



\*PI 03164039\*

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

## CARTA PATENTE Nº PI 0316403-9

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0316403-9

(22) Data do Depósito: 14/10/2003

(43) Data da Publicação do Pedido: 17/06/2004

(51) Classificação Internacional: B29B 13/10; B29B 17/02; B29B 17/04; B29K 21/00; B29L 30/00

(52) Classificação CPC: B29B 13/10; B29B 17/02; B29B 17/04; B02C 2201/04; B29B 2017/0224; B29B 2017/0476; B29B 2017/0484; B29K 2021/00; B29L 2030/00

(30) Prioridade Unionista: 02/12/2002 EP PCT/EP02/13614

(54) Título: PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UM PÓ DE BORRACHA A PARTIR DE UM MATERIAL DE BORRACHA VULCANIZADA DERIVADA DE PNEUS DESCARTADOS

(73) Titular: PIRELLI & C. S.P.A., Companhia Italiana. Endereço: Via Gaetano Negri, 10, 20123 Milano, Itália (IT).

(72) Inventor: DIEGO TIRELLI; MICHELE GALBUSERA; FRANCO PERUZZOTTI; CRISTIANO PUPPI; STEFANO TESTI; ANTONIO MONTEROSSO; MATTEO DI BIASE

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 16/06/2015, observadas as condições legais.

Expedida em: 16 de Junho de 2015.

Assinado digitalmente por:

**Júlio César Castelo Branco Reis Moreira**

Diretor de Patentes



“PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UM PÓ DE BORRACHA A PARTIR DE UM MATERIAL DE BORRACHA VULCANIZADA DERIVADA DE PNEUS DESCARTADOS”

5 A presente invenção refere-se a um processo para a produção de um pó de borracha a partir de um material de borracha vulcanizado.

Em particular, a presente invenção refere-se a um processo para a pulverização de um material de borracha vulcanizado por utilização de um dispositivo de moagem.

10 Mais em particular, a presente invenção refere-se a um processo para a pulverização de um material de borracha vulcanizado que compreende um material de borracha descartado.

Até mesmo mais em particular, a presente invenção refere-se a um processo para a pulverização de um material de borracha vulcanizado que compreende um material de borracha descartado, inclusive pneus descartados  
15 previamente rasgados em retalhos.

O aumento da produção de produtos industriais de borracha resultou no acúmulo de grandes quantidades de resíduos de borracha que por si não encontram aplicações práticas e são geralmente descartadas em aterros dedicados a este descarte com os principais inconvenientes de poluição  
20 ambiental assim como da necessidade de grandes áreas dedicadas para a armazenagem dos ditos resíduos.

Portanto, a reciclagem de material de borracha vulcanizada a um produto, que pode ser vantajosamente reutilizado, é um aspecto amplamente discutido e um problema a ser resolvido que existe há muito  
25 tempo.

O material de borracha vulcanizada, tais como resíduos de borracha, pneus velhos e produtos industriais de borracha pode ser moído e adicionado a misturas de borracha a serem empregadas em um grande número de aplicações. Isto é particularmente vantajoso, pois grandes quantidades de

disso, podem ser economizadas notáveis quantidades correspondentes de matérias primas por substituição das mesmas pelo dito material descartado.

O uso em uma composição de borracha de uma borracha vulcanizada moída, cujo tamanho da partícula geralmente não excede 500  
5 µm, não prejudica notavelmente a qualidade do produto final.

No entanto, de acordo com as tecnologias conhecidas disponíveis no mercado, podem ser obtidos pós-finos a partir de material de borracha às custas de grandes quantidades de energia.

Os processos de reciclagem de material de borracha usado que  
10 são habitualmente empregados incluem: processos de reciclagem de substâncias químicas tais como pirólise e desvulcanização; processos de reciclagem térmica tais como granulação, densificação, aglomeração e pulverização.

O documento US-4.090.670 divulga a recuperação de borracha  
15 de sucata de pneus de borracha vulcanizada por desvulcanização dos pneus de borracha e subsequente remoção do material desvulcanizado, por exemplo, por raspagem. A desvulcanização é obtida pelo aumento da temperatura da superfície do material de borracha vulcanizada.

O documento US-4.968.463 divulga a reciclagem de material  
20 termoplástico que inclui as etapas de: moagem até em torno de cem milímetros, moagem até abaixo de aproximadamente 40 milímetros, secagem, pré-aquecimento de 80°C até 160°C, amassando a 120°C até 250°C e moldagem por injeção ou por extrusão.

Um método de pulverização de borracha natural ou sintética é  
25 conhecido, por exemplo, pelo documento US-3.190.565 que divulga a moagem da mesma em moinhos dotados de lâminas na presença de agentes anti-aglomerantes (na forma de finos de poliolefina) que inibem a adesão do material moído às lâminas.

Um outro método de obtenção de pós a partir de borrachas

industriais consiste na moagem das mesmas por meio de forças de cisalhamento.

O documento GB-1.4324.768 divulga um dispositivo do tipo com pistão dotado de uma peça giratória de modo que o material de borracha  
5 seja moído no espaço mínimo entre a peça giratória e a parede interna do dito dispositivo.

O documento US-4.157.790 divulga um processo para a produção de pó de borracha que tenha um tamanho de partícula de desde aproximadamente 200 até 1.500  $\mu\text{m}$ , o dito processo compreendendo a etapa  
10 de fornecer pequenas adições de agentes de pulverização para se obter uma fluidez adequadas do pó de borracha. É usado um gás carreador durante a redução de tamanho que é realizada, por exemplo, pelas placas de moagem de um moinho de Pallmann. O aumento da temperatura que ocorre na máquina de redução de tamanho é minimizado pelo resfriamento do gás carreador, por  
15 exemplo, até uma temperatura em torno de 5°C.

O documento US-4.650.126 divulga um processo para a moagem a um tamanho de partícula menor do que aproximadamente 1 mm de diâmetro de um material polimérico mole e pegajoso na presença de um auxiliar de moagem em um moinho de atrito que tem elementos de moagem  
20 em contra-rotação ajustavelmente espaçados entre si. A temperatura do moinho é ajustada de modo que quase todo o auxiliar de moagem esteja retido nas partículas de polímero amolecido, melhorando desse modo o escoamento do polímero e reduzindo a um mínimo a quantidade de auxiliar de moagem solto a ser jogado fora. Ar é passado através do moinho para servir como um  
25 meio carreador de material e ao mesmo tempo resfriar o moinho, se necessário.

O documento US-2.412.586 refere-se à moagem fina de sucata de borracha com alta eficiência de moagem e de peneiração. O dito documento divulga um processo cíclico em que o estoque de borracha, com

5 corte preliminar em retalhos, se necessário, é continuamente alimentado a um moinho juntamente com uma quantidade regulada de água e então sujeita à operação de moagem na presença da água adicionada, o estoque moído resultante passado por uma transportadora a uma peneira para a seleção das partículas finas e o material acima do tamanho da tela retornado para o moinho para moagem adicional. De acordo com o dito documento a quantidade de água necessária para a moagem mais eficiente ou peneiração varia um pouco com o tipo de sucata que está sendo moída e com a fineza até a qual deve ser moída a sucata.

10 Um outro método de produção de pós finalmente dispersos a partir de materiais de borracha é a destruição criogênica (por exemplo, Chemical Technology, Cryopulverizing, T. Nazy, R. Davis, 1976, 6, Nº. 3, páginas 200-203). De acordo com o dito método o material de borracha é resfriado até temperaturas muito baixas por utilização de nitrogênio líquido ou dióxido de carbono sólido e então sujeitando-se o material resfriado a um impacto ou corte. Este método produz pós finamente dispersos que têm dimensões de partícula menores do que 500 µm, porém é muito oneroso devido à presença de uma planta destinada à produção de nitrogênio líquido.

20 Por exemplo, o documento US-4.607.797 divulga a pulverização de polímeros usados em uma aparelhagem de extrusão em que o material usado é aquecido até acima de seu ponto de fusão em uma primeira zona da dita aparelhagem de extrusão e resfriado até abaixo de sua temperatura de solidificação com pré-moagem e pulverização simultâneas do material solidificado em uma segunda zona da dita aparelhagem para formar um material pulverizado. A ação do parafuso da extrusora é usada para transportar o material através do barril da extrusora, enquanto discos de pulverização montados sobre o parafuso na segunda zona de resfriamento realizam a pré-moagem e a pulverização do dito material.

