



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0600993-0 B1**



**(22) Data do Depósito: 21/03/2006**

**(45) Data de Concessão: 13/10/2021**

**(54) Título:** PROCESSO DE PRODUÇÃO DE FIBRAS DE NYLON PROVENIENTES DA MOAGEM DE PNEUS INSERVÍVEIS

**(51) Int.Cl.:** B29B 11/16; B29B 17/00.

**(73) Titular(es):** UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP.

**(72) Inventor(es):** MARA REGINA PAGLIUSO RODRIGUES JORGE; OSNY PELLEGRINO FERREIRA.

**(57) Resumo:** UTILIZAÇÃO DAS FIBRAS DE NYLON PROVENIENTES DA MOAGEM DE PNEUS INSERVÍVEIS POR MEIO DE SUA AGLOMERAÇÃO COM RESINA POLIURETÂNICA E SEU PROCESSO DE PRODUÇÃO. Refere-se a presente patente na utilização de fibras de nylon provenientes da moagem de pneus inservíveis, de modo a empregá-la na fabricação de componentes laminados ou perfilados, a partir da obtenção de compostos constituídos de fibras e resina poliuretana, utilizando-os em distintas áreas da construção civil, ampliando as opções para atenuação do impacto ambiental.

## **“PROCESSO DE PRODUÇÃO DE FIBRAS DE NYLON PROVENIENTES DA MOAGEM DE PNEUS INSERVÍVEIS”**

[001] A presente patente refere-se à utilização de fibras de nylon provenientes da moagem de pneus inservíveis, de modo a empregá-la na fabricação de componentes laminados ou perfilados, a partir da obtenção de compostos constituídos de fibras e resina poliuretana, utilizando-os em distintas áreas da construção civil, ampliando as opções para atenuação do impacto ambiental.

[002] Atualmente, a Resolução CONAMA N° 258/99 é quem estabelece as responsabilidades dos fabricantes e importadores de pneus de borracha, atribuindo-lhes o gerenciamento dos respectivos resíduos sólidos gerados, quantidade para coleta, reciclagem e destino final ambientalmente adequado, ficando vedado o descarte de pneus inservíveis em aterros sanitários, no mar, em terrenos baldios, margens de vias públicas, cursos d’água e nas praias, bem como a queima desses pneus; exceto para a obtenção de energia, efetuada por métodos que não causam danos à saúde humana e ambiental.

[003] Os pneus inservíveis são resíduos indesejáveis, que têm se tornado um grande problema, tanto para a saúde, favorecendo a proliferação de insetos devido ao acúmulo de água em seu interior, quanto para o meio ambiente, pela queima de pneus ou devido aos problemas de disposição em aterros sanitários, isto quando não descartados sem nenhum controle, comprometendo o meio ambiente por centenas de anos. Estes quesitos podem ser discriminados como: diminuição de volume em aterros sanitários; minimização de problemas ambientais decorrentes da disposição de pneus inservíveis do ponto de vista de vetores prejudiciais à saúde pública, como também, riscos de incêndio.

[004] A atenuação do impacto ambiental gerado por meio da

disposição inadequada dos pneus inservíveis pode ocorrer das seguintes formas: 1) Redução na fonte: com Alteração dos materiais utilizados visando sua maior durabilidade; Alteração tecnológica no processo produtivo rationalizando os meios de produção; Reuso do material, que são incorporáveis na fabricação de novos pneus em 10% de borracha proveniente de pneus inservíveis; 2) Reutilização: Recauchutagem dos pneus não danificados pelo uso; Adição de partículas de pneus inservíveis moídos, aglomerados com distintos produtos em diferentes aplicações como reforma e recapeamento de vias públicas em adição ao concreto asfáltico; incorporação em componentes e elementos construtivos para edificações; em projetos de aplicação em áreas de recreação públicas; reutilização da borracha dos pneus inservíveis em *playgrounds*; piso de quadra de basquetebol para absorvimento de impacto, dentre alternativas de reutilização dos pneus, quais sejam: recifes artificiais; quebra mares; agricultura - bases de suporte, barreiras em estradas, leitos drenantes; engenharia civil - barreiras em acostamento de estradas, obstáculos para trânsito, contenção nas margens de rios, controle de erosão e 3) Reciclagem: Consiste no processo de desvulcanização da borracha que é uma alternativa para atenuação deste passivo ambiental; regeneração da borracha - separação da borracha vulcanizada dos demais componentes do pneu; geração de energia - queima em fornos protegidos em fábricas de cimento, e de papel e celulose; concreto betuminoso para pavimento asfáltico; pirólise - quebra de cadeias químicas orgânicas por aquecimento, com a utilização de seus elementos químicos em outros produtos como: gás, óleo e aço.

