



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0611296-0 A2**

(22) Data de Depósito: 03/05/2006
(43) Data da Publicação: 31/08/2010
(RPI 2069)



(51) *Int.Cl.:*
C08L 95/00

(54) Título: **MATERIAL AGLUTINANTE DE ASFALTO MODIFICADO EMPREGANDO BORRACHA MOÍDA RETICULADA E MÉTODOS DE FABRICAÇÃO DO AGLUTINANTE DE ASFALTO MODIFICADO**

(30) Prioridade Unionista: 03/05/2005 US 60/677.402

(73) Titular(es): Innophos, Inc.

(72) Inventor(es): JEAN-VALERY MARTIN

(74) Procurador(es): NELLIE ANNE DANIEL SHORES

(86) Pedido Internacional: PCT US2006016966 de 03/05/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/119354 de 09/11/2006

(57) Resumo: MATERIAL AGLUTINANTE DE ASFALTO MODIFICADO EMPREGANDO BORRACHA MOÍDA RETICULADA E MÉTODOS DE FABRICAÇÃO DO AGLUTINANTE DE ASFALTO MODIFICADO. São descritos materiais aglutinantes de asfalto betuminosos que são modificados pela adição de borracha moída ou borracha de pneu moída e um agente de reticulação. Além disso, os métodos são fornecidos para produzir um aglutinante de asfalto modificado contendo borracha moída ou borracha de pneu moída e um agente de reticulação. Os aglutinantes de asfalto modificados compreendem asfalto puro, borracha moída, um ou mais ácidos e um agente de reticulação. Opcionalmente, o aglutinante de asfalto modificado pode incluir um ou mais aditivo de polímero. A borracha moída pode ser obtida de pneus de automóvel e/ou caminhão reciclados. A adição de borracha moída em aglutinantes de asfalto pode melhorar a consistência e propriedades dos aglutinantes de asfalto em temperaturas elevada ou baixa. Em particular, os aglutinantes de asfalto modificados da presente invenção exibem comportamento elástico melhorado, resultando em desempenho melhorado de estradas ou outras superfícies pavimentadas empregando o aglutinante de asfalto modificado. A resistência da estrada a deformação permanente, fissura por fadiga e fissura térmica é melhorada pelo uso do aglutinante de asfalto modificado.

"MATERIAL AGLUTINANTE DE ASFALTO MODIFICADO
EMPREGANDO BORRACHA MOÍDA RETICULADA E MÉTODOS DE FABRICAÇÃO
DO AGLUTINANTE DE ASFALTO MODIFICADO"

Referência Cruzada ao Pedido Prioritário

5 Este pedido reivindica prioridade de acordo com 35
U.S.C. § 119(e) ao Pedido Provisional dos Estados Unidos Nú-
meros de Serie 60/677.402 depositado em 3 de maio de 2005
intitulado "Material Aglutinante de Asfalto Modificado Em-
pregando Borracha Moída Reticulada e Métodos de Fabricação
10 do Aglutinante de Asfalto Modificado", os teores totais no
qual estão incorporados aqui por referência.

Campo da Invenção

A presente invenção estar voltada, em um aspecto,
aos materiais aglutinantes de asfalto betuminosos que são
15 modificados pela adição de borracha moída ou borracha de
pneu moída e um agente de reticulação. Em um segundo aspec-
to, a presente invenção esta voltada a métodos de produção
de um aglutinante de asfalto modificado contendo borracha
moída ou borracha de pneus moída e um agente de reticulação.
20 Os aglutinantes de asfalto modificado da presente invenção
compreendem asfalto puro, borracha moída, um ou mais ácidos
e um agente de reticulação. Opcionalmente, o aglutinante de
asfalto modificado pode incluir um ou mais aditivo de polí-
mero. A borracha moída pode ser obtida de pneus de automóvel
25 e/ou caminhão reciclado.

A adição de borracha moída nos aglutinantes de as-
falto pode melhorar a consistência e propriedades dos aglu-
tinantes de asfalto em temperaturas elevadas e baixas. Em

particular, os aglutinantes de asfalto modificados da presente invenção exibem comportamento elástico melhorado, resultando no desempenho melhorado de estradas ou outras superfícies pavimentadas empregando o aglutinante de asfalto modificado. A resistência da estrada à deformação permanente, fissura por fadiga e fissura térmica é melhorada pelo uso do aglutinante de asfalto modificado. A adição do agente de reticulação pode também melhorar a estabilidade do aglutinante de asfalto modificado durante o armazenamento.

10 Antecedente

Como empregado aqui e nas reivindicações, a frase "aglutinante de asfalto" refere-se a um material betuminoso, algumas vezes referido como betume, empregado como um aglutinante em asfaltos empregados para pavimentar estradas ou outras superfícies, ou empregado em materiais de construção tal como materiais de cobertura, revestimentos, e vedadores de água. Os exemplos de betume que pode ser empregado nas composições e métodos da presente invenção incluem betumes naturais, pirobetumes e betumes artificiais. Os betumes que são particularmente preferidos são aqueles empregados para pistas de rolamento, tal como asfalto ou malta. O material de pavimentação de asfalto é feito misturando-se o aglutinante de asfalto com agregado.