O documento US-5.743.471 divulga uma extrusora para

pulverização com extrusão e cisalhamento no estado sólido de materiais poliméricos que compreendem uma zona de alimentação, uma zona de aquecimento adjacente à zona de aquecimento e uma zona de descarga de pó adjacente à zona de formação de pó. Além disso, a extrusora é dotada de dispositivos de ajuste de temperatura para o aquecimento do material polimérico até uma temperatura inferior à temperatura de decomposição do material polimérico na zona de aquecimento e para a manutenção do material polimérico abaixo do seu ponto de fusão na zona de formação de pó, porém a uma temperatura acima de sua temperatura de transição vítrea na zona de formação de pó para inibir a formação de aglomerados.

Os documentos US-4.607.796; US-5.395.055; US-5.704.555 e JP 6-179215 divulgam outros processos de acordo com os quais a extrusora é dotada de zonas de aquecimento e de resfriamento.

Percebeu-se que, nos processos para a produção de pós a partir de materiais de borracha vulcanizada por utilização de um dispositivo de moagem, o controle da temperatura é essencial para se obter altos rendimentos de moagem em partículas finas que não afetam negativamente as propriedades mecânicas - por exemplo, resistência à tração, alongamento na ruptura, resistência à abrasão - das composições de borracha que são adicionadas.

De acordo com a presente invenção, o termo “dispositivo de moagem” é usado para indicar qualquer máquina que seja adequada para a realização da redução de tamanho de um material de borracha vulcanizada por impacto, corte, ruptura e/ou cisalhamento do mesmo. Para se aumentar o rendimento de moagem em finas partículas, percebeu-se que o material de borracha precisa ser resfriado de modo que durante a etapa de moagem, as partículas de borracha não grudem nem se aglomerem.

Além disso, percebeu-se que um controle adequado da temperatura do material de borracha, isto é, uma diminuição da mesma

durante a etapa de moagem, é particularmente vantajoso também em termos de energia a ser transferida ao material de borracha para a moagem do mesmo. Em mais detalhes, percebeu-se que, pelo controle da temperatura do material de borracha, a energia mecânica que é fornecida durante o processo

5 pode ser usada para dar origem a esforços de cisalhamento sobre as partículas de borracha de modo que seja conseguida uma moagem eficiente das mesmas. Isto significa que a dita energia não é gasta para a realização do amolecimento ou da fusão do material de borracha e da desvulcanização do mesmo, porém resulta na obtenção de altos rendimentos de moagem em partículas muito

10 finas do material de borracha.

Além disso, percebeu-se que, para se realizar um resfriamento muito eficiente do material de borracha, não é suficiente dotar o dispositivo de moagem - por exemplo, as paredes do mesmo - com um circuito de resfriamento que possa remover uma quantidade de calor pré-determinada do

15 material de borracha por contato deste último com o circuito de resfriamento - por exemplo, com as paredes resfriadas do dispositivo de moagem. Em particular, percebeu-se que parte do calor produzido durante a etapa de moagem precisa ser removida agindo-se diretamente sobre o material de borracha, isto é, por realização de um resfriamento deste último do lado de

20 dentro do mesmo.

Verificou-se também que é possível resfriar eficientemente o material de borracha pelo contato do material de borracha com um refrigerante líquido.

De acordo com a presente invenção, o termo “refrigerante

25 líquido” é usado para indicar qualquer refrigerante líquido que seja líquido à temperatura ambiente (isto é, a 20-25°C) e à pressão atmosférica.

Preferencialmente, o refrigerante líquido é um líquido que pelo menos parcialmente se evapora durante a moagem do material de borracha vulcanizada de modo que pelo menos parte do calor, que é produzido durante

a ação de moagem, seja dissipado.

Em mais detalhes, verificou-se que, por introdução de pelo menos uma quantidade pré-determinada de um refrigerante líquido no dispositivo de moagem de modo a por em contato o material de borracha durante o avanço e a moagem do mesmo, o dito agente de resfriamento dissipa uma parte do calor produzido durante a etapa de moagem e assim resfria eficientemente o material de borracha que está sendo moído.

Além disso, para se aumentar o rendimento de moagem em finas partículas do material de borracha, verificou-se que pelo menos um aditivo auxiliar de moagem pode ser vantajosamente introduzido no dispositivo de moagem.

Em particular, verificou-se que é obtido um efeito sinérgico quando pelo menos um refrigerante líquido e um aditivo auxiliar de moagem são introduzidos no dispositivo de moagem, o dito aditivo auxiliando favoravelmente a operação de moagem. Como uma consequência deste efeito sinérgico, aumenta vantajosamente o rendimento de moagem em finas partículas.

Acredita-se que o dito resultado favorável está ligado ao fato de que: a) os aditivos auxiliares de moagem evitam a re-aglomeração das finas partículas de borracha produzidas durante o processo assim como a sua adesão ao dispositivo de moagem e b) os aditivos auxiliares de moagem contribuem para a ação de moagem graças à sua dureza e/ou à sua abrasividade. A presente invenção refere-se a um processo para a produção de um pó de borracha a partir de um material de borracha vulcanizada que compreende as etapas de:

- alimentação a um dispositivo de moagem com um material de borracha vulcanizada;
- contato do dito material de borracha vulcanizada com pelo menos um refrigerante líquido;



- introdução de pelo menos um aditivo auxiliar de moagem no dito dispositivo de moagem;
- operação do dispositivo de moagem de modo a moer o dito material de borracha vulcanizada para formar o dito pó de borracha e
- 5      • descarga do dito pó de borracha do dito dispositivo de moagem.

O processo de acordo com a presente invenção também compreende a etapa de introduzir o refrigerante líquido no dispositivo de moagem.

10      Preferencialmente, o aditivo auxiliar de moagem é introduzido no dispositivo de moagem através de pelo menos uma entrada de alimentação juntamente com o material de borracha vulcanizada.

15      Preferencialmente, a introdução do refrigerante líquido no dispositivo de moagem é realizada por meio de pelo menos uma outra entrada de alimentação que é diferente da entrada de alimentação do material de borracha vulcanizada e do aditivo auxiliar de moagem.

Preferencialmente, pelo menos uma dita outra entrada de alimentação é um ponto de injeção para o refrigerante líquido.

20      Alternativamente, a introdução do refrigerante líquido no dispositivo de moagem é realizada por meio de pelo menos uma outra dita entrada de alimentação de modo que o refrigerante líquido, o material de borracha vulcanizada e o aditivo auxiliar de moagem são alimentados à extrusora através da mesma entrada de alimentação.

De acordo com uma modalidade da invenção, a introdução do refrigerante líquido no dispositivo de moagem é realizada por gotejamento.

25      De acordo com uma outra modalidade, a etapa de contato compreende a etapa de impregnação do material de borracha vulcanizada com o dito refrigerante líquido antes da etapa de alimentação.

De acordo com a invenção, quando o refrigerante líquido introduzido no dispositivo de moagem entra em contato com o material de

borracha durante a moagem do mesmo, o agente de resfriamento é capaz de remover o calor, ou pelo menos parte do mesmo, no início de sua produção de modo que possa ser realizado um controle mais eficiente e eficaz da temperatura do material de borracha em relação ao caso em que é realizado

5 um resfriamento externo simples, isto é, um resfriamento realizado por meio de um circuito de resfriamento fornecido, por exemplo, dentro das paredes do dispositivo de moagem.

Um exemplo de dispositivo de moagem de acordo com a presente invenção é um moinho, por exemplo, um moinho de corte, um

10 moinho refinador, um moinho de martelos, um moinho de moagem, um moinho de pinos, um moinho de pintos em contra-rotação, um moinho de gaiola, um moinho turbo ou um moinho de atrito.

Um dispositivo de moagem alternativo é uma extrusora.

Um outro dispositivo de moagem alternativo é uma

15 retalhadora ou um granulador.

