



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

(21) **PI 0618146-5 A2**

(22) Data de Depósito: 16/10/2006
(43) Data da Publicação: 08/05/2012
(RPI 2157)



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

(54) **Título:** AGLUTINANTE ASFÁLTICO, MISTURA ASFÁLTICA, E, PAVIMENTO POROSO

(30) **Prioridade Unionista:** 04/11/2005 EP 05110330.7

(73) **Titular(es):** Kraton Polymers Research B.V.

(72) **Inventor(es):** Erik Jan Scholten

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2006067454 de 16/10/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/051703de 10/05/2007

(57) **Resumo:** AGLUTINANTE ASFÁLTICO, MISTURA ASFÁLTICA, E, PAVIMENTO POROSO. Um aglutinante asfáltico é fornecido, compreendendo 85 a 97,5 partes em peso de um betume e 16 a 2,5 partes em peso de uma composição polimérica, em que a composição polimérica compreende: (i) de 2 a 8, preferivelmente de 3 a 6, partes em peso de um copolímero em bloco estirênico tendo pelo menos dois blocos de hidrocarboneto monovinilaromático (A) e pelo menos um bloco de um dieno conjugado (B), em que a composição de copolímero em bloco tem um teor de vinila de pelo menos 25% em peso, preferivelmente de 25 a 40% em peso, com base no teor total de dieno; (ii) de 0 a 5, preferivelmente de 1 a 3, partes em peso de um copolímero em dibloco estirênico tendo um bloco de hidrocarboneto monovinilaromático (A) e um bloco de um dieno conjugado (B); e (iii) de 0,5 a 3, preferivelmente de 1 a 2,5 partes em peso de um copolímero de acetato de etileno-vinila, em que a relação em peso de (i) + (ii) : (iii) é de 2:1 a 6:1, preferivelmente de 3:1 a 4:1. Além disso, é fornecida uma mistura asfáltica compreendendo 2 a 8 partes em peso do aglutinante asfáltico da presente invenção, e 98 a 92 partes em peso de agregado de granulometria descontínua e de granulometria aberta. Além disso, um pavimento poroso é reivindicado, produzido das misturas de granulometria descontínua e aberta, mediante compactação da mistura asfáltica mencionada acima.



“AGLUTINANTE ASFÁLTICO, MISTURA ASFÁLTICA, E, PAVIMENTO POROSO”

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção diz respeito a um aglutinante asfáltico
5 planejado para, entre outras coisas, pavimentos porosos. Mais particularmente, a presente invenção diz respeito a um aglutinante asfáltico com base em um componente betuminoso e uma composição polimérica. A presente invenção também diz respeito a uma mistura asfáltica contendo o
10 novo aglutinante e material agregado de granulometria descontínua ou material agregado semelhante criando vazios nos pavimentos porosos finais. A invenção é de particular interesse na construção de circuitos de corridas e outros pavimentos porosos para demanda pesada, envolvendo asfalto poroso em que a pista necessite ser resistente ao desgaste prematuro. Por exemplo, o aglutinante asfáltico da presente invenção é também de interesse em misturas
15 de granulometria não descontínua e misturas asfálticas densas.

FUNDAMENTOS DA TÉCNICA

O betume é usado como um aglutinante em misturas asfálticas para rodovias, e tem sido desenvolvido continuamente para atender às demandas de desempenho sempre crescentes dos construtores de rodovias.
20 Em geral, o betume desempenha-se bem em asfalto para rodovias, mas as cargas do tráfego cada vez mais pesadas têm levado ao desgaste prematuro de muitas rodovias através de sulcos, desagregação (por exemplo, a perda de material agregado) e rachaduras da superfície. Os aglutinantes asfálticos hoje em dia freqüentemente compreendem uma mistura de betume e polímero.
25 Destes polímeros, as borrachas termoplásticas que formam uma rede contínua são os polímeros mais comumente usados e têm levado a vários procedimentos sobre a matéria objeto.

Por exemplo, na WO 97/44397, um aglutinante asfáltico é descrito, compreendendo um componente de betume, uma borracha

termoplástica em uma quantidade de menos do que 8% em peso, e um copolímero de acetato de etileno-vinila em uma quantidade de menos do que 5% em peso, ambos com base na composição total de betume, em que o copolímero de acetato de etileno-vinila tem um teor de vinila na faixa de 20 a 35% em peso, com base no polímero. Este pedido também descreve um processo para preparar o aglutinante; e o uso do aglutinante nas misturas asfálticas para aplicações em estradas. Esta combinação foi especificamente projetada para melhorar a resistência aos combustíveis.

Na EP 337282 A, o aglutinante asfáltico compreende uma combinação de um copolímero em bloco linear de estireno-butadieno-estireno (SBS) tendo um teor de estireno de 25 a 40% em peso e um índice de fluxo fundido de 1 a 15, e um copolímero de etileno-acetato de vinila (EVA) tendo um teor de acetato de vinila de 40 a 50% em peso e um índice de fluxo fundido de 2 a 15, a relação em peso de SBS : EVA sendo de 2:1 a 6:1. O produto que foi usado nesta referência foi o Cariflex[®] 1102, um SBS tendo um teor de vinila comum (isto é, abaixo de 12% molares, com base na quantidade total de butadieno no bloco médio).