[005] A utilização de fibras de nylon provenientes da estrutura de reforço dos pneus, em aplicações no âmbito da engenharia civil, tende a aumentar significativamente, e está referenciado na norma ASTM D 6270-98 (The Guidelines for the Use of Scrap Tires in Civil Engineering

Applications). Essas disposições técnicas colaboram para que engenheiros disponham de alternativas técnicas para sua utilização em construções. O desenvolvimento de diretrizes ambientais para a indústria de pneumáticos e a adoção de novas práticas de construção, pode contribuir para este fim, e tudo indica que este nicho de mercado aumentará com o passar do tempo.

[006] Sob questões ambientais, as fibras de nylon obtidas pela moagem de pneus inservíveis e aglomeradas com uma resina poliuretana, objeto da presente patente, constituem um material composto que pode ser moldado em diferentes conformações para a sua utilização na construção civil, e vem colaborar para a minimização deste passivo ambiental, colaborando para a preservação do meio ambiente.

[007] A partir da moagem de pneus inservíveis, as fibras provenientes dos cordonéis de nylon usados para reforço dos pneus são aglomeradas com uma resina poliuretana, constituindo um produto composto que pode assumir diferentes formas dependendo do processo de moldagem utilizado. Este procedimento consiste numa prática ainda não empregada até os dias de hoje, possibilitando que se obtenha por meio de processo de extrusão, de laminação contínua ou de prensagem em molde macho-fêmea, concomitante com uso de calor, materiais compostos com aplicação em distintas áreas da construção civil.

[008] Com o intuito de solucionar estes problemas e de superá-los, desenvolveu-se a presente patente, que consiste na reutilização de resíduos proveniente da moagem de pneu inservível, de modo a empregar as fibras de nylon em componentes manufaturados, por meio da produção de compostos de fibra de nylon aglomeradas com resina poliuretana bi-componente, contribuindo para a atenuação do impacto ambiental com as seguintes vantagens: os pneus inservíveis consistem em material abundante e de baixo custo de aquisição; as fibras de nylon retiradas no processo constituem-se

em resíduo ainda não reutilizável; a resina poliuretana é um aglomerante com características e propriedades compatíveis com o nylon e o processo de produção utilizado é eficiente, simples e de baixo custo.

[009] A utilização de fibras de nylon em compósitos tem como objetivo principal a melhoria das condições de resistência à tração e tenacidade exigindo que o material nylon se apresente puro, em monofilamentos, com determinadas características e propriedades físicas e químicas rigidamente definidas como suas dimensões, módulo de elasticidade, resistência à tração, capacidade de alongamento, pureza, etc.. Do contrário, o compósito resultante não apresentará uniformidade com relação as propriedades desejadas.

[010] Diferentemente do que ocorre nos trabalhos de outros autores, onde a busca é pela melhoria das propriedades do compósito pela adição de fibras na matriz polimérica, nesta patente proposta a resina PU tem a função de adesivo no compósito obtido, no qual se utilizam as fibras de nylon de diferentes dimensões (diâmetro e comprimento), e suas respectivas propriedades decorrem do processo de produção e da desconstrução de pneus, onde os cordonéis de nylon utilizados para reforço dos mesmos foram decompostos, além de conterem outros materiais residuais que foram empregados na fabricação dos pneus, como sílica, negro de fumo, látex e aditivos, o que torna todos, incluindo as fibras, utilizáveis apenas na matriz polimérica como carga, e a resina poliuretana, usada em teores abaixo de 20%, com unicamente a função de adesivo dos materiais citados.

