹ um serviço *on line* gratuito disponibilizado pela Organização Europeia de Patentes. As informações contidas nos documentos de patentes compilados na base de dados foram interpretadas utilizando-se procedimentos bibliométricos.¹²

O período de investigação adotado compreendeu o intervalo de 01/jan/1990 a 31/dez/2008 e deu-se atenção, exclusivamente, para os documentos de patente cuja publicação ocorreu dentro daquele intervalo. Aqui, cabe detalhar que a expressão “documentos de patentes” engloba tanto os pedidos que receberam proteção patentária (patentes) quanto os que não obtiveram tal proteção (pedidos de privilégio). Ainda, os documentos de patente aqui considerados não se estendem aos documentos equivalentes (ou “família de patentes”) que possam existir. A respeito dos documentos que integram a “família de patentes” daqueles compilados nesta pesquisa, o próprio sistema de busca adotado pelo *Esp@cenet* assegura a ausência de duplicidade para os resultados obtidos.

RESULTADOS

Foram encontrados 1428 documentos de patentes publicados (i.e., tornados acessíveis ao público em geral na forma de patentes concedidas ou solicitações de proteção patentária) no período de 01/jan/1990 a 31/dez/2008.

A Figura 1 apresenta os documentos segmentados de acordo com os grupos do IPC apresentados no item “metodologia”. Esses cobrem adequadamente o estado da técnica do assunto em questão, respondendo por 74,09% dos 1428 documentos encontrados.

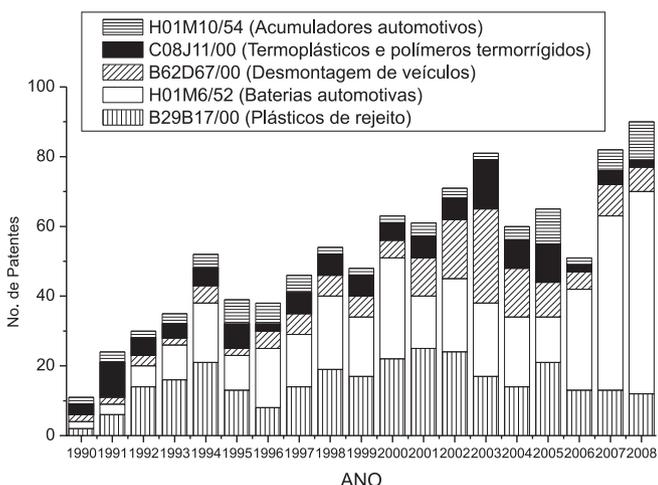


Figura 1. Série histórica em função dos grupos da classificação internacional de patentes em destaque para o tema da reciclagem de componentes automotivos. B29B 17/00 (recuperação de plásticos de rejeitos); C08J 11/00 (reciclagem de termoplásticos e de polímeros termorrígidos); H01M6/52 (baterias automotivas); H01M10/54 (acumuladores automotivos) e B62D67/00 (desmontagem sistemática de veículos para a reciclagem e reutilização de suas peças)

Outros itens do IPC podem ser adicionados à lista acima (elevando os valores para 82,42%), aplicados à pesquisa, mas, em média, a citação destes outros grupos do IPC não ultrapassa 5 documentos de patentes/ano: B09B3/00 (Destruição de resíduo sólido ou transformação de resíduo sólido em algo de útil ou inofensivo), com citação em 40 documentos de patentes; B09B5/00 (Operações não abrangidas por qualquer outra subclasse isolada, nem por qualquer outro grupo isolado em tal subclasse, referentes à eliminação de resíduo sólido), com citação em 29 documentos;

C22B7/00 (Processamento de matérias-primas outras que não minérios, por exemplo, sucata, a fim de produzir metais não ferrosos ou seus compostos), com citação em 24 docs.; B26D1/00 (Corte através de peça de trabalho, caracterizado pela natureza ou movimento do elemento de corte; Aparelhos ou máquinas para tal fim; Elementos de corte para tal fim; 15 docs.) e B60R16/02 (Circuitos elétricos especialmente adaptados para veículos e não incluídos em outro local; Disposições de elementos especialmente adaptados para veículos e não incluídos em outro local; 11 docs.). Por último, cabe aqui informar que os 17,58% restantes se referem às demais classificações encontradas na pesquisa cuja citação é, em média, de 1 documento de patente/ano.