Como empregado aqui e nas reivindicações, a frase "borracha moída" refere-se às partículas de borracha que têm um tamanho de partícula de menor do que cerca de 5 mm, e preferivelmente têm um tamanho de partícula de menor do que cerca de 2 mm. A borracha moída pode ser obtida de moagem de

pneus de caminhão ou pneus de automóvel usados, ou de qualquer outra fonte apropriada de borracha moída.

O uso de borracha moída e ácido polifosfórico em aglutinantes de asfalto foi descrito anteriormente na publicação número WO 04/081098, titulado "Aglutinante Betuminoso e Método para a Produção Deste". Como descrito neste pedido de patente publicado, combinando-se entre 0,5% em peso a 5% em peso de ácido polifosfórico, e entre 0,5% em peso a 25% em peso de borracha moída (ou borracha de pneu moída) com o aglutinante de asfalto betuminoso, as propriedades do aglutinante de asfalto podem ser vantajosamente modificadas sem aumentar a viscosidade de rotação tal que o processo de mistura requerera condições de temperatura elevada.

Os aglutinantes de asfalto são freqüentemente empregados em aplicações onde possa haver uma ampla variação nas condições ambientais, particularmente quando empregados em pavimentos. Conseqüentemente, as propriedades do aglutinante de asfalto em condições de temperatura elevadas e baixas é uma preocupação. Em temperaturas baixas, alguns materiais aglutinantes podem se tornar frágeis, levando a longas fissuras transversas devido à tensão térmica. Em temperaturas mais elevadas, o aglutinante de asfalto se torna mais fluido (isto é a viscosidade é mais baixa) que pode levar a deformação permanente de um pavimento devido à passagem de veículos sobre a superfície. A resistência à fadiga e impacto, e a aderência do aglutinante de asfalto ao agregar nas aplicações de pavimentação, são propriedades de um aglutinante particular e também deve ser considerada em aplicações

particular.

Alguns aglutinantes de asfalto podem requerer um comportamento elástico relativamente elevado, por exemplo, onde a mistura de pavimentação de asfalto correspondente é empregada em áreas de taxas de tráfego elevado e cargas elevadas. A borracha moída (ou borracha de pneu moída), empregada sozinha ou empregado em combinação com ácido polifosfórico, suficientemente não melhora o comportamento elástico da mistura de pavimentação de asfalto para o uso de tráfego elevado e cargas elevadas. Quando uma elasticidade elevada é requerida, grandes quantidades de borracha moída devem ser adicionadas ao aglutinante de asfalto. Isto pode causar um aumento indesejável na viscosidade de rotação, bem como problemas relacionados com o armazenamento do material aglutinante.

Conseqüentemente, entre os objetivos da presente invenção esta fornecer um material aglutinante de asfalto com uma elasticidade relativamente elevada, uma viscosidade de rotação aceitável, e que possa ser armazenado durante períodos adequados de tempo. Outro objetivo da presente invenção é fornecer métodos de fabricação de um aglutinante de asfalto tendo estas propriedades.

Sumario da Invenção

Em um aspecto, a presente invenção esta voltada a um material aglutinante de asfalto modificado que compreendendo asfalto, borracha moída, um ou mais ácidos, um agente de reticulação, e, opcionalmente, um ou mais polímeros. Em uma modalidade da invenção, o asfalto puro é modificado adi-

cionando-se 0,5% a 30% em peso de borracha moída, 0,05% a 5% em peso de um ou mais ácidos, e 0,01% a 5% em peso de um agente de reticulação. O aglutinante de asfalto modificado pode também incluir entre 0,5% em peso e 30% em peso de um ou mais aditivo de polímero. Os aglutinantes de asfalto da presente invenção tipicamente têm entre cerca de 10% a cerca de 90% de recuperação elástica sob um teste de recuperação elástica padrão, tal como os protocolos de teste apresentados em AASHTO T51, ASTM D6084-04, NLT329 ou outros testes padrões.

Em outro aspecto, a presente invenção esta voltada aos métodos de produção de um material aglutinante de asfalto modificado compreendendo asfalto, borracha moída, um ou mais ácidos, um ou mais agentes de reticulação, e, opcionalmente, um ou mais polímero.

Ainda em outro aspecto, os aglutinantes de asfalto modificados da presente invenção podem ser misturados com água e um emulsificante para formar uma emulsão. O aglutinante de asfalto emulsificado pode ser misturado com um material agregado, espalhado para formar uma camada da espessura desejada, e a emulsão será quebrada para formar um pavimento de asfalto. Alternativamente, o aglutinante de asfalto emulsificado pode ser espalhado sob uma superfície, um material agregado pode ser espalhado sob o aglutinante emulsificado, e a emulsão pode ser quebrada.