Um outro dispositivo de moagem alternativo é um misturador Banbury.

O processo da presente invenção é adequado para a pulverização de quaisquer materiais de borracha vulcanizada, tais como

20 polímeros, copolímeros, homopolímeros sintéticos ou naturais, borracha natural ou sintética e misturas dos mesmos.

Preferencialmente, o processo da presente invenção é adequado para a pulverização do material de borracha vulcanizada que deriva de pneus descartados.

25 No caso em que é usado um pneu descartado, este último é previamente rasgado em retalhos de dimensões de área notáveis, por exemplo, de aproximadamente 3 – 5 cm de tamanho.

Sucessivamente os ditos retalhos são submetidos a uma outra operação de redução de tamanho, que reduz os retalhos de pneu em aparas,

por exemplo, de aproximadamente 6 – 8 mm, enquanto são realizadas operações de trabalho dedicadas para se remover o aço (por exemplo, por meio de separação magnética) das ditas aparas. A redução dos retalhos de pneus a retalhos de pneus de menores dimensões permite que quase 99 % do material metálico e uma primeira quantidade do material têxtil são separados do material de borracha.

Sucessivamente, as ditas aparas são sujeitas a uma operação de pulverização de acordo com a presente invenção de modo a obter um pó de borracha, este último tendo uma dimensão média menor do que 1 mm.

Alternativamente, o pneu descartado rompido em retalhos (de aproximadamente 50 – 100 mm) é alimentado diretamente no dispositivo de moagem (por exemplo, um moinho giratório de moagem) em que é realizada a operação de pulverização de acordo com a presente invenção. De acordo com a dita modalidade, parte do material que sai do dispositivo de moagem é reciclada para o mesmo para fornecer uma maior moagem do dito material de modo a reduzir ainda mais o tamanho do mesmo.

Sucessivamente, o pó de borracha que sai do dispositivo de moagem é submetido a uma operação de peneiração de modo a separar a quantidade que resta do material têxtil do material de borracha.

Verificou-se que o uso de um aditivo auxiliar de moagem aumenta vantajosamente o rendimento da peneiração do material têxtil do material de borracha no final do processo de pulverização.

Em mais detalhes, verificou-se que pela utilização de um aditivo auxiliar de moagem é possível separar eficientemente e facilmente o material têxtil - isto é, as fibras - da pó de borracha, pois o material têxtil tende a se aglomerar e se separar espontaneamente por formação de flocos sobre as peneiras.

Portanto, durante a peneiração subsequente, as fibras aglomeradas são retidas nas peneiras e podem ser facilmente removidas.

De acordo com a presente invenção, a pó de borracha obtida é substancialmente desprovida do material têxtil e o desperdício de material de borracha é notavelmente reduzido em relação a processos tradicionais de pulverização em que o material têxtil é separado, por exemplo, por meio de  
5 separadores de ciclone com ar e uma quantidade notável de material de borracha não pode ser recuperada.

Preferencialmente, o refrigerante líquido de acordo com a presente invenção é água.

Mais preferivelmente o dito refrigerante líquido é água a uma  
10 temperatura não mais alta do que 30°C. Até mesmo mais preferencialmente, a dita água está a uma temperatura compreendida entre 5°C e 20°C.

Alternativamente, o refrigerante líquido de acordo com a presente invenção é uma emulsão ou uma suspensão aquosas de pelo menos um material polimérico, por exemplo, um elastômero (tal como borracha  
15 natural) ou uma resina.

Preferencialmente, o refrigerante líquido é um agente de resfriamento não criogênico.

Preferencialmente, o refrigerante líquido é alimentado continuamente ao dispositivo de moagem.

20 O uso de água como refrigerante líquido é particularmente preferido não somente de um ponto de vista econômico e prático, porém também pelo fato de que a ação de resfriamento é particularmente eficiente por causa da evaporação da água. De fato, sendo a produção de calor consequência da ação de moagem sobre o material de borracha, a água  
25 introduzida no dispositivo de moagem dissipa uma parte do calor produzido durante a adita ação de moagem e evapora-se. Portanto, a pó de borracha descarregada do dispositivo de moagem é substancialmente seca.

De acordo com a presente invenção, o refrigerante líquido é de preferência introduzido no dispositivo de moagem em uma quantidade não

maior do que 20 % em peso em relação à quantidade do material de borracha. Mais preferivelmente, a quantidade de agente de resfriamento não é maior do que 10 % em peso, em relação à quantidade do material de borracha.

De acordo com um outro aspecto da presente invenção, a  
5 temperatura do material de borracha contido no dispositivo de moagem precisa ser mantida abaixo da sua temperatura de fusão ou de amolecimento de modo que as partículas de borracha não aumentem a sua pegajosidade durante a moagem das mesmas e não se aglomerem.

Em particular, percebeu-se que o material de borracha  
10 introduzido no dispositivo de moagem e moído no mesmo precisa ser adequadamente resfriado por meio do refrigerante líquido mencionado acima de modo que, na saída do dispositivo de moagem, a temperatura da pó de borracha de preferência não é maior do que 100°C, mais preferivelmente não é maior do que 60°C.

15 Preferencialmente, os aditivos auxiliares de moagem podem ser selecionados entre: sílica, silicatos (por exemplo, talco, mica, argila), óxidos ou carbonatos de metal finamente divididos (por exemplo, carbonato de cálcio, óxido de zinco, óxido de magnésio, alumina) e misturas dos mesmos.

20 De acordo com a presente invenção, o aditivo auxiliar de moagem é de preferência introduzido no dispositivo de moagem em uma quantidade não maior do que 20 % em peso, mais preferivelmente desde 0,5 % até 10 % em peso, em relação à quantidade de material de borracha.

De acordo com uma modalidade da presente invenção, o  
25 dispositivo de moagem é uma extrusora que compreende um barril e pelo menos um parafuso montado em rotação no dito barril.

De acordo com a dita modalidade, de preferência a etapa de operação da extrusora compreende pelo menos uma etapa de transporte do material de borracha vulcanizada ao longo da extrusora e pelo menos uma

etapa de moagem do material de borracha vulcanizada dentro da extrusora.

Preferencialmente, a etapa de contato da borracha é realizada por introdução do refrigerante líquido no barril da extrusora, a dita introdução sendo realizada durante pelo menos uma etapa de transporte do material de  
5 borracha vulcanizada ao longo da extrusora.

Mais preferivelmente, a etapa de introdução do agente de resfriamento no barril da extrusora é realizada em associação com pelo menos uma etapa de moagem do material de borracha vulcanizada dentro da extrusora. Mais especificamente, a etapa de introdução pode ser realizada  
10 antes da etapa de moagem, ou tanto antes como durante a etapa de moagem.

Geralmente, a extrusora é dotada de pelo menos uma entrada de alimentação para a introdução na mesma do material de borracha previamente reduzido em retalhos.

Preferencialmente, a extrusora é dotada de um dispositivo de  
15 armazenagem e alimentação principal que está localizado em correspondência de uma primeira parte do parafuso da extrusora.

De acordo com uma modalidade da presente invenção, o material de borracha reduzido em retalhos é introduzido no barril da extrusora por meio do dito depósito principal de alimentação.

20 Preferencialmente, a extrusora é também dotada de pelo menos uma outra entrada de alimentação, que está localizada em correspondência de uma outra parte do parafuso da extrusora, a uma distância pré-determinada do dito depósito principal de alimentação.

De acordo com uma modalidade da presente invenção, parte  
25 do material de borracha reduzido em retalhos é introduzido no barril da extrusora por meio da dita pelo menos uma outra entrada de alimentação lateral.

Preferencialmente, o material de borracha é continuamente introduzido na extrusora.

De acordo com uma modalidade preferida da presente invenção, o refrigerante líquido é alimentado à extrusora através da dita pelo menos uma outra entrada de alimentação. Preferivelmente, a dita pelo menos uma outra entrada de alimentação é um ponto de injeção do refrigerante líquido a ser introduzido na extrusora.

