

\*PI 05001463\*  
\*PI 05001463\*



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

## CARTA PATENTE N° PI 0500146-3

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 0500146-3

(22) Data do Depósito: 27/01/2005

(43) Data da Publicação do Pedido: 04/10/2005

(51) Classificação Internacional: B60C 11/00; B29K 209/00; C08L 9/06; C08K 3/36

(52) Classificação CPC: B60C 11/00; B29K 2209/00; C08L 9/06; C08L 2207/24

(30) Prioridade Unionista: 03/02/2004 US 60/541.431

(54) Título: PNEU TENDO UMA BANDA DE RODAGEM DE BORRACHA DE UMA CONSTRUÇÃO DE CABEÇA / BASE COMPREENDIDA DE UMA CAMADA DE CABEÇA DA BANDA DE RODAGEM DE BORRACHA EXTERNA

(73) Titular: THE GOODYEAR TIRE & RUBBER COMPANY, Sociedade Norte Americana. Endereço: 1144 East Market Street, Akron, Ohio 44316-0001, Estados Unidos da América (US).

(72) Inventor: AARON SCOTT PUHALA; MICHAEL JULIAN CRAWFORD; LEONARD JAMES REITER; JEREMY ELTON MIRACLE; MARTIN PAUL COHEN; SAMUEL PATRICK LANDERS; DAVID CHARLES POLING; ROBERT ALEN LOSEY; BERNARD MATTHEW BEZILLA, JR.; DONALD ALLAN ABBOTT

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 07/04/2015, observadas as condições legais.

Expedida em: 7 de Abril de 2015.

Assinado digitalmente por:

**Júlio César Castelo Branco Reis Moreira**  
Diretor de Patentes

"PNEU TENDO UMA BANDA DE RODAGEM DE BORRACHA DE UMA CONSTRUÇÃO DE CABEÇA / BASE COMPREENDIDA DE UMA CAMADA DE CABEÇA DA BANDA DE RODAGEM DE BORRACHA EXTERNA"

CAMPO DA INVENÇÃO

5           A invenção se refere a um pneu tendo uma banda de rodagem de borracha, compreendida de uma construção cabeça / base, na qual a camada cabeça da banda de rodagem proporciona a superfície de rolamento da banda de rodagem e a camada base da banda de rodagem escora a camada cabeça da banda de 10 rodagem e, desse modo, proporciona uma transição entre a camada cabeça da banda de rodagem e a carcaça do pneu. Para esta invenção, a camada cabeça da banda de rodagem é compreendida de uma pluralidade de zonas de sustentação de carga de composições de borracha, que apresentam propriedades físicas graduadas, e que se estendem da superfície de rolamento externa da camada cabeça da banda de rodagem para dentro para a dita camada base da banda de rodagem. Em um aspecto, a camada cabeça da banda de rodagem e a camada base da banda de rodagem zonadas são co-extrudadas conjuntamente, para 15 formar uma unidade como um compósito de borracha de banda de rodagem integral.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

As bandas de rodagem de pneus para pneumáticos têm, tipicamente, superfícies de rolamento, de uma composição de borracha única e propriedades físicas consistentes 25 pela face da banda de rodagem, intencionadas para ficar em contato com o solo.

Freqüentemente, a banda de rodagem de pneu pode ser de uma construção cabeça / base, composta de uma camada

cabeça da banda de rodagem externa, apresentando a superfície de rolamento do pneu, e uma camada base da banda de rodagem subjacente, como uma transição entre a camada cabeça da banda de rodagem e a carcaça do pneu. A própria camada 5 cabeça da banda de rodagem pode ser de uma configuração de barra e entalhe, com a superfície externa das barras, incluindo as próprias barras apresentando a superfície de rodagem da banda de rodagem do pneu. Tal construção de cabeça / base da banda de rodagem é bem conhecida daqueles versados nessa 10 técnica.

Por exemplo, uma camada cabeça da banda de rodagem para pneu multiestação pode ser de uma composição de borracha individual, projetada para apresentar uma superfície de rolamento da banda de rodagem para um equilíbrio de uma combinação de tração a úmido, tração no inverno em tempo frio 15 (para neve e/ou gelo), condução a seco e resistência às propriedades de desgaste dos pneus.

No entanto, a otimização de uma ou mais das propriedades individuais das bandas de rodagem, tais como, tração a úmido, tração no inverno em tempo frio, condução a seco e resistência às propriedades de desgaste dos pneus, requer, tipicamente, um compromisso de uma ou mais propriedades físicas.

Conseqüentemente, para esta invenção, deseja-se 25 apresentar uma camada cabeça da banda de rodagem externa com uma superfície de rolamento compreendida de uma pluralidade de zonas de sustentação de carga circunferenciais individuais, que apresentam uma ou mais propriedades físicas gradua-

das, e que se estendem da superfície de rolamento externa da camada cabeça da banda de rodagem radialmente para dentro para a dita camada base da banda de rodagem.

Na prática, pelo menos uma e, de preferência, duas 5 zonas da cabeça da banda de rodagem são proporcionadas, que constituem pelo menos metade da superfície de rolamento da banda de rodagem para ficar em contato com o solo. O restante dessa superfície de rolamento da banda de rodagem é compreendido de pelo menos uma e, de preferência, duas zonas da 10 cabeça da banda de rodagem suplementares. A(s) zona(s) da banda de rodagem suplementar(es) é(são) compreendida(s) de uma ou duas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais, posicionadas individualmente axialmente para fora da(s) 15 dita(s) zona(s) primária(s) e/ou zona da cabeça da banda de rodagem central, em que essa zona da cabeça da banda de rodagem central divide a dita zona da cabeça da banda de rodagem primária em duas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias.

Para uma cabeça da banda de rodagem do pneu simétrica, a cabeça da banda de rodagem pode ser compreendida 20 da(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) e da(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem suplementar(es), como duas zonas da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) 25 de larguras substancialmente iguais e/ou de uma zona da cabeça da banda de rodagem central.

Para uma banda de rodagem de pneu assimétrica, pelo menos uma das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais pode ser dotada de larguras desiguais, no caso de

duas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais, e/ou pelo menos uma das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias pode ser dotada de larguras desiguais, no caso de duas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias com uma cabeça da banda de rodagem central suplementar entre elas. 5 Conseqüentemente, nesse caso, a zona da cabeça da banda de rodagem central pode não ser centralizada pela linha central (o plano equatorial) e, desse modo, pode estar em uma posição fora do centro.

10 As composições de borracha das zonas da cabeça da banda de rodagem posicionadas estrategicamente da camada cabeça da banda de rodagem apresentam uma combinação cooperadora de propriedades físicas graduadas, pela superfície de rolamento do pneu, em um sentido de módulos de armazenamento 15 dinâmico ( $G'$ ) a  $+60^{\circ}\text{C}$  e  $G'$  a  $-25^{\circ}\text{C}$  e a um módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$ , para as composições de borracha das zonas da cabeça da banda de rodagem individuais.

Em particular, a zona da cabeça da banda de rodagem central suplementar tem um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$ , que é menor do que o módulo de armazenamento (G') a  $-25^{\circ}\text{C}$  da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s). Uma superfície de rolamento da cabeça da banda de rodagem é, desse modo, apresentada, na qual a zona da cabeça da banda de rodagem central opcional apresenta 20 uma superfície de rolamento da cabeça da banda de rodagem, que é, desse modo, relativamente menos rígida (por exemplo, um pouco mais macia) em temperaturas mais baixas do que as zonas da cabeça da banda de rodagem primárias associ- 25

adas, para promover uma acomodação da banda de rodagem para as condições de condução do inverno (neve e/ou gelo).

As zona(s) da cabeça da banda de rodagem suplementar(es) tem (têm) um módulo de armazenamento ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$ , que é maior do que o módulo de armazenamento ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$  da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s). Uma superfície de rolamento da cabeça da banda de rodagem do pneu é, desse modo, apresentada, compreendida de zonas nas quais a(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) é(são) relativamente mais rígida(s) a uma temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$  do que a(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s), para promover uma acomodação da banda de rodagem para as condições de condução fora do inverno.

Na prática, a(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) têm uma propriedade de módulo de perda ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$ , que é maior do que essa propriedade de módulo de perda ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$  da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s), para promover tração a úmido e condução a seco.

Considera-se, a esta altura, portanto, que é um aspecto significativo da invenção que uma camada cabeça da banda de rodagem do pneu, compreendida da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) e pelo menos uma das zonas da cabeça da banda de rodagem suplementares (por exemplo, as zonas da cabeça da banda de rodagem central e/ou laterais), que as propriedades físicas dos módulos de armazenamento  $G'$  (a  $-25^{\circ}\text{C}$ ) e  $G'$  (a  $60^{\circ}\text{C}$ ) e do módulo de perda  $G''$  (a  $0^{\circ}\text{C}$ ) mencionadas acima, relativas às ditas zonas da

camada cabeça da banda de rodagem, sejam combinadas de uma maneira cooperadora, para proporcionar à superfície de rolagem da banda de rodagem global gradações adequadas de propriedades físicas relativas à tração a úmido, tração durante 5 inverno em tempo frio e/ou condução fora do inverno mencionadas acima.

Historicamente, as bandas de rodagem de pneus foram sugeridas, até o momento, ter superfícies de rolamento compostas de três porções longitudinais, isto é, duas porções laterais de cor preta e uma porção central de cor diferente de preta, localizada entre as duas porções pretas, em que as porções de cor preta laterais têm propriedades de resistência ao desgaste virtualmente idênticas à porção colorida central (publicações das patentes EP 0 993 381 A3, FR 10 2765525 e WO 99/01299). Considera-se aqui que essa revelação 15 não ensina ou sugere as zonas da cabeça da banda de rodagem à base de gradação de propriedades físicas e posicionadas estrategicamente da presente invenção.

Na patente US 5.225.011, um pneu é apresentado 20 tendo uma banda de rodagem composta de uma composição de borracha central e borrachas laterais (a sua Figura 1) posicionadas diretamente em uma lona da carcaça do pneu, sem uma camada de transição de base da banda de rodagem. A borracha central precisa ser limitada a ou borracha natural ou uma 25 mistura de borracha natural / borracha de estireno - butadieno. A borracha central contém um negro-de-fumo de valor de absorção de iodo de pelo menos 100 mg/g, sílica e agente de acoplamento de silano, e as borrachas laterais precisam ser

de uma composição de borracha diferente. Considera-se aqui que essa revelação não ensina ou sugere as zonas da cabeça da banda de rodagem à base de gradação de propriedades físicas e posicionadas estrategicamente da presente invenção.

5           Na publicação de patente européia de número de publicação EP 864.446 A1, um pneu é apresentado tendo uma banda de rodagem (a sua Figura 2) com uma porção central (B) e porções laterais (A), posicionadas diretamente em uma correia da carcaça do pneu, sem uma camada de transição de base 10 da banda de rodagem. As porções laterais são ricas em negro-de-fumo e a porção central é rica em sílica, em que o teor de sílica da porção central (B) é pelo menos 20 por cento mais alta do que nas porções laterais (A). Considera-se aqui 15 que essa revelação não ensina ou sugere as zonas da cabeça da banda de rodagem à base de gradação de propriedades físicas e posicionadas estrategicamente da presente invenção.

          Para a camada cabeça da banda de rodagem zonada, por necessidade das zonas da cabeça da banda de rodagem serem capazes de sustentarem carga, quer-se mencionar que cada 20 uma das zonas da cabeça da banda de rodagem da superfície de rolamento da banda de rodagem distintas se estende radialmente para dentro da superfície externa da camada cabeça da banda de rodagem para a composição de borracha da camada base da banda de rodagem subjacente, de modo que a carga no 25 pneu possa ser comunicada pelas zonas da camada cabeça da banda de rodagem para a camada base da banda de rodagem transicional, em vez de diretamente para o restante da própria carcaça do pneu.

Em um aspecto desta invenção, as superfícies de rolamento da dita zona central suplementar opcional e da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) suplementar(es) opcional(ais) ficam normalmente em contato com o solo, e as superfícies de rolamento das uma ou duas, de preferência, duas da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) suplementar(es) opcional(ais) pode(m) ser posicionada(s) preferivelmente para ficar(em) em contato com o solo, apenas durante as condições de ação de cimento e, embora continuando a ser uma parte da superfície de rolamento total da camada cabeça da banda de rodagem, seria(m), nesse caso, considera(s) aqui como ficando em contato com o solo intermitente.

O termo "superfície de rolamento" ou "superfície de rolamento total" da camada cabeça da banda de rodagem, a menos que indicado de outro modo, significa que a superfície externa total dessa camada cabeça da banda de rodagem, que é intencionada para ficar em contato com o solo, incluindo essa superfície externa da camada cabeça da banda de rodagem, que é intencionada para ficar em contato com o solo intermitente e no espaço incluído pela abertura de quaisquer entalhes da banda de rodagem contidos nessa camada cabeça da banda de rodagem, no nível da superfície de rolamento. Quando uma zona da cabeça da banda de rodagem é aqui referida, como abarcando um percentual da superfície de rolamento total da cabeça da banda de rodagem, a menos que indicado de outro modo, esse vão se estendendo axialmente, ou lateralmente, por essa superfície de rolamento (por exemplo, basi-

camente, em uma direção substancialmente perpendicular ao plano equatorial do pneu).

Na descrição desta invenção, os termos "borracha" e "elastômero", quando aqui, são usados intercambiavelmente, a menos que indicado de outro modo. Os termos "composição de borracha", "borracha combinada" e "composto de borracha", se aqui usados, são usados intercambiavelmente para referirem-se a "borracha que tenha sido combinada ou misturada com vários ingredientes e materiais", e esses termos são bem conhecidos daqueles versados na técnica de mistura ou combinação de borracha. Os termos "curar" e "vulcanizar" podem ser usados intercambiavelmente, a menos que indicado de outro modo. Na descrição desta invenção, o termo "ppc" se refere a partes de um respectivo material por 100 partes em peso de borracha, ou elastômero.

As propriedades viscoelásticas dos módulos de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) e do módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) de uma composição de borracha curada ou amostra de banda de rodagem são obtidas por uso de um reômetro ARES<sup>®</sup>-LS2 da empresa TA Instruments de New Castle, Delaware (EUA) e equipado com um dispositivo de resfriamento por nitrogênio líquido e uma estufa de convecção forçada, para permitir o teste de amostras de borracha por uma ampla gama de temperaturas, abaixo e acima da temperatura ambiente. Uma amostra de borracha vulcanizada cilíndrica é usada, que é aproximadamente de 8 centímetros de diâmetro e aproximadamente de 2 centímetros de altura, colada entre dois cilindros de latão de um diâmetro aproximado de 8 milímetros. Essa cola pode

ser, por exemplo, uma cola à base de cianoacrilato. O software Orchestrator® foi usado para controlar o reômetro ARES®-LS2. Por uso do dito software, a taxa de aumento de temperatura de 5°C é mantida. Uma varredura de temperatura a 5 uma deformação por torção de 3 por cento e a uma freqüência de 10 hertz, por exemplo, de cerca de -30°C a cerca de +60°C, é usada, na qual os valores dos módulos de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) e módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) podem ser determinados simultaneamente por toda a faixa de temperaturas. Dos ditos módulos de armazenamento dinâmico ( $G'$ ), são feitas observações a -25°C e +60°C, e dos ditos módulos de perda determinados ( $G''$ ), observações são feitas a 0°C. O uso das propriedades viscoelásticas do módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) e do módulo de perda dinâmica ( $G''$ ), 10 para caracterizar os vários aspectos das composições de borracha vulcanizadas, é bem conhecido daqueles versados nessa 15 técnica.