Descrição de Modalidades Preferidas

A presente invenção esta voltada a aglutinantes de asfalto modificados e métodos de fabricação de aglutinantes

de asfalto modificados. Os aglutinantes de asfalto modificados compreendem asfalto puro, borracha moída, um ou mais ácidos, e um ou mais agentes de reticulação. Opcionalmente, as composições podem também incluir um ou mais polímero. Será entendido que "borracha moída" como empregado aqui inclui borracha moída, tal como borracha de pneu moída ou qualquer outra borracha fornecida na forma de partícula adequada para mistura com um aglutinante de asfalto. Tipicamente, uma porção substancial da borracha moída terá um tamanho de partícula menor do que de cerca de 5 mm, preferivelmente menor do que cerca de 2 mm, e mais preferivelmente menor do que 1 mm. A invenção não está limitada a este respeito, e a borracha moída pode ter qualquer distribuição de tamanho de partícula que resulte em um aglutinante de asfalto com as propriedades desejadas.

Os aglutinantes de asfalto modificados da presente invenção compreendem entre cerca de 60% em peso a cerca de 98,9% em peso de asfalto puro, entre cerca de 0,1% em peso a cerca de 30% em peso de borracha moída, entre cerca de 0,05% em peso a cerca de 5% em peso de um ou mais ácidos, e entre cerca de 0,01% em peso a cerca de 5% em peso de um agente de reticulação. Opcionalmente, o aglutinante de asfalto modificado pode também compreender entre cerca de 0,5% em peso a cerca de 30% em peso de um ou mais polímeros sintéticos.

Em uma modalidade, o aglutinante de asfalto modificado é compreendido entre cerca de 82% em peso e 99% em peso de asfalto puro, entre cerca de 0,5% em peso e 10% em peso de borracha moída, entre cerca de 0,5% em peso a cerca

de 3% em peso de um ou mais ácidos, e entre cerca de 0,01% em peso e 5% em peso de um ou mais agentes de reticulação.

Em outra modalidade, o aglutinante de asfalto modificado é compreendido entre cerca de 52% em peso e 98,5% em peso de asfalto puro, entre cerca de 0,5% em peso e 10% em peso de borracha moída, entre cerca de 0,5% em peso a cerca de 3% em peso de um ou mais ácidos, entre cerca de 0,01% em peso e 5% em peso de um ou mais agentes de reticulação, e entre cerca de 0,5% em peso a cerca de 30% em peso de um ou mais polímeros sintéticos.

Os ácidos preferidos para uso no aglutinante de asfalto modificado da presente invenção incluem ácido fosfórico, ácido polifosfórico (mais do que 100% expresso como teor ortofosfórico) ("PPA"), ácido sulfúrico em mais do que 90% em peso, ácido bórico, e ácidos carboxílico tal como, por exemplo, ácido adípico, ácido cítrico, ácido oxálico, ácido tartárico, ácido maléico, ácido valérico, ácido succínico, ácido fumárico, ácido glutâmico, ácido ftálico, ácido acético, e combinações dos ácidos acima. A invenção não está limitada a este respeito, e qualquer ácido apropriado conhecido por aqueles versados na técnica pode ser empregado no aglutinante de asfalto modificado.

O ácido pode ser adicionado ao aglutinante de asfalto em uma forma sólida ou em uma solução líquida. Onde uma forma sólida do ácido é empregada, o ácido pode ser ou um ácido puro, tal como ácido bórico ou ácido polifosfórico, ou o componente ácido pode ser combinado com um componente inerte para facilidade de manipulação, tal como por exemplo

um aditivo SiO₂-PPA.

Os agentes de reticulação preferidos incluem compostos com base em enxofre tal como, por exemplo, benzotiazólos, difenilguanidino, ditiocarbamato, e enxofre elementar e/ou umas misturas destes. O reticulador de butaphalt é também adequado, uma vez que são os reticuladores citados nas seguintes patentes dos Estados Unidos e pedidos publicados: Patente No. 6.451.886; Pedido No. 2003144387 e Patente No. 5.256.710. A invenção não está limitada a este respeito e qualquer agente de reticulação de borracha apropriado conhecido por aqueles versados na técnica pode ser utilizado na presente invenção.

Nessas modalidades da presente invenção na qual um polímero sintético é empregado, os polímeros sintéticos preferidos incluem copolímeros de butadieno estireno, de três blocos de estireno butadieno estireno ("SBS"), etileno vinil acetato, copolímeros de etileno-propileno, cloreto de polivinila (PVC), náilon, poliestereno, polibutadieno, resinas de acrilato, resinas de fluorcarbono, resinas de fenólico, resinas de alquídica, poliésteres, polietileno (linear ou reticulado), terpolímero de epóxi, polipropileno (atático ou isotático), e combinações dos polímeros acima. A invenção não está limitada a este respeito, e qualquer polímero sintético apropriado conhecido por aqueles versados na técnica pode ser empregado no aglutinante de asfalto modificado.