A Figura 2 apresenta a distribuição geoeconômica dos titulares-proprietários (empresas, universidades e pessoas físicas) para os documentos de patentes primárias encontrados na pesquisa, no intervalo 1990-2008. Dentre os documentos encontrados, predominam aqueles com titulares localizados no Japão (41,32%), na China (14,50%), na Alemanha (11,06%), nos Estados Unidos (8,89%) e na Coreia do Sul (5,39%). Não foram encontrados titulares-proprietários brasileiros na pesquisa nas bases de dados do *Esp@cenet*.

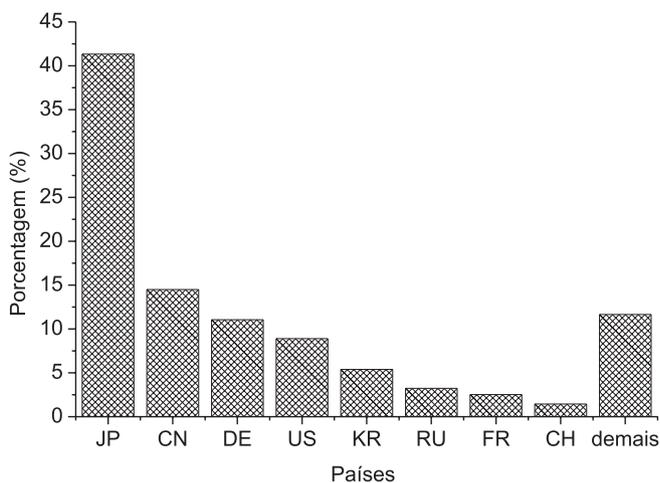


Figura 2. Distribuição geoeconômica da titularidade para os documentos de patentes relacionados com o tema da reciclagem de componentes automotivos. CH-Suíça; CN-China; DE-Alemanha (unificada); FR-França; JP-Japão; KR-Coreia do Sul; US-Estados Unidos da América; RU-Federação Russa (também considera dados de 1990 a 1992 da antiga União Soviética). Os demais países são: África do Sul, Argentina, Austrália, Áustria, Brasil, Bulgária, Canadá, Colômbia, Dinamarca, Espanha, Estônia, Finlândia, Grã-Bretanha, Holanda, Hong Kong, Hungria, Índia, Irlanda, Israel, Itália, Letônia, Malásia, Nova Zelândia, Panamá, Polônia, Portugal, República Eslováquia, República Tcheca, Romênia, Suécia, Taiwan e Ucrânia

Destes 1428 documentos de patentes, 433 são patentes concedidas e 995 são pedidos de privilégio patentário. Sobre as patentes concedidas, os principais escritórios de patentes que as concederam são: Japão [JPO] (10,57% do total de documentos de patentes encontrados); Estados Unidos [USPTO] (8,47%), China [SIPO] (5,46%); Alemanha [DPMA] (2,59%), Escritório Europeu de Patentes [EPO] (2,24%), Federação Russa [RUPTO] (1,89%) e Coreia do Sul [KIPO] (1,12%). Os demais países que concederam patentes (Austrália, Áustria, Bulgária, Canadá, Letônia, Romênia, Suíça, Taiwan e Ucrânia) responderam por outros 2,03% (ou 29 patentes).

As 173 empresas (não considerando universidades, institutos e similares) listadas na pesquisa participaram com 67,65% do total de documentos, cuja nacionalidade se encontra assim distribuída: Japão (36,55%), China (7,42%), Alemanha (7,21%), Estados Uni-

dos (5,46%), Coreia do Sul (4,13%) e França (2,03%). Contudo, a quantidade de documentos por empresa apresentou resultados mais dispersos, em que apenas 11 empresas computaram valores iguais ou superiores a 10 documentos cada, respondendo por 21,01% do total de documentos encontrados, como mostra a Figura 3. Além disso, destas 11, somente uma apresenta nacionalidade coreana (Hyundai Motor Co. Ltd.) e as demais são japonesas (Sumitomo Electric Industries, Toyota Motor Corp., NGK Insulators Ltd., Mitsubishi Heavy Ind. Ltd., Mitsui Mining & Smelting Co., Sumitomo Metal Mining, Hitachi Ltd., Honda Motor Co. Ltd., Ricoh KK e Nissan Motor). Para as demais 161 empresas, a proporção documentos/empresa foi igual a 4:1.

