



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

(21) BR 102020004318-8 A2



(22) Data do Depósito: 03/03/2020

(43) Data da Publicação Nacional: 13/10/2020

(54) Título: PNEU PNEUMÁTICO

(51) Int. Cl.: B60C 1/00; B60C 11/00.

(52) CPC: B60C 1/0016; B60C 11/00.

(30) Prioridade Unionista: 04/03/2019 US 16/291,056.

(71) Depositante(es): THE GOODYEAR TIRE & RUBBER COMPANY.

(72) Inventor(es): NIHAT ALI ISITMAN; MANUELA POMPEI; LUISA FERNANDA MUNOZ MEJIA; CARLO KANZ; MARC WEYDERT.

(57) Resumo: PNEU PNEUMÁTICO A presente invenção é direcionada a um pneu pneumático tendo uma banda de rodagem compreendendo uma composição de borracha vulcanizável compreendendo, com base em 100 partes em peso de elastômero (phr), (A) a partir de cerca de 20 a cerca de 60 phr de uma solução de borracha de estireno-butadieno polimerizada tendo uma temperatura de transição vítrea (Tg) variando de -85 °C a -50 °C; (B) a partir de cerca de 45 a cerca de 80 phr de um polibutadieno tendo um conteúdo cis 1,4 maior que 95 por cento e uma Tg variando de -80 °C a -110 °C; e (C) a partir de 0 a 20 phr de um óleo de processamento; (D) a partir de 55 a 80 phr de uma resina selecionada a partir de um grupo consistindo de resinas C5/C9 e resinas DCPD/C9, as resinas tendo uma Tg maior que 30 °C; e (E) de 110 a 160 phr de sílica.

“PNEU PNEUMÁTICO”

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[001] É altamente desejável que pneus tenham uma boa resistência a derrapagem no molhado, baixa resistência ao rolamento, e boas características de uso. Tem sido tradicionalmente muito difícil melhorar as características de uso de um pneu sem sacrificar suas características de resistência a derrapagem no molhado e tração. Estas propriedades dependem, até certo ponto, das propriedades viscoelásticas dinâmicas das borrachas utilizadas na fabricação do pneu.

[002] A fim de reduzir a resistência ao rolamento e melhorar as características de uso da banda de rodagem dos pneus, as borrachas tendo um ressalto têm sido tradicionalmente usadas na fabricação de compostos de borracha para a banda de rodagem do pneu. Por outro lado, a fim de aumentar a resistência a derrapagem no molhado de um pneu, as borrachas que sofrem uma grande perda de energia têm geralmente sido utilizadas na banda de rodagem do pneu. A fim de balancear estas duas propriedades inconsistentes viscoelasticamente, misturas de vários tipos de borracha sintética e natural são normalmente usadas nas bandas de rodagem do pneu.

[003] Os pneus são algumas vezes desejados com as bandas de rodagem para promover a tração em superfícies com neve. Várias composições de borracha podem ser propostas para as bandas de rodagem do pneu. Aqui, o desafio é reduzir a rigidez curada das ditas borrachas de banda de rodagem, conforme indicado tendo um módulo G' de armazenamento inferior a -20°C , quando a banda de rodagem pretende ser usada para condições de inverno de baixas temperaturas, particularmente para condução de veículos de neve.

[004] É considerado que os desafios significantes são apresentados para fornecer as ditas composições de borracha de banda de rodagem de pneu para manter em ambas as suas trações no molhado enquanto promove um desempenho

de baixa temperatura (por exemplo, inverno).

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[005] A presente invenção é direcionada a um pneu pneumático tendo uma banda de rodagem compreendendo uma composição de borracha vulcanizável compreendendo, com base em 100 partes em peso de elastômero (phr),

(A) a partir de cerca de 20 a cerca de 60 phr de uma solução de borracha de estireno-butadieno polimerizada tendo uma temperatura de transição vítrea (T_g) variando de $-85\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$;

(B) a partir de cerca de 45 a cerca de 80 phr de um polibutadieno tendo um conteúdo cis 1,4 maior que 95 por cento e uma T_g variando de $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$; e

(C) a partir de 0 a 20 phr de um óleo de processamento;

(D) a partir de 55 a 80 phr de uma resina selecionada a partir de um grupo consistindo de resinas C5/C9 e resinas DCPD/C9, as resinas tendo uma T_g maior que $30\text{ }^{\circ}\text{C}$; e

(E) de 110 a 160 phr de sílica.

[006] A invenção é direcionada adicionalmente a um método para fabricação de um pneu.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[007] É descrito um pneu pneumático tendo uma banda de rodagem compreendendo uma composição de borracha vulcanizável compreendendo, com base em 100 partes em peso de elastômero (phr),

(A) a partir de cerca de 20 a cerca de 60 phr de uma solução de borracha de estireno-butadieno polimerizada tendo uma temperatura de transição vítrea (T_g) variando de $-85\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$;

(B) a partir de cerca de 45 a cerca de 80 phr de um polibutadieno tendo um conteúdo cis 1,4 maior que 95 por cento e uma T_g variando de $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$; e

(C) a partir de 0 a 20 phr de um óleo de processamento;

(D) a partir de 55 a 80 phr de uma resina selecionada a partir de um grupo consistindo de resinas C5/C9 e resinas DCPD/C9, as resinas tendo uma Tg maior que 30 °C; e

(E) de 110 a 160 phr de sílica. É descrito adicionalmente um método para fabricação de um pneu.

[008] A composição de borracha inclui de 20 a 60 phr, alternativamente de 20 a 45 phr, de uma borracha de estireno-butadieno tendo uma temperatura de transição vítrea (Tg) variando de -85 °C a -50 °C. A borracha de estireno-butadieno pode ser funcionalizada com vários grupos funcionais, ou a borracha de estireno-butadieno pode ser não funcionalizada. Em uma modalidade a borracha de estireno-butadieno é funcionalizada com um grupo alcóxissilano e ao menos um de um grupo amina primário e um grupo tiol. Em uma modalidade, a borracha de estireno-butadieno é obtida por copolimerização de estireno e butadieno, e distinto em que a borracha de estireno-butadieno tem um grupo amino primário e/ou um grupo tiol e um grupo alcóxissilil que são ligados a cadeia de polímero. Em uma modalidade, o grupo alcóxissilil é um grupo etóxissilil. Em uma modalidade, a borracha de estireno-butadieno não é funcionalizada.

[009] O grupo amino primário e/ou o grupo tiol podem ser ligados a qualquer um dos terminais iniciando a polimerização, um terminal terminando a polimerização, uma cadeia principal de borracha de estireno-butadieno e uma cadeia lateral, contanto que seja ligado a uma cadeia de borracha de estireno-butadieno. Entretanto, o grupo amino primário e/ou o grupo tiol é preferencialmente introduzido a um terminal iniciando a polimerização ou o terminal terminando a polimerização, em que o desaparecimento de energia em um terminal de polímero é inibido para melhorar as características de perda de histerese.