Na EP 340210 A, é descrita uma composição para superfícies de estradas etc. que compreende de 85 a 97% em peso de betume e de 3 a 15% em peso de um componente aditivo compreendendo 1) copolímeros de etileno-acetato de vinila tendo um índice de fluxo de massa em fusão de 0,3 a 33 e um teor de acetato de vinila de 15 a 45, poliacrilatos de etileno, e 2) polímeros de enxertia de estireno-butadieno-estireno tendo um teor de estireno de 20 a 60%, polipropileno atáctico, pó de borracha, ou misturas dos mesmos. A composição é caracterizada por um teor de plastificante interno/solvente do grupo compreendendo copolímeros de etileno-acetato de vinila tendo um índice de fluxo de massa em fusão de 33 a 500 e um teor de acetato de vinila de 15 a 45, poliacrilatos de etileno e/ou óleos básicos de nafteno contendo pelo menos 55% de naftenos, determinado pelo método IR,

e tendo uma viscosidade máxima de 300 em 40 graus C. Uma composição típica é dada na página 5 da referida referência, em que 90% em peso de betume são combinados com 2% em peso de SBS, 3% em peso de EVA 13-004, 1% em peso de EVA 18-150 e 4% em peso de óleo plastificante. Não obstante ambas as referências EP 337282 e EP 340210 apresentem uma combinação de EVA e SBS, assim combinando-se as vantagens de ambos os aditivos do betume, um melhoramento adicional permanece desejável.

Em MCKAY, *The Influence of Styrene-Butadiene Diblock Copolymer on Styrene-Butadiene-Styrene Triblock Copolymer Viscoelastic Properties and Product Performance*. *J. appl. polym. sci.*, 5 M(199 vol. 56, nº 8, pp. 947-958. ISSN 0021-8995, é descrita a influência de um dibloco sobre as propriedades de um copolímero em tribloco em uma composição adesiva. Esta referência contém uma avaliação de uma mistura de SBS/SB em um asfalto Exxon Baytown AC-10. De acordo com o resumo, o copolímero em dibloco SB quantitativamente reduziu a temperatura de separação de microfases (MST) do copolímero em tribloco SBS. Estas mudanças no comportamento viscoelástico linear manifestam-se em uma redução na eficiência e no desempenho do copolímero em tribloco SBS nos aglutinantes de pavimentos de asfalto e nos adesivos termorreversível. Esta referência, conseqüentemente, preceitua claramente o abandono do uso dos copolímeros em dibloco SB. Igualmente, nenhuma informação é fornecida sobre os aglutinantes asfálticos com resistência melhorada ao desgaste prematuro.

Na WO 97/10304, é descrito um aglutinante asfáltico compreendendo um componente betuminoso e de 1 a 10% em peso, com base na composição betuminosa total de uma composição de copolímero em bloco. A composição de copolímero em bloco compreende pelo menos uma unidade do grupo consistindo de copolímeros em tribloco lineares, copolímeros de bloco multiarmados e copolímeros em dibloco, cujos copolímeros em bloco compreendem pelo menos um bloco de hidrocarboneto monovinilaromáticos

(A) e pelo menos um bloco de um dieno conjugado (B), em que a composição de copolímero em bloco tem um teor de vinila de pelo menos 25% em peso, com base no teor total de dieno.

5 No passado, as misturas asfálticas eram densas e
frequentemente tinham uma granulometria contínua de agregado para reduzir
o volume de vazios. Hoje em dia, entretanto, o asfalto aberto e o asfalto
poroso são crescentemente usados para pavimentos. O pavimento poroso é
um tipo especial de pavimento que permite que a chuva e a neve derretida
10 passem através dele, dessa forma reduzindo o escoamento de um sítio e áreas
circunvizinhas, mas também reduzindo o respingo e a aspersão proveniente da
passagem dos carros. A redução do barulho e outra propriedade altamente
desejável dos pavimentos porosos. No entanto, com sua estrutura mais aberta,
os pavimentos porosos possuem uma tendência ainda mais elevada de
desagregação.