#### SUMÁRIO E PRÁTICA DA INVENÇÃO

De acordo com esta invenção, um pneu é proporcionado tendo uma banda de rodagem de borracha de uma construção cabeça / base, compreendida de uma camada cabeça da banda de rodagem de borracha externa contendo uma superfície de rolamento externa e uma camada base da banda de rodagem de borracha subjacente, em que a dita camada cabeça da banda de 20 rodagem é compreendida de uma pluralidade de zonas da cabeça da banda de rodagem de borracha longitudinais, circunferenciais de propriedades físicas graduadas, em que as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem se estendem individualmen- 25

te da dita superfície de rolamento da cabeça da banda de rodagem axialmente para dentro para a dita camada base da banda de rodagem, em que as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem são compreendidas de:

5 (A) uma zona da cabeça da banda de rodagem primária e duas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais, em que as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais são de larguras substancialmente iguais, em que as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias se estendem sobre pelo menos 50 por cento da superfície de rolamento total da dita camada cabeça da banda de rodagem do pneu e em que as duas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais se estendem coletivamente sobre pelo menos 5 por cento da superfície de rolamento total da dita camada cabeça da banda de rodagem e são posicionadas individualmente axialmente para fora da dita zona da cabeça da banda de rodagem primária; ou

(B) duas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias, uma zona da cabeça da banda de rodagem central e duas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais; em que a 20 dita zona da cabeça da banda de rodagem central é posicionada entre as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias e se estende sobre pelo menos 5 por cento da superfície de rolamento total da camada cabeça da banda de rodagem, em que as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias 25 são de largura substancialmente iguais e se estendem coletivamente sobre pelo menos 50 por cento da superfície de rolamento total da camada cabeça da banda de rodagem, em que as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais são de

larguras substancialmente iguais, se estendem sobre pelo menos 5 por cento da superfície de rolamento total da camada cabeça da banda de rodagem e são posicionadas individualmente axialmente para fora da dita zona da cabeça da banda de 5 rodagem primária; ou

(C) uma zona da cabeça da banda de rodagem primária e uma zona da cabeça da banda de rodagem lateral, em que a dita zona da cabeça da banda de rodagem primária se estende sobre pelo menos 50 por cento da superfície de rolamento 10 total da dita camada cabeça da banda de rodagem, e em que a dita zona da cabeça da banda de rodagem lateral se estende sobre pelo menos 5 por cento da superfície de rolamento total da dita camada cabeça da banda de rodagem e é posicionada axialmente para fora da dita zona da cabeça da banda de 15 rodagem primária; ou

(D) duas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias, uma zona da cabeça da banda de rodagem central e duas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais, em que as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias são de 20 larguras desiguais e se estendem coletivamente sobre pelo menos 50 por cento da superfície de rolamento total da camada cabeça da banda de rodagem, em que a dita zona da cabeça da banda de rodagem central é posicionada entre as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias e se estendem 25 sobre pelo menos 5 por cento da superfície de rolamento total da dita camada cabeça da banda de rodagem, e em que as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais são de larguras substancialmente iguais e se estendem coletivamente

sobre pelo menos 5 por cento da superfície de rolamento total da dita camada cabeça da banda de rodagem e são posicionadas individualmente axialmente para fora das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias; ou

5 (E) duas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias, uma zona da cabeça da banda de rodagem central e duas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais, em que as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias são de larguras substancialmente iguais e se estendem coletivamente sobre pelo menos 50 por cento da superfície de rolamento da camada cabeça da banda de rodagem, em que a dita zona da cabeça da banda de rodagem central é posicionada entre as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias e se estendem por pelo menos 5 por cento da superfície de rolamento 10 total da camada cabeça da banda de rodagem, e em que as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais são de larguras desiguais se estendendo coletivamente sobre pelo menos 5 por cento da superfície de rolamento total da dita camada cabeça da banda de rodagem, e cada uma delas posicionada individualmente axialmente para fora das ditas zonas da cabeça 15 da banda de rodagem primárias; ou

20 (F) duas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias e uma zona da cabeça da banda de rodagem central, em que as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias são de larguras substancialmente iguais e se estendem sobre pelo menos 50 por cento da superfície de rolamento total da camada cabeça da banda de rodagem, e em que a dita zona da cabeça da banda de rodagem central é posicionada entre as 25

ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias e se estende sobre pelo menos 5 por cento da superfície de rolagem total da dita camada cabeça da banda de rodagem; ou

5 (G) duas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias e uma zona da cabeça da banda de rodagem central, em que as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias são de larguras desiguais e se estendem sobre coletivamente pelo menos 50 por cento da superfície de rolagem total da camada cabeça da banda de rodagem, e a dita zona da cabeça da banda de rodagem central é posicionada entre as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias e se estende sobre pelo menos 5 por cento da superfície de rolagem total da dita camada cabeça da banda de rodagem; ou

10 (H) duas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias, uma zona da cabeça da banda de rodagem central e uma zona da cabeça da banda de rodagem lateral, em que as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias são de larguras desiguais e se estendem sobre coletivamente pelo menos 50 por cento da superfície de rolagem total da camada cabeça da banda de rodagem, em que a dita zona da cabeça da banda de rodagem central é posicionada entre as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias e se estende sobre pelo menos 5 por cento da superfície de rolagem da dita camada cabeça da banda de rodagem, e em que a dita zona da cabeça da banda de rodagem lateral se estende sobre pelo menos 5 por cento da superfície de rolagem da dita camada cabeça da banda de rodagem e é posicionada axialmente para

fora das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias;

em que, as propriedades viscoelásticas das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem individuais são compreendidas de:

(1) propriedades viscoelásticas compreendidas de:

(a) o módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) é pelo menos 0,5 MPa maior do que o módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s), e esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C da dita zona da cabeça da banda de rodagem central é pelo menos 0,5 MPa maior do que esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s); e

(b) o módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a -25°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz da dita zona da cabeça da banda de rodagem central é pelo menos 0,5 MPa menor do que o dito módulo de armazenamento ( $G'$ ) a -25°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s); e

(c) o módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) a 0°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) é pelo menos 0,5 MPa maior do que esse módulo de perda ( $G''$ ) da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s); ou

(2) as propriedades viscoelásticas compreendidas de:

- (a) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) de cerca de 0,5 a cerca de 5 MPa, esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 5 60°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central em uma faixa de cerca de 1 a cerca de 6 MPa e esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) em uma faixa de cerca de 1 a cerca de 6 MPa, desde que, no entanto, esse módulo de 10 armazenamento ( $G'$ ) a 60°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) e da dita zona da cabeça da banda de rodagem central seja maior do que esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s); e
- 15 (b) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a -25°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) em uma faixa de cerca de 10 a cerca de 300 MPa, esse módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a -25°C para a dita zona da cabeça 20 da banda de rodagem central em uma faixa de cerca de 2 a cerca de 295 MPa e esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a -25°C para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) em uma faixa de cerca de 10 a cerca de 350 MPa, desde que, no entanto, esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a -25 25°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) e da dita zona da cabeça da banda de rodagem central seja menor do que esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a -

25°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s); e

(c) um módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) a 0°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) em uma faixa de cerca de 0,5 a cerca de 20 MPa, esse módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C, para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central em uma faixa de cerca de 0,5 a cerca de 20 MPa, esse módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) em uma faixa de cerca de 1,5 a cerca de 30 MPa; desde que, no entanto, esse módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C da composição de borracha da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) seja maior do que o esse módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s); ou

(3) as propriedades viscoelásticas compreendidas de:

(a) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) de cerca de 0,5 a cerca de 2 MPa, esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central em uma faixa de cerca de 1 a cerca de 3 MPa e esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) em uma faixa de cerca de 1 a cerca de 3 MPa, desde que, no entanto, esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) seja pelo menos 0,5 MPa maior

do que esse módulo de armazenamento (G') a 60°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) e central, e o módulo de armazenamento dinâmico (G') a 60°C da dita zona da cabeça da banda de rodagem central seja pelo 5 menos 0,5 MPa maior do que esse módulo de armazenamento dinâmico (G') a 60°C da zona da cabeça da banda de rodagem primária; e

(b) um módulo de armazenamento dinâmico (G') a -25°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para a(s) dita(s) 10 zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) em uma faixa de cerca de 10 a cerca de 30 MPa, esse módulo de armazenamento (G') a -25°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central em uma faixa de cerca de 2 a cerca de 25 MPa e esse módulo de armazenamento (G') a -25°C para a(s) 15 dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) em uma faixa de cerca de 10 a cerca de 50 MPa, desde que, no entanto, esse módulo de armazenamento dinâmico (G') a -25°C da composição de borracha da dita zona da cabeça da banda de rodagem central seja pelo menos 5 MPa menor do que esse módulo de armazenamento dinâmico (G') a -25°C da(s) dita(s) 20 zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s); e

(c) um módulo de perda dinâmica (G'') a 0°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) em uma faixa de cerca 25 de 0,5 a cerca de 3 MPa, esse módulo de perda (G'') , a 0°C, para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central em uma faixa de cerca de 0,5 a cerca de 3 MPa, esse módulo de perda (G''), a 0°C para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da

banda de rodagem lateral(ais) em uma faixa de cerca de 1,5 a cerca de 4 MPa; desde que, no entanto, esse módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) seja pelo menos 1 MPa menor do que o esse 5 módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s); ou

(4) as propriedades viscoelásticas compreendidas de:

(a) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 10 60°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) de cerca de 1,5 a cerca de 4 MPa, esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central em uma faixa de cerca de 2 a cerca de 5 MPa e esse módulo de 15 armazenamento ( $G'$ ) a 60°C para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) em uma faixa de cerca de 2 a cerca de 5 MPa, desde que, no entanto, esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) seja pelo menos 0,5 MPa maior 20 do que esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s), esse módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C da dita zona da cabeça da banda de rodagem central seja pelo menos 0,5 MPa maior do que esse módulo de armazenamento dinâmico 25 ( $G'$ ) a 60°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s); e

(b) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a - 25°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para a(s) dita(s)

zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) em uma faixa de cerca de 20 a cerca de 50 MPa, esse módulo de armazenamento (G') a -25°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central em uma faixa de cerca de 5 a cerca de 45 5 MPa e esse módulo de armazenamento (G') a -25°C para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) em uma faixa de cerca de 20 a cerca de 100 MPa, desde que, no entanto, esse módulo de armazenamento dinâmico (G') a - 10 25°C da composição de borracha da dita zona da cabeça da banda de rodagem central seja pelo menos 5 MPa menor do que esse módulo de armazenamento dinâmico (G') a -25°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s); e

(c) um módulo de perda dinâmica (G'') a 0°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) em uma faixa de cerca de 1 a cerca de 4 MPa, esse módulo de perda (G'') , a 0°C, para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central em uma faixa de cerca de 1 a cerca de 4 MPa, esse módulo de perda (G''), a 0°C para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da 15 banda de rodagem lateral(ais) em uma faixa de cerca de 2 a cerca de 15 MPa; desde que, no entanto, esse módulo de perda (G''), a 0°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da rodagem lateral(ais) seja pelo menos 1 MPa maior do que tal 20 módulo de perda (G''), a 0°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s); ou

(5) as propriedades viscoelásticas compreendidas de:

(a) um módulo de armazenamento dinâmico (G') a 60°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) em uma faixa de cerca de 2 a cerca de 5 MPa, esse módulo de armazenamento (G') a 60°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central em uma faixa de cerca de 2,5 a cerca de 6 MPa e esse módulo de armazenamento (G') a 60°C para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) em uma faixa de cerca de 2,5 a cerca de 6 MPa, desde que, no entanto, esse módulo de armazenamento (G') a 60°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) seja pelo menos 0,5 MPa maior do que esse módulo de armazenamento (G') a 60°C da(s), dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s), e esse módulo de armazenamento dinâmico (G') a 60°C da composição da borracha da dita zona da cabeça da banda de rodagem central seja pelo menos 0,5 MPa maior do que esse módulo de armazenamento dinâmico (G') a 60°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s); e

20 (b) um módulo de armazenamento dinâmico (G') a -25°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) em uma faixa de cerca de 35 a cerca de 300 MPa, esse módulo de armazenamento (G') a -25°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central em uma faixa de cerca de 30 a cerca de 295 MPa e esse módulo de armazenamento (G') a -25°C para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) em uma faixa de cerca de 35 a cerca de 350 MPa,

desde que, no entanto, esse módulo de armazenamento dinâmico (G') a -25°C da dita zona da cabeça da banda de rodagem central seja pelo menos 5 MPa menor do que esse módulo de armazenamento dinâmico (G') a -25°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s); e

(c) um módulo de perda dinâmica (G'') a 0°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) em uma faixa de cerca de 2 a cerca de 20 MPa, esse módulo de perda (G'') a 0°C, para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central em uma faixa de cerca de 2 a cerca de 20 MPa, esse módulo de perda (G''), a 0°C para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) em uma faixa de cerca de 3 a cerca de 30 MPa; desde que, no entanto, esse módulo de perda (G''), a 0°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) seja pelo menos 1 MPa maior do que o esse módulo de perda (G''), a 0°C da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s).

Na prática, as composições de borracha individuais das respectivas zonas da dita camada cabeça da banda de rodagem zonada, juntamente com a dita camada base da banda de rodagem, são, de preferência, co-extrudadas conjuntamente, para proporcionar um componente da banda de rodagem, extrudado, integral do pneu. Esse componente da banda de rodagem zonado extrudado integral pode ser, por exemplo, em uma forma de três ou quatro composições de borracha individuais, compreendendo uma pluralidade de três a seis, de preferência, 5 ou 6, componentes extrudados da banda de rodagem,

isto é, uma composição de borracha para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central opcional, uma composição de borracha para a(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s), uma composição de borracha para as ditas 5 uma ou duas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais, e uma composição de borracha para a dita camada base da banda de rodagem.