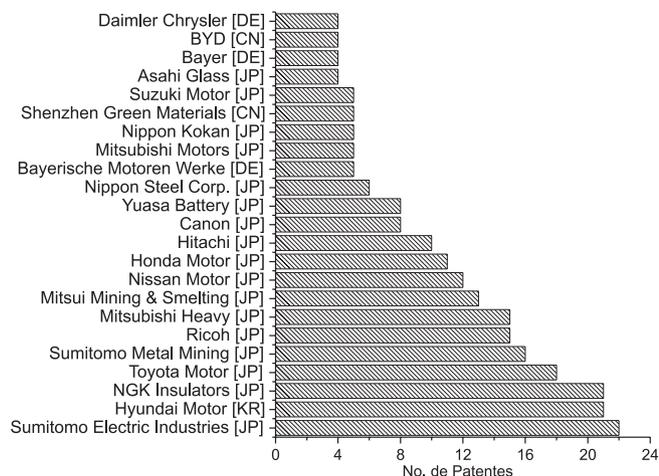


Figura 3. Principais empresas titulares encontradas na pesquisa relacionados com o tema da reciclagem de componentes automotivos. CN-China; DE-Alemanha; JP-Japão; KR-Coreia do Sul; US-Estados Unidos da América

Tabela 1. Documentos apresentados ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Brasil)

Ano de depósito	Inventor e [Titular-proprietário]	Class. IPC	Situação
PI9203738	1992 Adolfo J. Cattaneo (BR) [Apliquim Equip. e Prods. Químs. Ltda (BR)]	H01M 10/54	Patente concedida (em vigor)
PI9206144	1992 George Veres (IT) [próprio]	B29B 17/02	Estado da técnica (arquivamento administrativo)
PI9305719	1993 John P. Baranski (US)/John A. Bitler (US) [Exide Corporation (US)]	H01M 6/52	Patente concedida (em vigor)
PI9505875	1995 Geneci B. Alves (BR) [próprio]	C08J 11/00	Estado da técnica (indeferimento)
PI9510625	1995 Alexandr ^a Nabok (RU) [próprio]	B29B 17/02	Estado da técnica (arquivamento administrativo)
PI9701202	1997 Masaya Asao/Naoya Kobayashi/Soichiro Kawakami (JP) [próprio]	H01M 6/52	*Em análise
PI9815638	1998 Burkhard Schmeling (DE) [próprio]	B29B 17/00	*Em análise
PI0002506	2000 Christian Vogler/Gisela Arnold/Margret Wohlfart-Mehrens/Reinhard P. Hemmer/Michael Schmidt (DE) [Merck Patent GMBH (DE)]	H01M 6/52	Estado da técnica (arquivamento administrativo)
PI0005152	2000 Eduardo A. Goulart/Carlos A. Mariotoni (BR) [próprio]	B29B 17/02	*Em análise
PI0008856	2000 Roy W. Hansen/Robert J. Unterweger/Bobby P. Faulkner (DE) [Svedala Industries, INC. (DE)]	B29B 17/02	Estado da técnica (arquivamento administrativo)
PI0102235	2001 Rachel V. R. A. Rios/Alfredo L. M. L. Mateus/Ma. Helena de Araújo/Rochel M. Lago (BR) [Universidade Federal de Minas Gerais (BR)]	B29B 17/02	*Em análise
PI0604434	2006 Ma. do Rosário F. Hurtado/Marcelo Bozzo/Ma. Angela B. B. Lance/José A. da Silva [LG Eletronics de São Paulo Ltda (BR)]	H01M 10/54	*Em análise
PI0603719	2006 Ma. do Rosário F. Hurtado/Marcelo Bozzo/Ma. Angela B. B. Lance [LG Eletronics de São Paulo Ltda (BR)]	H01M 10/54	*Em análise
PI0603720	2006 Ma. do Rosário F. Hurtado/Marcelo Bozzo/Ma. Angela B. B. Lance [LG Eletronics de São Paulo Ltda (BR)]	H01M 10/54	*Em análise
PI0802499	2008 Almir dos S. Trindade (BR) [próprio]	H01M 10/54	*Em análise