15 Demonstrou-se, portanto, terem encontrado um aglutinante
asfáltico que resulta em pavimentos porosos com resistência melhorada ao
desgaste prematuro, e que pode ser aplicado em outras misturas asfálticas que
requeiram alta durabilidade e/ou resistência à desagregação também.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

20 Conseqüentemente, um aglutinante asfáltico é fornecido,
compreendendo 85 a 97,5 partes em peso de um betume e 16 a 2,5 partes em
peso de uma composição polimérica, em que a composição polimérica
compreende:

25 (i) de 2 a 8, preferivelmente de 3 a 6, partes em peso de um
copolímero em bloco estirênico tendo pelo menos dois blocos de
hidrocarboneto monovinilaromático (A) e pelo menos um bloco de um dieno
conjugado (B), em que a composição de copolímeros em bloco possui um teor
de vinila de pelo menos 25% em peso, preferivelmente de 25 a 40% em peso,
com base no teor total de dieno;

(ii) de 0 a 5, preferivelmente de 1 a 3, partes em peso de um copolímero em dibloco estirênico tendo um bloco de hidrocarboneto monovinilaromático (A) e um bloco de um dieno conjugado (B); e

(iii) de 0,5 a 3, preferivelmente de 1 a 2,5, partes em peso de um copolímero de etileno-acetato de vinila,
em que a relação em peso de (i) + (ii):(iii) é de 2:1 a 6:1, preferivelmente de 3:1 a 4:1.

Além disso, é fornecida uma mistura asfáltica compreendendo 2 a 8 partes em peso do aglutinante asfáltico da presente invenção, e 98 a 92 partes em peso de agregado de granulometria descontínua ou material agregado de granulometria aberta.

Além do mais, um pavimento poroso é reivindicado, produzido das misturas de granulometria descontínua e aberta, mediante compactação da mistura asfáltica mencionada acima.

MODALIDADE DA INVENÇÃO

Copolímeros em bloco adequados com um alto teor de vinila (componente i) são apresentados na WO 97/10304 mencionada acima. Conseqüentemente, os copolímeros em tribloco e/ou os copolímeros em bloco multiarmados podem ser usados, cujos copolímeros em bloco compreendem pelo menos um bloco de um dieno conjugado e pelo menos dois blocos de um hidrocarboneto monovinilaromático, em que o copolímero em bloco tenha um teor de vinila de pelo menos 25 em peso, com base no teor total de dieno. Os copolímeros em bloco preferidos têm um peso molecular aparente na faixa de 100 a 500 kg/mol. O bloco composto do dieno conjugado preferivelmente compreende 50% em peso do copolímero em bloco, de modo a conservar o comportamento termoplástico. Tais polímeros podem ser produzidos de estireno e/ou monômeros monovinilaromáticos semelhantes por um lado, e butadieno, isopreno e/ou dienos conjugados semelhantes por outro lado. Preferivelmente, os copolímeros em bloco baseiam-se em estireno e

butadieno.

Com a expressão “peso molecular aparente”, como usada na totalidade do relatório descritivo, denota-se o peso molecular de um polímero, medido com cromatografia de permeação em gel (GPC) com o uso de padrões de calibração de poli(estireno) (de acordo com a ASTM D 3536).

O componente (i) preferivelmente tem um teor de estireno ligado dentro da faixa de 20 a 40% em massa, um peso molecular aparente na faixa de 120 a 200 kg/mol, e um teor de polibutadieno vinílico de pelo menos 35%. KRATON[®] D1192 é um copolímero em bloco linear puro com base em estireno e butadieno, com um teor de estireno ligado dentro da faixa de 28,5 e 32,5% em massa, um peso molecular aparente na faixa de 138 a 162 kg/mol, e um teor de polibutadieno vinílico de pelo menos 35%. O teor de tribloco é de pelo menos 90%. Este é o componente (i) preferido.

Exemplos específicos de polímeros em dibloco estirênicos incluem o estireno-butadieno, estireno-isopreno, e os seus derivados hidrogenados. Exemplos dos polímeros em dibloco são comercialmente disponíveis de uma variedade de fontes, sob várias denominações comerciais. Exemplos de resinas em dibloco comercialmente disponíveis incluem Asaprene[®] 438 (Asahi), Sol T[®] 6320 (Polimeri); Calprene[®] 4318 (Dynasol). Preferivelmente, o componente (ii) é um copolímero em dibloco estirênico, opcionalmente com não mais do que 30% de copolímero em tribloco nele contidos, com base no estireno e no butadieno. Adequadamente, tais copolímeros em dibloco têm um peso molecular na faixa de 75 a 225 kg/mol, preferivelmente de 100 a 200 kg/mol. O KRATON[®] D1118 é um copolímero em dibloco linear com base em estireno e butadieno, com um teor de estireno ligado dentro da faixa de 30 e 32% em massa, e um teor de dibloco de cerca de 78%. Este é o componente (ii) preferido.

Os copolímeros de etileno-acetato de vinila são descritos na WO 97/44397, na EP 0337282 A e na EP 0340210 A acima mencionadas.

Estes são copolímeros que têm um índice de fluxo de massa em fusão de 0,3 a 33 g/10 minutos (ASTM D1238), e um teor de acetato de vinila na faixa de 20 a 50% em peso, com base no copolímero. Em geral, qualquer polímero de EVA usado no betume modificado pelo polímero pode ser usado. Entretanto, de particular utilizada é o Polybilt® 106, um EVA com um teor de acetato de vinila de cerca de 24% em peso e um índice de massa em fusão de cerca de 1,8 g/10 minutos (ASTM D1238).