Alternativamente, o refrigerante líquido é alimentado à extrusora através da dita pelo menos uma entrada de alimentação lateral. De acordo com uma outra modalidade, o refrigerante líquido e o material de borracha podem ser introduzidos juntos na dita pelo menos uma entrada de alimentação lateral.

Alternativamente, o refrigerante líquido é alimentado à extrusora através do depósito principal de alimentação.

Geralmente, o parafuso da extrusora compreende um grande número de elementos de transporte e elementos de ação de amassar que estão reunidos de acordo com uma seqüência pré-determinada, esta última dependendo da espécie de material a ser moído assim como do rendimento de moagem a ser conseguido. Em mais detalhes, os elementos de transporte têm a função de mover o material de borracha ao longo do barril da extrusora enquanto os elementos de amassar têm a função de moagem do material de borracha, isto é, de transferir ao material de borracha a energia mecânica necessária para a realização da redução do tamanho da partícula desejado. Além disso, os elementos de amassar têm a função de misturação do refrigerante líquido com o material de borracha.

De acordo com uma modalidade da presente invenção, o refrigerante líquido é de preferência alimentado à extrusora através de uma outra entrada para alimentação posicionada em correspondência de pelo menos um elemento de amassamento. Mais preferivelmente, a dita entrada para alimentação é um ponto de injeção.

De acordo com uma outra modalidade da presente invenção, o

refrigerante líquido é alimentado à extrusora através de uma outra entrada para alimentação posicionada em correspondência de um elemento de transporte que está localizado imediatamente a montante do elemento de amassamento. Esta solução é particularmente preferida pois o elemento de amassamento pode ser adequadamente resfriado.

Portanto, a introdução do refrigerante líquido em correspondência de pelo menos um elemento de amassamento ou imediatamente a montante do mesmo é uma configuração muito vantajosa pois o refrigerante líquido é diretamente introduzido nas zonas da extrusora em que é realizada a etapa de moagem e é produzida uma quantidade de calor.

Além disso, de acordo com a presente invenção, também é possível resfriar seletivamente apenas os elementos de amassamento que, de acordo com a sua posição ao longo da extensão longitudinal do parafuso assim como o material de borracha específico a ser pulverizado, transferem para o material de borracha os mais altos cisalhamentos mecânicos e são os mais eficazes na ação de moagem dos mesmos.

Preferencialmente, o refrigerante líquido é introduzido no barril da extrusora por injeção através do dito pelo menos um ponto de injeção.

Alternativamente, o refrigerante líquido é introduzido na extrusora por gotejamento. Naquele caso, o refrigerante líquido é alimentado ao barril por meio do depósito principal de alimentação e/ou de pelo menos uma entrada de alimentação lateral.

Alternativamente, o material de borracha introduzido na extrusora na forma de retalhos de uma granulometria pré-determinada é umedecido previamente ou impregnado com o refrigerante líquido. Isto significa que a etapa de contato do material de borracha vulcanizado com o refrigerante líquido ocorre antes da introdução do material de borracha na extrusora.

Preferencialmente, os aditivos auxiliares de moagem são



introduzidos na extrusora por meio pelo menos de uma outra dita entrada de alimentação. Mais preferivelmente os ditos aditivos são introduzidos na extrusora por meio pelo menos de uma dita entrada de alimentação lateral.

Alternativamente, os ditos aditivos são introduzidos na  
5 extrusora por meio pelo menos de um dito depósito de alimentação principal com o material de borracha.

Preferencialmente, os ditos aditivos são introduzidos na extrusora por meio de um dispositivo de medição gravimétrico.

O processo da presente invenção permite que possam ser  
10 conseguidos altos rendimentos de moagem em partículas finas em uma passagem apenas - isto é, sem reciclagem da pó de borracha obtida – embora mantendo-se a temperatura de funcionamento do processo a um valor notavelmente mais alto do que a temperatura de funcionamento do nitrogênio líquido. Em outras palavras, em uma passagem apenas, o processo da presente  
15 invenção permite a obtenção de rendimentos de moagem em finas partículas que podem ser comparadas com aquelas obtidas com as técnicas criogênicas, porém com a vantagem de que o processo da presente invenção permite grandes economias de energia e de custo, também em termos de aparelhagens a serem empregadas.

Portanto, em uma passagem apenas, o processo da presente  
20 invenção permite a obtenção de um rendimento de moagem maior do que 50 % em partículas que tenham um diâmetro médio inferior a 600  $\mu\text{m}$  (isto é, 30 mesh) e um rendimento de moagem maior do que 40 % em partículas que têm um diâmetro médio inferior a 425  $\mu\text{m}$  (isto é, 40 mesh). Além disso, pode ser  
25 obtido um rendimento de moagem maior do que 20 % em partículas que tenham um diâmetro médio inferior a 200  $\mu\text{m}$ .

De acordo com uma outra modalidade da presente invenção, o processo compreende a etapa de peneiração da pó de borracha que sai do dispositivo de moagem. Preferencialmente, as partículas de borracha que têm

um diâmetro médio maior do que 1 mm são recicladas para o dispositivo de moagem.

Portanto, de acordo com a dita outra modalidade, o processo da presente invenção também compreende a etapa de reciclagem de pelo menos uma parte da pó de borracha que sai do dispositivo de moagem.

A presente invenção é agora ainda ilustrada com referência às figuras anexas, em que:

- A Figura 1 é uma diagrama esquemático de um processo de acordo com a presente invenção em que o dispositivo de moagem é uma extrusora;
- A Figura 2 é um gráfico que demonstra a influência da água sobre o rendimento de moagem da pó de borracha vulcanizada obtida pelo processo de acordo com a presente invenção e
- A Figura 3 é um gráfico que demonstra o efeito sinérgico de água e de sílica sobre o rendimento de moagem da pó de borracha vulcanizada.

A Figura 1 apresenta esquematicamente uma planta 100 para a produção de uma pó de borracha a partir de um material de borracha vulcanizada de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A planta 100 compreende uma extrusora 110 que é dotada de pelo menos uma entrada de alimentação.

Em mais detalhes, de acordo com a modalidade apresentada na Figura 1, a extrusora 110 também compreende uma entrada de alimentação lateral 111b e um ponto de injeção 111c para a introdução na extrusora de pelo menos um aditivo auxiliar de moagem (ver seta B) e um refrigerante líquido (ver seta C) respectivamente.

A extrusora de acordo com a presente invenção pode ainda compreender um circuito de resfriamento dentro das paredes do barril da extrusora de modo que o material de borracha possa ser resfriado também

pelo lado de fora, isto é, pelo contato das paredes resfriadas do barril.

Na extremidade da extrusora oposta ao depósito principal de alimentação, a pó de borracha vulcanizada é descarregada da extrusora 110 como indicado pela seta D.

5 De acordo com uma modalidade (que não aparece na figura) da invenção, a pó de borracha vulcanizada descarregada é transportada até pelo menos uma peneira de modo que parte do pó possa ser reciclada para a extrusora, de preferência para o depósito principal de alimentação. Preferencialmente, as partículas de borracha que têm um diâmetro médio maior do que 1 mm são recicladas.

10 Preferencialmente, a extrusora 110 é uma extrusora de parafuso duplo em co-rotação.

O material de borracha vulcanizada a ser moído a um pó de acordo com o processo da presente invenção pode compreender pelo menos um polímero elastomérico de dieno natural ou sintético, por exemplo, obtido por polimerização em solução, polimerização em emulsão ou polimerização em fase gasosa de uma ou mais diolefinas conjugadas, opcionalmente mescladas com pelo menos um comonômero selecionado entre monovinilarenos e/ou comonômeros polares em uma quantidade de não mais do que 60 % em peso.

20 As diolefinas conjugadas geralmente contêm desde 4 até 12, de preferência desde 4 até 8 átomos de carbono e podem ser selecionadas, por exemplo, do grupo que compreende: 1,3-butadieno, isopreno, 2,3-dimetil-1,3-butadieno, 1,3-pentadieno, 1,3-hexadieno, 3-butil-1,2-octadieno, 2-fenil-1,3-butadieno ou misturas dos mesmos.