[011] Atualmente, o que se tem no processamento dos resíduos é a queima dos filamentos de nylon, retirados dos pneus inservíveis nas usinas de reciclagem, em altos fornos da indústria cimenteira. Isto acaba por contribuir ao agravamento do efeito estufa, pela liberação de CO<sub>2</sub> e dioxinas.

[012] O estado da técnica apresenta alguns produtos obtidos a partir

de fibras, como a patente US 4034138 que trata de impregnação de um cabo de poliamida em multifilamentos visando à formação de uma camada protetora à radiação UV e agentes químicos agressivos.

[013] Já a patente, US 4695509, trata da constituição de um composto contendo fibras de poliamida industrializadas, obtidas pelo corte de fibras discretas ou no corte de mantas não tecidas, misturadas com resina PU (TDI ou MDI) por meio de injeção em molde.

[014] O documento US 5.254.405, diferente da invenção ora proposta, trata de uma mistura de partículas de borracha de diferentes origens, envoltas em uma matriz de resina PU.

[015] Cordova *et al*, (1998) propõem a utilização de fibra industrializada, curta, de nylon envoltas em matriz de resina PU (Nylon Fiber Reinforcement for Polyurethane Composites. C. W. CORDOVA. J. A. YOUNG, e H. H. ROWAN. POLYMER COMPOSITES, August 1987, vol. 8, no. 4). No artigo de Correa e Nunes (1998), é proposto o uso de fibras industrializadas de poliamida e fibra de carbono com comprimento de 3 mm, envoltas em elastômero de PU (TPE) (Short Fiber Reinforced Thermoplastic Polyurethane Elastomer Composites. R.A. CORRÊA e R.C.R. NUNES. POLYMER COMPOSITES, April, 1998, vol. 19, no. 2).

[016] Assim, nenhum documento do estado da técnica propõe, como na presente PI a utilização de um material reciclado, proveniente das cordoalhas de pneus inservíveis, e que foi submetido a processos físicos durante a fabricação e a decomposição dos pneus, através de ações de altas pressões e temperatura que acabam por modificar as características e propriedades das fibras de nylon recicladas aqui utilizadas, ou seja, não sendo possível prever a partir dos documentos mencionados no estado da técnica, o produto que obtivemos em nosso pedido.

[017] A invenção poderá ser mais bem compreendida através da

seguinte descrição detalhada em consonância com as figuras em anexo, onde:

[018] **A Figura 1** representa as fibras de nylon obtidas pela moagem de pneus inservíveis, tendo a aparência de uma lã artificial.

[019] **A Figura 2** representa a mistura da fibra de nylon com os dois componentes da resina PU.

[020] **A Figura 3** representa um tipo de fôrma utilizada para a moldagem de placas lisas com o material composto por prensagem.

[021] **A Figura 4** representa a placa obtida após a prensagem e retirada do molde.

[022] O processo empregado para a decomposição dos pneus inservíveis consiste em moagens sucessivas em equipamentos especificamente construídos para essa finalidade; Os pedaços maiores são triturados e separados segundo uma granulometria adequada por meio de peneiras, e as fibras de nylon são retiradas por fluxo ascendente de ar comprimido e separadas das partículas de borracha.

[023] A reutilização destas fibras de nylon (Fig.1) provenientes da moagem de pneus inservíveis aglomerado com uso de uma resina poliuretana de material bi-componente (Fig.2) permite obter a moldagem de diferentes componentes de material composto (Fig.4), utilizáveis na construção civil.

[024] Esta resina utilizada não apresenta em sua constituição materiais voláteis que possam apresentar danos à atmosfera, dispensando qualquer processo que envolva tratamentos químicos à base de solventes voláteis, fatores estes, que acarretam comprometimento e poluição ambiental.