Os componentes acima mencionados foram testados e observou-se melhorarem um betume típico. De fato, espera-se que melhoramentos semelhantes venham a ocorrer quando os componentes forem adicionados às várias graduações de betume usadas para preparar pavimentos.

O componente betuminoso pode ser betume de ocorrência natural ou derivado de um óleo mineral. Igualmente os derivados de petróleo obtidos por um processo de craqueamento, breu e alcatrão de hulha, bem como as misturas dos mesmos, podem ser usados como componentes betuminosos. Exemplos de componentes adequados incluem os betumes de destilação ou de “primeira destilação”, betumes de precipitação, por exemplo os betumes de propano, betumes assoprados, e misturas dos mesmos. Outros betumes adequados incluem as misturas de um ou mais destes betumes com extensores tais como os extratos de petróleo, por exemplo os extratos aromáticos, destilados ou resíduos, ou com óleos. Alguns exemplos representativos de betumes que podem ser usados na presente invenção têm um valor PEN abaixo de cerca de 300 dmm, medido pelo Método D5 da ASTM (em 25°C), e mais em particular um valor PEN na faixa de 25 a 300 dmm. Os betumes mais preferidos a serem usados têm um valor PEN na faixa de 30 a 250 dmm, o mais preferivelmente na faixa de 40 a 200 dmm. Foi observado que o aglutinante pode e preferivelmente pode de fato ter um PEN menor do que os aglutinantes convencionais, assim combinando um teor polimérico alto com uma viscosidade trabalhável em temperaturas de

processamento padrão e com excelente desempenho.

Com a seleção apropriada do betume e da composição polimérica, um aglutinante asfáltico adequado pode ser produzido. Preferivelmente, o aglutinante asfáltico apresenta um valor PEN na faixa de 10 a 100 dmm, preferivelmente na faixa de 20 a 75 dmm (método D5 da ASTM, em 25°C).

Os materiais agregados basicamente compreendem materiais granulares inertes tais como rochas, pedras, pedras esmagadas, cascalho, areia e enchedor. O material agregado é usado em diferentes tamanhos a partir de bem pequenos a relativamente brutos, por exemplo, menos do que 0,075 mm de diâmetro, e até 40 mm de diâmetro, e se acha disponível em todos os tamanhos entre os limites dados. A composição de agregados é então escolhida de modo que preencha as exigências mecânicas/estruturais, o que pode ser ou uma granulometria contínua ou granulometria aberta.

Os agregados podem ser ou naturais ou fabricados. Cascalho e areia naturais são usualmente escavados ou dragados de uma escavação, rio, lago ou de solo oceânico. O agregado esmagado é produzido pelo esmagamento de rocha de pedreira, blocos, pedras arredondadas, ou cascalhos de grandes dimensões. O concreto reciclado é uma fonte viável de agregados, como é o uso de subprodutos industriais tais como as escórias (subproduto do processamento metalúrgico). O processamento de agregados consiste em britagem, seleção e lavagem do agregado para se obter limpeza e granulometria apropriadas. Se necessário, um processo de beneficiamento, tal como lavagem em vaivém ou separação de meios pesados, pode ser usado para melhorar a qualidade. Uma vez processados, os agregados são manipulados e armazenados de uma forma que minimize a segregação e a degradação e impeça a contaminação. Os agregados influenciam fortemente as propriedades de uma composição de HMA, as proporções da mistura e a economia. Conseqüentemente, a seleção dos agregados é um processo

importante. Não obstante alguma variação nas propriedades dos agregados seja esperada, as características que são consideradas quando da seleção dos agregados incluem: granulometria; durabilidade; forma das partículas e textura superficial; abrasão e resistência à derrapagem; pesos unitários e vazios; e absorção e umidade superficial.

A granulometria refere-se à determinação da distribuição do tamanho de partículas para o agregado. Os limites da granulometria e o tamanho máximo dos agregados são especificados porque a granulometria e o tamanho afetam a quantidade de agregado usado, bem como a processabilidade e a durabilidade do asfalto de mistura quente.

A seleção do tamanho dos agregados pode ser tal que os vazios deixados pelas partículas mais brutas são enchidos pelas partículas menores. Os vazios entre as partículas menores são ainda novamente enchidos pelas partículas ainda menores, e assim por diante. Neste caso, a granulometria é denominada contínua. A seleção pode também ser tal que um certo tamanho de partículas seja excluído. Neste caso, o material agregado é referido como uma mistura de granulometria descontínua. Um agregado adequado é o agregado pórfiro.

Na Tabela 1 a seguir, são fornecidos exemplos de alguns materiais agregados padrão. Na coluna da esquerda, o diâmetro da peneira é fornecido. Assim, usando-se uma peneira tendo orifícios de 11,2 mm de tamanho, apenas algumas dentre 0 a 6 partes em peso do material agregado ficam retidas. No caso de uma peneira tendo orifícios de 63 um de tamanho, quase todo o material agregado é retido. O que é óbvio destes exemplos é que a distribuição nos agregados de granulometria contínua é grosseiramente igual, enquanto tal não se dá nos agregados de granulometria aberta densos. Observe-se que a presente invenção não fica limitada a estes materiais agregados; granulometrias com outros diâmetros e/ou percentuais máximos dos materiais retidos podem ser

usadas.