BR-Brasil; DE-Alemanha; IT-Itália; JP-Japão; KR-Coreia do Sul; RU-Rússia; US-Estados Unidos da América. *Em análise à época da submissão do artigo.

Foram encontradas 312 pessoas físicas na condição de titulares-proprietários, responsáveis por 27,73% do total de documentos encontrados nesta pesquisa. Destes, 7,07% são chineses; 5,25% são japoneses; 3,99% são alemães; 3,57% são norte-americanos; e os demais, numa lista de 25 nacionalidades diferentes, responderam por um documento cada (1:1).

Um total de 29 universidades foi listado na pesquisa, dentre canadenses (1), chinesas (23), japonesas (1), norte-americanas (1), portuguesas (1), russas (1) e sulcoreanas (1). Em conjunto, elas são proprietárias de 44 documentos, sendo que apenas as universidades chinesas de Nankai e de Tianjin responderam por 5 documentos cada. As demais responderam por uma média de 1:1.

Dentre os institutos e demais centros de pesquisa, observam-se as nacionalidades chinesas (5), francesas (1), japonesas (3), russas (2), sulcoreanas (2), taiwanesas (1) e ucranianas (1). Em conjunto, elas são proprietárias de 27 documentos, sendo que apenas os institutos *Inst. Français du Pétrole (FR)*, *Korea Inst. Geoscience & Minera (KR)* e *Ind. Tech. Res. Inst. (TW)* responderam por uma média de 4 documentos cada. As demais responderam por uma média de 1:1.

Paralelamente, uma busca complementar foi realizada na base de dados de documentos de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).¹³ Para o mesmo período de estudo (01/jan/1990 a 31/dez/2008) foram encontrados 15 documentos apresentados ao INPI (Tabela 1), sendo que 2 se converteram em patentes e 9 se encontram em análise. Os demais compõem o estado da técnica de suas respectivas matérias, por expiração do prazo de vigência da patente, pelo arquivamento por razões administrativas ou, finalmente, por não apresentarem características de patenteabilidade necessárias.

Diferente do perfil registrado na pesquisa nas bases de dados do Esp@cenet, aqui foram registrados 7 titulares-proprietários brasileiros, sendo 2 empresas, 1 universidade e 4 pessoas físicas (Tabela 1).

DISCUSSÃO

Tipos de materiais

A leitura da matéria descrita nos documentos pesquisados permitiu complementar a lista dos materiais em que a reciclagem de componentes automotivos é atualmente aplicada, ampliando-as para: componentes metálicos ferrosos (incluindo aço); componentes metálicos não ferrosos (por exemplo, cobre); componentes poliméricos e elastômeros (principalmente pneus); vidros e similares; e baterias.

A reciclagem de componentes metálicos (ferrosos e não ferrosos) e de vidros e similares, como componentes automotivos, encontra-se discriminada no grupo B62D67/00 (desmontagem sistemática de veículos para a reciclagem e reutilização de peças). Os componentes elastoméricos, poliméricos e baterias foram anteriormente apresentados como pertencentes aos respectivos grupos do IPC: B29B17/00 (pneus), C08J 11/00 (polímeros), H10M6/52 (baterias automotivas) e H10M10/54 (acumuladores automotivos). Observa-se, então, uma extrema correlação entre a matéria divulgada nos documentos encontrados na pesquisa e a classificação a eles aplicada. Os diversos componentes metálicos não ferrosos presentes nas baterias compõem a categoria da recuperação dos componentes metálicos não ferrosos (por exemplo, C22B7/00 - processamento de ... sucata, a fim de produzir metais não ferrosos ou seus compostos).