Deve-se considerar que uma ou mais das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem longitudinais, circunferenciais 10 podem ser subdivididas em subzonas de composições de borracha tendo variações dos ditos módulos de armazenamento ( $G'$ ) e módulo de perda ( $G''$ ) dentro das ditas faixas para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem respectivas, embora essa subdivisão não seja um aspecto preferido da invenção. 15

Em um aspecto da invenção, as junções das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias e central são posicionadas dentro de entalhes localizados entre as ditas zonas.

20 Em um aspecto da invenção, as junções das ditas zonas da cabeça laterais e primárias são posicionadas axialmente para fora de uma impressão do desenho de rodagem de rolamento livre do pneu.

25 Em um aspecto da invenção, no qual uma ou mais das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais não são posicionadas axialmente para fora de uma impressão do desenho de rodagem de rolamento livre do pneu, as junções da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) e

primária(s) são posicionadas dentro de entalhes circunferenciais localizados entre as ditas zonas.

A zona da cabeça da banda de rodagem central, com os valores indicados do módulo de armazenamento ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$  da sua composição de borracha, combinada com o seu módulo de perda ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$  mais baixo do que aquele da composição de borracha das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias, é intencionada para promover tração para a superfície de rolamento da banda de rodagem, sob várias condições de condução no inverno (por exemplo, neve e/ou gelo), enquanto que, por causa do seu módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$  associado, mantém-se adequada para uma superfície de rolamento da banda de rodagem, por uma ampla gama de superfícies de rodagem diferentes das condições de condução no inverno.

A(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) com os valores indicados do módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$  e do módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$  para a sua composição de borracha, é(são) intencionada(s) para promover melhor uso do pneu, particularmente quando do açambarcamento, por uma ampla gama de condições.

Conseqüentemente, a invenção apresenta uma banda de rodagem de pneu compreendida de uma pluralidade de zonas da cabeça da banda de rodagem circunferenciais, com uma combinação graduada posicionada estrategicamente de propriedades físicas, que dependem de uma combinação das ditas propriedades viscoelásticas dos ditos módulos de armazenamento

dinâmico ( $G'$ ), tanto a 60°C quanto a -25°C, e módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) a 0°C.

Como discutido acima, a invenção é dirigida a uma banda de rodagem de pneu de uma combinação cooperadora de 5 uma configuração estrutural de cabeça / base, na qual a camada cabeça da banda de rodagem externa proporciona uma superfície de rolamento do pneu, que é dividida em uma pluralidade de zonas posicionadas estrategicamente e individuais, que apresentam propriedades físicas e graduadas.

10 Esse é um contraste significativo para proporcionar uma banda de rodagem de pneu, particularmente uma cabeça de banda de rodagem de uma banda de rodagem de construção cabeça / base, de uma superfície de rolamento de banda de rodagem unitária. Como discutido acima, uma dificuldade significativa para proporcionar essa superfície de rolamento da banda de rodagem unitária se refere aos compromissos em proporcionar essa superfície da banda de rodagem com propriedades físicas adequadas para tração e/ou manejo, em uma ampla gama de condições de condução. Por prática desta invenção do posicionamento estratégico de zonas da cabeça da banda de rodagem seletivas, de propriedades físicas graduadas, pela face da superfície de rolamento da banda de rodagem do pneu, esses compromissos são ambos minimizados, e as limitações físicas comprometidas de outra maneira das regiões selecionadas da superfície de rolamento da banda de rodagem são vantajosamente enfatizadas, independentemente das características de tração e manejo do pneu por uma gama de condições relativamente ampla.

Em um aspecto da invenção, a superfície de rolagem das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais pode ser, opcional e preferivelmente, posicionada axialmente para fora da impressão de desenho de rodagem livre normal do pneu, quando inflado e rodando sob 75 por cento da sua carga nominal e é, desse modo, intencionada para ficar normalmente em contato com o solo apenas sob condições de açaibarcamento. Essas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais posicionadas são, desse modo, apenas apresentadas intermitentemente como uma superfície de rolagem ativa da banda de rodagem do pneu de um pneu com carga adequada e adequadamente inflado. A impressão do desenho de rodagem de rolagem livre normal do pneu é um aspecto bem conhecido daqueles versados nessa técnica e refere-se à impressão do desenho de rodagem do pneu em uma superfície (por exemplo, a superfície do solo, de rodagem ou outra), sobre a qual o pneu rola. Na medida em que o pneu começa a açaibarcar, mesmo sob uma condição de açaibarcamento branda, tal como, por exemplo, como pode ser experimentado por pneus dianteiros de um veículo, quando dobra uma esquina a uma baixa velocidade, considera-se que pelo menos uma porção da superfície de rolagem dessa zona da cabeça da banda de rodagem lateral posicionada contata a pista de rolagem e, desse modo, melhora o aperto contra o solo de açaibarcamento do pneu na pista de rolagem. A carga nominal para um respectivo pneu pode ser encontrada, por exemplo, em um anuário da The Tire and Rim Association, Inc., tendo o endereço atual 175 Montrose West, Ave., Suite 150, Copley, Ohio 44321, EUA, quando do uso de

uma pressão de inflação do pneu recomendada pelo respectivo fabricante do veículo para aquele pneu no seu veículo. Por exemplo, para um pneu do tamanho P225/60R16, para o qual um fabricante de veículo recomenda para o pneu uma pressão de 5 inflação do pneu de 241 kPa (35 psi), o anuário 2002 da The Tire and Rim Association, Inc., nas suas páginas 1 - 18 recomenda uma carga padrão para esse pneu de 730 kg (1.609 libras). Conseqüentemente, 75 por cento dessa carga padrão para esse pneu seria de 548 kg (1.207 libras). Outras publicações recomendando cargas padrões para os respectivos pneus são aquelas publicadas por uma organização "ETRTO" (Europa) e uma organização "JATMA" (Japão). Para esta invenção, em caso de diferenças nos valores de carga padrão para um respectivo pneu para um respectivo veículo, os valores de carga 10 padrão apresentados pela The Tire and Rim Association, Inc. devem ser considerados.

Em um aspecto da invenção, com base em partes em peso por 100 partes em peso de borracha (ppc), as composições de borracha das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias, zona da cabeça da banda de rodagem central e zona(s) da cabeça da banda de rodagem lateral(ais) contêm, desde que, no entanto, essas composições de borracha tenham os ditos módulos de armazenamento dinâmico ( $G'$ ), tanto a - 25°C quanto a 60°C, e módulos de perda dinâmica ( $G''$ ) a 0°C, 20 propriedades físicas viscoelásticas para as respectivas zonas da cabeça da banda de rodagem:

(A) 100 ppc de pelo menos um, alternativamente pelo menos dois elastômeros à base de dienos conjugados;

(B) cerca de 40 a cerca de 100, alternativamente, cerca de 40 a cerca de 90 ppc de reforço de negro-de-fumo e sílica precipitada compreendido de:

(1) cerca de zero a cerca de 100, alternativamente, de cerca de 5 a cerca de 80 ppc de negro-de-fumo de reforço de borracha; e

(2) cerca de zero a cerca de 80, alternativamente cerca de 10 a cerca de 85 ppc de sílica precipitada; e

(C) agente de acoplamento para a dita sílica tendo uma parte reativa com grupos hidroxila (por exemplo, grupos silanol) contidos na superfície da dita sílica precipitada, e uma outra parte interativa com os elastômeros à base de dienos.

Considera-se aqui que essas composições de borracha com as ditas propriedades viscoelásticas podem ser obtidas com desenvolvimento rotineiro por uma pessoa versada na técnica de mistura de borracha, sem experimentação indevida.

Em um aspecto alternativo da invenção, uma ou mais das composições de borracha da zona da cabeça da banda de rodagem individuais, particularmente, a dita composição de borracha da zona da cabeça da banda de rodagem central, pode(m) conter de cerca de 1 a cerca de 15, alternativamente, cerca de 2 a cerca de 10 ppc de fibras curtas selecionadas de, por exemplo, pelo menos uma de fibras de vidro, poliéster, náilon, aramida, carbono, raiom e algodão, de preferência, fibras de vidro. Essas fibras curtas podem ter um diâmetro médio, por exemplo, em uma faixa de cerca de 10 a

cerca de 50 microns e um comprimento médio, por exemplo, em uma faixa de cerca de 0,5 a cerca de 5 mm.

Em um aspecto alternativo da invenção, uma ou mais das ditas composições de borracha das zonas da cabeça da banda de rodagem individuais, particularmente a dita composição de borracha da zona da cabeça da banda de rodagem central opcional, pode conter de cerca de 1 a cerca de 5, alternativamente cerca de 1 a cerca de 4 ppc de grânulos inorgânicos ou orgânicos particulados, além dos ditos negro-de-fumo e sílica precipitada de reforço da borracha, tendo um diâmetro médio consideravelmente maior do que o diâmetro médio típico dos ditos negro-de-fumo e sílica precipitada de reforço da borracha, em uma faixa, por exemplo, de cerca de 50 a cerca de 200 microns. Os grânulos particulados representativos são, por exemplo, e não são intencionados para serem limitantes, minerais inorgânicos particulados, partículas derivadas de plantas agrícolas particuladas e partículas poliméricas orgânicas e inorgânicas engenheiradas (maturadas). Esses materiais particulados podem ser, por exemplo, e não são intencionados para serem limitantes, cascas de nozes moídas, esferas de vidro ocas, náilon moído, polímeros de aramida e poliéster, e compósitos minerais inorgânicos moídos, tais como, por exemplo, silicato de alumínio (pedra-pomes).

Na prática, a dita camada de borracha de base da banda de rodagem é, tipicamente, de uma única composição de borracha, compreendida de pelo menos um elastômero à base de dieno conjugado. Por exemplo, a camada de borracha de base

da banda de rodagem pode ser compreendida de pelo menos um elastômero à base de dieno conjugado e de cerca de 30 a cerca de 70 ppc de enchimento de reforço de borracha, selecionado de negro-de-fumo ou uma combinação de sílica precipitada e negro-de-fumo, compreendida de cerca de 30 a cerca de 70, alternativamente de cerca de 25 a cerca de 65 ppc de negro-de-fumo e de zero a 25, alternativamente de cerca de 5 a cerca de 20 ppc de sílica precipitada (desse modo, em um aspecto, o enchimento de reforço de borracha pode ser e é, em geral, de preferência, inteiramente negro-de-fumo de reforço de borracha).

Os exemplos representativos de elastômeros à base de dienos conjugados para a dita borracha de base da banda de rodagem são, por exemplo, borracha de cis 1,4-poliiisopreno (usualmente, de preferência, borracha natural), que pode, se desejado, ser usada em combinação com outro elastômero à base de dieno, tal como, por exemplo, borracha de cis 1,4-polibutadieno e/ou borracha de isopreno / butadieno.

Na prática, os exemplos representativos de elastômeros à base de dienos conjugados, para as ditas composições de borracha das dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem central, primária(s) e lateral(ais), desde que essas composições de borracha apresentem os necessários módulos de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$  e  $60^{\circ}\text{C}$  e o módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$ , são, por exemplo, e com base em partes em peso por partes em peso de borracha (ppc);

(A) de zero a cerca de 100, alternativamente de cerca de 25 a cerca de 100 e, alternativamente, de cerca de 50 a cerca de 75 ppc de elastômero de copolímero de estireno / butadieno, tendo uma Tg em uma faixa de cerca de -80°C a 5 cerca de -10°C (dependendo um pouco do seu teor de estireno ligado e do teor de vinila do seu componente butadieno e se é produzido por polimerização em solução de solvente orgânico ou por polimerização em emulsão aquosa de monômeros de estireno e 1,3-butadieno);

10 (B) de zero a cerca de 80, alternativamente de cerca de zero a cerca de 75 e, alternativamente, de cerca de 25 a cerca de 50 ppc de borracha de cis 1,4-polibutadieno tendo uma Tg em uma faixa de cerca de -95°C a cerca de -110°C, tendo, de preferência, um teor de cis 1,4 de pelo menos 95 por cento; e

15 (C) de zero a cerca de 40, alternativamente, cerca de zero a cerca de 25 ppc de pelo menos um elastômero à base de dieno adicional, tendo uma Tg em uma faixa de -10°C a cerca de -100°C.

20 A dita borracha à base de dieno adicional pode ser compreendida de, por exemplo, pelo menos uma de borracha de cis 1,4-poliisopreno, borracha de isopreno / butadieno, trans 1,4-polibutadieno, polibutadieno de baixo teor de vinila tendo um teor de vinila em uma faixa de 5 a cerca de 20 25 por cento, um polibutadieno de alto teor de vinila tendo um teor de vinila em uma faixa de cerca de 20 a cerca de 90 por cento, 3,4-poliisopreno, e borracha de estireno / isopreno / butadieno.

Na prática, para uma cabeça da banda de rodagem zonada relativamente simétrica, as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias podem ser de larguras iguais, ou pelo menos larguras substancialmente iguais, e para uma 5 cabeça da banda de rodagem zonada relativamente assimétrica, as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias podem ser de larguras significativamente desiguais, com a largura de uma zona da cabeça da banda de rodagem primária, por exemplo, de cerca de 105 a cerca de 150 por cento da largura 10 da outra.

Na prática, a dita zona da cabeça da banda de rodagem central opcional é, em geral, centralizada na superfície de rolamento da camada cabeça da banda de rodagem (por exemplo, centralizada no plano equatorial do pneu), particularmente para uma cabeça da banda de rodagem zonada simetricamente. Para uma cabeça da banda de rodagem zonada assimetricamente, a dita zona da cabeça da banda de rodagem central pode ser posicionada um pouco deslocada do centro da superfície de rolamento da camada cabeça da banda de rodagem, particularmente quando as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias são de larguras significativamente diferentes. 15 20

Como discutido acima, um aspecto da invenção é a inclusão das respectivas zonas da cabeça da banda de rodagem dentro da própria camada cabeça da banda de borracha, com a própria base da banda de rodagem de borracha subjacente e co-extrudada sendo de uma composição de borracha singular e não composta de uma pluralidade de zonas in- 25

dividuais. Desse modo, as zonas da cabeça da banda de rodagem de suporte de carga circunferenciais individuais se estendem radialmente para dentro da superfície de rolamento da cabeça da banda de rodagem para a camada cabeça da banda de rodagem, transicional, subjacente e de suporte, em contraste com estendendo-se diretamente para a carcaça do pneu.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Para um melhor entendimento da invenção, são proporcionados desenhos. Em particular, a Figura 1, bem como as 10 Figuras 1-A, 1-B e 1-C, são proporcionadas ilustrando uma vista em seção transversal parcial de uma porção banda de rodagem configurada em cabeça / base de um pneumático.