Tabela 1 (material de granulometria de diâmetro de 0-11 mm)

Dimensão da peneira $\varnothing$	granulometria contínua	granulometria aberta	granulometria descontínua densa
C11,2 mm	0-2	0-5	0-4
C8 mm	5-25	60-80	25-45
C5,6 mm	25-50	80-85	45-65
2 mm	52-58	85	70-80
63 mu	92,5-94	95,5	89-93

Outros componentes que podem ser usados incluem os enchedores e os agentes de reforço, tais como pneus moídos, sílica, talco, carbonato de cálcio, pó de matéria mineral, e fibras (vidro, celulose, acrílicos e rocha); pigmentos; agentes de amaciamento tais como os óleos parafínicos, naftênicos ou aromáticos; resinas que conferem pegajosidade; agentes espumantes; e reforçadores tais como ceras e poliolefinas de baixo peso molecular.

É também conhecido na técnica o uso de agentes de ligação cruzada ou “compatibilizadores”, tais como o enxofre e outros. Os agentes de ligação cruzada para aplicações em betume modificado por polímero (isto é, tanto em aglutinantes asfálticos quanto em composições para coberturas) são também bem conhecidos na técnica. Como exemplos, as U.S. 5.017.230, U.S. 5.756.565, U.S. 5.795.929 e U.S. 5.605.946 apresentam várias composições de ligação cruzada e referem-se a outras patentes que descrevem composições de ligação cruzada. Por várias razões, incluindo custos, impacto ambiental e facilidade de uso, o enxofre elementar com compostos de zinco inorgânico é preferido. A maioria das formulações de ligação cruzada usa o enxofre elementar por causa do custo. Em situações especiais, o enxofre pode ser acrescentado com um doador de enxofre tal como a ditiodimorfolina, o tiuram dissulfeto de zinco, ou qualquer composto com dois ou mais átomos de enxofre ligados entre si. O zinco é adicionado como 2-mercaptobenzotiazol

de zinco, o tetra-alkilthiuram dissulfeto de zinco, o óxido de zinco, o dialquil-2-benzosulfenamida de zinco, ou outro composto de zinco adequado, ou misturas dos mesmos.

As composições da presente invenção podem incluir a adição de agentes de ligação cruzada normalmente sólidos ou não líquidos. Estes agentes de ligação cruzada são normalmente vendidos em pó ou na forma de flocos. A quantidade de enxofre elementar que pode ser empregada na invenção pode variar de 0,05 a 0,2% em peso, preferivelmente de 0,1 a 0,15% em peso, com base na quantidade total da composição betuminosa.

A composição betuminosa da invenção para coberturas pode também conter uma ou mais resinas de pegajosidade em uma quantidade de 0 a 25 por cento em peso da composição betuminosa total (novamente, antes de se encher com o enchedor). Quantidades mais elevadas podem ser usadas, mas em detrimentos de algumas propriedades. O papel das resinas de pegajosidade é bem conhecido no setor de adesivos. As resinas de pegajosidade são bem conhecidas convencionalmente e são mais particularmente descritas na U.S. 4.738.884, a qual fica aqui incorporada como referência em sua totalidade. O uso de uma resina de pegajosidade em um aglutinante asfáltico não é comum, mas não está tampouco excluído.

As composições de copolímeros em bloco betuminosas polimERICAMENTE modificadas da presente invenção podem ser preparadas por vários métodos. Um método conveniente compreende a mistura dos componentes em uma temperatura elevada, preferivelmente não mais do que cerca de 200 graus Centígrados, para manter os custos do aquecimento do asfalto baixos e para prevenir efeitos adversos da temperatura.

Além da composição aglutinante e da nova composição polimérica, a presente invenção também diz respeito a pavimentos e coberturas com base no aglutinante asfáltico descrito acima.

Em anexo acham-se exemplos de aglutinantes asfálticos. Eles

foram testados, por exemplo, quanto à resistência à abrasão, uma boa indicação da resistência à desagregação. Em comparação com um aglutinante asfáltico com base em epóxi, o novo aglutinante asfáltico desempenhou-se completamente melhor (aglutinantes asfálticos com base em epóxi são bem conhecidos quanto à sua resistência à desagregação).

A presente invenção será, daqui em diante, ilustrada mais especificamente pelos seguintes exemplos, porém sem restringir o escopo a estas formas de realização específicas.