Em um segundo aspecto, a presente invenção esta voltada aos métodos de produção do aglutinante de asfalto modificado. Para essas modalidades da presente invenção que

não inclui um aditivo polímero sintético, os métodos preferidos para fabricação do aglutinante de asfalto modificado compreendem as etapas (1) aquecer o asfalto a uma temperatura dentre cerca de 120°C e cerca de 200°C, (2) adicionar um primeiro ingrediente modificante, (3) misturar o asfalto e o primeiro ingrediente modificante com um misturador de alto cisalhamento, tal como, por exemplo, um misturador tipo rotor-estator (isto é um misturador tipo SILVERSON) durante um período dentre cerca de 5 minutos e cerca de 10 horas, (4) adicionar um segundo ingrediente modificante ao aglutinante de asfalto modificado, (5) misturar o segundo ingrediente modificante e o aglutinante de asfalto modificado em um misturador de alto cisalhamento durante um período dentre cerca de 5 minutos e cerca de 10 horas, (6) adicionar um terceiro ingrediente modificante ao material de aglutinante modificado, e (7) agitar o terceiro ingrediente modificante e o aglutinante de asfalto modificado em um misturador de baixo cisalhamento (tal como, por exemplo, um misturador de tipo de hélice acionado por um motor em cerca de 250 rpm, similar a um misturador de laboratório tipo IKA) durante um período dentre cerca de 5 minutos e cerca de 48 horas.

Nestas modalidades dos métodos da presente invenção, o primeiro ingrediente modificante pode ser ou borracha moída ou um ou mais ácidos. Onde o primeiro ingrediente modificante é borracha moída, o segundo ingrediente modificante é o agente de reticulação, e o terceiro ingrediente modificante é um ou mais ácidos. Alternativamente, onde o primeiro ingrediente modificante é um ou mais ácidos, o segundo

ingrediente modificante é borracha moída e o terceiro ingrediente modificante é um agente de reticulação. Preferivelmente, a borracha moída é adicionada ao asfalto para obter um nível de borracha moída dentre cerca de 0,1% em peso e
5 cerca de 30% em peso no material de asfalto modificado final, um ou mais ácidos são adicionados para obter uma concentração de ácido total dentre cerca de 0,05% em peso e cerca de 5% em peso no material de asfalto modificado, e o agente de reticulação é adicionado para obter um nível dentre
10 tre cerca de 0,01% em peso a cerca de 5% em peso do agente de reticulação.

Em outras modalidades dos métodos da presente invenção, um ou mais polímeros sintéticos são adicionados à composição de asfalto modificado. Nestas modalidades da presente invenção, os métodos preferidos de modificação do aglutinante de asfalto geralmente incluem as etapas de (1) aquecer o asfalto a uma temperatura dentre cerca de 120°C e cerca de 200°C, (2) adicionar um primeiro ingrediente modificante, (3) misturar o asfalto e o primeiro ingrediente modificante com um misturador de alto cisalhamento, tal como,
20 por exemplo, um misturador tipo rotor-estator (isto é um misturador tipo SILVERSON) durante um período dentre cerca de 5 minutos e cerca de 10 horas, (4) adicionar um segundo ingrediente modificante ao aglutinante de asfalto modificado, (5) misturar o segundo ingrediente modificante e o aglutinante de asfalto modificado em um misturador de alto cisalhamento durante um período dentre cerca de 5 minutos e cerca de 10 horas, (6) adicionar um terceiro ingrediente modi-
25

ficante ao material de aglutinante modificado, (7) opcionalmente, misturar o terceiro ingrediente modificante e o aglutinante de asfalto modificado durante um período dentre cerca de 5 minutos e cerca de 10 horas, (8) adicionar um quarto
5 agente modificante ao material aglutinante modificado, e (9) agitar o quarto ingrediente modificante e o aglutinante de asfalto modificado em um misturador de baixo cisalhamento (tal como, por exemplo, um misturador de tipo de hélice acionado por um motor em cerca de 250 rpm, similar a um mis-
10 turador de laboratório tipo IKA) durante um período dentre cerca de 5 minutos e cerca de 48 horas.

Os ingredientes modificantes empregados nestas modalidades dos métodos são borrachas moídas, um ou mais ácidos, um ou mais polímeros sintéticos, e um agente de reticulação como descrito acima. As borrachas moídas, ácidos e po-
15 límeros sintéticos podem ser adicionados ao asfalto em qualquer ordem. O agente de reticulação é adicionado ao asfalto após a borracha moída ter sido adicionada, porém o agente de reticulação pode ser adicionado antes ou após ou os ácidos
20 ou os polímeros.