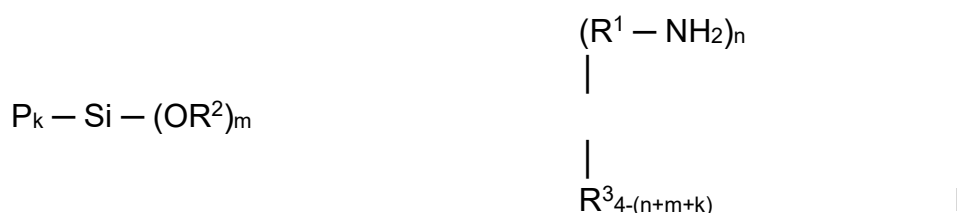
[010] Adicionalmente, o conteúdo do grupo alcóxissilil ligado a cadeia de polímero da borracha de (co)polímero é preferencialmente a partir de 0,5 a 200 mmol/kg de borracha de estireno-butadieno. O conteúdo é mais preferencialmente de

1 a 100 mmol/kg de borracha de estireno-butadieno. O conteúdo é mais preferível de 1 a 100 mmol/kg de borracha de estireno, e particularmente preferível de 2 a 50 mmol/kg de borracha de estireno-butadieno.

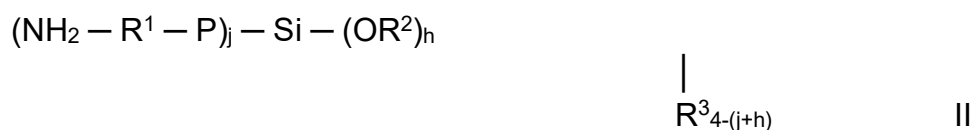
[011] O grupo alcóxissilil pode ser ligado a qualquer terminal iniciando a polimerização, o terminal terminando a polimerização, a cadeia principal do (co)polímero e a cadeia lateral, contanto que seja ligada a cadeia de (co)polímero. Entretanto, o grupo alcóxissilil é preferencialmente introduzido ao terminal iniciando a polimerização ou ao terminal terminando a polimerização, em que o desaparecimento de energia é inibido a partir do terminal de (co)polímero sendo capaz de melhorar as características de perda de histerese.

[012] A borracha de estireno-butadieno pode ser produzida polimerizando o estireno e o butadieno em um solvente de hidrocarboneto por polimerização aniônica usando um metal alcali orgânico e/ou um metal terroso alcali orgânico como um iniciador, adicionando um composto agente de terminação tendo um grupo amino primário protegido com um grupo protetivo e/ou um grupo tiol protegido com um grupo de proteção e um grupo alcóxissilil para reagir com um terminal de cadeia de polímero vivo no momento em que a polimerização foi substancialmente completada, e então conduzir o desbloqueio, por exemplo, por hidrólise ou outro procedimento apropriado. Em uma modalidade, a borracha de estireno-butadieno pode ser produzida conforme descrito na US 7,342,070. Em uma outra modalidade, a borracha de estireno-butadieno pode ser produzida conforme descrito no WO 2007/047943.

[013] Em uma modalidade, e como ensinado na US 7,342,070, a borracha de estireno-butadieno é a da fórmula (I) ou (II)



em que P é uma cadeia de (co)polímero de uma diolefina conjugada ou uma diolefina conjugada e um composto de vinila aromático, R¹ é um grupo alquilenos tendo de 1 a 12 átomos de carbono, R² e R³ são cada um independentemente um grupo alquila tendo de 1 a 20 átomos de carbono, um grupo alilo ou um grupo arila, n é um número inteiro de 1 ou 2, m é um número inteiro de 1 ou 2, e k é um número inteiro de 1 ou 2, com a condição de que n+m+k é um número inteiro de 3 ou 4,



em que P, R¹, R² e R³ tem as mesmas definições conforme dadas para a fórmula I acima mencionada, j é um número inteiro de 1 a 3, e h é um número inteiro de 1 a 3, com a condição de que j+h é um número inteiro de 2 a 4.

[014] O composto de agente de terminação tendo um grupo amino primário protegido e um grupo alcóxissilil pode ser qualquer um de vários compostos como são conhecidos na técnica. Em uma modalidade, o composto tendo um grupo amino primário protegido e um grupo alcóxissilil pode incluir, por exemplo, N,N-bis(trimetilsilil)aminopropilmetildimetoxissilano, 1-trimetilsilil-2,2-dimetoxi-1-aza-2-silaciclopentano, N,N-bis(trimetilsilil)aminopropiltrimetoxissilano, N,N-bis(trimetilsilil)aminopropiltriethoxissilano, N,N-bis(trimetilsilil)aminopropilmetildietoxissilano, N,N-bis(trimetilsilil)aminoetiltrimetoxissilano, N,N-bis(trimetilsilil)-aminoetiltriethoxissilano, N,N-bis(trimetilsilil)aminoetilmetildimetoxissilano, N,N-

bis(trimetilsilil)aminoetilmetildietoxisilano, etc., e os preferidos são 1-trimetilsilil-2,2-dimetoxi-1-aza-2-silaciclopentano, N,N-bis(trimetilsilil) aminopropilmetildimetoxisilano e N,N-bis(trimetilsilil)aminopropilmetildietoxisilano. Em uma modalidade, o composto tendo um grupo amino primário protegido e um grupo alcóxissilil é N,N-bis(trimetilsilil)aminopropiltriethoxisilano.

[015] Em uma modalidade, o composto tendo um grupo amino primário protegido e um grupo alcóxissilil pode ser qualquer composto da fórmula III



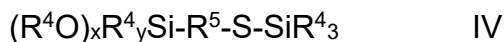
sendo que R em combinação com o átomo de nitrogênio (N) é um grupo amina protegido que após um pós-tratamento apropriado rende uma amina primária, R' representa um grupo tendo de 1 a 18 átomos de carbono selecionado a partir de uma alquila, uma cicloalquila, uma alila, ou uma arila; e X é um número inteiro de 1 a 20. Em uma modalidade, ao menos um grupo R' é um radical etila. Pelo pós-tratamento apropriado para render uma amina primária, significa que subsequente a reação do polímero vivo com o composto tendo um grupo amino primário protegido e um grupo alcóxissilil, os grupos de proteção são removidos. Por exemplo, no caso do grupo de proteção bis(trimetilsilil) como em N,N-bis(trimetilsilil)aminopropiltriethoxisilano, a hidrólise é usada para remover os grupos trimetilsilil e deixar a amina primária.

[016] Em uma modalidade, a composição de borracha inclui cerca de 40 a cerca de 60 phr de borracha de estireno-butadieno funcionalizada com um grupo alcóxissilano e um grupo amina primário ou grupo tiol.

[017] As borrachas de estireno-butadieno compatíveis funcionalizadas com um grupo alcóxissilano e um grupo amina primário estão disponíveis comercialmente, como HPR 340 a partir de Borracha Sintética Japonesa (JSR).

[018] Em uma modalidade, a solução polimerizada de borracha de estireno-butadieno é como descrita na WO 2007/047943 e é funcionalizada com um grupo alcóxissilano e um tiol, e compreende o produto de reação de um polímero aniônico

vivo e um modificador de sulfeto de silano representado pela fórmula IV



sendo que Si é silício; S é enxofre; O é oxigênio; x é um número inteiro selecionado a partir de 1, 2 e 3; y é um número inteiro selecionado a partir de 0, 1, e 2; x+y=3; R⁴ é o mesmo ou diferente e é (C₁-C₁₆) alquila; e R' é arila, e alquila arila, ou (C₁-C₁₆) alquila. Em uma modalidade, R⁵ é uma (C₁-C₁₆) alquila. Em uma modalidade, cada grupo R⁴ é o mesmo ou diferente, e cada um é independentemente um C₁-C₅ alquila, e R⁵ é C₁-C₅ alquila.