Métodos de teste

• A abrasão por cisalhamento foi testada com o uso do equipamento descrito na EM 12697-22 padrão [teste das marcas das rodas (“tamanho grande”)], mediante o rolamento de uma roda, inclinada em 8° para trás e para a frente sobre uma laje de mistura asfáltica de 50*18*5 cm. O período de maturação da laje foi de 2 dias. A temperatura na laje foi de 10°C ± 1°C no início do teste. A carga aplicada por uma roda foi ajustada com um pneumático de borracha (5000 ± 50 N). A laje foi permanentemente esfriada; a temperatura foi registrada durante o teste e não excedeu os 25°C. Ar foi soprado sob pressão sobre o pneumático e sobre a parte superior da laje para remover as partículas desgastadas. O curso e a frequência do movimento foi de 410 mm e 1 Hertz. A duração do teste foi de 20.000 ciclos ou 2 dias. O resultado do teste foi dado em perda de peso (g) (materiais desgastados) por metro quadrado.

• Testes padrão foram realizados quanto ao ponto de amolecimento Ring & Ball (de acordo com a ASTM D36), Penetração a 25°C (ASTM D5), recuperação elástica (DIN 52013), resistência à fratura (análogo ao ASTM E399).

• Os espécimes de Marshall (padronizado de acordo com a ASTM D6926-04, “Prática Padrão para a Preparação dos Espécimes Betuminosos Usando o Aparelho de Marshall”) são imersos em combustível

de aviação (querosene) em um b quer de vidro de 2 litros com 2 cm de combustível em cima dos espécimes. O espécime pode ser colocado em pequenos blocos para possibilitar que o combustível cubra o espécime de todos os lados. Após 24 horas de imersão na temperatura ambiente, os espécimes foram retirados cuidadosamente e colocados   parte em uma taça de fumiga o por 24 horas para secar e evaporar o remanescente do combustível. Após 24 horas de secagem, os espécimes são pesados novamente e a perda de material p de então ser determinada. Os valores normais da perda de material nas misturas densas de asfalto (não modificadas ou modificadas com SBS) foram ao redor de 6% m/m.

Polímeros usados para os testes (não otimizados)

Para a prepara o dos aglutinantes asfálticos de acordo com a presente inven o, os seguintes componentes foram usados.

Tabela 2 componentes dos aglutinantes

(i) D1192	KRATON [�] D1192 é um copolímero em bloco linear puro com base em estireno e butadieno, com um teor de estireno ligado dentro da faixa de 28,5 e 32,5% em massa, um peso molecular aparente na faixa de 138 a 162 kg/mol, e um teor de polibutadieno vinílico de pelo menos 35%. O teor de tribloco � de pelo menos 90%.
(ii) D1118	KRATON [�] D1192 é um copolímero em bloco linear puro com base em estireno e butadieno, com um teor de estireno ligado dentro da faixa de 30 e 32% em massa, e um teor de dibloco de cerca de 78%.
(iii) Pb106	Polybilt [�] 106 é um EVA com um teor de acetato de vin�la de 24% em peso e um �ndice de massa em fusão de 1,8 g/10 minutos (ASTM D1238).

15

Tabela 2 (cont)componente betuminoso

B-85	Um betume PEN 85 dmm com um teor de resinas de asfaltenos; saturada; aromática de cerca de 12/11,5/55/21,5% em peso
B-180	Um betume PEN 180 dmm com um teor de resinas de asfaltenos; saturada; aromática de cerca de 12/14/52/22% em peso
PX40	Um betume PEN 40 dmm consistindo em 84% de betume de propano e 16% de Extrato de furfural do lubrificante desparafinado de alta viscosidade
PX150	Um betume PEN 150 dmm consistindo em 68% de betume de propano e 32% de Extrato de furfural do lubrificante desparafinado de alta viscosidade

Os aglutinantes asfálticos usados nas experiências abaixo são produzidos pela mistura dos componentes com o betume em 160 a 180 C. Os aglutinantes são subsequ entemente misturados com material agregado pré-aquecido (por exemplo, em 175 C) para produzir as amostras de teste (lajes).

Exemplo 1

Os aglutinantes polimericamente modificados foram produzidos com várias quantidades dos componentes (i) a (iii). Assim, nas experiências 1 e 2, os componentes (i), (ii) e (iii) foram misturados na seguinte relação em peso 4:2:2. Na Experiência Comparativa, 8% do componente (i) foram usados. Os resultados da Tabela 3 mostram que estes aglutinantes atendem às exigências padrão para uso em pavimentos.

Tabela 3

	Experiência 1	Experiência 2	Comparativos
Betume	PX40	PX150	PX150
Componente (i)	4% D1192	4% D1192	8% D1192
Componente (ii)	2% D1118	2% D-1118	n.a.
Componente (iii)	2% Pb106	2% Pb106	n.a.
Homogeneidade UV (+/-)	+	+	+
Ponto de Amolecimento R&B (°C)	90.5	84.5	91.5
Penetração em 25°C (dmm)	26.0	76.0	63.0
Ductilidade em 13°C	69.0	>100	80.2
Força máxima (N)	94.9	19.2	57.3
Recuperação Elástica em 13°C	83.0%	94.5%	99.5%
Viscosidade dinâmica em 100 l/s, a menos que de outra forma indicado.			
Em 120°C (mPas)	5395**	3046***	3547*
Em 150°C (mPas)	1197.0	754.0	913.5