A Figura 2 é apresentada como ilustrando uma impressão do desenho de rodagem da banda de rodagem do pneu da 15 banda de rodagem de pneu da Figura 1, com a finalidade de ilustrar uma combinação da porção da impressão do desenho de rodagem de rolamento livre, que seria normalmente intencionado ser gerado por uma porção de contato com o solo de uma superfície de rolamento do pneu, juntamente com uma extensão 20 axial da impressão do desenho de rodagem de rolamento livre, que pode ficar intermitentemente em contato com o solo, sob condições de acomodamento do pneu.

A Figura 3 é uma apresentação gráfica de uma varredura de temperatura para os valores de módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) e a Figura 4 é apresentada como ilustrando uma varredura de temperatura dos valores do módulo de perda ( $G''$ ).

#### OS DESENHOS

A Figura 1 é proporcionada como ilustrando uma vista em seção transversal parcial de um pneu tendo uma banda de rodagem de construção cabeça / base, na qual a camada cabeça da banda de rodagem é apresentada com duas zonas da 5 cabeça da banda de rodagem primárias, juntamente com duas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais e uma zona da cabeça da banda de rodagem central de propriedades físicas graduadas.

A Figura 1 representa uma seção transversal parcial de um pneu (1) tendo uma banda de rodagem (2) compreendida de uma camada cabeça da banda de rodagem externa (3), tendo uma superfície de rolamento (4), intencionada para ficar em contato com o solo, e uma camada base da banda de rodagem subjacente (5), como uma zona de transição entre a 15 dita camada cabeça da banda de rodagem (3) e a carcaça do pneu (6), que pode incluir uma camada correia encapsulada na borracha (7); dois talões relativamente inextensíveis espaçados entre si (não mostrados), para acomodar a montagem do pneu em um aro rígido (não mostrado), lonas da carcaça como 20 lonas reforçadas com tecido encapsuladas na borracha (8), estendendo-se entre os ditos talões por meio de uma região de corda do pneu (1), um par de costados mostrados parcialmente (9) estendendo-se individualmente entre os ditos talões e as bordas periféricas externas da dita banda de rodagem (2) e de uma camada de pano-forro interno de borracha 25 (10).

A dita camada cabeça da banda de rodagem (3) é compreendida de cinco zonas longitudinais circunferenciais

de composições de borracha de propriedades físicas graduadas. As ditas zonas da cabeça da banda de rodagem se estendem da superfície de rolamento externa (4) da camada cabeça da banda de rodagem (3) radialmente para dentro para a camada base da banda de rodagem de borracha subjacente (5), que não contém as zonas mencionadas acima das zonas da cabeça da banda de rodagem.

As ditas zonas da dita camada cabeça da banda de rodagem (3) são compreendidas de uma zona central suplementar (11) centralizada pela linha central, ou plano equatorial (EP), do pneu e posicionadas entre as duas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias individuais (12) e duas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais suplementares (13), posicionadas individualmente axialmente para fora de uma zona da cabeça da banda de rodagem primária (12).

A zona da cabeça da banda de rodagem central (11) estende-se sobre cerca de 16 por cento da superfície de rolamento total (4) da camada cabeça da banda de rodagem do pneu (3), que inclui os espaços (14) através das aberturas de quaisquer entalhes incluídos, incluindo os entalhes circunferenciais (15). As zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) são todas individualmente ou substancialmente de mesma largura e se estendem coletivamente sobre cerca de 66 por cento da dita superfície de rolamento total (4) da camada cabeça da banda de rodagem do pneu (3). As zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) são todas individualmente ou substancialmente de mesma largura e se estendem coletivamente sobre cerca de 18 por cento da dita superfície

de rolamento total (4) da camada cabeça da banda de rodagem (3).

Junções divisórias (16) são proporcionadas entre a zona da cabeça da banda de rodagem central (11) e as zonas 5 da cabeça da banda de rodagem primárias (12) suplementares, que são localizadas dentro dos entalhes circunferenciais (15). As zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) unem as zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (17), que são localizadas axialmente para fora da varredura da impressão do desenho de rodagem de rolamento livre (18), como 10 ilustrado na Figura 2. Desse modo, as zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (e uma porção das zonas da cabeça da banda de rodagem primárias) são intencionadas para ficarem 15 em contato com o solo, basicamente apenas sob condições de açoamento do pneu, em vez de sob as condições de rolamento livre do pneu. Esse aspecto é desejável, porque essas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais apresentam fisicamente um benefício de aperto contra o solo aperfeiçoad 20 para a superfície de rolamento da banda de rodagem do pneu sob condições de açoamento, sendo ainda intencionadas para ficarem apenas intermitentemente em contato com o solo, por causa das suas resistências ao desgaste da banda de rodagem potencialmente diferentes em relação às ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias adjacentes.

25 Para o desenho, os módulos de armazenamento dinâmico graduados ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$ , 3 por cento de deformação e 10 Hz para a zona da cabeça da banda de rodagem central da banda de rodagem de borracha (11), as zonas da cabeça da banda

de rodagem primárias de borracha (12) e as zonas da cabeça da banda de rodagem laterais de borracha (13) são apresentados como sendo de 21,9 MPa, 29,2 MPa e 42,6 MPa, respectivamente.

5 Para o desenho, os módulos de armazenamento dinâmico variados ( $G'$ ) a 60°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para a zona da cabeça da banda de rodagem central da banda de rodagem de borracha (11), as zonas da cabeça da banda de rodagem primárias de borracha (12) e as zonas da cabeça da banda de rodagem laterais de borracha (13) são apresentados como sendo de 3,6 MPa, 2,9 MPa e 3,7 MPa, respectivamente.

10 Para o desenho, os módulos de perda dinâmica graduados ( $G''$ ) a 0°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para a zona da cabeça da banda de rodagem central da banda de rodagem de borracha (11), as zonas da cabeça da banda de rodagem primárias de borracha (12) e as zonas da cabeça da banda de rodagem laterais de borracha (13) são apresentados como sendo de 2,8 MPa, 2,9 MPa e 5,2 MPa, respectivamente.

15 A Figura 1A é uma réplica da Figura 1, exceto que a cabeça da banda de rodagem (3) é apresentada como uma configuração da cabeça da banda de rodagem zonada assimetricamente. Em particular, a largura da zona da cabeça da banda de rodagem primária (12), apresentada no lado direito da cabeça da banda de rodagem na Figura 1A, é aumentada a cerca de 38 por cento da superfície de rolamento total da cabeça da banda de rodagem e, portanto, tem uma maior largura do que a zonas da cabeça da banda de rodagem primárias correspondente (12) do lado esquerdo da cabeça da banda de roda-

gem. A largura da zona da cabeça da banda de rodagem central (11) é, desse modo, reduzida a cerca de 11 por cento da superfície de rolamento total da cabeça da banda de rodagem.

A Figura 1B é uma réplica da Figura 1, exceto que 5 a cabeça da banda de rodagem é apresentada como uma configuração da cabeça da banda de rodagem zonada assimetricamente. Em particular, a zona da cabeça da banda de rodagem lateral (13) no lado direito da cabeça da banda de rodagem (3) da Figura 1 foi eliminada, de modo que a largura da zona da 10 cabeça da banda de rodagem primária (12) foi aumentada para incluir a porção da cabeça da banda de rodagem ocupada anteriormente pela zona da cabeça da banda de rodagem lateral e, desse modo, se estende individualmente sobre cerca de 42 por 15 cento da superfície de rolamento total da cabeça da banda de rodagem.

A Figura 1C é uma réplica da Figura 1, exceto que as zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) foram eliminadas e a zona da cabeça da banda de rodagem central (11) mantida, de modo que a largura das zonas da cabeça da 20 banda de rodagem primárias (12) foi aumentada para incluir a porção da cabeça da banda de rodagem ocupada anteriormente pelas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais eliminadas.

A Figura 2 é uma representação da impressão do desenho de rodagem longitudinal parcial (20) da banda de rodagem do pneu (1) da Figura 1. O vão (18) da impressão do desenho de rodagem de rolamento livre (20) representa a largura axial da impressão do desenho de rodagem de rolamento li-

vre, sem as porções estendidas (21), com o vão (19) incluindo as porções estendidas (21). As porções estendidas (21) são intencionadas para representar a área de contato criada pela porção axialmente externa da superfície de rolamento 5 total da cabeça da banda de rodagem, sob condições de ação-  
barcamento do pneu. A impressão do desenho de rodagem de ro-  
lamento livre é intencionada para representar a impressão do  
desenho de rodagem de rolamento do pneu, operando sob 75 por  
cento da sua carga padrão, em que as superfícies de rolamen-  
to 10 das zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) da  
banda de rodagem do pneu (1) da Figura 1 não ficam em conta-  
to com o solo e, portanto, não formam parte da impressão do  
desenho de rodagem de rolamento livre. Sob condições de  
açambarcamento, intenciona-se que pelo menos uma porção das  
15 superfícies de rolamento de uma das zonas da cabeça da banda  
de rodagem laterais (13) entre em contato com o solo, para,  
desse modo, apresentar pelo menos uma porção de uma parte  
impressão do desenho de rodagem estendida axialmente (21)  
para a pista de rolamento e proporciona, desse modo, um mai-  
or 20 aperto contra o solo para a banda de rodagem do pneu.

A Figura 3 é uma apresentação gráfica de uma varia-  
redura de temperatura do módulo de armazenamento dinâmico  
( $G'$ ), por uma faixa de temperatura de  $-30^{\circ}\text{C}$  a  $+60^{\circ}\text{C}$  com os  
valores de  $G'$  relativos indicados como sendo em relação a um  
25 valor normalizado de 100 para o valor de  $G'$  para a composi-  
ção de borracha da zona lateral suplementar a  $-30^{\circ}\text{C}$ . A varia-  
redura de temperatura para  $G'$  foi conduzida de acordo com a  
metodologia do reômetro ARES<sup>®</sup>-LS2. Para a apresentação grá-

fica, curvas de  $G'$  versus temperatura são apresentadas para as composições de borracha da zona da cabeça da banda de rodagem primária e das zonas da cabeça da banda de rodagem central e laterais suplementares. Pontos de observação são 5 indicados a  $-25^{\circ}\text{C}$  e a  $+60^{\circ}\text{C}$  para os respectivos valores relativos de  $G'$  nessas temperaturas no gráfico de varredura de temperatura ilustrado.

Na Figura 3, pode-se notar que ainda que o módulo de armazenamento representativo normalizado ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$  da 10 composição de borracha para a zona da cabeça da banda de rodagem central suplementar seja mais baixo do que o  $G'$  normalizado representativo comparativo da composição de borracha da zona da cabeça da banda de rodagem primária, o módulo de armazenamento normalizado apresentado  $G'$  da composição de 15 borracha representativa da zona da cabeça da banda de rodagem central fica maior do que o  $G'$  da composição de borracha da zona da cabeça da banda de rodagem primária a  $60^{\circ}\text{C}$ . Esse fenômeno pode ser observado na Figura 3, como as curvas representativas de  $G'$  a  $-25^{\circ}\text{C}$  e  $G'$  a  $60^{\circ}\text{C}$  observadas para em 20 cruzamento, em vez de continuarem em uma configuração paralela para cada uma das faixas de varredura de temperatura observadas. Portanto, é importante considerar que, em um aspecto, uma convergência foi observada para as curvas de  $G'$  das composições de borracha das zonas primárias e central 25 representativas (as composições ilustradas no Exemplo I), significativamente abaixo de uma temperatura de varredura de temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$  e bem acima de uma temperatura de varredura de temperatura de  $-25^{\circ}\text{C}$ .

A Figura 4 é uma apresentação gráfica de uma varredura de temperatura do módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) pela faixa de temperaturas de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+20^{\circ}\text{C}$ , com os valores relativos de  $G''$  indicados como sendo relativos a um valor normalizado de 100 para o valor de  $G''$  para a composição de borracha da zona lateral a  $-30^{\circ}\text{C}$ , que está fora da escala do gráfico da Figura 4. A varredura de temperatura para  $G''$  foi conduzida de acordo com a metodologia do reômetro ARES<sup>®</sup>-LS2. Para a apresentação gráfica, curvas de  $G''$  versus temperatura são apresentadas para as composições de borracha (as composições de borracha apresentadas no Exemplo I) da(s) dita(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem primária(s) e das zonas da cabeça da banda de rodagem central e laterais suplementares. Um ponto de observação é indicado a  $0^{\circ}\text{C}$  para os respectivos valores relativos de  $G''$ , naquelas temperaturas indicadas no gráfico de varredura de temperatura.

Na Figura 4, pode-se notar que o módulo de perda representativo normalizado ( $G''$ ), a  $0^{\circ}\text{C}$ , da composição de borracha para a zonas da cabeça da banda de rodagem primárias suplementares, é significativamente maior do que o  $G''$  normalizado representativo comparativo da composição de borracha da zona da cabeça da banda de rodagem primária.

Na prática desta invenção, a sílica amorfa sintética (por exemplo, sílica precipitada) pode ser composta de agregados de sílica precipitada, que é intencionada para incluir aluminossilicatos precipitados como sílica e alumínio co-precipitados.

Essa sílica precipitada é, em geral, bem conhecida daqueles versados nessa técnica. Por exemplo, essa sílica precipitada pode ser precipitada por adição controlada de um ácido, tal como, por exemplo, ácido clorídrico ou ácido sulfúrico, a uma solução básica (por exemplo, hidróxido de sódio) de um silicato, por exemplo, silicato de sódio, usualmente na presença de um eletrolito, por exemplo, sulfato de sódio. Partículas de sílica coloidal primária se formam, tipicamente, durante esse processo, que coalescem rapidamente para formar agregados dessas partículas primárias e que são depois recuperadas como precipitados por filtração, lavagem da torta do filtro resultante com água ou uma solução aquosa, e secagem da sílica precipitada recuperada. Esse método de preparação de sílica precipitada, e as suas variações, são bem conhecidos daqueles versados nessa técnica.

Os agregados de sílica precipitada empregados preferivelmente nesta invenção são sílicas precipitadas, tais como, por exemplo, aquelas obtidas por acidificação de um silicato solúvel, por exemplo, silicato de sódio e pode incluir sílica co-precipitada e uma pequena proporção de alumínio.

Essas sílicas podem ser usualmente caracterizadas por terem, por exemplo, uma área superficial BET, medida usando nitrogênio gasoso, de preferência, na faixa de cerca de 40 a cerca de 600 e, mais usualmente, em uma faixa de cerca de 50 a cerca de 300 metros quadrados por grama. O método BET de medida de área superficial é descrito no Journal of the American Society, volume 60, página 304 (1930).

A sílica também pode ser caracterizada tipicamente por ter um valor de absorção de ftalato de dibutila (DBP) em uma faixa de cerca de 50 a cerca de 400 cm<sup>3</sup>/100 g e, mais usualmente, de cerca de 100 a cerca de 300 cm<sup>3</sup>/g.