Nestas modalidades dos métodos da presente invenção, a borracha moída é adicionada ao asfalto para obter um nível de borracha moída dentre cerca de 0,1% em peso e cerca de 30% em peso no material de asfalto modificado final, um
25 ou mais ácidos são adicionados para obter uma concentração de ácido total dentre cerca de 0,05% em peso e cerca de 5% em peso no material de asfalto modificado, um ou mais polímeros sintéticos são adicionados para obter uma concentração

de polímero total dentre cerca de 0,5% em peso e cerca de 30% em peso, e o agente de reticulação é adicionado para obter um nível dentre cerca de 0,01% em peso a cerca de 5% em peso do agente de reticulação.

5 Será entendido por aqueles versados na técnica que os misturadores de baixo cisalhamento podem ser empregados no lugar de misturadores de alto cisalhamento nos métodos descritos acima dependendo das temperaturas e tempo de mistura empregados, e alguém versado na técnica pode facilmente
10 determinar o tempo da mistura apropriado com base na temperatura e os materiais aditivos empregados.

Os polímeros sintéticos preferidos e os ácidos preferidos empregados nos métodos da presente invenção são descritos acima.

15 Várias modalidades exemplares dos métodos da presente invenção são descritas abaixo:

Sistema de Borracha Moída - Ácido - Agente de reticulação

Exemplo 1

- 20 • Asfalto puro é aquecido a uma temperatura dentre cerca de 120°C a cerca de 200°C
- Adição dentre cerca de 0,1% em peso a cerca de 10% em peso de borracha moída
- Mistura com misturador de alto cisalhamento du-
25 rante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas
- Adição dentre cerca de 0,01% em peso a cerca de 5% em peso de um agente de reticulação
- Mistura com um misturador de alto cisalhamento

durante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,5% em peso a cerca de 3% em peso de um ou mais ácidos

- Agitação do asfalto modificado obtido com misturador de baixo cisalhamento de 5 minutos a 48 horas

Exemplo 2

- Asfalto puro é aquecido a uma temperatura dentre cerca de 120°C a cerca de 200°C

- Adição dentre cerca de 0,5% em peso a cerca de 3% em peso de um ou mais ácidos

- Mistura com misturador de alto cisalhamento durante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,1% em peso a cerca de 10% em peso de borracha moída

- Mistura com um misturador de alto cisalhamento durante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,01% em peso a cerca de 5% em peso de um agente de reticulação

- Agitação do asfalto modificado obtido com misturador de baixo cisalhamento de 5 minutos a 48 horas

Sistema de Borracha Moída - Polímero - Ácido - Agente de reticulação

Exemplo 3

- Asfalto puro é aquecido a uma temperatura dentre cerca de 120°C a cerca de 200°C

- Adição dentre cerca de 0,5% em peso a cerca de 5% em peso de um ou mais polímeros sintéticos

- Mistura com misturador de alto cisalhamento du-

rante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,1% em peso a cerca de 10% em peso de borracha moída

- Mistura com um misturador de alto cisalhamento durante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,5% em peso a cerca de 3% em peso de um ou mais ácidos

- Adição dentre cerca de 0,01% em peso a cerca de 5% em peso de um agente de reticulação

- Agitação do asfalto modificado obtido com misturador de baixo cisalhamento de 5 minutos a 48 horas

Exemplo 4

- Asfalto puro é aquecido a uma temperatura dentre cerca de 120°C a cerca de 200°C

- Adição dentre cerca de 0,5% em peso a cerca de 5% em peso de um ou mais polímeros sintéticos

- Mistura com misturador de alto cisalhamento durante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,5% em peso a cerca de 3% em peso de um ou mais ácidos

- Mistura com um misturador de alto cisalhamento durante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,1% em peso a cerca de 10% em peso de borracha moída

- Mistura com um misturador de alto cisalhamento durante entre cerca de 5 minutos a 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,01% em peso a cerca de 5% em peso de um agente de reticulação

- Agitação do asfalto modificado obtido com misturador de baixo cisalhamento de 5 minutos a 48h

Exemplo 5

- Asfalto puro é aquecido a uma temperatura dentre
5 cerca de 120°C a cerca de 200°C

- Adição dentre cerca de 0,1% em peso a cerca de
10% em peso de borracha moída

- Mistura com misturador de alto cisalhamento du-
rante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,5% em peso a cerca de
5% em peso de um ou mais polímeros sintéticos

- Mistura com um misturador de alto cisalhamento
durante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,5% em peso a cerca de
15 3% em peso de um ou mais ácidos

- Adição dentre cerca de 0,01% em peso a cerca de
5% em peso de um agente de reticulação

- Agitação do asfalto modificado obtido com mistu-
rador de baixo cisalhamento de 5 minutos a 48 horas

Exemplo 6

- Asfalto puro é aquecido a uma temperatura dentre
cerca de 120°C a cerca de 200°C

- Adição dentre cerca de 0,1% em peso a cerca de
10% em peso de borracha moída

- Mistura com misturador de alto cisalhamento du-
rante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,5% em peso a cerca de
3% em peso de um ou mais ácidos

- Mistura com um misturador de alto cisalhamento durante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,5% em peso a cerca de 5% em peso de um ou mais polímeros sintéticos

