



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

(11) PI 0615912-5 B1

(22) Data do Depósito: 30/08/2006

(45) Data de Concessão: 13/03/2018



(54) Título: PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DE UMA COMPOSIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO BETUMINOSA, PROCESSO DE PAVIMENTAÇÃO BETUMINOSA E COMPOSIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO BETUMINOSA

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

(30) Prioridade Unionista: 12/09/2005 US 60/716.204, 14/03/2006 US 11/374.747

(73) Titular(es): ALM HOLDING CO.

(72) Inventor(es): GERALD H. REINKE

“PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DE UMA COMPOSIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO BETUMINOSA, PROCESSO DE PAVIMENTAÇÃO BETUMINOSA E COMPOSIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO BETUMINOSA”

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] O campo da invenção atual refere-se geralmente a uma composição para pavimentação betuminosa e a um processo de pavimentação betuminosa, e mais especialmente, a uma composição de pavimentação betuminosa composta de uma combinação de uma substância espumada, um lubrificante, um aglutinante de asfalto, e um agregado.

ANTECEDENTES

[002] A pavimentação de estradas, caminhos, estacionamentos, e semelhantes, com um material de mistura de agregado betuminoso é bem conhecida. Tipicamente, uma mistura de um agregado adequado composto de pedras, cascalho, areia e semelhantes, é aquecida até uma temperatura elevada em torno de 270 - 370°F (132 -188°C) e misturada com um aglutinante betuminoso também quente e com um aglutinante com base em asfalto (por exemplo, asfalto ou asfalto mais um polímero) até que as partículas de agregado sejam revestidas com o aglutinante. As misturas de pavimentação feitas nesta faixa de temperaturas, com frequência, são referidas como uma mistura quente. A mistura tipicamente ocorre longe do local da pavimentação, e é então transportada para o local e é descarregada em uma máquina de pavimentação. A mistura de asfalto e agregado aplicada pela máquina de pavimentação em uma superfície é então usualmente compactada com rolos através de equipamento adicional enquanto está ainda em uma temperatura elevada. O agregado compactado e o material de asfalto eventualmente se en-

durecem após o resfriamento, por causa da grande massa de material na pavimentação de uma estrada ou de um estacionamento comercial, o custo da energia térmica para se conseguir uma mistura de pavimentação adequada sendo considerável. Para aglutinantes comuns, as características de termo-viscosidade do aglutinante afetam a temperatura requerida para produzir um revestimento completo do agregado e leva em consideração as condições do ambiente adequadas para a pavimentação. Em consequência, vários processos têm sido considerados para se otimizar o revestimento do agregado e a aglutinação da pavimentação, ao mesmo tempo minimizando o custo de materiais e/ou do processo.

[003] Como alternativas para os processos de mistura a quente, existem processos de mistura a frio, onde o agregado, frio e úmido, é misturado com um aglutinante quente ou frio, que pode ser uma emulsão de asfalto dispersada em água, utilizando-se um tensoativo adequado ou uma mistura de asfalto e um solvente de hidrocarbonetos adequado, tais como nafta, óleo #1, óleo #2, apenas para mencionar alguns (geralmente referidos como corte de asfalto). As partículas de asfalto emulsificado revestem e se aglutinam com o agregado e permanecem no mesmo após a água ser evaporada. Quando o corte de asfalto é utilizado, o solvente de hidrocarbonetos se evapora com velocidades diferentes, dependendo da volatilidade do solvente. Independentemente da volatilidade do solvente, o que permanece atrás é um material de pavimentação onde o componente de asfalto gradualmente se endurece ou se torna rígido ao longo do tempo quando o solvente é removido. O aglutinante, alternativamente, pode ser espumado e misturado com o

agregado para melhorar a eficácia do revestimento. Embora sejam menos dispendiosas do que as misturas a quente, as misturas frias usualmente são de qualidade mais pobre do que as misturas quentes, e poderão ter um revestimento aglutinante mais pobre, resultando em uma compactação coesiva e uma durabilidade menores. Adicionalmente, as misturas de cortes de asfalto têm um impacto ambiental maior devido ao uso de solventes voláteis de hidrocarbonetos. Algumas emulsões também utilizam solventes de hidrocarbonetos, além da água, para a produção de materiais adequados para aplicações específicas.