Processos de cominuição

Independente da matéria-prima de interesse a ser reciclada (polímeros e elastômeros - painel de direção, protetores de impacto laterais, pára-choques, forração interna do veículo, bancos, pneus -, estrutura metálica, cabeamento metálico interno, baterias, dentre outros), o processo tecnológico apresentado nos documentos analisados se inicia com a redução do tamanho das partículas (cominuição) do material destinado à reciclagem. O procedimento de cominuição mais citado envolve uma esteira (horizontal ou vertical) conectada a uma linha de desmontagem composta por uma sequência de serras. Outras possibilidades empregam o uso de dispositivos para esmagamento, mecanismos vibratórios, ou a substituição das serras por maçaricos. Uma vez que o processo de moagem (cominuição) foi realizado, promove-se a separação do material de interesse (destinado à reciclagem) e do material que será rejeitado (descartado). Tal separação irá ocorrer em esteiras magnéticas ou em sistemas de flutuação.

Processos não destrutivos

Dentre os documentos encontrados na pesquisa, um número reduzido (6,56%) abordou a reciclagem não destrutiva dos materiais de interesse, particularmente, a remoção de pára-brisas e assemelhados, e a reutilização de baterias através da substituição de componentes ou procedimentos de recarga. Devido às próprias características do material utilizado, não é possível a recuperação de itens poliméricos termoplásticos e pneus, e mesmo elastômeros, por processos não destrutivos, pois a cominuição é um processo necessariamente exigido.

Reciclagem de material metálico

Em relação ao reaproveitamento do material metálico, à exceção daqueles que abordaram a reciclagem de metais empregados em baterias automotivas ou remoção do cabeamento elétrico, a pesquisa não registrou nenhum documento voltado à reciclagem específica de ferro e/ou aço da estrutura metálica dos veículos automotivos. Foram encontrados, sim, documentos referentes à cominuição e desmonte

do material metálico junto com os demais componentes (plásticos, borracha etc.), para reutilização de todas as peças possíveis. No entanto, foi significativo o número de documentos exclusivos para a recuperação do cabeamento elétrico, dentre o conjunto das invenções. Nenhum documento citou a reciclagem ou reutilização do metal alumínio encontrado na estrutura metálica veicular, ou mesmo materiais cerâmicos.

Processamento químico

Um número reduzido (282 documentos; 19,75%) de processos de recuperação de materiais descartados a serem utilizados como matérias-primas considerou o emprego de aditivos ou coadjuvantes químicos durante o processamento. O processo mais amplamente empregado foi a dissolução dos produtos de interesse (plásticos/polímeros/adesivos e semelhantes) em solventes líquidos (como hidrocarbonetos, bases ou ácidos, silicone e/ou suas combinações). De forma geral, os documentos pesquisados valeram-se apenas de procedimentos físicos, como cominuição e pós-cominuição, peneiramento ou tratamento térmico, para obtenção do resultado desejado, sendo que a dita invenção referiu-se às faixas de temperatura empregadas, redução no tempo eficiente de residência do material a ser fundido ou tamanho das partículas a serem obtidas.

Baterias automotivas

Foram encontrados 63 documentos referentes à reciclagem de baterias automotivas. Existem, atualmente, no mercado, pelo menos três grupos distintos de baterias, à base de chumbo, de lítio e de sulfeto de sódio. Dentre as tecnologias apresentadas, registrou-se a existência de uma elevada similaridade no encadeamento e nas características das tarefas a serem cumpridas para a reciclagem desses componentes. Iniciando com a cominuição (já citada), as tecnologias de reciclagem dos componentes presentes em baterias automotivas (especialmente os metálicos), em uma ou mais etapas, fazem uso de agentes coadjuvantes químicos, responsáveis pela neutralização dos rejeitos líquidos (eletrólitos) existentes no interior das baterias, principalmente para a recuperação de eletrodos e placas eletrolíticas empregadas na construção dos dispositivos. Em seguida, são dois os processos mais empregados nesta reciclagem: a calcinação e a oxidação de metais para a formação de óxidos metálicos e recuperação dos mesmos. Em outros casos, pode ser obtido o material metálico em seu estado reduzido (Al⁰, Cu⁰, Mn⁰, Cd⁰, Ni⁰ etc.) e pulverizado. Dependendo do documento examinado, as etapas de oxidação-redução (ou vice-versa) podem estar interligadas na cadeia de etapas do processo de reciclagem. Os documentos citam a recuperação dos demais metais utilizados na fabricação de baterias, como níquel, manganês, molibdênio, cádmio ou cobalto.