5 • Mistura com um misturador de alto cisalhamento durante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,01% em peso a cerca de 5% em peso de um agente de reticulação

10 • Agitação do asfalto modificado obtido com misturador de baixo cisalhamento de 5 minutos a 48 horas

Exemplo 7

- Asfalto puro é aquecido a uma temperatura dentre cerca de 120°C a cerca de 200°C

15 • Adição dentre cerca de 0,5% em peso a cerca de 3% em peso de um ou mais ácidos

- Mistura com misturador de alto cisalhamento durante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,5% em peso a cerca de 5% em peso de um ou mais polímeros sintéticos

20 • Mistura com um misturador de alto cisalhamento durante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,1% em peso a cerca de 10% em peso de borracha moída

25 • Mistura com um misturador de alto cisalhamento durante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,01% em peso a cerca de 5% em peso de um agente de reticulação

- Agitação do asfalto modificado obtido com mistu-

rador de baixo cisalhamento de 5 minutos a 48 horas

Exemplo 8

- Asfalto puro é aquecido a uma temperatura dentre cerca de 120°C a cerca de 200°C

5 • Adição dentre cerca de 0,5% em peso a cerca de 3% em peso de um ou mais ácidos

- Mistura com misturador de alto cisalhamento durante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

10 • Adição dentre cerca de 0,1% em peso a cerca de 10% em peso de borracha moída

- Mistura com um misturador de alto cisalhamento durante entre cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,5% em peso a cerca de 5% em peso de um ou mais polímeros sintéticos

15 • Mistura com um misturador de alto cisalhamento durante entre cerca de 5 minutos e cerca de 10 horas

- Adição dentre cerca de 0,01% em peso a cerca de 5% em peso de um agente de reticulação

20 • Agitação do asfalto modificado obtido com misturador de baixo cisalhamento de 5 minutos a 48 horas

Os testes foram conduzidos para medir as propriedades de aglutinantes de asfalto modificado empregando agente de reticulação de acordo com a presente invenção. Em um grupo de testes, um aglutinante de asfalto modificado foi
25 preparado empregando somente borracha moída e PPA, ao mesmo tempo em que um segundo aglutinante de asfalto modificado foi preparado empregando borracha moída, 0,1% de enxofre como um agente de reticulação, e PPA. Em ambos os casos, a

borracha moída foi primeiro adicionada ao aglutinante de asfalto e agitada com um misturador de alto cisalhamento durante cerca de duas horas. Para o primeiro aglutinante modificado, PPA foi adicionado e misturado empregando um misturador de alto cisalhamento durante cerca de 30 minutos. Para o segundo aglutinante modificado, o enxofre foi adicionado e misturado empregando um misturador de alto cisalhamento durante cerca de 15 minutos, seguido por adição de PPA e também misturado com um misturador de alto cisalhamento durante cerca de 30 minutos. As propriedades medidas dos aglutinantes de asfalto modificados resultantes são resumidas abaixo na tabela 1.

Tabela 1

%CR	5	5
%PPA	0,5	0,5
Reticulador	Nenhum	0,1% S
Asfalto	PG 64-22	PG 64-22
Temperatura	320°C	160°C
Visc, cP, 135°C	890	1020
ER, %, 25°C	35	45
Tru-grade de extremidade de topo	72	72,9
BBR, Rigidez, MPa	180	205
BBR, m-valor	0,323	0,321

Uma série de testes foi conduzida na qual um aglutinante de asfalto modificado foi produzido por adição de SBS, o ácido polifosfórico e borracha moída a um aglutinante de asfalto. Em um dos aglutinantes de asfalto modificados um agente de reticulação foi adicionado ao aglutinante de as-

falto seguinte a adição da borracha moída. Os tempos de mistura empregando um misturador de alto cisalhamento foram como segue (tempo de mistura seguinte a adição de cada componente foi o mesmo independente da ordem de adição): seguinte a adição de borracha moída, cerca de 2 horas; seguinte a adição de SBS, cerca de 6 horas; seguinte de enxofre, cerca de 30 minutos; seguinte a adição de PPA, cerca de 30 minutos. As propriedades dos aglutinantes de asfalto modificados obtidos nos testes são resumidas na tabela 2.