	Experiência 1	Experiência 2	Experiência
Em 180°C (mPas).	399,0	279,1	323,3
*** Taxa de cisalhamento: 95 1/s			
** Taxa de cisalhamento: 57 1/s			
* Taxa de cisalhamento: 86 1/s			
Estabilidade de armazenagem 3 dias em 180°C			
Camada superior $T_{r\&b}$ (°C)	73,5	81,5	84,5
Camada de fundo $T_{r\&b}$ (°C)	74,0	80,5	85,0
superior-fundo $\Delta T_{r\&b}$ (°C)	-0,5	1,0	-0,5
Dureza da Fratura			
Em -25°C (kN/m ^{3/2})	156,8	141,5	
Em -30°C (kN/m ^{3/2})	169,6	148,6	
Em -35°C (kN/m ^{3/2})	190,4	167,1	
Energia da Fratura			
Em -25°C (J/m ²)	54,9	77,7	
Em -30°C (J/m ²)	49,6	51,1	
Em -35°C (J/m ²)	72,1	55,4	
Resistência ao combustível (perda de material após 24 horas de imersão em querosene).			
	1,3%	10,1%	100,0%

Todo o betume modificado com os copolímeros em bloco estirênicos apresenta propriedades atrativas para estradas e outras aplicações. Por causa da elasticidade da rede polimérica estendida, os aglutinantes modificados serão menos propensos à deformação ou fadiga permanentes. A fadiga é causada por carga repetitiva, tal como a do tráfego. A adição de polímero ao aglutinante torna o asfalto em que o aglutinante é usado mais durável.

O aglutinante da Experiência 1 apresentou uma perda de material de apenas 1,3% no caso do betume modificado por polímero à base

de PX40 durante o teste de resistência ao combustível.

Exemplo 2 teste de abrasão por cisalhamento

A Tabela 4 fornece uma lista dos resultados de um teste de abrasão por cisalhamento, em que os aglutinantes asfálticos de acordo com a presente invenção são comparados com um aglutinante comercial e um aglutinante à base de resina epóxi (que tem uma reputação de excelência com respeito à resistência ao combustível e/ou à abrasão por cisalhamento).

Cinco misturas asfálticas foram preparadas com o mesmo agregado de granulometria descontínua pré-aquecido (compreendendo enchedor; areia esmagada; e agregado de granulometria descontínua tendo um diâmetro máximo de cerca de 10 mm). Duas das cinco misturas asfálticas são preparadas com o aglutinante asfáltico de acordo com a presente invenção (conforme Exemplo 1), os outros são comparativos.

As lajes foram feitas destas misturas asfálticas, e foram submetidas ao teste de abrasão por cisalhamento mencionado. Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Dos resultados, pode-se concluir que os aglutinantes de acordo com a presente invenção combinam uma excelente resistência ao cisalhamento com a elasticidade para o que a modificação do copolímero em bloco estirênico é bem conhecida. A elasticidade é refletida em altos valores quanto à resistência à fratura e à recuperação elástica. As viscosidades acham-se em um nível razoavelmente baixo para um produto betuminoso modificado com 2,5 a 16% de polímero. Isto torna o produto fácil de se manipular na instalação de produção. Além disso, o aglutinante tem uma resistência ao combustível que é muito boa para um produto modificado com copolímeros em blocos estirênicos. Conseqüentemente, a combinação de resistência ao cisalhamento, resistência à elasticidade e ao combustível, é única para um produto desta natureza.

Tabela 4 testes de abrasão por cisalhamento

Composição aglutinante	Perda de peso (g/m ²)
CARIPHALTE® FUELSAFE	1150
Aglutinante epóxi também contendo betume	450
Experiência 2 (à base de PX-150)	400
Experiência 1 (à base de PX-40)	100
Betume padrão 50/70 (não polimérico)	1100

O FUELSAFE (como vendido pela Shell) e aglutinantes semelhantes são comumente usados para aplicações asfálticas superando na resistência a combustível (pavimentos de aeroportos). Os aglutinantes de epóxi são comumente usados em coberturas de pontes e em aplicações semelhantes em que a abrasão por cisalhamento seja a propriedade chave. Os aglutinantes de acordo com a presente invenção superaram estes aglutinantes comerciais, bem como um aglutinante padrão não modificado.