25 Os monovinilarenos que podem opcionalmente ser usados como comonômeros geralmente contêm desde 8 até 20, de preferência desde 8 até 12 átomos de carbono e podem ser selecionados, por exemplo, entre: estireno; 1-vinilnaftaleno; 2-vinilnaftaleno; vários alquil, cicloalquil, aril,

alquilaril ou arilalquil derivados de estireno tais como, por exemplo,  $\alpha$ -metilestireno, 3-metilestireno, 4-propilestireno, 4-ciclohexilestireno, 4-dodecilestireno, 2-etil-4-benzilestireno, 4-p-tolilestireno e 4-(4-fenilbutil) estireno ou misturas dos mesmos.

5 Os comonômeros polares que podem opcionalmente ser usados podem ser selecionados, por exemplo, entre: vinilpiridina, vinilquinolina, ésteres de ácido acrílico e alquilacrílico, nitrilas ou misturas dos mesmos, tais como, por exemplo, acrilato de metila, acrilato de etila, metacrilato de metila, metacrilato de etila, acrilonitrila ou misturas dos mesmos.

10 Preferencialmente, o polímero elastomérico de dieno pode ser selecionado, por exemplo, entre: cis-1,4-poliisopreno (borracha natural ou sintética, de preferência natural), 3,4-poliisopreno, poli (1,3-butadieno) (em particular o poli (1,3-butadieno) com um alto teor de 1,4-cis), copolímeros de isopreno/isobuteno opcionalmente halogenados, copolímeros de 1,3-  
15 butadieno/acrilonitrila, copolímeros de estireno/1,3-butadieno, copolímeros de estireno/isopreno/1,3-butadieno, copolímeros de estireno/1,3-butadieno/acrilonitrila ou misturas dos mesmos.

Alternativamente, o material de borracha vulcanizada a ser  
moído em um pó de acordo com o processo da presente invenção pode  
20 compreender pelo menos um polímero elastomérico que pode ser selecionado entre polímeros elastoméricos de uma ou mais monoolefinas com um comonômero olefínico ou derivados do mesmo. As monoolefinas podem ser selecionadas entre: etileno e  $\alpha$ -olefinas que geralmente contêm desde 3 até 12 átomos de carbono, tais como, por exemplo, propileno, 1-buteno, 1-penteno,  
25 1-hexeno, 1-octeno ou misturas dos mesmos. Os seguintes são preferidos: copolímeros entre etileno e uma  $\alpha$ -olefina, opcionalmente com um dieno; homopolímeros ou copolímeros de isobuteno com pequenas quantidades de um dieno, que são opcionalmente pelo menos parcialmente halogenados. O dieno opcionalmente presente geralmente contém desde 4 até 20 átomos de

carbono e é de preferência selecionado entre: 1,3-butadieno, isopreno, 1,4-hexadieno, 1,4-ciclohexadieno, 5-etilideno-2-norborneno, 5-metileno-2-norborneno, vinilnorborneno ou misturas dos mesmos. Entre estes, são particularmente preferidos os seguintes: copolímeros de etileno/propileno (EPR) ou copolímeros de etileno/propileno/dieno (EPDM); poliisobuteno; 5 borrachas butílicas; borrachas halobutílicas, em particular borrachas clorobutílicas ou homobutílicas; ou misturas dos mesmos.

A presente invenção é agora ainda ilustrada pelos seguintes exemplos de funcionamento.

10

#### Exemplo 1 (comparativo)

O processo foi realizado utilizando-se um produto de borracha vulcanizada produzido por Graneco s.r.l. (Ferrara – Itália). O dito produto estava na forma de pelotas de borracha vulcanizada que têm dimensões de entre 2 e 5 mm e foi obtido pela moagem de pneus de caminhões.

15

As pelotas foram alimentadas ao depósito principal de alimentação de uma extrusora de parafuso duplo em co-rotação com entremeio que tem um diâmetro do cilindro de 40 mm e uma razão L/D de 48.

20

O fluxo de alimentação das pelotas de borracha vulcanizada foi ajustado até 20 kg/h e a velocidade de rotação do parafuso da extrusora foi ajustada até 300 rpm.

A temperatura da borracha vulcanizada em pó descarregada da extrusora foi medida por meio de um termopar e foi obtido um valor de 56°C.

A Tabela 1 apresenta o rendimento de moagem – expresso em percentagem em peso em relação a uma quantidade total de 100 kg de pó de 25 borracha descarregada da extrusora – com referência às diferentes faixas granulométricas da dita pó de borracha.

Em mais detalhes, os valores da Tabela 1 foram obtidos por peneiração - durante um período de tempo de aproximadamente 6 minutos – a pó de borracha descarregada da extrusora por utilização de um

grande número de peneiras de diferentes tamanhos. Por exemplo, o valor de 69,82 % corresponde à quantidade em peso de pó de borracha que tinha um tamanho da partícula maior do que 1000  $\mu\text{m}$  e não passou através da primeira peneira que tem o tamanho de 1000  $\mu\text{m}$ , ao passo que, por exemplo, o valor de 6,86 % correspondesse à quantidade em peso da pó de borracha que tinha um tamanho da partícula menor do que 1000  $\mu\text{m}$  porém maior do que 800  $\mu\text{m}$  e permanecia sobre a peneira eu tem um tamanho de 800  $\mu\text{m}$ .

Pelos dados apresentados na Tabela 1 pode ser calculado que uma quantidade de apenas 4,67 % da pó de borracha descarregada da extrusora tinha uma dimensão menor do que 400  $\mu\text{m}$ , enquanto uma quantidade de apenas 13,68 % da pó de borracha tinha uma dimensão menor do que 600  $\mu\text{m}$ .

Os dados do Exemplo 1 são comparados graficamente na Figura 2 como indicado pela curva “a” em que na abscissa estão relacionadas as dimensões da pó de borracha ao passo que nas ordenadas está indicado o rendimento de moagem expresso em percentagem.

#### Exemplo 2 (da invenção)

O processo foi utilizado pelo emprego do mesmo produto de borracha vulcanizada e da mesma extrusora de parafuso duplo descritos no Exemplo 1.

A extrusora de parafuso duplo foi operada nas mesmas condições de trabalho (em termos de fluxo de alimentação e de velocidade de rotação do parafuso) como divulgadas no Exemplo 1.

A temperatura da pó de borracha vulcanizada descarregada da extrusora era de 31°C.

4 % de água – em relação à quantidade total de 100 kg de pó de borracha descarregada da extrusora foram injetados continuamente na extrusora a uma temperatura de em torno de 18°C. A dita água foi alimentada à extrusora por meio de uma bomba de injeção e o ponto de injeção estava localizado a uma

distância de 14 diâmetros partindo do depósito principal de alimentação.

A Tabela 1 apresenta o rendimento de moagem – expresso em percentagem em peso em relação a uma quantidade total de 100 kg de pó de borracha descarregada da extrusora – com referência a diferentes faixas granulométricas da dita pó de borracha como descrito com referência ao Exemplo 1.

Pelos dados apresentados na Tabela 1 pode ser calculado que uma quantidade de 10,79 % da pó de borracha descarregada da extrusora tinha uma dimensão menor do que 400  $\mu\text{m}$ , enquanto que uma quantidade de 24,21 % da pó de borracha tinha uma dimensão menor do que 600  $\mu\text{m}$ .

Portanto, por comparação dos dados do Exemplo 1 com os dados do Exemplo 2, pode ser observado que, graças à introdução da água na extrusora, a quantidade de pó de borracha que tem dimensões maiores do que 1000  $\mu\text{m}$  diminuía em torno de 16 % (passando de 69,82 % do Exemplo 1 para 52,61 % do Exemplo 2) e no Exemplo 2, em relação aos valores correspondentes do Exemplo 1, a quantidade de pó de borracha que tem dimensões menores do que 400  $\mu\text{m}$  e menores do que 600  $\mu\text{m}$  foi aumentada em torno de 6 % e 10 % respectivamente.

Os dados do Exemplo 2 são comparados graficamente na Figura 2 e indicados pela curva “b”.