[019] A solução polimerizada de borracha de estireno-butadieno tem uma temperatura de transição vítrea na faixa de -85 °C a -50 °C. Uma referência à temperatura de transição vítrea, ou T_g, de um elastômero ou composição de elastômero, que foram referidas aqui, representam a temperatura de transição vítrea(s) do respectivo elastômero ou composição de elastômero em seu estado não curado ou possivelmente um estado de cura em um caso de uma composição de elastômero. Uma T_g pode ser determinada de maneira compatível como um ponto mediano de pico por uma calorimetria exploratória diferencial em uma taxa de temperatura de aumento de 10°C por minuto, por exemplo, de acordo com ASTM D7426 ou equivalente.

[020] As borrachas de estireno-butadieno compatíveis funcionalizada com um grupo alcóxissilano e um grupo tiol estão disponíveis comercialmente, como Sprintan SLR 3402 da Trinseo.

[021] Um outro componente da composição de borracha é a partir de cerca de 40 a cerca de 80 phr, alternativamente 55 a 80 phr, de polibutadieno tendo um conteúdo cis 1,4 maior que 95 por cento e uma T_g variando de -80 a -110 °C. As borrachas de polibutadieno compatíveis podem ser preparadas, por exemplo, por uma polimerização da solução orgânica de 1,3-butadieno. O BR pode ser distinguido convenientemente, por exemplo, tendo ao menos 90 por cento de conteúdo cis 1,4- e

uma temperatura de transição vítrea T_g em uma faixa a partir de cerca de $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ a cerca de $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$. As borrachas de polibutadieno compatíveis estão disponíveis comercialmente, como Budene® 1223 da Goodyear e similares, tendo uma T_g de $-108\text{ }^{\circ}\text{C}$ e um conteúdo cis 1,4, de 96%.

[022] A composição de borracha pode incluir de 0 a 20 phr, alternativamente de 1 a 20 phr, de um óleo de processamento. O óleo de processamento pode ser incluído na composição de borracha como um óleo de extensão tipicamente usado para estender elastômeros. O óleo de processamento pode ser incluído na composição de borracha pela adição do óleo diretamente durante a composição da borracha. O óleo de processamento usado pode incluir ambos os óleos de extensão presentes nos elastômeros, e o óleo de processo adicionado durante a composição. Os óleos de processo compatíveis incluem vários óleos como são conhecidos na técnica, incluindo aromáticos, parafínicos, naftênicos e óleos PCA baixos como MES, TDAE, e óleos naftênicos pesados, óleos vegetais como de girassol, de soja, e de cártamo, e monoésteres de ácidos graxos selecionados a partir de um grupo consistindo de oleatos de alquila, estearatos de alquila, linoleatos de alquila e palmitatos de alquila.

[023] Os óleos PCA baixos compatíveis incluem aqueles tendo um conteúdo aromático policíclico de menos que 3 por cento em peso conforme determinado pelo método IP346. Os procedimentos para o método IP346 podem ser encontrados no Standard Methods for Analysis & Testing of Petroleum and Related Products e British Standard 2000 Parts, 2003, 62ª edição, publicada pelo Instituto de Petróleo, Reino Unido.

[024] Os óleos TDAE compatíveis estão disponíveis como Tudalen SX500 da Klaus Dahleke KG, VivaTec 400 e VivaTec 500 da H&R Group, e Enerthene 1849 da BP, e Extensoil 1996 da Repsol. Os óleos podem estar disponíveis como óleo apenas ou junto com um elastômero na forma de um elastômero estendido.

[025] Os óleos vegetais compatíveis incluem, por exemplo, óleo de soja, óleo de girassol e óleo de canola que estão na forma de ésteres contendo um certo grau de insaturação.

[026] A composição de borracha inclui adicionalmente de 50 a 80 phr, alternativamente de 55 a 80 phr, de uma resina selecionada a partir de resinas C5/C9 e resinas dicitropentadieno (DCPD)/C9.

[027] Em uma modalidade, a resina é uma resina de hidrocarboneto C5/C9 compreendendo as frações de hidrocarboneto C5 e C9, sendo que a resina tem uma temperatura de transição vítrea maior que 30 °C. Uma medição compatível para Tg para resinas é DSC de acordo com ASTM D6604 ou equivalente. As resinas de hidrocarboneto têm um ponto de amolecimento entre 0 °C e 160 °C conforme determinado pelo ASTM E28 que às vezes pode ser referido como um ponto de amolecimento de anel ou de esfera.

[028] As resinas C5/C9 compatíveis podem incluir tanto componentes aromáticos quanto não aromáticos. As diferenças nas resinas C5/C9 são grandes devido as olefinas na matéria-prima a partir da qual os componentes de hidrocarboneto são derivados. A resina C5/C9 pode conter componentes de hidrocarboneto “alifáticos” que tem uma cadeia de hidrocarboneto formada a partir de frações C4-C6 contendo quantidades variáveis de piperileno, isopreno, mono-olefinas, e compostos parafínicos não polimerizáveis. As ditas resinas C5/C9 são com base em penteno, butano, isopreno, piperileno, e contém quantidades reduzidas de ciclopentadieno ou dicitropentadieno. A resina C5/C9 também pode conter estruturas de hidrocarboneto “aromático” tendo cadeias poliméricas que são formadas de unidades aromáticas, como estireno, xileno, .alfa.-metilestireno, tolueno de vinila, e indeno.

[029] De acordo com a presente invenção, a resina C5/C9 usada nos compostos de borracha inclui olefinas como piperileno, isopreno, amilenos, e

componentes cíclicos. A resina C5/C9 também pode conter olefinas aromáticas como componentes estirênicos e componentes indênicos.

[030] Piperilenos são geralmente um corte destilado ou uma mistura sintética de C5 diolefinas, que incluem, mas não estão limitados a, cis-1,3-pentadieno, trans-1,3-pentadieno, e 1,3-pentadieno misturado. Em geral, os piperilenos não incluem diolefinas C5 ramificadas como isopreno. Em uma modalidade, a resina C5/C9 tem de 40 a 90% (em peso) de piperileno, ou de 50 a 90%, ou mais preferencialmente de 60 a 90%. Em uma modalidade particularmente preferida, a resina C5/C9 tem de 70 a 90% de piperileno.

[031] Em uma modalidade, a resina C5/C9 é substancialmente livre de isopreno. Em uma outra modalidade, a resina C5/C9 contém até 15% de isopreno, ou menos de 10% de isopreno. Ainda em uma outra modalidade, a resina C5/C9 contém menos de 5% de isopreno.

[032] Em uma modalidade, a resina C5/C9 é substancialmente livre de amileno. Em uma outra modalidade, a resina C5/C9 contém até 40% de amileno, ou menos de 30% de amileno, ou menos de 25% de amileno. Ainda em uma outra modalidade, a resina C5/C9 contém até 10% de amileno.