Tabela 2

Ordem de adição	SBS-PPA-CR	SBS-CR- PPA	CR-reticulador- SBS-PPA
%CR	5	5	5
%PPA	0,5	0,5	0,5
%SBS	1,0	1,0	1,0
Reticulador %	Nenhum	Nenhum	1% de enxofre
Temperatura	160°C	160°C	160°C
Visc, cP, 135°C	1400	1320	1320
ER, %, 25°C	50	50	57,5
Tru-grade de extremi- dade de topo, °C	74,4	75,6	74,8
BBR, Rigidez, MPa	143	156	163
BBR, m-valor	0,329	0,326	0,321

Como pode ser observado nas tabelas acima, em cada caso, o aglutinante de asfalto modificado que contém borracha moída e um agente de reticulação demonstrou elasticidade melhorada comparada as formulações que não incluem um agente

REIVINDICAÇÕES

1. Composição aglutinante de asfalto modificado,
CARACTERIZADA pelo fato de que compreende:

5 a. cerca de 60% em peso a cerca de 98,9% em peso
de material aglutinante de asfalto;

b. cerca de 0,1% em peso a cerca de 30% em peso de
borracha moída;

c. cerca de 0,05% em peso a cerca de 5% em peso de
pelo menos um ácido; e

10 d. cerca de 0,01% em peso a cerca de 5% em peso de
um agente de reticulação.

2. Composição, de acordo com a reivindicação 1,
CARACTERIZADA pelo fato de que uma porção substancial da
borracha moída tem um tamanho de partícula menor do que 2 mm.

15 3. Composição, de acordo com a reivindicação 1,
CARACTERIZADA pelo fato de que pelo menos um ácido é sele-
cionado do grupo consistindo em ácido fosfórico, ácido poli-
fosfórico (mais do que 100% expresso como teor ortofosfóri-
co), ácido sulfúrico em mais do que 90% em peso, ácido bóri-
co, e ácidos carboxílicos tal como, por exemplo, ácido adí-
pico, ácido cítrico, ácido oxálico, ácido tartárico, ácido
20 maléico, ácido valérico, ácido succínico, ácido fumárico,
ácido glutâmico, ácido ftálico, ácido acético, e combinações
destes.

25 4. Composição, de acordo com a reivindicação 3,
CARACTERIZADA pelo fato de que o agente de reticulação é en-
xofre elementar.

5. Composição, de acordo com a reivindicação 1,

CARACTERIZADA pelo fato de que adicionalmente compreende um ou mais polímeros sintéticos.

6. Composição, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o pelo menos um polímero sintético é selecionado do grupo consistindo em copolímeros de butadieno estireno, de três blocos de estireno butadieno estireno (SBS), etileno-vinil acetato, copolímeros de etileno propileno, cloreto de polivinila (PVC), náilon, poliestere-
10 bono, resinas fenólicas, resinas alquídicas, poliésteres, polietileno (linear ou reticulada), terpolímero de epóxi, polipropileno (atático ou isoatático), e combinações destes.

7. Composição, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADA** pelo fato de que pelo menos um ácido é selecionado do grupo consistindo em ácido fosfórico, ácido polifosfórico (mais do que 100% expresso como teor ortofosfórico), ácido sulfúrico em mais do que 90% em peso, ácido bórico e ácidos carboxílico tal como, por exemplo, ácido adípico, ácido cítrico, ácido oxálico, ácido tartárico, ácido maleico,
20 léico, ácido valérico, ácido succínico, ácido fumárico, ácido glutâmico, ácido ftálico, ácido acético, e combinações destes.

8. Composição, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o agente de reticulação é enxofre elementar.
25

9. Método para fabricação de uma composição aglutinante de asfalto modificado, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende das etapas de:

a. fornecer asfalto puro em um recipiente apropriado;

b. aquecer o asfalto puro a uma temperatura dentre cerca de 120°C e cerca de 200°C;

5 c. adicionar um primeiro ingrediente modificante ao asfalto puro;

d. misturar o asfalto e o primeiro ingrediente modificante com um de um misturador de alto cisalhamento ou um misturador de baixo cisalhamento durante um período dentre
10 cerca de 5 minutos e cerca de 10 horas

e. adicionar um segundo ingrediente modificante ao aglutinante de asfalto modificado;

f. misturar o segundo ingrediente modificante e o aglutinante de asfalto modificado com um de um misturador de
15 alto cisalhamento ou um misturador de baixo cisalhamento durante um período dentre cerca de 5 minutos e cerca de 10 horas

g. adicionar um terceiro ingrediente modificante ao material aglutinante modificado; e

20 h. agitar o terceiro ingrediente modificante e o material aglutinante modificado com um de um misturador de alto cisalhamento ou um misturador de baixo cisalhamento durante um período dentre cerca de 5 minutos e cerca de 48 horas.

25 10. Método, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente compreende antes da etapa de agitação do terceiro ingrediente modificante e do material aglutinante modificado com um de um misturador

de alto cisalhamento ou um misturador de baixo cisalhamento, misturar o terceiro ingrediente modificante e o material aglutinante modificado com um de um misturador de alto cisalhamento ou um misturador de baixo cisalhamento durante um
5 período dentre 5 minutos e 10 horas.

11. Método, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro ingrediente modificante é entre cerca de 0,5% em peso e cerca de 30% em peso de borracha moída, o segundo ingrediente modificante é entre
10 cerca de 0,01% em peso e cerca de 5% em peso de um agente de reticulação, e o terceiro ingrediente modificante é entre cerca de 0,05% em peso e cerca de 5% em peso de pelo menos um ácido.