5                   Várias sílicas precipitadas disponíveis comercialmente podem ser consideradas para uso nesta invenção, tais como, por exemplo, aqui, e sem limitação, sílicas da PPG Industries com o nome comercial Hi-Sil, com as designações Hi-Sil 210, Hi-Sil 243, etc; sílicas da Rhodia, tais como, por 10 exemplo, Zeosil 1165MP e Zeosil 165GR, sílicas da Degussa com, por exemplo, as designações VN2 e VN3, bem como outros graus de sílica, particularmente, sílicas precipitadas, que podem ser usadas para reforço de elastômeros.

Um agente de acoplamento é utilizado com a sílica, 15 para ajudar no seu reforço da composição de borracha, que contém a sílica. Esse agente de acoplamento contém, convencionalmente, uma parte reativa com grupos hidroxila na sílica (por exemplo, sílica precipitada) e outra parte diferente interativa com o elastômero à base de hidrocarboneto de dieno.

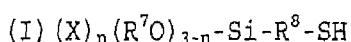
20                   no.

Na prática, o dito agente de acoplamento pode ser, por exemplo:

(A)            um        poli        [sulfeto        de        bis-(3-trietoxissililpropila)] tendo uma média de 2 a cerca de 4 e, 25 particularmente, uma média de 2 a cerca de 2,6 ou de cerca de 3,4 a cerca de 4, átomos de enxofre conectivos na sua ponte polissulfídrica; ou

(B) um poli [sulfeto de bis-(3-trietoxissililpropila)] tendo uma média de cerca de 2 a cerca de 2,6 átomos de enxofre conectivos na sua ponte polissulfídrica e um poli [sulfeto de bis-(3-trietoxissililpropila)] tendo uma média de cerca de 3,4 a cerca de 4 átomos de enxofre conectivos na sua ponte polissulfídrica, em que o dito polissulfeto, tendo uma média de 2 a cerca de 2,6 átomos de enxofre conectivos na sua ponte polissulfídrica (exclusive daquele polissulfeto tendo uma média de 3 a 4 átomos de enxofre conectivos na sua ponte polissulfídrica), é misturado com a dita composição de borracha, na ausência de enxofre e acelerador de vulcanização de enxofre, e em que o dito polissulfeto, tendo uma média de 3 a 4 átomos de enxofre conectivos na sua ponte polissulfídrica, é depois misturado com a dita composição de borracha, na presença de enxofre e de pelo menos um acelerador de vulcanização de enxofre; ou

(C) uma composição de organoalcoximercaptossilano de fórmula geral (I), representada como:



na qual X é um radical selecionado de um halogênio, isto é, cloro ou bromo, e, de preferência, um radical cloro, e de radicais alquila tendo de um a 16, de preferência, de um a 4 átomos de carbono, selecionado, de preferência, de metila, etila, propila (por exemplo, n-propila) e butila (por exemplo, n-butila); em que R<sup>7</sup> é um radical alquila tendo de 1 a 18, alternativamente 1 a 4 átomos de car-

bono, selecionado, de preferência, de radicais metila e etila e, particularmente, um radical etila; em que  $R^8$  é um radical alquíleno tendo de um a 16, de preferência, de um a 4 átomos de carbono, de preferência, um radical propileno; e n 5 é um valor médio de zero a 3, de preferência, zero e em que, nos casos em que n é zero ou 1,  $R_7$  pode ser igual ou diferente para cada parte ( $R_7O$ ) na composição; e

10 (D) o dito organoalcoximercaptossilano de fórmula geral (I), capeado com uma parte que desencapeia o organoalcoximercaptossilano, após aquecimento a uma temperatura elevada.

15 Os exemplos representativos dos vários organoalcoximercaptossilanos são, por exemplo, trietóxi mercaptopropilssilano, trimetóxi mercaptopropilsilano, metil dimetóxi mercaptopropilsilano, metil dietóxi mercaptopropilsilano, dimetil metóxi mercaptopropilsilano, trietóxi mercaptoetilsilano, tripropóxi mercaptopropilsilano, etóxi dimetóxi mercaptopropilsilano, etóxi diisopropóxi mercaptopropilsilano, etóxi didodecilóxi mercaptopropilsilano e etóxi diexadecilóxi mercaptopropilsilano.

20 Eses organoalcoximercaptossilanos podem ser capeados com várias partes, como discutido acima.

Um exemplo representativo de um agente de acoplamento de organoalcoximercaptossilano capeado, útil para esta 25 invenção, é 3-octanoiltio-1-propiltrietoxissilano, como NXT® Silane da empresa GE Silicones.

O agente de acoplamento pode ser, por exemplo, adicionado diretamente à mistura elastomérica, ou pode ser

adicionado como um compósito de sílica precipitada e desse agente de acoplamento formado por tratamento da sílica precipitada com ela, ou por tratamento de uma sílica coloidal com ela e precipitação do compósito resultante.

5 Por exemplo, a dita sílica (por exemplo, sílica precipitada), ou pelo menos uma porção da dita sílica, pode ser pré-tratada antes da adição ao(s) dito(s) elastômero(s) :

(A) com um alquilsilano de fórmula geral (II); ou

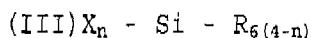
10 (B) com o dito poli [sulfeto de bis-(3-trietoxissililpropila)] tendo uma média de cerca de 2 a cerca de 4 átomos de enxofre conectivos na sua ponte polissulfídrica; ou

(C) com o dito organoalcoximercaptossilano de fórmula geral (I); ou

15 (D) com uma combinação do dito alquilsilano de fórmula geral (I) e o dito poli [sulfeto de bis-(3-trietoxissililpropila)] tendo uma média de cerca de 2 a cerca de 4 átomos de enxofre conectivos na sua ponte polissulfídrica; ou

20 (E) com uma combinação do dito alquilsilano de fórmula geral (II) e o dito organoalcoximercaptossilano de fórmula geral (I);

em que o dito alquilsilano de fórmula geral (I) é representado como:



25 na qual  $R^6$  é um radical alquila tendo de 1 a 18 átomos de carbono, de preferência, de 1 a 4 átomos de carbono; n é um valor de 1 a 3; X é um radical selecionado do

grupo consistindo em halogênios, de preferência, cloro, e grupos alcóxi selecionados de grupos metóxi e etóxi, de preferência, um grupo etóxi.

Uma consideração significativa para o dito pré-tratamento da dita sílica é reduzir ou eliminar o desprendimento de álcool *in situ* dentro da composição de borracha, durante a mistura da sílica com o dito elastômero, tal como pode ser provocado por, por exemplo, reação desse agente de acoplamento contido dentro da composição elastomérica com grupos hidroxila (por exemplo, grupos silanol) contidos na superfície da sílica.

Na prática, o dito negro-de-fumo de reforço de borracha para as ditas composições de borracha das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem é, de preferência, negros de fumo de alto reforço de borracha, tendo um valor de absorção de iodo (ASTM D-1510) em uma faixa de cerca de 110 a cerca de 140 g/kg e um valor de absorção de DBP (ASTM D-2414) em uma faixa de cerca de 100 a cerca de 150 cm<sup>3</sup>/100 g. Os exemplos representativos desses negros de fumo, de acordo com as suas designações ASTM, que podem ser encontradas no The Vanderbilt Rubber Handbook, 13<sup>a</sup> edição (1990), páginas 416 e 417, são, por exemplo, N110, N120, N121, N134, N220, N231, N234 e N299.

Na prática da invenção, as composições de borracha podem ser preparadas, por exemplo, em uma série seqüencial de pelo menos duas etapas, ou estágios, de mistura de borracha internas preparatórias individuais, nos quais o elastômero à base de dieno é primeiramente misturado com o negro-

de-fumo recomendado e/ou sílica em uma etapa de mistura separada, subsequente e seguida por uma etapa de mistura final, na qual agentes de cura são misturados a uma temperatura mais baixa e por um período de tempo substancialmente 5 mais curto.

Requer-se convencionalmente, após cada etapa de mistura, que a mistura de borracha seja efetivamente removida do misturador de borracha e resfriada a uma temperatura inferior a 40°C e, por exemplo, em uma faixa de cerca de 10 40°C a cerca de 20°C, e depois readicionada a um misturador de borracha interno para a etapa, ou estágio, de mistura sequencial seguinte.

A formação de um componente de pneu é considerada como sendo por meio convencional, tal como, por exemplo, por 15 extrusão da composição de borracha, para proporcionar um componente de borracha não vulcanizado, moldado, tal como, por exemplo, uma banda de rodagem de pneu. Essa formação de uma banda de rodagem de pneu é bem conhecida daqueles versados nessa técnica.

20 Deve-se entender que o pneu, como um artigo manufaturado, é preparado por moldagem e vulcanização por enxofre do conjunto dos seus componentes a uma temperatura elevada (por exemplo, 140°C a 180°C) e uma pressão elevada em um molde adequado. Essa prática é bem conhecida daqueles 25 versados nessa técnica.

Aqueles versados nessa técnica vão entender facilmente que a composição de borracha vai ser misturada por processos genericamente conhecidos na técnica de mistura de

borracha, tal como mistura das várias borrachas constituintes vulcanizáveis por enxofre com os vários materiais aditivos comumente usados, tais como, por exemplo, auxiliares de vulcanização, como discutido acima, tais como enxofre, ativadores, retardadores e aceleradores, aditivos de processamento, tais como óleos de processamento de borracha, resina incluindo resinas de pega, sílicas e plastificantes, enxofres, pigmentos, ácido graxo, óxido de zinco, ceras, antioxidantes e antiozonantes, agentes de peptização e materiais de reforço tal como, por exemplo, negro-de-fumo. Como do conhecimento daqueles versados na técnica, dependendo do uso intencionado dos materiais (borrachas) vulcanizáveis por enxofre e vulcanizado por enxofre, os aditivos mencionados acima são selecionados e usados comumente em proporções convencionais.

As proporções típicas de ácidos graxos, se usados, que podem incluir ácido esteárico, compreendem cerca de 0,5 a 3 ppc. As proporções típicas de óxido de zinco compreendem cerca de 1 a cerca de 5 ppc. As proporções típicas das ceras compreendem cerca de 1 a cerca de 5 ppc. Freqüentemente, são usadas ceras microcristalinas. As proporções típicas de agentes de peptização compreendem cerca de 0,1 a cerca de 1 ppc. Os agentes de peptização podem ser, por exemplo, pentaclorotiofenol e dissulfeto de dibenzamidodifenila.

A vulcanização é conduzida na presença de um agente de vulcanização. Os exemplos de agentes de vulcanização de enxofre adequados incluem enxofre elementar (enxofre livre) ou agentes de vulcanização doadores de enxofre, por

exemplo, um dissulfeto de amina, polissulfeto polimérico ou adutos de olefinas de enxofre. De preferência, o agente de vulcanização de enxofre é enxofre elementar. Como do conhecimento daqueles versados na técnica, os agentes de vulcanização de enxofre são usados em uma proporção variando de cerca de 0,5 a cerca de 4 ppc, ou mesmo, em algumas circunstâncias, até cerca de 8 ppc, com uma faixa de cerca de 1,5 a cerca de 2,5, algumas vezes de cerca de 2 a cerca de 2,5 sendo preferido.

Aceleradores são usados para controlar o tempo e/ou a temperatura necessário(s) para vulcanização e aperfeiçoar as propriedades do vulcanizado. Em uma modalidade, um único sistema acelerador pode ser usado, isto é, acelerador primário. Um ou mais aceleradores primários podem ser usados, por exemplo, em uma proporção variando de cerca de 0,5 a cerca de 5, alternativamente cerca de 0,8 a cerca de 4 ppc. Em outra modalidade, combinações de um acelerador primário e um acelerador secundário podem ser usadas, com o acelerador secundário sendo usado em menores proporções (de cerca de 0,05 a cerca de 3 ppc), para ativar e aperfeiçoar as propriedades do vulcanizado. Pode-se esperar que as combinações desses aceleradores produzam um efeito sinérgico nas propriedades finais e sejam um pouco melhores do que aquelas produzidas por uso de apenas um acelerador. Além disso, aceleradores de ação retardada podem ser usados, que não são afetados pelas temperaturas de processamento normais, mas produzem uma vulcanização satisfatória nas temperaturas de vulcanização usuais. Também podem ser usados re-

tardadores de vulcanização. Os tipos adequados de aceleradores, que podem ser usados na presente invenção, são aminas, guanidinas, tiouréias, tiazóis, tiuramas, sulfenamidas, ditiocarbamatos e xantatos. De preferência, o acelerador primário é uma sulfenamida. Se um acelerador secundário é usado, pode ser, por exemplo, um composto de guanidina, ditiocarbamato ou tiurama.

A mistura da composição de borracha pode ser feita, por exemplo, por meio do processo de mistura seqüencial mencionado acima. Por exemplo, os ingredientes podem ser misturados em pelo menos um estágio de mistura não produtivo seqüencial (preparatório), seguido por um estágio de mistura produtivo (final). Os agentes de vulcanização finais são misturados tipicamente no estágio final, que é chamado convencionalmente de estágio de mistura "produtivo" ou "final", no qual a mistura ocorre tipicamente a uma temperatura, ou temperatura final, mais baixa do que a ou as temperaturas de mistura do ou dos estágios de mistura não produtivos. Os termos estágios de mistura "não produtivos" e "produtivos" são bem conhecidos daqueles versados nessa técnica de mistura de borracha.

#### EXEMPLO I

Amostras de composições de borracha foram preparadas para a(s) zona(s) da cabeça da banda de rodagem central, primária(s) e lateral(ais) de uma camada cabeça da banda de rodagem zonada circumferencialmente de uma banda de rodagem de pneu de construção cabeça / base.

As amostras de borracha são referidas neste exemplo como Amostra A (para uma composição de borracha para uma zona da cabeça da banda de rodagem central suplementar), Amostra B (para uma composição de borracha para uma zona da 5 cabeça da banda de rodagem primária) e Amostra C (para uma composição de borracha para uma zona da cabeça da banda de rodagem lateral suplementar).

As composições de borracha foram preparadas em um misturador de borracha interno usando vários estágios de 10 mistura, isto é, três estágios de mistura não produtivos seqüenciais, individuais, nos quais os ingredientes são misturados e combinados, exceto para o agente de vulcanização de enxofre e o ou os aceleradores de vulcanização, por cerca de 5 a 6 minutos, a uma temperatura de cerca de 150 a 170°C, 15 dependendo um pouco do estágio de mistura e da mistura de borracha em uso, despejados do misturador, transformados em folhas e deixados resfriar abaixo de 40°C, entre os estágios de mistura não produtivos e após o último estágio de mistura não produtivo.

20 A composição de borracha resultante é depois misturada em um estágio de mistura produtivo, em um misturador de borracha interno, no qual são adicionados o agente e os aceleradores de vulcanização de enxofre, por entre cerca de 1 e 3 minutos, a uma temperatura de entre cerca de 100 e 25 120°C, dependendo um pouco da mistura de borracha em uso.