[033] Os cíclicos são geralmente um corte destilado ou uma mistura sintética de olefinas cíclicas C5 e C6, diolefinas, e dímeros deles. Os cíclicos incluem, mas não estão limitados a ciclopenteno, ciclopentadieno, dicitopentadieno, ciclohexeno, 1,3-cicilohexadieno, e 1,4-ciclohexadieno. Um cíclico preferido é o ciclopentadieno. O dicitopentadieno pode estar tanto na forma endo quanto na forma exo. Os cíclicos podem ou não ser substituídos. Os cíclicos substituídos preferidos incluem ciclopentadienos e dicitopentadienos substituídos com um grupo alquila C1 a C40 linear, ramificado, ou cíclico, preferencialmente um ou mais grupos metil. Em uma modalidade a resina C5/C9 pode incluir até 60% de cíclicos ou até 50% de cíclicos. Limites inferiores típicos incluem ao menos cerca de 0,1% ou ao menos cerca de 0,5%

ou a partir de cerca de 1,0% de cíclicos são incluídos. Em ao menos uma modalidade, a resina C5/C9 pode incluir até 20% de cíclicos ou mais preferencialmente até 30% de cíclicos. Em uma modalidade particularmente preferida, a resina C5/C9 compreende a partir de cerca de 1,0 a cerca de 15% de cíclicos, ou de cerca de 5 a cerca de 15% de cíclicos.

[034] Os aromáticos preferidos que podem estar na resina C5/C9 incluem um ou mais de estireno, indeno, derivados de estireno, e derivados de indeno. As olefinas aromáticas particularmente preferidas incluem estireno, alfa-metilestireno, beta-metilestireno, indeno, e metilindenos, e toluenos de vinila. As olefinas aromáticas estão tipicamente presentes na resina C5/C9 de 5 a 45%, ou mais preferencialmente de 5 a 30%. Nas modalidades particularmente preferidas, a resina C5/C9 compreende de 10 a 20% de olefinas aromáticas.

[035] Componentes estirênicos incluem estireno, derivados de estireno, e estirenos substituídos. Em geral, componentes estirênicos não incluem anéis fundidos, como indênicos. Em uma modalidade, a resina C5/C9 compreende até 60% de componentes estirênicos ou até 50% de componentes estirênicos. Em uma modalidade, a resina C5/C9 compreende de 5 a 30% de componentes estirênicos, ou de 5 a 20% de componentes estirênicos. Em uma modalidade preferida, a resina C5/C9 compreende de 10 a 15% de componentes estirênicos.

[036] A resina C5/C9 pode compreender menos de 15% de componentes indênicos, ou menos de 10% de componentes indênicos. Os componentes indênicos incluem indeno e derivados de indeno. Em uma modalidade, a resina C5/C9 compreende menos de 5% de componentes indênicos. Em uma outra modalidade, a resina C5/C9 é substancialmente livre de componentes indênicos.

[037] As resinas C5/C9 preferidas têm viscosidade de fusão de cerca de 300 a 800 centipoise (cPs) a 160 C, ou mais preferencialmente de cerca de 350 a 650 cPs a 160 C. Em uma modalidade particularmente preferida, a viscosidade de fusão da

resina C5/C9 é de 375 a 615 cPs a 160 C., ou de 475 a 600 cPs a 160 C. A viscosidade de fusão pode ser medida por um viscosímetro Brookfield com um fuso tipo "J", ASTM D6267.

[038] Geralmente as resinas C5/C9 têm um peso médio de peso molecular (Mw) maior que cerca de 600 g/mole ou maior que cerca de 1000 g/mole. Em ao menos uma modalidade, as resinas C5/C9 tem um peso médio peso molecular (Mw) de 1650 a 1950 g/mole, ou de 1700 a 1900 g/mole. Preferencialmente as resinas C5/C9 tem um peso médio peso molecular de 1725 a 1890 g/mole. A resina C5/C9 pode ter um número médio de peso molecular (Mn) de 450 a 700 g/mole, ou de 500 a 675 g/mole, ou mais preferencialmente de 520 a 650 g/mole. A resina C5/C9 pode ter uma média-z de peso molecular (Mz) de 5850 a 8150 g/mole, ou mais preferencialmente de 6000 a 8000 g/mole. Mw, Mn, e Mz pode ser determinado por uma cromatografia de permeação em gel (GPC).

[039] Em uma modalidade a resina C5/C9 tem um índice de polidispersão ("PDI", $PDI = Mw/Mn$) de 4 ou menos. Em uma modalidade particularmente preferida a resina C5/C9 tem um PDI de 2,6 a 3,1.

[040] As resinas C5/C9 preferidas tem uma temperatura de transição vítrea (Tg) de cerca de -30 C a cerca de 100 C, ou de cerca de 0 C a 80 C, ou de cerca de 40 a 60 C, ou de 45 a 55 C, ou mais preferencialmente de 48 a 53 graus C. A calorimetria exploratória diferencial (DSC) pode ser usada para determinar a Tg da resina C5/C9.

[041] Em uma outra modalidade a resina C5/C9 pode ser hidrogenada.

[042] Em uma modalidade, a resina C5/C9 compreende de 50 a 90% (em peso) de piperileno, 0 a 5% de isopreno, 10 a 30% de amilenos, 0 a 5% de cíclicos, 0 a 10% de estirênicos, e 0 a 10% de indênicos.

[043] Em uma modalidade, a resina C5/C9 compreende de 50 a 90% (em peso) de piperileno, 0 a 5% de isopreno, 10 a 30% de amilenos, 2 a 5% de cíclicos, 4

a 10% de estirênicos, e 4 a 10% de indênicos.

[044] Em uma modalidade, uma C5/C9 compreende cerca de 60% (em peso) de piperileno, cerca de 22% de amileno, cerca de 3% de cíclicos, cerca de 6% de estireno, e cerca de 6% de indeno, e adicionalmente tem uma viscosidade de fusão a 160 C de 436 cPs; Mn de 855 g/mole; Mw de 1595 g/mole; Mz de 3713 g/mole; PDI de 1,9; e Tg de 47 C.

[045] A resina C5/C9 ou a resina DCPD/C9 podem adicionalmente ser distinguidas por seu conteúdo de hidrogênio aromático, conforme determinado pelo ¹H NMR. Em uma modalidade, a resina C5/C9 tem um conteúdo de hidrogênio aromático menor que 25 mole por cento. Em uma modalidade, a resina C5/C9 tem um conteúdo de hidrogênio aromático entre 3 e 15 mole por cento.

[046] Um exemplo de um aditivo de polímero de hidrocarboneto útil é a série Oppera dos aditivos poliméricos disponíveis comercialmente pela ExxonMobil Chemical Company incluindo, mas não limitado a Oppera 373.

[047] Em uma modalidade, a resina é uma resina DCPD/C9. Uma resina DCPD/C9 compatível é uma resina DCPD/C9 hidrogenada como a Oppera 383 tendo um conteúdo de hidrogênio aromático de cerca de 10 mole por cento.