12. Método, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro ingrediente modificante é entre cerca de 0,05% em peso e cerca de 5% em peso de pelo menos um ácido, o segundo ingrediente modificante é entre cerca de 0,1% em peso e cerca de 30% em peso de borra-
15 cha moída, e o terceiro ingrediente modificante é entre cerca de 0,01% em peso e cerca de 5% em peso de um agente de
20 reticulação.

13. Método, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente compreende a etapa de adicionar um quarto ingrediente modificante ao ma-
25 terial aglutinante de asfalto modificado.

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro ingrediente modificante é entre cerca de 0,5% em peso e cerca de 30% em peso

de pelo menos um polímero sintético, o segundo ingrediente modificante é entre cerca de 0,1% em peso e cerca de 30% em peso de borracha moída, o terceiro ingrediente modificante é entre cerca de 0,5% em peso e cerca de 5% em peso de pelo menos um ácido, e o quarto ingrediente modificante é entre cerca de 0,01% e cerca de 5% de um agente de reticulação.

15. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro ingrediente modificante é entre cerca de 0,5% em peso e cerca de 30% em peso de pelo menos um polímero sintético, o segundo ingrediente modificante é entre cerca de 0,05% em peso e cerca de 5% em peso de pelo menos um ácido, o terceiro ingrediente modificante é entre cerca de 0,1% em peso e cerca de 30% em peso de borracha moída, e o quarto ingrediente modificante é entre cerca de 0,01% e cerca de 5% de um agente de reticulação.

16. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro agente modificante é entre cerca de 0,1% em peso e cerca de 30% em peso de borracha moída, o segundo agente modificante é entre cerca de 0,5% em peso e cerca de 30% em peso de pelo menos um polímero sintético, o terceiro agente modificante é entre cerca de 0,05% em peso e cerca de 5% em peso de pelo menos um ácido, e o quarto ingrediente modificante é entre cerca de 0,01% e 5% de um agente de reticulação.

17. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro agente modificante é entre cerca de 0,1% em peso e cerca de 30% em peso de bor-

racha moída, o segundo agente modificante é entre cerca de 0,05% em peso e cerca de 5% em peso de pelo menos um ácido, o terceiro agente modificante é entre cerca de 0,5% em peso e cerca de 30% em peso de pelo menos um polímero sintético, e o quarto ingrediente modificante é entre cerca de 0,01% e cerca de 5% de um agente de reticulação.

18. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro agente modificante é entre cerca de 0,5% em peso e cerca de 5% em peso de um ou mais ácidos, o segundo agente modificante é entre cerca de 0,5% em peso e cerca de 30% em peso de pelo menos um polímero sintético, o terceiro agente modificante é entre cerca de 0,1% em peso e cerca de 30% em peso de borracha moída, e o quarto ingrediente modificante é entre cerca de 0,01% e cerca de 5% de um agente de reticulação.

19. Método para preparar um material de pavimento, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende as etapas de:

(a) preparar o material aglutinante de asfalto modificado conforme definido na reivindicação 1;

(b) misturar o aglutinante de asfalto modificado com água e um emulsificante em temperatura ambiente para criar uma emulsão de asfalto;

(c) espalhar a emulsão de asfalto em uma espessura desejada; e

(d) quebrar a emulsão.

20. Método, de acordo com a reivindicação 19, **CARACTERIZADO** pelo fato de que antes da etapa de espalhar a

emulsão de asfalto, o agregado é misturado com a emulsão de asfalto.

RESUMO

"MATERIAL AGLUTINANTE DE ASFALTO MODIFICADO EMPREGANDO BORRACHA MOÍDA RETICULADA E MÉTODOS DE FABRICAÇÃO DO AGLUTINANTE DE ASFALTO MODIFICADO"

5 São descritos materiais aglutinantes de asfalto betuminosos que são modificados pela adição de borracha moída ou borracha de pneu moída e um agente de reticulação. Além disso, os métodos são fornecidos para produzir um aglutinante de asfalto modificado contendo borracha moída ou
10 borracha de pneu moída e um agente de reticulação. Os aglutinantes de asfalto modificados compreendem asfalto puro, borracha moída, um ou mais ácidos e um agente de reticulação. Opcionalmente, o aglutinante de asfalto modificado pode
15 incluir um ou mais aditivo de polímero. A borracha moída pode ser obtida de pneus de automóvel e/ou caminhão reciclados. A adição de borracha moída em aglutinantes de asfalto pode melhorar a consistência e propriedades dos aglutinantes de asfalto em temperaturas elevada ou baixa. Em particular, os aglutinantes de asfalto modificados da presente invenção
20 exibem comportamento elástico melhorado, resultando em desempenho melhorado de estradas ou outras superfícies pavimentadas empregando o aglutinante de asfalto modificado. A resistência da estrada a deformação permanente, fissura por fadiga e fissura térmica é melhorada pelo uso do aglutinante
25 de asfalto modificado.