REIVINDICAÇÕES

1. Aglutinante asfáltico, caracterizado pelo fato de que compreende 85 a 97,5 partes em peso de um betume e 16 a 2,5 partes em peso de uma composição polimérica, em que a composição polimérica
5 compreende:

(i) de 2 a 8, preferivelmente de 3 a 6, partes em peso de um copolímero em bloco estirênico tendo pelo menos dois blocos de hidrocarboneto monovinilaromático (A) e pelo menos um bloco de um dieno conjugado (B), em que a composição de copolímero em bloco tem um teor de
10 vinila de pelo menos 25% em peso, preferivelmente de 25 a 40% em peso, com base no teor total de dieno;

(ii) de 0 a 5, preferivelmente de 1 a 3, partes em peso de um copolímero em dibloco estirênico tendo um bloco de hidrocarboneto monovinilaromático (A) e um bloco de um dieno conjugado (B); e

15 (iii) de 0,5 a 3, preferivelmente de 1 a 2,5 partes em peso de um copolímero de acetato de etileno-vinila,

em que a relação em peso de (i) + (ii):(iii) é de 2:1 a 6:1, preferivelmente de 3:1 a 4:1.

2. Aglutinante asfáltico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o betume tem um valor PEN abaixo de cerca de
20 300 dmm, medido pelo Método D5 da ASTM (em 25°C).

3. Aglutinante asfáltico de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o betume tem um valor PEN na faixa de 25 a 300 dmm, mais preferivelmente na faixa de 30 a 250 dmm, o mais
25 preferivelmente na faixa de 40 a 200 dmm.

4. Aglutinante asfáltico de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o componente (i) é um copolímero em bloco tendo um peso molecular aparente na faixa de 100 a 500 kg/mol.

5. Aglutinante asfáltico de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o componente (i) tem um teor de estireno ligado dentro da faixa de 20 a 40% em massa, preferivelmente 28,5 e 32,5% em massa; um peso molecular aparente na faixa de 120 a 200 kg/mol, preferivelmente 138 a 162 kg/mol, e um teor de polibutadieno vinílico de pelo menos 35%.

6. Aglutinante asfáltico de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o componente (ii) é um copolímero em dibloco estirênico, opcionalmente com não mais do que 30% de copolímero em tribloco nele contido, com base no estireno e no butadieno e tendo um peso molecular aparente na faixa de 75 a 225 kg/mol, preferivelmente de 100 a 200 kg/mol.

7. Aglutinante asfáltico de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o componente (ii) é um copolímero em dibloco linear purificado à base de estireno e butadieno, com um teor de estireno ligado dentro da faixa de 30 e 32% em massa, e um teor de dibloco de cerca de 78%.

8. Aglutinante asfáltico de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o Componente (iii) é um copolímero de etileno-acetato de vinila tendo um índice de fluxo de massa em fusão de 0,3 a 33 g/10 minutos (ASTM D1238), e um teor de acetato de vinila na faixa de 20 a 50% em peso, com base no copolímero.

9. Aglutinante asfáltico de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o componente (iii) tem um teor de acetato de vinila de cerca de 24% em peso e um índice de massa em fusão de cerca de 1,8 g/10 minutos (ASTM D1238).

10. Aglutinante asfáltico de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que apresenta um valor PEN na faixa de 10 a 100 dmm, preferivelmente na faixa de 20 a 75 dmm (método

D5 da ASTM, em 25°C).

5 11. Mistura asfáltica, caracterizada pelo fato de que compreende 2 a 8 partes em peso do aglutinante asfáltico como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 10, e 98 a 92 partes em peso do agregado de granulometria descontínua e de granulometria aberta.

12. Mistura asfáltica de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo fato de que compreende agregado pórfiro.

10 13. Pavimento poroso, caracterizado pelo fato de ser produzido da mistura asfáltica como definida nas reivindicações 11 ou 12, mediante compactação desta mistura asfáltica.

RESUMO

“AGLUTINANTE ASFÁLTICO, MISTURA ASFÁLTICA, E, PAVIMENTO POROSO”

Um aglutinante asfáltico é fornecido, compreendendo 85 a 97,5 partes em peso de um betume e 16 a 2,5 partes em peso de uma composição polimérica, em que a composição polimérica compreende: (i) de 2 a 8, preferivelmente de 3 a 6, partes em peso de um copolímero em bloco estirênico tendo pelo menos dois blocos de hidrocarboneto monovinilaromático (A) e pelo menos um bloco de um dieno conjugado (B), em que a composição de copolímero em bloco tem um teor de vinila de pelo menos 25% em peso, preferivelmente de 25 a 40% em peso, com base no teor total de dieno; (ii) de 0 a 5, preferivelmente de 1 a 3, partes em peso de um copolímero em dibloco estirênico tendo um bloco de hidrocarboneto monovinilaromático (A) e um bloco de um dieno conjugado (B); e (iii) de 0,5 a 3, preferivelmente de 1 a 2,5 partes em peso de um copolímero de acetato de etileno-vinila, em que a relação em peso de (i) + (ii) : (iii) é de 2:1 a 6:1, preferivelmente de 3:1 a 4:1. Além disso, é fornecida uma mistura asfáltica compreendendo 2 a 8 partes em peso do aglutinante asfáltico da presente invenção, e 98 a 92 partes em peso de agregado de granulometria descontínua e de granulometria aberta. Além disso, um pavimento poroso é reivindicado, produzido das misturas de granulometria descontínua e aberta, mediante compactação da mistura asfáltica mencionada acima.