[048] A frase “borracha ou elastômero contendo insaturação olefínica” pretende incluir tanto borracha natural ou várias matérias-primas e formas recuperadas assim como várias borrachas sintéticas. Na descrição da invenção, os termos “borracha” e “elastômero” podem ser usados intercambiadamente, a menos que do contrário prescrito. Os termos “composição de borracha”, “borracha composta” e “composto de borracha” são usados intercambiadamente para referir-se a borracha que foi hibridizada ou misturada com vários ingredientes e materiais, e os ditos materiais são bem conhecidos pelas pessoas versadas na técnica de mistura de borracha ou compostos de borracha.

[049] A composição de borracha vulcanizável pode incluir de cerca de 1100 a

cerca de 160 phr de sílica.

[050] Os pigmentos siliciosos comumente empregados que podem ser usados no composto de borracha incluem pigmentos siliciosos precipitados e pirogênicos convencionais (sílica), embora as sílicas precipitadas sejam preferidas. Os pigmentos siliciosos convencionais preferencialmente empregados nesta invenção são sílicas precipitadas como, por exemplo, aquelas obtidas por acidificação de um silicato solúvel, por exemplo, silicato de sódio.

[051] As ditas sílicas convencionais podem ser distinguidas, por exemplo, por tendo uma área de superfície BET, conforme medido usando gás nitrogênio, preferencialmente na faixa de cerca de 40 a cerca de 600, e mais usualmente na faixa de cerca de 50 a cerca de 300 metros quadrados por grama. O método BET de medição da área de superfície é descrito no Journal of the American Chemical Society, Volume 60, Página 304 (1930).

[052] A sílica convencional também pode ser tipicamente distinguida por ter um valor de absorção de dibutilftalato (DBP) em uma faixa de cerca de 100 a cerca de 400, e mais usualmente de cerca de 150 a cerca de 300.

[053] Espera-se que a sílica convencional possa ter uma variação final de tamanho de partícula, por exemplo, na faixa de 0,01 a 0,05 micron conforme determinado pelo microscópio de elétrons, embora as partículas de sílica possam ser ainda menores, ou possivelmente maiores, em tamanho.

[054] As várias sílicas disponíveis comercialmente podem ser usadas, como, apenas por exemplo aqui, e sem limitação, as sílicas disponíveis comercialmente pela PPG Industries sob a marca registrada de Hi-Sil com designações 210, 243, 315 etc.; sílicas disponíveis pela Rhodia, com, por exemplo, designações de Z1165MP e Z165GR e sílicas disponíveis comercialmente pela Degussa AG com, por exemplo, designações de VN2 e VN3, etc.

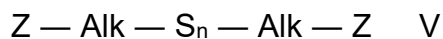
[055] A sílica precipitada pré-hidrofobada pode ser usada. Por pré-

hidrofobado, entende-se que a sílica é pré-tratada, isto é, a sílica precipitada pré-tratada é hidrofobada antes de sua adição a composição de borracha por tratamento com ao menos um silano. Os silanos compatíveis incluem, mas não estão limitados a alquilasilanos, alcoxisilanos, polissulfetos de organoalcoxisilil e organomercaptoalcoxisilanos. Alternativamente, a sílica precipitada pode ser pré-tratada com um agente de acoplamento de sílica compreendido de, por exemplo, um alcoxiorganomercaptosilano ou combinação de alcoxisilano e alcoxiorganomercaptosilano antes de hibridizar a sílica pré-tratada com a borracha em vez de reagir a sílica precipitada com o agente de acoplamento de sílica no local dentro da borracha. Por exemplo, veja a patente U.S. No. 7,214,731. Para várias sílicas precipitadas pré-tratadas veja, por exemplo, a patente U.S. Nos. 4,704,414, 6,123,762 e 6,573,324. A sílica compatível pré-tratada ou pré-hidrofobada está disponível comercialmente, por exemplo, como Agilon 400 pela PPG.

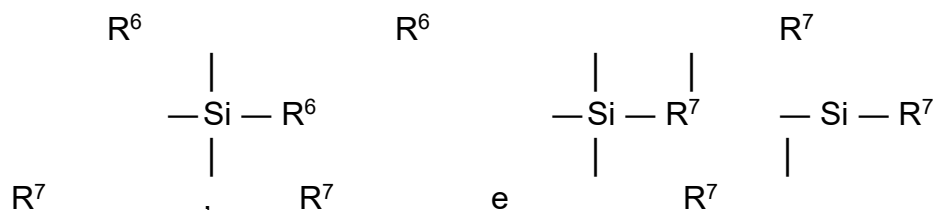
[056] A composição de borracha vulcanizável pode incluir de cerca de 1 a cerca de 20 phr de negro de fumo.

[057] Comumente os negros de fumo podem ser usados como filtros convencionais. Os exemplos representativos dos ditos negros de fumo incluem N110, N121, N134, N220, N231, N234, N242, N293, N299, S315, N326, N330, M332, N339, N343, N347, N351, N358, N375, N539, N550, N582, N630, N642, N650, N683, N754, N762, N765, N774, N787, N907, N908, N990 e N991. Estes negros de fumo têm absorções de iodo variando de 9 a 145 g/kg e o número de DBP variando de 34 a 150 cm³/100 g.

[058] Pode ser preferido ter a composição de borracha para uso no componente de pneu para adicionalmente conter um composto de organossilício contendo enxofre convencional. Os exemplos de compostos de organossilício contendo enxofre compatíveis são da fórmula:



em que Z é selecionado a partir do grupo consistindo de

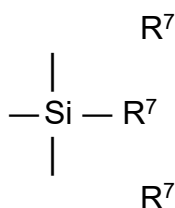


onde R⁶ é um grupo alquila de 1 a 4 átomos de carbono, ciclohexil ou fenila; R⁷ é alcoxi de 1 a 8 átomos de carbono, ou cicloalcoxi de 5 a 8 átomos de carbono; Alk é um hidrocarboneto bivalente de 1 a 18 átomos de carbono e n é um número inteiro de 2 a 8.

[059] Os exemplos específicos de compostos de organossilício contendo enxofre que podem ser usados de acordo com a presente invenção incluem: dissulfeto de 3,3'-bis(trimetoxisililpropil), dissulfeto de 3,3'-bis (trietoxisililpropil), tetrassulfeto de 3,3'-bis(trietoxisililpropil), octanossulfeto de 3,3'-bis(trietoxisililpropil), tetrassulfeto de 3,3'-bis(trimetoxisililpropil), tetrassulfeto de 2,2'-bis(trietoxisililetil), trissulfeto de 3,3'-bis(trimetoxisililpropil), trissulfeto de 3,3'-bis(trietoxisililpropil), dissulfeto de 3,3'-bis(tributoxisililpropil), hexassulfeto de 3,3'-bis(trimetoxisililpropil), octassulfeto de 3,3'-bis(trimetoxisililpropil), tetrassulfeto de 3,3'-bis(trioctoxisililpropil), dissulfeto de 3,3'-bis(trihexoxisililpropil), trissulfeto de 3,3'-bis(tri-2''-etilhexoxisililpropil), tetrassulfeto de 3,3'-bis(triisooctoxisililpropil), dissulfeto de 3,3'-bis(tri-t-butoxisililpropil), tetrassulfeto de 2,2'-bis(metoxi dietoxi silil etil), pentassulfeto de 2,2'-bis(tripropoxisililetil), tetrassulfeto de 3,3'-bis(triclonexoxisililpropil), trissulfeto de 3,3'-bis(triciclopentoxisililpropil), tetrassulfeto de 2,2'-bis(tri-2''-metilciclohexoxisililetil), tetrassulfeto de bis(trimetoxisilylmetil), 3-metoxi etoxi propoxisilil 3'-dietoxibutoxi-sililpropiltetrassulfeto, dissulfeto de 2,2'-bis(dimetil metoxisililetil), trissulfeto de 2,2'-bis(dimetil sec.butoxisililetil), tetrassulfeto 3,3'-bis(metil butiletoxisililpropil), tetrassulfeto de 3,3'-bis(di t-butilmetoxisililpropil), trissulfeto de 2,2'-bis(fenil metil metoxisililetil), tetrassulfeto de 3,3'-bis(difenil