A mistura de composições de borracha em uma série de estágios de mistura não produtivos e produtivos seqüenci-

ais e individuais é bem conhecida daqueles versados nessa técnica.

Os ingredientes usados nas amostras de borracha são ilustrados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1

<u>Material</u>	<u>Zona cen-</u>	<u>Zona pri-</u>	<u>Zona la-</u>
	<u>tral</u>	<u>mária</u>	<u>teral</u>
	<u>Amostra A</u>	<u>Amostra B</u>	<u>Amostra C</u>
<u>Estágios de mistura não produtivos</u>			
borracha de estireno / butadieno <sup>1</sup>	58	68	70
borracha de polibutadieno <sup>2</sup>	42	32	30
negro-de-fumo (N120) <sup>3</sup>	10	25	60
sílica <sup>4</sup>	75	60	30
agente de acoplamento <sup>5</sup>	6,5	5,2	2,6
óleos de processamento	26,8	28,5	36,3
aromáticos de borracha <sup>6</sup>			
óxido de zinco	2,5	2,5	2,5
ácido graxo <sup>7</sup>	2	2	2
antidegradante <sup>8</sup>	2	2	2
silicato de alumínio	2	0	0
particulado (pedrões)			
fibras de vidro curtas	6	0	0

Estágio de mistura produtivo

enxofre	1	1	1
acelerador(es) <sup>9</sup>	5	4	4

<sup>1</sup> Elastômero de copolímero de estireno / butadieno preparado por polimerização em solução em solvente orgânico, contendo cerca de 13 por cento de estireno, tendo um teor de vinila em torno de 22 por cento, com base no elastômero total e tendo uma Tg de cerca de -36°C, obtido da The Goodyear Tire & Rubber Company, que continha cerca de 37,5 partes em peso de óleo extensor por 100 partes em peso do elastômero e é indicado em uma base de peso seco (sem o óleo extensor) na Tabela 1.

10 <sup>2</sup> Borracha de cis 1,4-polibutadieno obtida por polimerização em solução em solvente orgânico, tendo um teor de cis 1,4 superior a 95 por cento e uma Tg em torno de -105 g, obtida como Budene 1208 da The Goodyear Tire & Rubber Company.

15 <sup>3</sup> Negro-de-fumo N120, uma designação ASTM.

<sup>4</sup> Sílica precipitada amorfa, sintética, obtida como Zeosil 1165 MPTM da empresa Rhodia.

<sup>5</sup> Um 3-octanciltio-1-propiltriethoxissilano líquido como NTX® Silane da empresa GE Silicones.

20 <sup>6</sup> Óleo de processamento de borracha aromático (óleo livre) mais o óleo contido no elastômero de estireno / butadieno estendido por óleo.

<sup>7</sup> Basicamente, ácido esteárico.

<sup>8</sup> Do tipo parafenilenodiamina.

<sup>9</sup> N-terc-butil-2-benzotiazil sulfenamida e difenil guanidina.

As várias propriedades físicas para as amostras de 5 borracha da Tabela 1 são indicadas na Tabela 2 a seguir. As amostras foram curadas a uma temperatura de cerca de 160 °C por cerca de 14 minutos.

Tabela 2

	<u>Zona cen-</u> <u>tral</u>	<u>Zona pri-</u> <u>mária</u>	<u>Zona la-</u> <u>teral</u>
	<u>Amostra A</u>	<u>Amostra B</u>	<u>Amostra C</u>
Módulo a 300% (anel)	8,1	8,0	8,5
(MPa)			
Resistência à ruptura máxima (MPa)	14,6	16,7	16,5'
Alongamento máximo (%)	473	528	535
Dureza Shore A (23°C)	70	67	70
Recuperação elástica Zwick (23°C)	39	36	28
T90 (minutos) (a 160°C) <sup>1</sup>	5,4	5,7	5,7
Módulo de armazenamento dinâmico (G') <sup>2</sup> , (-25°C), MPa	21,9	29,2	42,6
Módulo de armazenamento dinâmico (G') <sup>2</sup> , (60°C),	3,6	2,9	3,7

MPa

Módulo de perda dinâmica	2,8	2,9	5,2
$(G''), (0°C), MPa$			

<sup>1</sup> Determinada por um reômetro de matriz móvel, como o modelo MDR-2000<sup>®</sup> da Alpha Technologies, usando uma temperatura de vulcanização de cerca de 160°C.

<sup>2</sup> Observado de uma varredura de propriedades viscoelásticas versus temperatura, como descrito acima com o dito reômetro ARES<sup>®</sup>-LS2, operado a uma deformação de torção de 3 por cento e uma freqüência de 10 Hz, cuja metodologia foi discutida acima.

Da Tabela 2, pode-se notar que um módulo de armazenamento graduado ( $G'$ ) a -25°C é apresentado para as amostras variando de um valor baixo igual a 21,9 MPa para a Amostra A para um mais alto de 42,6 MPa para a Amostra C.

Em particular, o módulo de armazenamento ( $G'$ ) a -25 g da Amostra A (amostra de borracha para uma zona da cabeça da banda de rodagem central) é significativamente mais baixo do que o  $G'$  a -25°C para a Amostra B (composição de borracha para uma zona da cabeça da banda de rodagem primária).

Da Tabela 2, pode-se notar que um módulo de armazenamento variado ( $G'$ ) a 60°C é apresentado para as amostras, isto é, os valores de 3,6, 2,9 e 3,7 MPa para as amostras A, B e C, respectivamente.

Em particular, os módulos de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C de ambas a Amostra A (composição de borracha para uma

zona da cabeça da banda de rodagem central) e Amostra C (composição de borracha para uma zona da cabeça da banda de rodagem lateral) são mais altos o que o módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C da Amostra B (composição de borracha para uma zona da cabeça da banda de rodagem lateral).

Da Tabela 2, pode-se notar que um módulo de perda variado ( $G''$ ) a 0°C é apresentado para as amostras, variando de um valor baixo de 2,8 MPa para a Amostra A para um mais alto de 5,2 MPa para a Amostra C.

Em particular, o módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a 0°C da Amostra C (composição de borracha para uma zona da cabeça da banda de rodagem lateral) é mais alto do que esse módulo de perda ( $G''$ ) para a Amostra B (composição de borracha para uma zona da cabeça da banda de rodagem primária).

#### 15 EXEMPLO II

Um pneu de tamanho P225/60R16 foi preparado tendo uma banda de rodagem de uma construção cabeça / base, com a camada cabeça da banda de rodagem proporcionando uma superfície de rolamento do pneu e composta de uma pluralidade de zonas longitudinais circunferenciais, em uma maneira similar à Figura 1.

A zona da cabeça da banda de rodagem central suplementar foi centralizada na linha central do pneu e foi posicionada entre duas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias, em que as zonas da cabeça da banda de rodagem central e primárias foram unidas em entalhes longitudinais circunferenciais posicionados entre as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem central e primárias. Axialmente para

fora de cada uma das zonas da cabeça da banda de rodagem primárias, posiciona-se uma zona da cabeça da banda de rodagem primária suplementar.

Dessa maneira, as zonas da cabeça da banda de rodagem primárias são zonas da cabeça da banda de rodagem intermediárias, sendo localizadas de certo modo em uma posição intermediária entre as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem central suplementar e laterais suplementares.

As zonas da cabeça da banda de rodagem primárias unem as zonas da cabeça da banda de rodagem laterais axialmente para fora da impressão do desenho de rodagem de rolamento livre da banda de rodagem do pneu. A impressão do desenho de rodagem de rolamento livre é apresentada para o pneu, quando este é inflado a uma pressão de cerca de 241 kPa (35 psi) e a uma carga de 75 por cento da sua carga padrão indicada no manual indicado acima da "The Tire and Rim Association".

Conseqüentemente, a superfície de rolamento das zonas da cabeça da banda de rodagem laterais são, portanto, axialmente para fora da impressão do desenho de rodagem de rolamento livre e, portanto, são projetadas para ficarem intermitentemente em contato com o solo, quando do açaibarcamento dos pneus para, desse modo, proporcionar um aperto contra o solo extra para o pneu em condições de açaibarcamento.

A largura da cabeça da banda de rodagem central se estendem por cerca de 16 por cento da superfície de rolamento total da banda de rodagem do pneu.

As zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (intermediárias) eram de larguras iguais e varrerem conjuntamente cerca de por cento da superfície de rolamento total da banda de rodagem do pneu.

5 As zonas da cabeça da banda de rodagem laterais eram de larguras iguais e se estenderam conjuntamente sobre cerca de 18 por cento da superfície de rolamento total da banda de rodagem do pneu.

As composições de borracha das zonas da cabeça da 10 banda de rodagem central, primárias e laterais eram composições de borracha representadas pelas Amostras A, B e C, respectivamente, do Exemplo 1.

Ainda que determinadas modalidades e detalhes representativos tenham sido mostrados, com a finalidade de 15 ilustrar a invenção, vai ser evidente para aqueles versados na técnica que várias mudanças e modificações podem ser feitas, sem que se afaste do espírito ou âmbito da invenção.

## REIVINDICAÇÕES

superfície de rolamento total da dita camada cabeça da banda de rodagem e são posicionadas individualmente axialmente para fora da ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12);

5 **CARACTERIZADO** pelo fato de que as ditas zonas da  
cabeça da banda de rodagem de borracha individuais compre-  
dem:

(A) propriedades viscoelásticas compreendidas de:

(1) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a

10 60°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz das ditas zonas da  
cabeça da banda de rodagem laterais (13) é pelo menos 0,5  
MPa maior do que o módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C das  
ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12), e  
tal módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C da dita zona da ca-  
15 beça da banda de rodagem central (11) é pelo menos 0,5 MPa  
maior do que tal módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C da das  
ditas zonas da cabeca da banda de rodagem primárias (12); e

(2) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a -25°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) é pelo menos 0,5 MPa menor do que o dito módulo de armazenamento ( $G'$ ) a -25°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); e

(3) o módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) a 0°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) é pelo menos 1 MPa maior do que esse módulo de perda ( $G'''$ ) a 0°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); ou

(B) propriedades viscoelásticas compreendidas de:

(1) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) em uma faixa de 0,5 a 5 MPa, tal módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C para a 5 dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 1 a 6 MPa e tal módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 1 a 6 MPa, desde que, no entanto, esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) e da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) seja maior do que esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C das ditas zonas da cabeça da cabeça da banda de rodagem primárias (12); e

(2) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a - 15 25°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) em uma faixa de 10 a 300 MPa, esse módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a - 25°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 2 a 295 MPa e esse módulo de armazenamento (G') a -25°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 10 a 350 MPa, desde que, no entanto, esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a -25°C da 20 dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) seja menor do que esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a -25°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); e

(3) um módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) a 0°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) em uma faixa de 0,5 a 20

MPa, esse módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C, para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 0,5 a 20 MPa, esse módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C para a das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 1,5 a 30 MPa; desde que, no entanto, esse módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C da composição de borracha das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) seja maior do que o esse módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); ou

10 (C) propriedades viscoelásticas compreendidas de:

(1) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) em uma faixa de 0,5 a 2 MPa, esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 1 a 3 MPa e esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C para das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 1 a 3 MPa, desde que, no entanto, esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C da(s) das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) seja pelo menos 0,5 MPa maior do que esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) e central (11), e o módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) seja pelo menos 0,5 MPa maior do que esse módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primária; e

(2) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$ , 3 por cento de deformação e 10 Hz para das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) em uma faixa de 10 a 30 MPa, esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$  para 5 a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 2 a 25 MPa e esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$  para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 10 a 50 MPa, desde que, no entanto, esse módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$  da 10 composição de borracha da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) seja pelo menos 5 MPa menor do que esse módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$  das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); e

(3) um módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$ , 3 por 15 cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) em uma faixa de 0,5 a 3 MPa, esse módulo de perda ( $G''$ ), a  $0^{\circ}\text{C}$ , para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 0,5 a 3 MPa, esse módulo de perda ( $G''$ ), a  $0^{\circ}\text{C}$  para as ditas zonas da 20 cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 1,5 a 4 MPa; desde que, no entanto, esse módulo de perda ( $G''$ ), a  $0^{\circ}\text{C}$  das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) seja pelo menos 1 MPa menor do que o tal módulo de perda ( $G''$ ), a  $0^{\circ}\text{C}$  das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); ou 25

(D) propriedades viscoelásticas compreendidas de:

(1) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$ , 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas

da cabeça da banda de rodagem primárias (12) em uma faixa de 1,5 a 4 MPa, esse módulo de armazenamento (G') a 60°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 2 a 5 MPa e esse módulo de armazenamento (G') a 60°C para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 2 a 5 MPa, desde que, no entanto, esse módulo de armazenamento (G') a 60°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) seja pelo menos 0,5 MPa maior do que esse módulo de armazenamento (G') a 60°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12), esse módulo de armazenamento dinâmico (G') a 60°C da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) seja pelo menos 0,5 MPa maior do que esse módulo de armazenamento dinâmico (G') a 60°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); e

(2) um módulo de armazenamento dinâmico (G') a -25°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) em uma faixa de 20 a 50 MPa, esse módulo de armazenamento (G') a -25°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 5 a 45 MPa e esse módulo de armazenamento (G') a -25°C para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 20 a 100 MPa, desde que, no entanto, esse módulo de armazenamento dinâmico (G') a -25°C da composição de borracha da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) seja pelo menos 5 MPa menor do que esse módulo de armazenamento dinâmico (G') a -25°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); e

(3) um módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) a 0°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) em uma faixa de 1 a 4 MPa, esse módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C, para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 1 a 4 MPa, esse módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 2 a 15 MPa; desde que, no entanto, esse módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) seja pelo menos 1 MPa maior do que o tal módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); ou

(E) propriedades viscoelásticas compreendidas de:

(1) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) em uma faixa de 2 a 5 MPa, esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 2,5 a 6 MPa e esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 2,5 a 6 MPa, desde que, no entanto, esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) seja pelo menos 0,5 MPa maior do que esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a 60°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12), e esse módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C da composição de borracha da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) seja pelo menos 0,5 MPa maior do que

esse módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); e

(2) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a -25°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) em uma faixa de 35 a 300 MPa, esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a -25°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 30 a 295 MPa e esse módulo de armazenamento ( $G'$ ) a -25°C para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 35 a 350 MPa, desde que, no entanto, esse módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a -25°C da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) seja pelo menos 5 MPa menor do que esse módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a -25°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); e

(3) um módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) a 0°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) em uma faixa de 2 a 20 MPa, esse módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C, para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 2 a 20 MPa, esse módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 3 a 30 MPa; desde que, no entanto, esse módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) seja pelo menos 1 MPa maior do que tal módulo de perda ( $G''$ ), a 0°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12), e

em que a superfície de rolamento da ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) é posicionada axialmente para fora da impressão do desenho de rodagem de rolamento livre do pneu quando inflado e rodando abaixo de 75% 5 da sua carga nominal, e é, portanto, projetado para tocar o solo somente sob condição de curva.