Tabela 1

		Rendimento de moagem (%)	
		Exemplo 1	Exemplo 2
Pó de borracha Dimensões ( $\mu\text{m}$ )	> 1000	69,82	52,61
	800-1000	6,86	10,43
	600-800	9,63	12,75
	400-600	9,01	13,42
	300-400	3,66	8,35
	200-300	0,95	2,40
	100-200	0,05	0,05
	< 100	0,00	0,00

### Exemplo 3 (comparativo)

O processo foi realizado utilizando-se o mesmo produto de borracha vulcanizada e a mesma extrusora de parafuso duplo descrita no Exemplo 1.

5 O fluxo de alimentação das pelotas de borracha vulcanizada foi ajustado até 40 kg/h e a velocidade de rotação do parafuso da extrusora foi ajustada até 300 rpm.

A temperatura da borracha vulcanizada em pó descarregada da extrusora era de 80°C.

10 A Tabela 2 apresenta o rendimento de moagem – expresso em percentagem em peso em relação a uma quantidade total de 100 kg de pó de borracha descarregada da extrusora – com referência às diferentes faixas granulométricas da dita pó de borracha.

Pelos dados apresentados na Tabela 2 pode ser calculado que  
15 uma quantidade de apenas 54,4 % da pó de borracha descarregada da extrusora tinha uma dimensão menor do que 1000  $\mu\text{m}$ , enquanto que uma quantidade de 33,0 % tinha uma dimensão menor do que 600  $\mu\text{m}$ , uma quantidade de 20,0 % tinha uma dimensão menor do que 420  $\mu\text{m}$ , uma quantidade de 14,8 % tinha uma dimensão menor do que 350  $\mu\text{m}$ , uma  
20 quantidade de 4,4 % tinha uma dimensão menor do que 200  $\mu\text{m}$  e uma quantidade de 1,4 % tinha uma dimensão menor do que 150  $\mu\text{m}$ .

Os dados do Exemplo 3 são comparados graficamente na figura 3 como indicado pela curva “c” em que na abscissa estão relatadas as dimensões da pó de borracha, enquanto que nas ordenadas está indicado o  
25 rendimento de moagem expresso em percentagem.

### Exemplo 4 (comparativo)

O processo foi realizado utilizando-se o mesmo produto de borracha vulcanizada e a mesma extrusora de parafuso duplo descrita no Exemplo 1.



A extrusora de parafuso duplo foi operada nas mesmas condições de operação (em termos de fluxo de alimentação e de velocidade de rotação do parafuso) do Exemplo 3.

5 A temperatura da borracha vulcanizada em pó descarregada da extrusora era de 77°C.

Foi usada sílica como um aditivo auxiliar de moagem e foi introduzida na extrusora através do depósito principal de alimentação por meio de um dispositivo de medição gravimétrico. A quantidade de sílica era de 10 % em peso em relação à quantidade de material de borracha introduzido  
10 na extrusora. A sílica usada foi Sipernat® 320 que é produzida por Degussa e tem área superficial específica de 175 m<sup>2</sup>/g, tamanho médio da partícula de 15 µm, dureza de Mohs de 7 e densidade de 2,65 g/cm<sup>3</sup>.

A Tabela 2 apresenta o rendimento de moagem – expresso em percentagem em peso em relação a uma quantidade total de 100 kg de pó de  
15 borracha descarregada da extrusora – com referência às diferentes faixas granulométricas da dita pó de borracha.

Pelos dados apresentados na Tabela 2 pode ser observado que, por comparação dos dados do Exemplo 3 com os dados do Exemplo 4, graças à introdução da sílica na extrusora, aumentou a quantidade de pó de borracha  
20 fino. Por exemplo, pode ser observado que o uso da sílica aumentou a quantidade de pó de borracha de dimensões na faixa de desde 200 até 350 µm (desde 10,40 % do Exemplo 3 até 5,40 % do Exemplo 4, isto é, com um aumento de em torno de 700 %).

Pelos dados apresentados na Tabela 2 pode ser calculado que  
25 uma quantidade de uma quantidade de 63,5 % da pó de borracha descarregados da extrusora tinham uma dimensão menor do que 1000 µm, ao passo que uma quantidade de 46,5 % tinham uma dimensão menor do que 600 µm, uma quantidade de 34,5 % tinham uma dimensão menor do que 420 µm, uma quantidade de 29,3 % tinham uma dimensão menor do

que 350  $\mu\text{m}$ , uma quantidade de 16,7 % tinham uma dimensão menor do que 200  $\mu\text{m}$  e uma quantidade de 11,3 % tinham uma dimensão menor do que 150  $\mu\text{m}$ .

Os dados do Exemplo 4 são comparados graficamente na  
5 Figura 3 e indicados pela curva “d”.

#### Exemplo 5 (da invenção)

O processo foi realizado usando-se o mesmo produto de borracha vulcanizada e a mesma extrusora de parafuso duplo descritos no Exemplo 1.

10 A extrusora de parafuso duplo foi operada nas mesmas condições de funcionamento (em termos de fluxo de alimentação e velocidade de rotação do parafuso) como divulgado no Exemplo 3.

A temperatura da borracha vulcanizada em pó descarregada da extrusora era de 44°C.

15 A quantidade de sílica de 5 % em peso – em relação à quantidade de material de borracha introduzido na extrusora – foi alimentada à extrusora através do dispositivo de alimentação principal da mesma por meio de um dispositivo de medição gravimétrico. A sílica usada foi Sipernat<sup>®</sup> 320 como descrito no Exemplo 4.

20 Além disso, uma quantidade de água de 5 % em peso – em relação à quantidade total de material de borracha – era continuamente injetada na extrusora através de um ponto de injeção como descrito no Exemplo 2. A água estava a uma temperatura de em torno de 18°C.

A Tabela 2 apresenta o rendimento de moagem – expresso em  
25 percentagem em peso em relação a uma quantidade total de 100 kg de pó de borracha descarregados da extrusora – com referência a diferentes faixas granulométricas da dita pó de borracha.

Pelos dados apresentados na Tabela 2 pode ser observado que, por comparação dos dados do Exemplo 4 com os dados do Exemplo

5, graças à introdução na extrusora de 5 % em peso de água em lugar de % em peso de sílica (de modo que apenas fossem usados 5 % em peso de sílica), a quantidade de pó de borracha fino era notavelmente aumentada ressaltando o efeito sinérgico da sílica e da água. Por exemplo, pode ser observado que a quantidade de pó de borracha de dimensões na faixa de 200 até 350  $\mu\text{m}$  aumentou (desde 12,6 % do Exemplo 4 até 13,4 % do Exemplo 5, isto é, com um incremento de aproximadamente 6 %). Assim como a quantidade da pó de borracha de dimensões na faixa de desde 150 até 200  $\mu\text{m}$  (desde 5,5 % do exemplo 4 até 7,4 % do Exemplo 5, isto é, com um incremento de aproximadamente 37 %) e a quantidade da pó de borracha de dimensões inferiores a 150  $\mu\text{m}$  (desde 11,3 % do Exemplo 5 até 16,2 % do Exemplo 5, isto é, com um incremento de aproximadamente 43 %).

Pelos dados apresentados na Tabela 2 pode ser calculado que uma quantidade de 64,2 % da pó de borracha descarregados da extrusora tinham uma dimensão menor do que 1000  $\mu\text{m}$ , ao passo que uma quantidade de 51,0 % tinham uma dimensão menor do que 600  $\mu\text{m}$ , uma quantidade de 41,4 % tinham uma dimensão menor do que 420  $\mu\text{m}$ , uma quantidade de 37,0 % tinham uma dimensão menor do que 350  $\mu\text{m}$ , uma quantidade de 23,6 % tinham uma dimensão menor do que 200  $\mu\text{m}$  e uma quantidade de 16,2 % tinham uma dimensão menor do que 150  $\mu\text{m}$ .

Além disso, por combinação dos dados relatados na Tabela 2, pode ser observado que a adição de água e de sílica ao material de borracha permite aumentar notavelmente o rendimento de moagem em finas partículas, isto é, em partículas que tenham dimensões menores do que 350  $\mu\text{m}$ , de preferência menores do que 200  $\mu\text{m}$ .

Os dados do Exemplo 4 são comparados graficamente na Figura 3 e indicados pela curva “e”.