isopropoxisililpropil), dissulfeto de 3,3'-bis(difenil ciclohexoxisililpropil), tetrassulfeto de 3,3'-bis(dimetil etilmercaptosililpropil), trissulfeto de 2,2'-bis(metil dimetoxisililetil), tetrassulfeto de 2,2'-bis(metil etoxipropoxisililetil), tretassulfeto de 3,3'-bis(dietil metoxisililpropil), dissulfeto de 3,3'-bis(etil di-sec. butoxisililpropil), dissulfeto de 3,3'-bis(propil dietoxisililpropil), trissulfeto de 3,3'-bis(butil dimetoxisililpropil), tretassulfeto de 3,3'-bis(fenil dimetoxisililpropil), tetrassulfeto de 3-fenil etoxibutoxisilil 3'-trimetoxisililpropil, tetrassulfeto de 4,4'-bis(trimetoxisililbutil), tetrassulfeto de 6,6'-bis(trietoxisililhexitil), dissulfeto de 12,12'-bis(triisopropoxisilil dodecil), tetrassulfeto de 18,18'-bis(trimetoxisililoctadecil), tetrassulfeto de 18,18'-bis(tripropoxisililoctadecenil), tetrassulfeto de 4,4'-bis(trimetoxisilil-buten-2-il), tetrassulfeto de 4,4'-bis(trimetoxisililciclohexileno), trissulfeto de 5,5'-bis(dimetoximetilsililpentil), tetrassulfeto de 3,3'-bis(trimetoxisilil-2-metilpropil), dissulfeto de 3,3'-bis(dimetoxifenilsilil-2-metilpropil).

[060] Os compostos de organossilício contendo enxofre preferidos são os sulfetos de 3,3'-bis(trimetoxi ou trietoxi sililpropil). Os compostos mais preferidos são dissulfeto de 3,3'-bis(trietoxisililpropil) e tetrassulfeto de 3,3'-bis(trietoxisililpropil). Portanto, como para a fórmula V, preferencialmente Z é



onde R⁷ é um alcoxi de 2 a 4 átomos de carbono, com 2 átomos de carbono sendo particularmente preferido; alk é um hidrocarboneto bivalente de 2 a 4 átomos de carbono com 3 átomos de carbono sendo particularmente preferido; e n é um número inteiro de 2 a 5 com 2 e 4 sendo particularmente preferido.

[061] Em uma outra modalidade, os compostos de organossilício contendo enxofre compatíveis incluem os compostos descritos na Patente U.S. No. 6,608,125.

Em uma modalidade, os compostos de organossilício contendo enxofre incluem 3-(octanoiltio)-1-propiltrietoxissilano, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{C}(=\text{O})-\text{S}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_3$, que estão disponíveis comercialmente como NXT™ pela Momentive Performance Materials.

[062] Em uma modalidade, os compostos de organossilício contendo enxofre incluem o produto de reação de diol à base de hidrocarboneto (por exemplo, 2-metil-1,3-propanodiol) com S-[3-(trietoxissilil)propil] tiooctanoato. Em uma modalidade, o composto de organossilício contendo enxofre é NXT-Z™ da Momentive Performance Materials.

[063] Em uma outra modalidade, os compostos de organossilício contendo enxofre compatíveis incluem aqueles descritos na Publicação da Patente U.S. No. 2003/0130535. Em uma modalidade, o composto de organossilício contendo enxofre é Si-363 da Degussa.

[064] A quantidade do composto de organossilício contendo enxofre da fórmula I em uma composição de borracha variará dependendo do nível de outros aditivos que são usados. Geralmente falando, a quantidade do composto da fórmula I variará de 0,5 a 20 phr. Preferencialmente, a quantidade variará de 1 a 10 phr.

[065] É entendido rapidamente pelos versados na técnica que a composição de borracha seria composta por métodos geralmente conhecidos na técnica de composição de borracha, como misturar várias borrachas constituídas de enxofre vulcanizável com vários materiais aditivos comumente usados como, por exemplo, doadores de enxofre, auxiliares de cura como ativadores e retardadores e aditivos de processamento, preenchedores, pigmentos, ácidos graxos, óxido de zinco, ceras, antioxidantes e antiozonantes e agentes peptizantes. Como conhecido pelos versados na técnica, dependendo do uso pretendido do material de enxofre vulcanizável ou o enxofre vulcanizado (borrachas), os aditivos acima mencionados são selecionados e comumente usados em quantidades convencionais. Os exemplos representativos dos

doadores de enxofre incluem enxofre elementar (enxofre livre), um dissulfeto de amina, polissulfeto polimérico, e adutos de olefinas de enxofre. Preferencialmente, o agente de vulcanização por enxofre é um enxofre elementar. O agente de vulcanização por enxofre pode ser usado em uma quantidade variando de 0,5 a 8 phr, com uma variação de 1 a 6 phr sendo preferida. Quantidades típicas de antioxidantes compreendem cerca de 1 a cerca de 5 phr. Os antioxidantes representativos podem ser, por exemplo, difenil-p-fenilenodiamina e outros, como, por exemplo, aqueles descritos no The Vanderbilt Rubber Handbook (1978), páginas 344 a 346. Quantidades típicas de antiozonantes compreendem cerca de 1 a 5 phr. Quantidades típicas de ácidos graxos, se usados, que podem incluir ácido esteárico compreendem cerca de 0,5 a cerca de 5 phr. Quantidades típicas de óxido de zinco compreendem cerca de 2 a cerca de 5 phr. Quantidades típicas de ceras compreendem cerca de 1 a cerca de 5 phr. Geralmente as ceras de ceras microcristalinas são usadas. As quantidades típicas de peptizadores compreendem cerca de 0,1 a cerca de 1 phr. Os peptizadores típicos podem ser, por exemplo, pentaclorotiopenol e dissulfeto dibenzamidodifenil.