2. Pneu, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que propriedades viscoelásticas das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem de borracha 10 individuais são compreendidas de:

(A) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$ , 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) é pelo menos 0,5 MPa maior que tal módulo de armazenamento ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$  das 15 ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) e tal módulo de armazenamento ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$  da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) é pelo menos 0,5 MPa maior que tal módulo de armazenamento ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$  das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); e

20 (B) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$ , 3 por cento de deformação e 10 Hz para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) é pelo menos 0,5 MPa menor que tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$  das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias 25 (12); e

(C) um módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$ , 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) é pelo menos 1 MPa maior que

tal módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) a 0°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12).

3. Pneu, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as propriedades viscoelásticas das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem de borracha individuais são compreendidas de:

(A) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) está em uma faixa de 0,5 a 5 MPa, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 1 a 6 MPa, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 1 a 6 MPa, 15 desde que, no entanto, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) e da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) seja maior que tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); e 20

(B) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a -25°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) está em uma faixa de 10 a 300 MPa, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a -25°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 2 a 295 MPa, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a -25°C para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 10 a

350 MPa, desde que, no entanto, tal módulo de armazenamento dinâmico  $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$  da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) seja menor do que tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$  das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); e

(C) um módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$ , 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) está em uma faixa de 0,5 a 20 MPa, tal módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$  para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 0,5 a 20 MPa, tal módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$  para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 1,5 a 30 MPa, desde que, no entanto, tal módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$  da composição de borracha das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) seja maior do que tal módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$  das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12).

4. Pneu, de acordo com a reivindicação 1, 20 **CARACTERIZADO** pelo fato de que as propriedades viscoelásticas das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem de borracha individuais são compreendidas de:

(A) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$ , 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) está em uma faixa de 0,5 a 2 MPa, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$  para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 1 a 3 MPa, tal módulo de arma-

zenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 1 a 3 MPa, desde que, no entanto, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) seja pelo menos 0,5 MPa maior do que tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C das ditas zonas banda de rodagem primárias (12) e central (11), e tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) seja pelo menos 0,5 MPa maior do que tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C das ditas zonas banda de rodagem primárias (12);

(B) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a -25°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) está em uma faixa de 10 a 30 MPa, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a -25°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 2 a 25 MPa, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a -25°C para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 10 a 50 MPa, desde que, no entanto, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a -25°C da composição de borracha da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) seja pelo menos 5 MPa maior do que tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a -25°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); e

(C) um módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a 0°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) está em uma faixa de 0,5 a 3

MPa, tal módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a 0°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 0,5 a 3 MPa, tal módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a 0°C para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) 5 em uma faixa de 1,5 a 4 MPa, desde que, no entanto, tal módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a 0°C da composição de borracha das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) seja pelo menos 1 MPa maior do que tal módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a 0°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12). 10

5. Pneu, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as propriedades viscoelásticas das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem de borracha individuais são compreendidas de:

15 (A) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) está em uma faixa de 1,5 a 4 MPa, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 2 a 5 MPa, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 2 a 5 MPa, 20 desde que, no entanto, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) seja pelo menos 0,5 MPa maior do que tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C das ditas zonas da banda de rodagem primárias (12), e tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a 60°C da dita zona da cabeça da banda 25

de rodagem central (11) seja pelo menos 0,5 MPa maior do que tal módulo de armazenamento dinâmico (G') a 60°C das ditas zonas banda de rodagem primárias (12);

(B) um módulo de armazenamento dinâmico (G') a - 5 25°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) está em uma faixa de 20 a 50 MPa, tal módulo de armazenamento dinâmico (G') a -25°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 5 a 45 MPa, tal módulo de armazenamento dinâmico (G') a -25°C para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 20 a 10 100 MPa, desde que, no entanto, tal módulo de armazenamento dinâmico (G') a -25°C da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) seja pelo menos 5 MPa menor do que tal 15 módulo de armazenamento dinâmico (G') a -25°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); e

(C) um módulo de perda dinâmico (G'') a 0°C, 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) está em uma faixa de 1 a 4 20 MPa, tal módulo de perda dinâmico (G'') a 0°C para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 1 a 4 MPa, tal módulo de perda dinâmico (G'') a 0°C para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 2 a 15 MPa, desde que, no entanto, tal módulo 25 de perda dinâmico (G'') a 0°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) seja pelo menos 1 MPa maior do que tal módulo de perda dinâmico (G'') a 0°C das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12).

6. Pneu, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as propriedades viscoelásticas das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem de borracha individuais são compreendidas de:

5 (A) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$ , 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) está em uma faixa de 2 a 5 MPa, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$  para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 2,5 a 6 MPa, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$  para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 2,5 a 6 MPa, desde que, no entanto, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$  das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) seja pelo menos 0,5 MPa maior do que tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$  das ditas zonas banda de rodagem primárias (12), e tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$  da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) seja pelo menos 0,5 MPa maior do que tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $60^{\circ}\text{C}$  das ditas zonas banda de rodagem primárias (12);

20 (B) um módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$ , 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) está em uma faixa de 35 a 300 MPa, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$  para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 30 a 295 MPa, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$  para as ditas zonas da ca-

beça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 35 a 350 MPa, desde que, no entanto, tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$  da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) seja pelo menos 5 MPa menor do que tal módulo de armazenamento dinâmico ( $G'$ ) a  $-25^{\circ}\text{C}$  das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12); e

(C) um módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$ , 3 por cento de deformação e 10 Hz para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12) está em uma faixa de 2 a 20 MPa, tal módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$  para a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) em uma faixa de 2 a 20 MPa, tal módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$  para as ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) em uma faixa de 3 a 30 MPa, desde que, no entanto, tal módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$  da composição de borracha das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) seja pelo menos 1 MPa maior do que tal módulo de perda dinâmico ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$  das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12).

20 7. Pneu, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as composições de borracha individuais das respectivas zonas da dita camada cabeça da banda de rodagem zonada (3), juntamente com a dita camada base de borracha (5) são co-extrudadas conjuntamente, para 25 proporcionar um componente da banda de rodagem, extrudado, integral do pneu.

8. Pneu, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos uma das ditas com-

posições de borracha da zona da cabeça da banda de rodagem contém de 1 a 15 ppc de fibras curtas selecionadas de pelo menos uma de fibras de vidro, poliéster, náilon, aramida, carbono, raiom e algodão.

5           9. Pneu, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita zona da cabeça da banda de rodagem é a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11), em que a dita composição de borracha da dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) contém pelo 10 menos uma das ditas fibras curtas, e em que as ditas fibras curtas podem ter um diâmetro médio em uma faixa de 10 a 50 microns e um comprimento médio em uma faixa de 0,5 a 5 mm.

10          10. Pneu, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos uma das ditas composições de borracha da zona da cabeça da banda de rodagem contém de 1 a 5 ppc de pelo menos um de materiais particulados, como grânulos orgânicos e/ou grânulos inorgânicos particulados, além de negro-de-fumo e sílica precipitada de reforço de borracha, tendo um diâmetro médio em uma faixa de 20 cerca de 50 a 200 microns.

15          11. Pneu, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita zona da cabeça da banda de rodagem é a dita zona da cabeça da banda de rodagem central (11) e os ditos grânulos particulados são selecionados de pelo menos um de minerais inorgânicos em partículas, partículas derivadas de vegetais agrícolas particulados e partículas poliméricas orgânicas e inorgânicas engenheiradas.

12. Pneu, de acordo com a reivindicação 10,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que os ditos materiais particulados são selecionados de pelo menos um de cascas de nozes moídas, esferas de vidro ocas, partículas poliméricas de náilon, partículas poliméricas de aramida, partículas poliméricas de poliéster, compósitos minerais inorgânicos e partículas de silicato de alumínio.

13. Pneu, de acordo com a reivindicação 1,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos uma das ditas composições de borracha da zona da cabeça da banda de rodagem contém de 1 a 15 ppc de fibras curtas selecionadas de pelo menos uma de fibras de vidro, poliéster, náilon, aramida, carbono, raiom e algodão e contém de 1 a 5 ppc de pelo menos um de grânulos inorgânicos e/ou grânulos orgânicos particulados, além do dito negro-de-fumo e a dita sílica precipitada de reforço de borracha, tendo um diâmetro médio em uma faixa de 50 a 200 microns.

14. Pneu, de acordo com a reivindicação 1,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita a camada base da banda de rodagem (5) é uma única composição de borracha compreendida de pelo menos um elastômero á base de dienos conjugado.

15. Pneu, de acordo com a reivindicação 14,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita a camada base da banda de rodagem (5) é compreendida de borracha de cis 1,4-poliiisopreno que contém negro-de-fumo em uma faixa de 30 a 70 ppc e de zero a 25 ppc de sílica precipitada.

16. Pneu, de acordo com a reivindicação 1,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que, com base em parte em peso

por 100 partes em peso de borracha (ppb), as composições de borracha das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem primárias (12), da zona da cabeça da banda de rodagem central (11) e das ditas zonas da cabeça da banda de rodagem laterais (13) contêm, desde que, no entanto, essas composições de borracha tenham as propriedades viscoelásticas dos ditos módulos de armazenamento dinâmico ( $G'$ ), tanto a  $-25^{\circ}\text{C}$  quanto a  $60^{\circ}\text{C}$ , e do módulo de perda dinâmica ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$  para as respectivas zonas da cabeça da banda de rodagem:

(A) 100 ppc de pelo menos um, alternativamente pelo menos dois elastômeros à base de dienos conjugados;

(B) de 40 a 100 ppc de reforço de negro-de-fumo e sílica precipitada compreendido de:

(1) de zero a 100 ppc de negro-de-fumo de reforço de borracha; e

(2) de zero a 80 ppc de sílica precipitada; e

(C) agente de acoplamento para a dita sílica tendo uma parte reativa com grupos hidroxila (por exemplo, grupos silano) contidos na superfície da dita sílica precipitada, e uma outra parte interativa com os elastômeros à base de dienos.

17. Pneu, de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as ditas composições de borracha contêm de 40 a 90 ppc de reforço de negro-de-fumo e sílica precipitada compreendida de 5 a 80 ppc de negro-de-fumo de reforço de borracha e de 10 a 85 ppc de sílica precipitada.

18. Pneu, de acordo com a reivindicação 1,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita zona da cabeça da ban-  
da de rodagem central (11), as ditas zonas da cabeça da ban-  
da de rodagem primárias (12) e as ditas zonas da cabeça da  
5 banda de rodagem laterais (13), desde que tenham os requeridos  
módulos de armazenamento dinâmico ( $G'$ ), tanto a  $-25^{\circ}\text{C}$   
quanto a  $60^{\circ}\text{C}$ , módulos de perda dinâmica ( $G''$ ) a  $0^{\circ}\text{C}$ , são  
composições de borracha compreendidas de elastômeros à base  
de dienos conjugados compreendidos de, com base em partes em  
10 peso por partes peso de borracha (ppc):

(A) de zero a 100 ppc de elastômero de copolímero  
de estireno / butadieno, tendo uma  $T_g$  em uma faixa de cerca  
de  $-80^{\circ}\text{C}$  a cerca de  $-10^{\circ}\text{C}$ ;

15 (B) de zero a 80 ppc de borracha de cis 1,4-  
polibutadieno tendo uma  $T_g$  em uma faixa de cerca de  $-95^{\circ}\text{C}$  a  
cerca de  $-110^{\circ}\text{C}$ , preferencialmente tendo um conteúdo de cis  
1,4 de pelo menos 95 por cento; e

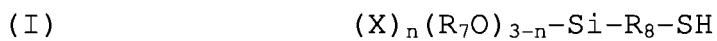
20 (C) de zero a 40 ppc de pelo menos um elastômero à  
base de dienos tendo uma  $T_g$  em uma faixa de  $-10^{\circ}\text{C}$  a cerca de  
 $-100^{\circ}\text{C}$ .

19. Pneu, de acordo com a reivindicação 16,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito agente de acoplamento  
é:

25 (A) um poli [sulfeto de bis-(3-  
trietoxissililpropila)] tendo uma média de 2 a cerca de 4 e,  
mais preferencialmente, uma média de 2 a cerca de 2,6 ou de  
cerca de 3,4 a cerca de 4, átomos de enxofre conectivos na  
sua ponte polissulfídrica; ou

(B) um poli [sulfeto de bis-(3-trietoxissililpropila)] tendo uma média de cerca de 2 a cerca de 2,6 átomos de enxofre conectivos na sua ponte polisulfídrica e um poli [sulfeto de bis-(3-trietoxissililpropila)] tendo uma média de cerca de 3,4 a cerca de 4 átomos de enxofre conectivos na sua ponte polisulfídrica, em que o dito polissulfeto, tendo uma média de 2 a cerca de 2,6 átomos de enxofre conectivos na sua ponte polissulfídrica (exclusive daquele polissulfeto tendo uma média de 3 a 4 átomos de enxofre conectivos na sua ponte polissulfídrica), é misturado com a dita composição de borracha, na ausência de enxofre e acelerador de vulcanização de enxofre, e em que o dito polissulfeto, tendo uma média de 3 a 4 átomos de enxofre conectivos na sua ponte polissulfídrica, é depois misturado com a dita composição de borracha, na presença de enxofre e de pelo menos um acelerador de vulcanização de enxofre; ou

(C) uma composição de organoalcoximercaptossilano de fórmula geral (I), representada como:

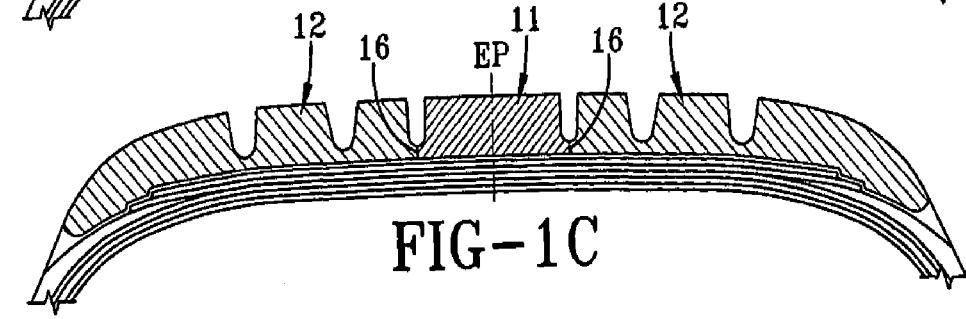
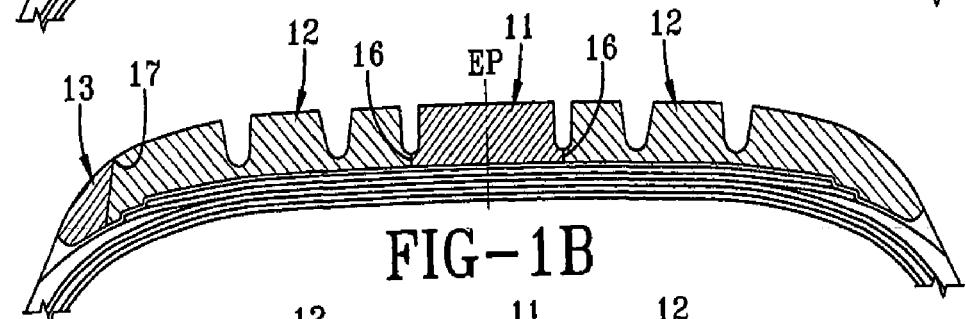
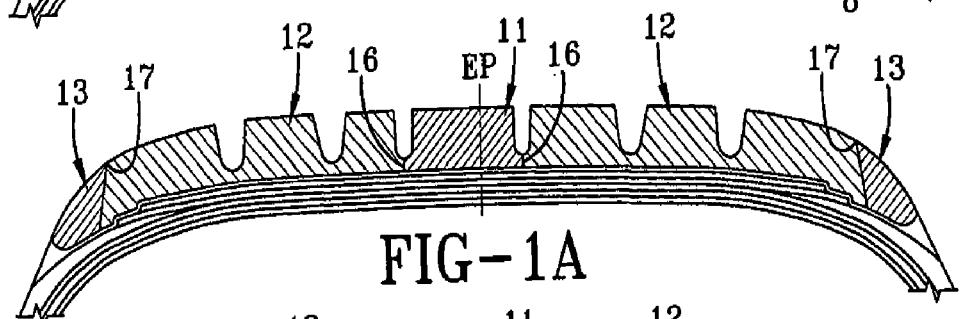
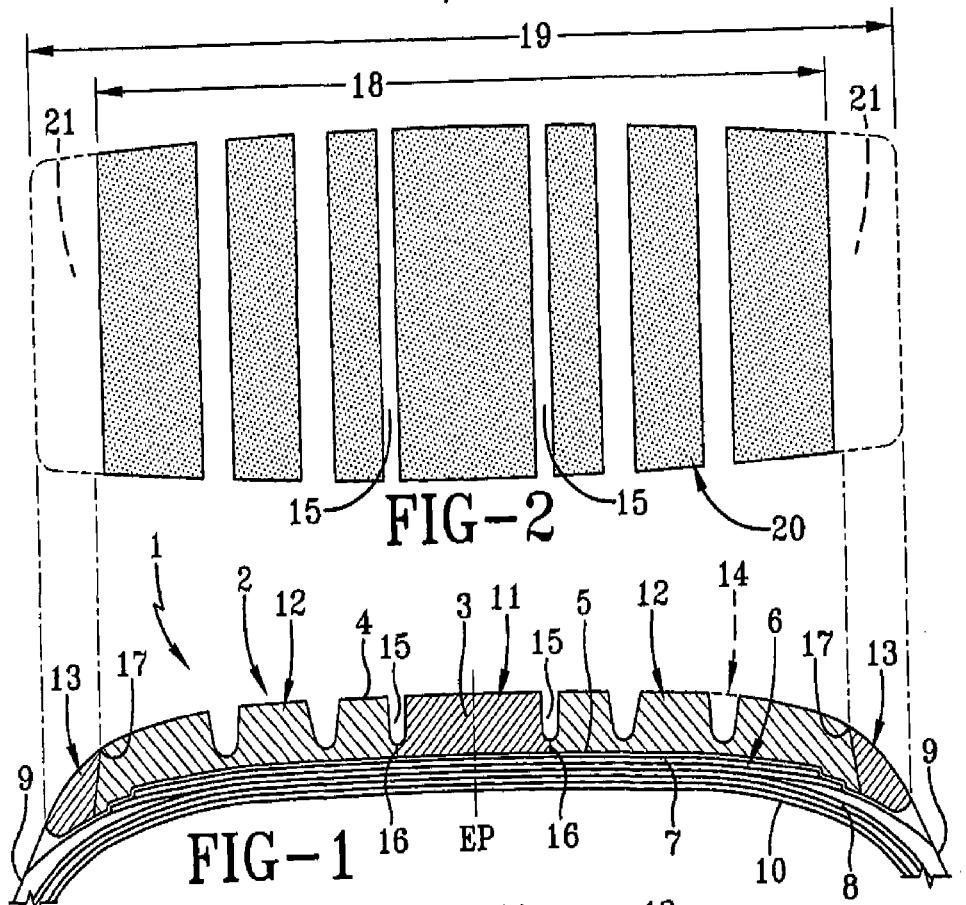


na qual X é um radical selecionado de um radical cloro, bromo e alquila tendo de 1 a 4 átomos de carbono; em que R<sub>7</sub> é um radical alquila tendo de 1 a 18 átomos de carbono; em que R<sub>8</sub> é um radical alquíleno tendo 1 a 4 átomos de carbono; e n é um valor médio de zero a 3, e em que, nos casos em que n é zero ou 1, R<sub>7</sub> pode ser igual ou diferente para cada parte (R<sub>7</sub>O) na composição; e

(D) o dito organoalcoximercaptossilano de fórmula geral (I), capeado com uma parte que desencapeia o organoalcoximercaptossilano, após aquecimento a uma temperatura elevada.

5                   20. Pneu, de acordo com a reivindicação 16,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito agente de acoplamento  
é adicionado diretamente à mistura de elastômero ou adiciona-  
nada como um compósito de sílica precipitada e o dito agente  
de acoplamento sendo formado por tratamento de sílica preci-  
10 pitada no mesmo.

1/3



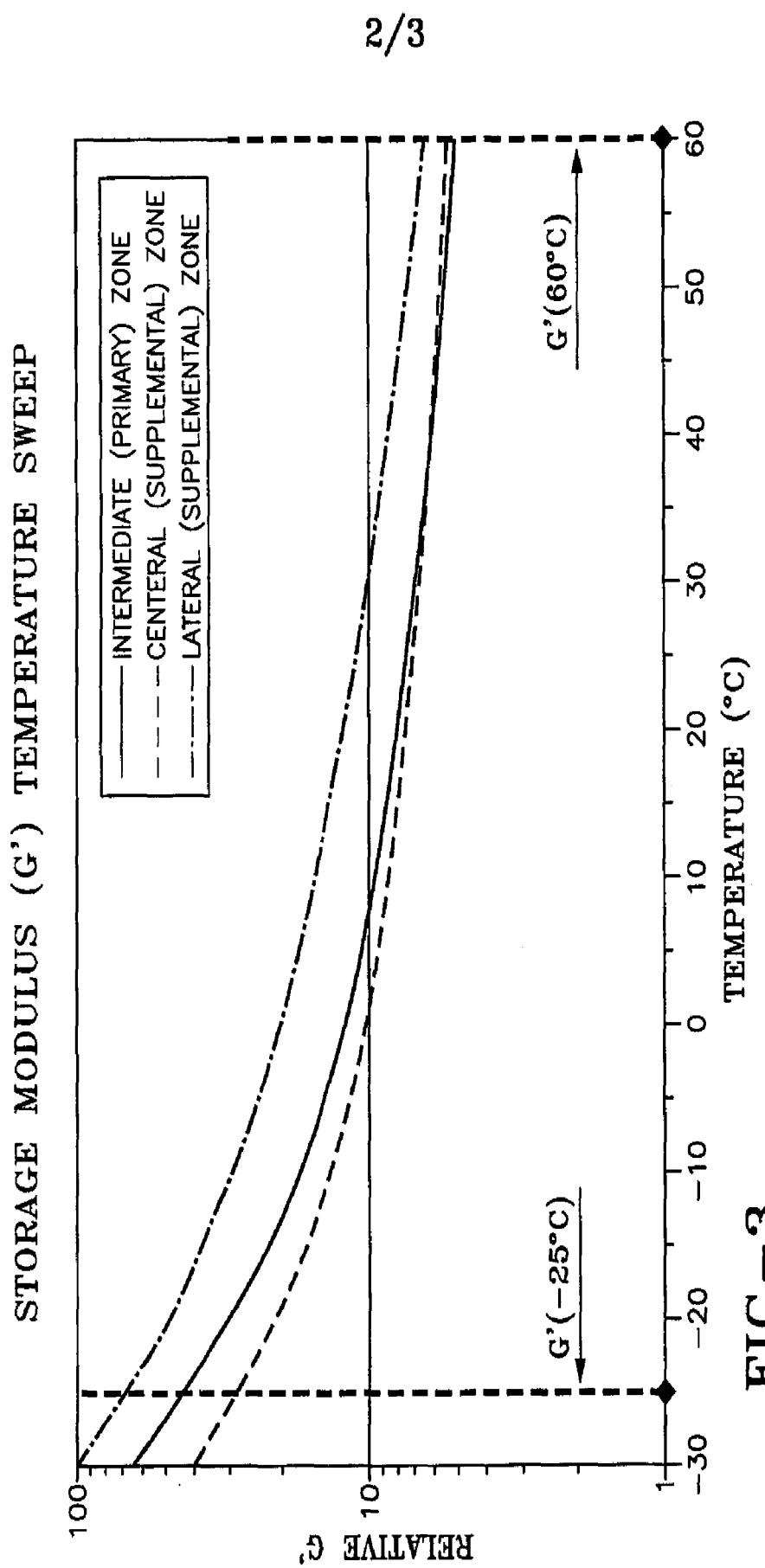
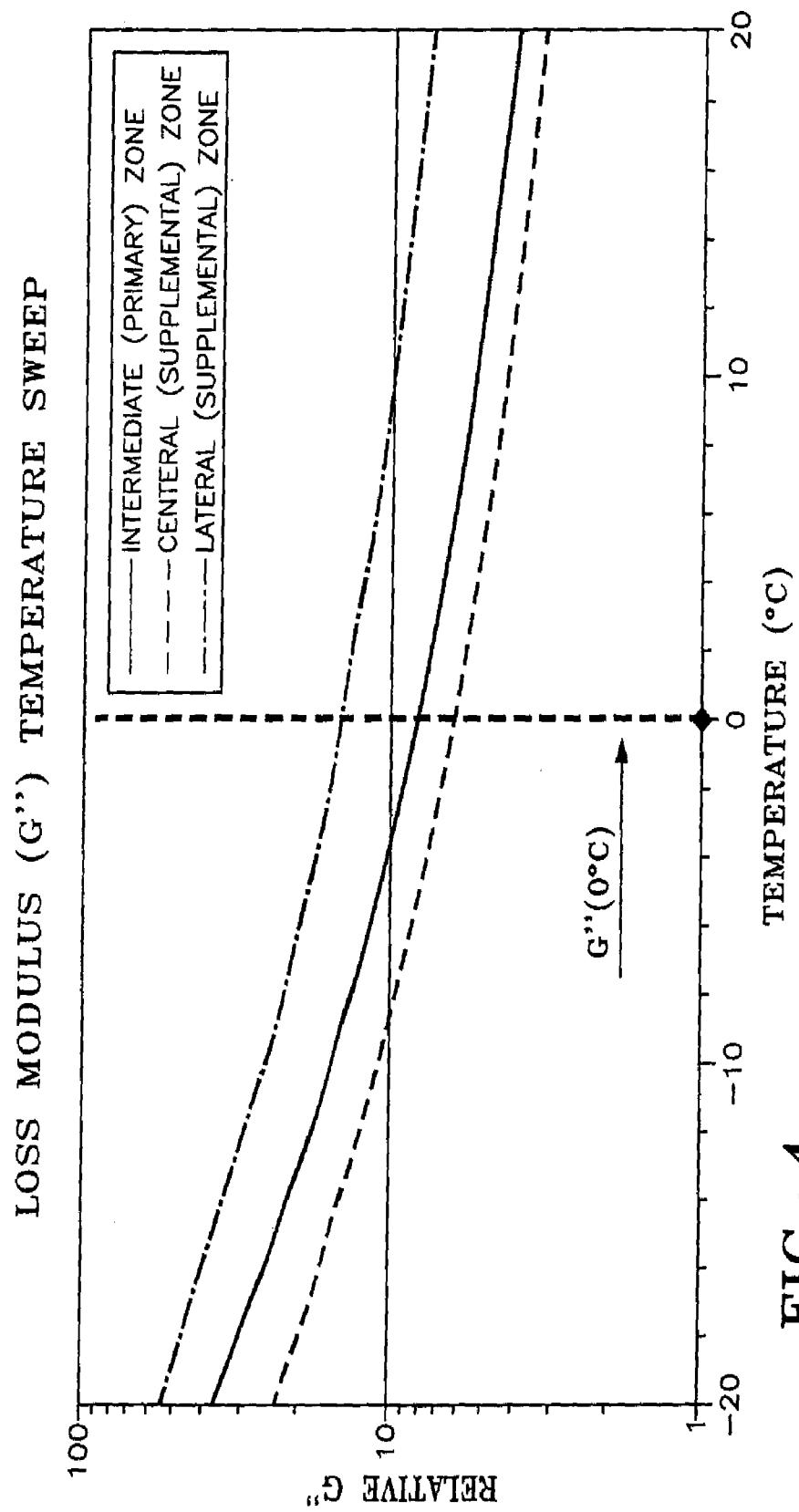


FIG-3

3/3



RESUMO

"PNEU TENDO UMA BANDA DE RODAGEM DE BORRACHA DE  
UMA CONSTRUÇÃO DE CABEÇA / BASE COMPREENDIDA DE UMA CAMADA  
DE CABEÇA DA BANDA DE RODAGEM DE BORRACHA EXTERNA"

5           A invenção se refere a um pneu tendo uma banda de rodagem de borracha (1), compreendida de uma construção cabeça / base, na qual a camada cabeça da banda de rodagem proporciona a superfície de rolamento (4) da banda de rodagem e a camada base da banda de rodagem (5) escora a camada 10 cabeça da banda de rodagem (3) e, desse modo, proporciona uma transição entre a camada cabeça da banda de rodagem (3) e a carcaça do pneu (6). Para esta invenção, a camada cabeça da banda de rodagem (3) é compreendida de uma pluralidade de zonas de sustentação de carga circunferencial individual de 15 composições de borracha, que apresentam propriedades físicas graduadas, e que se estendem da superfície de rolamento externa (4) da camada cabeça da banda de rodagem radialmente para dentro para a dita camada base da banda de rodagem (5). Em um aspecto, a camada cabeça da banda de rodagem (3) e a 20 camada base da banda de rodagem (5) zonadas são co-extrudadas conjuntamente, para formar uma unidade como um compósito de borracha de banda de rodagem integral.