Tabela 2

Pó de borracha Dimensões ( $\mu\text{m}$ )		Exemplo 3	Exemplo 4	Exemplo 5
	> 1000	45,40	36,40	35,60
	600-1000	21,40	17,00	13,20
	420-600	13,00	12,00	9,60
	350-420	5,20	5,20	4,40
	200-350	10,40	12,60	13,40
	200-150	3,00	5,40	7,40
	< 150	1,40	11,30	16,20

## REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a produção de um pó de borracha a partir de um material de borracha vulcanizada derivada de pneus descartados, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

- 5           • alimentação a um dispositivo de moagem com um material de borracha vulcanizada;
- contato do dito material de borracha vulcanizada com pelo menos um refrigerante líquido, em que o refrigerante líquido se mantém nesse estado nas condições normais de temperatura e pressão;
- 10          • introdução de pelo menos um aditivo auxiliar de moagem no dito dispositivo de moagem, em que os aditivos auxiliares de moagem são selecionados entre: sílica, silicatos (por exemplo, talco, mica, argila), óxidos ou carbonatos de metal finamente divididos (por exemplo, carbonato de cálcio, óxido de zinco, óxido de magnésio, alumina) e misturas dos mesmos;
- 15          • operação do dispositivo de moagem de modo a moer o dito material de borracha vulcanizada para formar o dito pó de borracha e
- descarga do dito pó de borracha do dito dispositivo de moagem.

2. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que também compreende a etapa de introdução do refrigerante líquido no dispositivo de moagem.

3. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o aditivo auxiliar de moagem é introduzido no dispositivo de moagem através de pelo menos uma entrada de alimentação juntamente com o material de borracha vulcanizada.

25           4. Processo de acordo com reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a introdução do refrigerante líquido no dispositivo de moagem é realizada por meio de pelo menos uma outra entrada de alimentação.

5. Processo de acordo com reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma outra entrada de alimentação é um ponto de

injeção do refrigerante líquido.

5 6. Processo de acordo com as reivindicações 2 e 3, caracterizado pelo fato de que a introdução do refrigerante líquido no dispositivo de moagem é realizada por meio de dita pelo menos uma entrada de alimentação.

7. Processo de acordo com reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a introdução do refrigerante líquido no dispositivo de moagem é realizada por gotejamento.

10 8. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita etapa de contato compreende umedecer o dito material de borracha vulcanizada com o dito refrigerante líquido antes da dita etapa de alimentação.

15 9. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita etapa de contato compreende impregnar o dito material de borracha vulcanizada com o dito refrigerante líquido antes da dita etapa de alimentação.

10. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que também compreende a etapa de redução do material de borracha vulcanizada em retalhos antes da etapa de alimentação.

20 11. Processo de acordo com reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que também compreende a etapa de redução de tamanho dos ditos retalhos em aparas de dimensões menores do que as dimensões dos ditos retalhos.

25 12. Processo de acordo com reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que também compreende a etapa de separação do material metálico do material de borracha reduzido a aparas.

13. Processo de acordo com reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o material metálico é separado por meio de um separador magnético.

14. Processo de acordo com reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que também compreende a etapa de separação do material têxtil do material de borracha reduzido a aparas.

5 15. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que também compreende a etapa de separação de uma quantidade restante de material têxtil do pó de borracha que sai do dispositivo de moagem.

16. Processo de acordo com reivindicação 14 ou 15, caracterizado pelo fato de que o material têxtil é separado por peneiração.

10 17. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que também compreende a etapa de reciclagem de pelo menos parte da dita pó de borracha após a dita etapa de peneiração.

18. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito refrigerante líquido é água.

15 19. Processo de acordo com reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que a dita água está a uma temperatura não mais alta do que 30°C.

20. Processo de acordo com reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que a dita temperatura não é mais alta do que 20°C.

20 21. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito refrigerante líquido é uma emulsão aquosa de pelo menos um material polimérico.

25 22. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito refrigerante líquido é uma suspensão aquosa de pelo menos um material polimérico.

23. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito refrigerante líquido é introduzido no dispositivo de moagem em uma quantidade não maior do que 20 % em peso em relação à quantidade do dito material de borracha vulcanizada.

24. Processo de acordo com reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que a dita quantidade está compreendida entre 0,5 % e 10 % em peso em relação à quantidade do material de borracha.

5 25. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito aditivo auxiliar de moagem é introduzido no dispositivo de moagem em uma quantidade não maior do que 20 % em peso em relação à quantidade do dito material de borracha vulcanizada.

10 26. Processo de acordo com reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que a dita quantidade está compreendida entre 0,5 % e 10 % em peso em relação à quantidade do material de borracha.

27. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito dispositivo de moagem é um moinho.

15 28. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito dispositivo de moagem é uma extrusora, a dita extrusora compreendendo um barril e pelo menos um parafuso montado em rotação no dito barril.

29. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito dispositivo de moagem é uma retalhadora.

20 30. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito dispositivo de moagem é um granulador.

31. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito dispositivo de moagem é um misturador Banbury.

25 32. Processo de acordo com reivindicação 28, caracterizado pelo fato de que a operação da extrusora compreende pelo menos uma etapa de transportar o material de borracha vulcanizada ao longo da extrusora e pelo menos uma etapa de moagem do material de borracha vulcanizada dentro da extrusora.

33. Processo de acordo com reivindicação 28, caracterizado pelo fato de que a etapa de contato da borracha é realizada por introdução do



refrigerante líquido no barril da extrusora.

34. Processo de acordo com as reivindicações 2 e 32, caracterizado pelo fato de que a etapa de introdução do refrigerante líquido é realizada durante pelo menos uma dita etapa de transporte.

5 35. Processo de acordo com as reivindicações 2 e 32, caracterizado pelo fato de que a etapa de introdução do refrigerante líquido é realizada em associação com pelo menos uma dita etapa de moagem.

10 36. Processo de acordo com as reivindicações 2 e 32, caracterizado pelo fato de que a etapa de introdução do refrigerante líquido é realizada durante a dita etapa de moagem.

37. Processo de acordo com as reivindicações 2 e 32, caracterizado pelo fato de que a etapa de introdução do refrigerante líquido é realizada antes da dita etapa de moagem.

15 38. Processo de acordo com as reivindicações 2 e 32, caracterizado pelo fato de que o refrigerante líquido é introduzido na dita extrusora através de pelo menos uma entrada de alimentação.

39. Processo de acordo com reivindicação 38, caracterizado pelo fato de que a dita entrada de alimentação é um depósito principal de alimentação.

20 40. Processo de acordo com reivindicação 38, caracterizado pelo fato de que a dita entrada de alimentação é um ponto de injeção.

41. Processo de acordo com reivindicação 38, caracterizado pelo fato de que a dita entrada de alimentação é uma entrada de alimentação lateral.

25 42. Processo de acordo com reivindicação 40 ou 41, caracterizado pelo fato de que a dita entrada de alimentação está posicionada em correspondência de pelo menos um elemento de amassamento do dito parafuso.

43. Processo de acordo com reivindicação 40 ou 41,

caracterizado pelo fato de que a dita entrada de alimentação está posicionada em correspondência de um elemento de transporte do dito parafuso, o dito elemento de transporte estando posicionado imediatamente a montante de um elemento de amassamento do dito parafuso.

5                    44. Processo de acordo com reivindicação 28, caracterizado pelo fato de que o dito pelo menos um aditivo auxiliar de moagem é introduzido na dita extrusora através de pelo menos uma entrada de alimentação.

10                   45. Processo de acordo com reivindicação 44, caracterizado pelo fato de que a dita entrada de alimentação é um depósito principal de alimentação.

                      46. Processo de acordo com reivindicação 44, caracterizado pelo fato de que a dita entrada de alimentação é uma entrada de alimentação lateral.

15                   47. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a temperatura da pó de borracha descarregada do dispositivo de moagem não é maior do que 100°C.

                      48. Processo de acordo com reivindicação 47, caracterizado pelo fato de que a dita temperatura não é maior do que 60°C.

20                   49. Processo de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito material de borracha vulcanizada compreende pelo menos um polímero elastomérico sintético ou natural.