Cabe citar, aqui, a ocorrência de um único documento abordando o setor da biotecnologia (CN1332482; nacionalidade chinesa¹⁴), em que um meio de cultura contendo bactérias do gênero *Thiobacilli* é aplicado em baterias automotivas rejeitadas, sob condições aeróbicas, temperatura ambiente e baixo custo, para a digestão de metais pesados entre 3-6 dias de tratamento.

Polímeros/plásticos

Foram encontrados 357 documentos referentes à reciclagem de polímeros/plásticos automotivos. Por mais que os termoplásticos apresentem elevada reciclabilidade quando fundidos, apenas 18 documentos abordaram a reciclagem específica de poliestireno, polietileno, resinas à base de policarbonato (este último, referindo-se aos faróis automotivos). Semelhantemente ao que foi abordado no

item sobre cominuição, em se tratando da reciclagem dos polímeros termoplásticos, a remoção de metais não ferrosos ou plásticos termorrígidos não foi argumentada. Os documentos registrados também não enfocaram a obtenção de matrizes monoméricas puras (contendo um único componente) através da reciclagem química (que poderiam ser repolimerizadas e peletizadas e reaplicadas nas etapas de moldagem). O intuito final da reciclagem destes termorrígidos concentra-se na recuperação na forma de material cominuído, por não existir, ainda, um método químico apropriado para a sua recuperação.

Pneus

Foram encontrados 139 documentos referentes à reutilização de pneus. Como foi dito, em razão das próprias características do material utilizado, não é possível, na maioria dos casos, a recuperação dos itens elastoméricos por métodos não destrutivos, pois a cominuição é um processo necessariamente exigido. A partir daí, os elastômeros cominuídos serão aplicados em composições asfálticas (como aditivos; 39 documentos), na produção de “novos” pneus (processo similares ao de recauchutagem; 18 documentos) ou utilizações diversas (para a conversão em placas/pranchas de material de construção, isolamento, drenagem etc.: 73 documentos). Um número reduzido abordou a reciclagem química para a recuperação dos componentes presentes na matriz elastomérica (7 documentos). Um documento abordando a desvulcanização química foi encontrado. Outras formas de se reciclar os pneus estão sendo desenvolvidas, como a desvulcanização biológica. Não se abordou, nesta pesquisa, questões envolvendo a recuperação energética a partir de pneus ou outros materiais poliméricos.

CONCLUSÕES

A reciclagem industrial a partir da recuperação de matérias-primas para sua reintrodução no ciclo produtivo possui tanto requisitos quanto limites técnicos. É preciso que a estratégia das indústrias envolvidas viabilize essa atividade, contribuindo efetivamente para uma gestão apropriada da produção de materiais e de automóveis, desde a produção de matérias(-primas, intermediárias e finais) até o destino de veículos em fim de vida. Também é importante otimizar o uso de recursos naturais e reduzir o volume total de resíduo a ser descartado no meio ambiente. É certo também que os processos de reciclagem necessitam de constante pesquisa e atualização que acompanhem os materiais automotivos. Neste setor, há uma permanente evolução tecnológica, particularmente quanto à introdução de novos materiais (polímeros, compósitos etc.).