#### Processo de Produção do Material Composto

[025] É realizada uma retirada das partículas de borracha em contato com as fibras de nylon, após moagem dos pneus (fig.1); Em paralelo, é

realizada uma mistura dos dois monômeros (fig.2) constituintes da resina poliuretânica, segundo as proporções 1,5:1,0; 2,0:1,0; 2,5:1,0 e 3,0:1,0, respectivamente; Após, ocorre a mistura das partículas de borracha com a resina poliuretana, poliol – componente B + pré polímero – componente A, na quantidade que varia de 10 a 30 % em massa, em relação ao conteúdo de fibras de nylon; Após, são utilizados moldes metálicos (Fig.3) de formas variadas para conformação dos componentes desejados; Também é utilizado produtos desmoldantes na superfície dos moldes; Após devidamente aglomerada no molde as fibras de nylon, com a resina previamente misturada, segue a prensagem mecânica das formas metálicas, que são aquecidas a uma temperatura variando de 60 °C a 120°C; Este processo de prensagem é mantido durante o tempo necessário para promover a polimerização da resina, que ocorre dentro de aproximadamente 15 minutos à referida temperatura e mais 30 minutos até o resfriamento natural do molde até a temperatura ambiente, para consolidação do composto no formato do componente produzido e com a polimerização desejada; Após, é retirado o componente de material composto (Fig.4) do molde metálico.

[026] Outro processo de produção pode ser promovido para a prensagem da fibra de nylon previamente misturada com os dois monômeros que compõem a resina poliuretana, semelhante a um sistema de laminação composto por duas esteiras sobrepostas cujo distanciamento entre elas é reduzido à medida que o material disposto entre as mesmas se desloca, o que possibilita uma compressão e a consequente moldagem contínua de uma lâmina que se polimeriza sob a ação de uma fonte de calor ao longo da esteira.

## REIVINDICAÇÕES

**1. PROCESSO DE PRODUÇÃO DE FIBRAS DE NYLON PROVENIENTES DA MOAGEM DE PNEUS INSERVÍVEIS,** caracterizado por compreender as seguintes etapas:

- a. Separação das fibras de nylon das partículas de borracha provenientes do processo de moagem dos pneus inservíveis mediante fluxo ascendente de ar comprimido passante sobre uma tela metálica;
- b. Mistura de dois monômeros de resina poliuretânica, nas proporções 1,5:1,0; 2,0:1,0; 2,5:1,0 e 3,0:1,0, respectivamente;
- c. Mistura das fibras obtidas na etapa a. com a resina poliuretana, poliol- componente B+pré-polímero – componente A, na quantidade que varia de 10 a 30% em massa em relação ao conteúdo de fibras de nylon.

**2. PROCESSO,** de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de os materiais obtidos na etapa c serem conformados (etapa d) por meio de formas variadas.

**3. PROCESSO,** de acordo com as reivindicações 1 a 2, caracterizado pelo fato de após a conformação dos materiais (etapa d), estes serem levados à prensagem mecânica (etapa e) dos moldes contendo os materiais em formas metálicas a uma temperatura de 60 a 120 °C, durante 15 minutos e 30 minutos até o resfriamento natural do molde até temperatura ambiente, para consolidação do composto no formato do componente produzido e com a polimerização desejada.

**4. PROCESSO,** de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por opcionalmente, a etapa de prensagem (etapa e) ser realizada em molde macho-fêmea.

**5. PROCESSO**, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por opcionalmente, a etapa de prensagem (etapa e) ser realizada por laminação contínua em esteiras movimentadas sobre cilindros cujo distanciamento relativo entre a esteira superior e a inferior vai sendo diminuído ao longo do deslocamento de modo a possibilitar uma compactação da mistura fibra e monômeros de poliuretano.

**6. PROCESSO**, de acordo com as reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de o material composto obtido após a prensagem (etapa e) ser retirado do molde metálico (etapa f).



FIGURA 1



FIGURA 2



FIGURA 3



FIGURA 4