Fig. 1

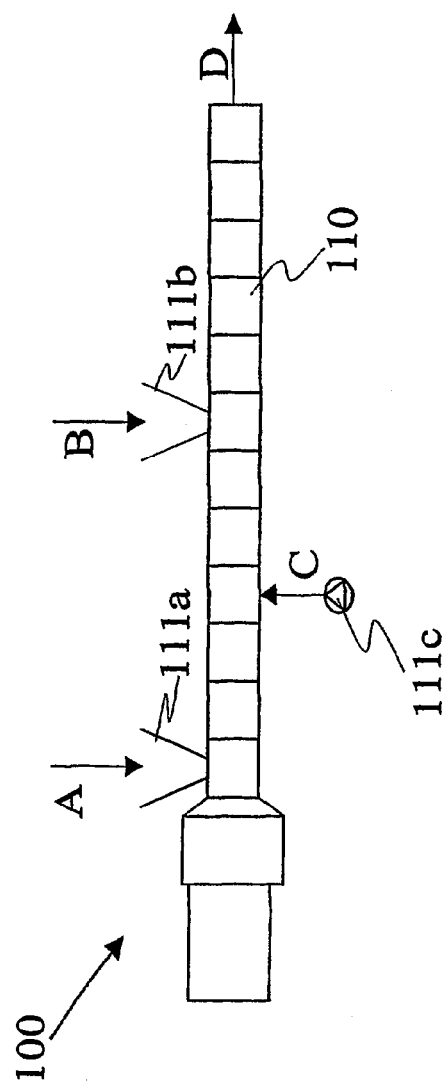


Fig. 2

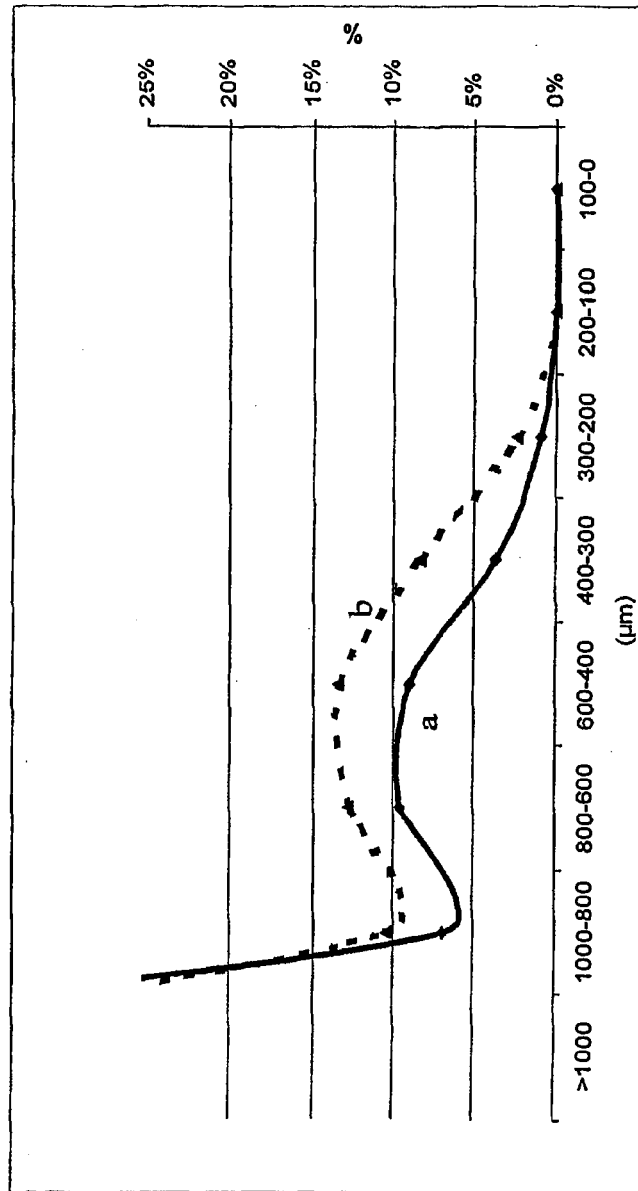
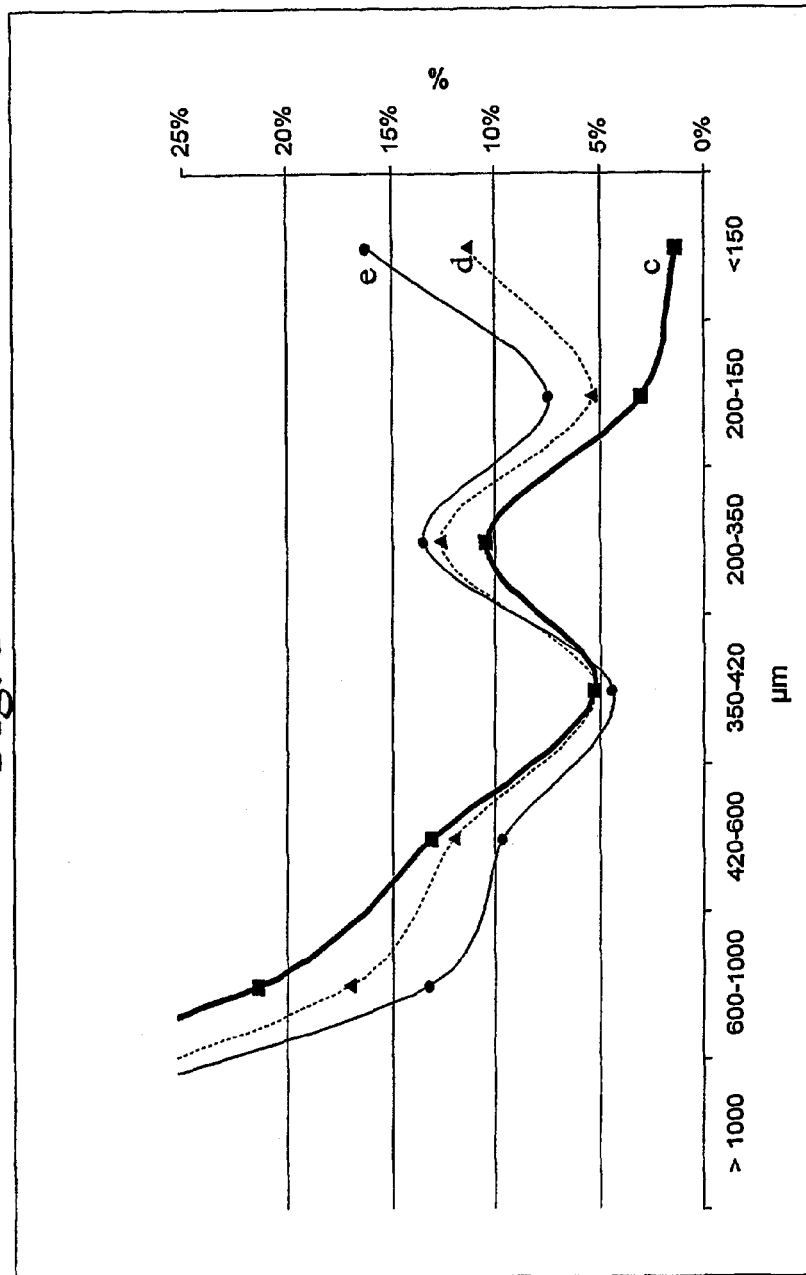


Fig. 3



## RESUMO

“PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UM PÓ DE BORRACHA A PARTIR DE UM MATERIAL DE BORRACHA VULCANIZADA DERIVADA DE PNEUS DESCARTADOS”

5                   A presente invenção refere-se a um processo para produzir um pó de borracha a partir de um material de borracha vulcanizada. O processo compreende as etapas de: a) alimentar um dispositivo de moagem com o material de borracha vulcanizada; b) contactar o material de borracha vulcanizada com pelo menos um refrigerante líquido; c) introduzir pelo  
10 menos um aditivo auxiliar de moagem em dito dispositivo de moagem; d) operar o dispositivo de moagem de modo a moer o material de borracha vulcanizada para formar um pó de borracha, e e) descartar o pó de borracha da extrusora.