[066] Os aceleradores são usados para controlar o tempo e/ou a temperatura requerida para vulcanização e para melhorar as propriedades do vulcanizado. Em uma modalidade, um sistema de acelerador simples pode ser usado, isto é, acelerador primário. O acelerador(s) primário pode ser usado em quantidades totais variando de cerca de 0,5 a cerca de 4, preferencialmente cerca de 0,8 a cerca de 2,0, phr. Em uma outra modalidade, as combinações de um acelerador primário e um secundário pode ser usado com o acelerador secundário sendo usado em quantidades melhores, como de cerca de 0,05 a cerca de 3 phr, a fim de ativar e melhorar as propriedades do vulcanizado. As combinações destes aceleradores podem ser esperadas para produzir um efeito sinérgico nas propriedades finais e são de alguma maneira melhores que aqueles produzidos pelo uso de um ou de outro acelerador sozinho. Em

adição, os aceleradores de ação atrasada podem ser usados os quais não são afetados pelas temperaturas de processamento normais, mas produzem uma cura satisfatória em temperaturas de vulcanização ordinárias. Os retardantes de vulcanização também podem ser usados. Os tipos de aceleradores compatíveis que podem ser usados na presente invenção são aminas, dissulfetos, guanidinas, tioureias, tiazolos, tiurams, sulfenamidas, ditiocarbamatos e xantatos. Preferencialmente, o acelerador primário é uma sulfenamida. Se um segundo acelerador é usado, o segundo acelerador é preferencialmente um composto de guanidina, ditiocarbamato ou tiuram.

[067] A mistura da composição de borracha pode ser realizada por métodos conhecidos pelas pessoas versadas na técnica de mistura de borracha. Por exemplo, os ingredientes são tipicamente misturados em ao menos dois estágios, denominados, ao menos um estágio não produtivo seguido de um estágio de mistura produtiva. Os curativos finais incluindo agentes de vulcanização por enxofre são tipicamente misturados no estágio final que é convencionalmente chamado de estágio de mistura “produtiva” em que a mistura tipicamente ocorre em uma temperatura, ou temperatura final, inferior a temperatura da mistura do que do estágio(s) de mistura não produtiva anterior. Os termos estágios de mistura “não produtivo” e “produtivo” são bem conhecidos pelos peritos na técnica de mistura de borracha. A composição de borracha pode ser submetida a uma etapa de mistura termomecânica. A etapa de mistura termomecânica geralmente compreende um trabalho mecânico em um misturador ou extrusador por um período de tempo compatível a fim de produzir uma temperatura de borracha entre 140°C e 190°C. A duração apropriada do trabalho termomecânico varia como uma função das condições de operação, e o volume e a natureza dos componentes. Por exemplo, o trabalho termomecânico pode ser de 1 a 20 minutos.

[068] A composição de borracha pode ser incorporada em uma banda de

rodagem de um pneu.

[069] O pneu pneumático da presente invenção pode ser um pneu de corrida, um pneu de carro de passeio, um pneu para aeronave, para agricultura, escavador, veículos off-road, pneu para caminhão, e similares. Preferencialmente, o pneu é um pneu para carro de passeio ou caminhão. O pneu também pode ser um radial ou um viés, com um radial sendo preferido.

[070] A vulcanização do pneu pneumático da presente invenção é geralmente realizada em temperaturas convencionais variando de cerca de 100°C a 200°C. Preferencialmente, a vulcanização é conduzida em temperaturas variando de cerca de 110°C a 180°C. Quaisquer processos usuais de vulcanização podem ser usados como aquecimento em um processo de prensa ou molde, aquecimento com vapor d'água superaquecido ou ar quente. Os ditos pneus podem ser construídos, formados, moldados e curados por vários métodos que são conhecidos e serão facilmente aparentes àqueles versados na dita técnica.

[071] Os exemplos que seguem são apresentados com o propósito de ilustração e não limitante da presente invenção. Todas as partes são partes em peso a menos que especificamente identificado o contrário.

Exemplo

[072] Este exemplo ilustra a vantagem de uma composição de borracha de acordo com a invenção. Os compostos de borracha foram misturados de acordo com as formulações mostradas na Tabela 1 e na 3, com quantidades dadas em phr. Os compostos foram curados e testados para propriedades físicas conforme mostrado nas Tabelas 2 e 4.

[073] As Tabelas 1 a 4 contém formulações de compostos utilizando um alto nível de carregamento de polibutadieno com um alto nível de carregamento de resina de tração de conteúdos de hidrogênio aromático alto e baixo. Os exemplos inovadores E1 a 4 contendo uma resina C5/C9 de hidrogênio aromático baixo tem propriedades

superiores comparado aos exemplos comparativos C1 a 4 contendo resina de tração de hidrogênio aromática alta em que elas demonstram uma menor rigidez em baixa temperatura (distinguida pelo G' inferior a 1,5 % de tração, -20°C) indicativo de uma melhor tração do pneu de neve, histerese em temperatura ambiente menor (distinguida pelo ressalto maior em 23°C) indicativo de uma resistência de rolamento do pneu inferior e histerese em temperatura baixa equivalente (distinguida pelo ressalto similar em 0°C) indicativo de tração de pneu molhado equivalente.

Tabela 1

Composição	C1	E1
Estireno-butadieno ¹	40	45
Polibutadieno ²	60	55
Amolecedor ³	10	10
Antioxidante(s)	5,5	5,5
Ácido esteárico	5	5
Silano ⁴	8,8	8,8
Sílica ⁵	140	140
Resina de Tração A ⁶	65	0
Resina de Tração B ⁷	0	65
ZnO	2,5	2,5
Enxofre	1,2	1,2
Acelerador	6,0	6,0

¹ Solução polimerizada SBR com conteúdo de estireno de 15% e conteúdo de 1,2-vinila de 30%, $T_g = -60^{\circ}\text{C}$ obtida a partir de Trinseo como SLR3402.

² cis polibutadieno alto, obtido como Budene 1223 a partir de The Goodyear Tire & Rubber Company.

³ Óleo de giraddol obtido a partir da Cargill como Agripure oil.

⁴ Agente de acoplamento de silano tipo TESPD.

⁵ Sílica precipitada Hi-Sil 315G-D a partir da PPG com uma área de superfície CTAB de $125\text{ m}^2/\text{g}$

⁶ Copolímero de estireno e alfa-metilestireno, $T_g = +39^{\circ}\text{C}$, com um conteúdo de hidrogênio aromático de cerca de 53 mole % obtido como Sylvatraxx4401 a partir da Arizona Chemical.

⁷ Resina de tração de petróleo feita de monômeros C5 e C9, Tg = +46°C, com um conteúdo de hidrogênio aromático de cerca de 4 mole%, obtida como Wingtack ET a partir de Total Cray Valley.

Tabela 2

Composição	C1	E1
Estireno-butadieno		40 45
Polibutadieno	60	55
Amolecedor	10	10
Resina de tração (A)		65 0
Resina de tração (B)		0 65
<u>Propriedades Dinâmicas¹</u>		
G' a 1% tensão (MPa)		2,8 2,4
<u>Propriedade de derrapagem no molhado²</u>		
Recuperado a 0°C (%)		12,5 12,4
<u>Propriedade de baixa temperatura³</u>		
G' a 1,5% tensão, -20°C (MPa)		17,7 14,9
<u>Propriedade RR²</u>		
Recuperação a 23°C (%)		23,6 25,8

¹ Dados de acordo com o Analisador de Processo de Borracha como o instrumento RPA 2000 pela Alpha Technologies, anteriormente da Flexsys Company e anteriormente da Monsanto Company. Referências a um instrumento RPA-2000 podem ser encontradas nas seguintes publicações: H. A. Palowski, et al, Rubber World, Junho 1992 e Janeiro 1997, assim como Rubber & Plastics News, 26 de Abril e 10 de Maio, 1993.