Dentre os componentes automotivos que podem ser reciclados atualmente, sem dúvida nenhuma, os que têm merecido maior atenção são as baterias automotivas à base de chumbo. Do ponto de vista ambiental, isto representa o procedimento mais correto, visto ser a indústria do chumbo potencialmente danosa ao ambiente e à saúde humana. Da mesma forma, a reutilização dos elastômeros na fabricação de “novos” pneus ou para aplicação em composições asfálticas é, claramente, uma maneira adequada de reaproveitar os pneus usados, em vez da incineração dos mesmos (que leva à geração e ao lançamento de poluentes no meio ambiente). Os documentos registrados nesta pesquisa para a reciclagem de poliuretano e outros termofixos ou termoplásticos usados não enfocaram a obtenção de matrizes monoméricas puras para (re)uso na obtenção de produtos poliméricos moldados (uso primário e nobre).

Nesta pesquisa realizada no banco de dados de patentes internacionais Esp@cenet, para o período de 1990 a 2008, foram encontrados 1428 documentos no total sendo, especificamente, 63 sobre baterias, 139 sobre pneus, 357 sobre polímeros/plásticos e 147 sobre desmontagem dos veículos.

A utilização de mecanismos de buscas a partir de palavras-chave aliadas à classificação internacional de patentes foi satisfatória, principalmente por existir uma extrema correlação entre a matéria divulgada nos documentos encontrados na pesquisa e a classificação internacional (IPC) a eles aplicada. Contudo, falhas inerentes à pesquisa na base Esp@cenet foram responsáveis pela distorção de informações entre os dados coletados na base europeia e na brasileira (o caso das patentes brasileiras não listadas na busca na base europeia). Tais distorções foram sanadas quando se ampliou a base utilizada, efetuando-se uma busca complementar na base de dados do INPI.

REFERÊNCIAS

1. http://www.cetem.gov.br/publicacao/CETEM_STA_27.PDF, acessada em Setembro 2009.
2. http://www.bndes.gov.br/sitebndes/export/sites/default/bndes_pt/galerias/arquivos/conhecimento/setorial/get2_is9.pdf, acessada em Março 2009.
3. http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_IX_jic_2001/Dennys.pdf, acessada em Fevereiro 2009.
4. http://msl1.mit.edu/esd123_2001/pdfs/class_materials/basecost.pdf; <http://www.tms.org/pubs/journals/jom/0308/kanari-0308.html>, acessadas em Outubro 2010.
5. http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGETP1999_A0164.PDF, acessada em Dezembro 2008; <http://www.prd.usp.br/cadeia-automotiva/freqsimples.pdf>, acessada em Março 2009; <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/RECUPERA%C3%87%C3%83O%20DE%20CHUMBO%20DE%20BATERIAS%20AUTOMOTIVAS,%20AN%C3%81LISE%20DE%20RISCO%20DOS%20RES%3%8DDUOS%20RESULTANTE.pdf>, acessada em Abril 2009.
6. http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_IX_jic_2001/Cintia.pdf, acessada em Abril 2009.
7. Forlin, F. J.; Faria, J. A. F.; *Polímeros* **2002**, 12, 1, doi: 10.1590/S0104-14282002000100006; <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/continua/recupera%c3%87%c3%83o%20de%20chumbo%20de%20baterias%20automotivas,%20an%c3%81lise%20de%20risco%20dos%20res%c3%8dduos%20resultante.pdf>, acessada em Junho 2009.
8. <http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2004-107-00.pdf>, acessada em Julho 2009; *Polímeros* **1999**, 9, 4, doi: 10.1590/S0104-14281999000400021.
9. http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_IX_jic_2001/Dennys.pdf, acessada em Fevereiro 2009.
10. *Classificação Internacional de Patentes*; Organização Mundial da Propriedade Industrial, 7ª ed.; 1999, Seção B (Operações de processo; Transporte), Seção C (Química; Metalurgia), Seção H (Eletricidade).
11. <http://ep.espacenet.com>, acessada em Janeiro 2009.
12. http://www.globelicsacademy.net/pdf/BronwynHall_4.pdf, acessada em Agosto 2009.
13. <http://pesquisa.inpi.gov.br/MarcaPatente/jsp/servimg/servimg.jsp?BasePesquisa=Patentes>, acessada em Maio 2009.
14. Nanwen, Z.; Jinping, J.; Shifen, W.; CN1159787 (C), 2004.