² Recuperação é uma medida de histerese do composto quando submetido a carga, conforme medido pelo ASTM D1054. Geralmente, quanto menor a recuperação medida a 0 °C, melhor a propriedade de derrapagem no molhado. Geralmente, quanto maior a recuperação medida a 23 °C, maior a resistência ao rolamento.

³ O módulo G' em baixas temperaturas pode ser rapidamente determinado por um instrumento Metravib TM a 1,5 por cento de tensão e 7,8 Hertz. O método teste é entendido por ser similar ao ISO 4664 e ao DIN 53513.

Tabela 3

Composição	<u>E2</u>	<u>E3</u>	<u>E4</u>	<u>C2</u>	<u>C3</u>	<u>C4</u>	
Estireno-butadieno ¹		30	30	30	30	30	30
Polibutadieno ²		70	70	70	70	70	70
Amolecedor ³	30	15		30	15		
Antioxidante(s)		5	5	5	5	5	5
Ácido esteárico		5	5	5	5	5	5
Silano ⁴	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	
Sílica ⁵	140	140	140	140	140	140	
Resina de tração C ⁶		50	65	80			
Resina de tração A ⁷					50	65	80
ZnO	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
Enxofre	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
Acelerador	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	

¹ Solução polymerizada de SBR com conteúdo de estireno de 15% e conteúdo de 1,2-vinila de 30%, Tg = -60 °C obtido pela Trinseo como SLR3402.

² Solução polymerizada de PBD com conteúdo de 1,2-vinila de cerca de 11%, Tg -90°C, e uma viscosidade Mooney de cerca de 49 obtida pela Trinseo como SE PB-5800.

³ Óleo de extratos aromáticos destilados tratados (TDAE).

⁴ Agente de acoplamento de silano tipo TESPD.

⁵ Sílica precipitada Hi-Sil 315G-D da PPG com uma área de superfície CTAB de 125 m²/g

⁶ Resina de tração de Petróleo feita de monômeros C5 e C9, Tg = +38°C, com um conteúdo de hidrogênio aromático de cerca de 12 mole%, obtido como Oppera PR373 da ExxonMobil.

⁷ Copolímero de estireno e alfa-metilestireno, Tg = +39°C, com um conteúdo de hidrogênio aromático de cerca de 53 mole% obtido como Sylvatrxxx4401 da Arizona Chemical.

Tabela 4

Composição	<u>E2</u>	<u>E3</u>	<u>E4</u>	<u>C2</u>	<u>C3</u>	<u>C4</u>	
Estireno-butadieno		30	30	30	30	30	30
Polibutadieno	70	70	70	70	70	70	
Amolecedor	30	15	0	30	15	0	
Resina de tração (C)		50	65	80	0	0	0
Resina de tração (A)		0	0	0	50	65	80
<u>Propriedades Dinâmicas¹</u>							
G' a 1% tensão (MPa)		1,8	1,5	1,7	2,3	2,3	2,5
<u>Propriedade de derrapagem no molhado²</u>							
Recuperação a 0°C (%)		15,2	11,5	7,7	12,8	10,1	9,1
<u>Propriedade de baixa temperatura³</u>							
G' a 1,5% tensão, -20°C (MPa)		12,4	12,3	21,7	20,0	30,4	47,9
<u>Propriedade RR²</u>							
Recuperação a 23°C (%)			30,6	29,6	22,1	23,8	19,5

15,3

[074] Enquanto certas modalidades representativas e detalhes têm sido mostradas com o propósito de ilustração da invenção em questão, será aparente para uma pessoa versada na técnica que várias mudanças e modificações podem ser feitas aqui sem partir do escopo da invenção em questão.

REIVINDICAÇÕES

1. Pneu pneumático, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma banda de rodagem compreendendo uma composição de borracha vulcanizável compreendendo, com base em 100 partes em peso de elastômero (phr),

(A) a partir de cerca de 20 a cerca de 60 phr de uma solução de borracha de estireno-butadieno polimerizada tendo uma temperatura de transição vítrea (Tg) variando de -85 °C a -50 °C;

(B) a partir de cerca de 45 a cerca de 80 phr de um polibutadieno tendo um conteúdo cis 1,4 maior que 95 por cento e uma Tg variando de -80 °C a -110 °C; e

(C) a partir de 0 a 20 phr de um óleo de processamento;

(D) a partir de 55 a 80 phr de uma resina selecionada a partir de um grupo consistindo de resinas C5/C9 e resinas DCPD/C9, as resinas tendo uma Tg maior que 30 °C; e

(E) de 110 a 160 phr de sílica.

2. Pneu pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a resina C5/C9 compreende 50-90% (em peso) de piperilenos, 0-5% isopreno, 10-30% amilenos, 0-5% cíclicos, 0-10% estirênicos, e 0-10% edênicos.

3. Pneu pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a resina C5/C9 compreende 50-90% (em peso) de piperilenos, 0-5% isopreno, 10-30% amilenos, 2-5% cíclicos, 4-10% estirênicos, e 4-10% edênicos.

4. Pneu pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a resina C5/C9 tem um conteúdo de hidrogênio aromático menor que 25 mole por cento.

5. Pneu pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a resina C5/C9 tem um conteúdo de hidrogênio aromático entre 3 e 15 mole por cento.

6. Pneu pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO**

pelo fato de que a solução de borracha de estireno-butadieno polimerizada é funcionalizada com um grupo alcóxissilano e ao menos um grupo funcional selecionado a partir de um grupo consistindo de aminas primárias e tiois.

7. Pneu pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o óleo é selecionado a partir de um grupo consistindo de aromático, parafínico, naftênico, MES, TDAE, óleos naftênicos pesados, e óleos vegetais.

8. Pneu pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a quantidade de borracha de estireno-butadieno varia de 20 a 40 phr.

9. Pneu pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a quantidade de polibutadieno varia de 45 a 80 phr.

10. Pneu pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a quantidade de óleo varia de 1 a 20 phr.

RESUMO

“PNEU PNEUMÁTICO”

A presente invenção é direcionada a um pneu pneumático tendo uma banda de rodagem compreendendo uma composição de borracha vulcanizável compreendendo, com base em 100 partes em peso de elastômero (phr),

(A) a partir de cerca de 20 a cerca de 60 phr de uma solução de borracha de estireno-butadieno polimerizada tendo uma temperatura de transição vítrea (Tg) variando de -85 °C a -50 °C;

(B) a partir de cerca de 45 a cerca de 80 phr de um polibutadieno tendo um conteúdo cis 1,4 maior que 95 por cento e uma Tg variando de -80 °C a -110 °C; e

(C) a partir de 0 a 20 phr de um óleo de processamento;

(D) a partir de 55 a 80 phr de uma resina selecionada a partir de um grupo consistindo de resinas C5/C9 e resinas DCPD/C9, as resinas tendo uma Tg maior que 30 °C; e

(E) de 110 a 160 phr de sílica.