[004] Recentemente, em uma tentativa para combinar as vantagens dos processos de mistura a quente e misturas a frio, têm sido relatados processos de misturas mornas. Em um exemplo de um processo de mistura morna, são utilizados ambos o componente "macio" (um componente com uma viscosidade menor do que um componente "rígido" em uma determinada temperatura) e o "rígido" (um componente com uma viscosidade maior do que o componente "macio" em uma determinada temperatura) de um aglutinante betuminoso. O componente macio é fundido e misturado com o agregado a cerca de 110 - 265°F (43 - 129°C), dependendo do componente macio específico. O componente rígido aquecido é então misturado com água morna para produzir uma espuma que é misturada com a mistura aquecida de componente macio/agregado para obter um material de pavimentação final, revestido. Apesar do material de pavimentação de mistura morna poder ser pavimentado em temperaturas menores do que os materiais de mistura a quente, ele requer um processo mais extenso e complexo para produzir a mistura morna, em comparação com uma mistura quente.

[005] No entanto o agregado é revestido, se o aglutinante não se adere bem ao agregado, o aglutinante pode se separar, ou "ser evaporado" do agregado, fazendo com que o material não permaneça bem compactado e, portanto, reduzindo a resistência total da pavimentação. Para auxiliar a aderência do aglutinante no agregado, o agregado ou mais geralmente o aglutinante de asfalto, poderão ser tratados com um composto ou material anti-evaporativo (por exemplo, tensoativos) para reduzir substancialmente a evaporação do aglutinante, agindo como um agente aglutinante entre os grânulos de agregado e o aglutinante betuminoso.

[006] Independentemente do processo de mistura de agregado/aglutinante utilizado, é essencial que o material de pavimentação revestido não se endureça durante o transporte ou enquanto está na máquina de pavimentação, e não perca a habilidade de ser compactado até a densidade apropriada. Material agregado de forma inadequada, apesar de ser fácil de ser misturado e manipulado, pode fazer com que o material pavimentado não permaneça compactado, não suporte de forma apropriada o tráfego, ou não resista bem ao desgaste e ao tempo.

RESUMO DA INVENÇÃO

[007] A invenção atual apresenta um processo para a pavimentação betuminosa adequado para construções primárias tendo temperaturas de mistura, pavimentação, e compactação significativamente menores (em temperaturas que são 30 - 80°F (17 - 44°C) menores) do que a pavimentação convencional da mistura a quente, ao mesmo tempo retendo uma rigidez, densidade, e características de durabilidade suficientes da pavimentação convencional com misturas a quente. Geralmente, o

processo da invenção é composto da injeção de uma solução lubrificante espumável em um aglutinante de asfalto aquecido para criar uma mistura com base em asfalto, contendo espuma; a adição da mistura a um agregado aquecido; a mistura adicional da mistura de aglutinante de asfalto e agregado, contendo espuma, utilizando, por exemplo, um misturador estático, para revestir o agregado para formar um material de pavimentação; a aplicação do material de pavimentação em uma superfície preparada; e então a compactação do material de pavimentação aplicado para formar uma superfície pavimentada.

[008] A invenção atual também apresenta uma composição de pavimentação betuminosa composta de cerca de 0,01 - 3% em peso, em relação ao peso do aglutinante de asfalto, de uma substância lubrificante; cerca de 3 - 9% em peso de um aglutinante de asfalto; e cerca de 91 - 97% em peso de agregado. A substância lubrificante, tipicamente, tem cerca de 5 - 10% em peso de um tensoativo catiônico, aniônico ou não iônico, como sólidos de sabão, e cerca de 90 - 95% em peso de água. Substâncias lubrificantes alternativas poderão ter uma concentração de sólidos de sabão tão baixa quanto 1 % em peso, e geralmente, 30 - 40% em peso, é o limite superior prático para o bombeamento da solução de sabão.

[009] A composição poderá ainda ser composta de um material anti-evaporativo como uma amina primária, uma amina secundária, uma amina terciária, uma imido amina, uma imidazolina, ou um fosfato éster, onde o número de átomos de carbono no material anti-evaporativo está na faixa de cerca de 7 a 20. Alternativamente, outros materiais anti-evaporativos que são conhecidos na arte também são adequados. Quando

utilizado na composição, a quantidade de material anti-evaporativo está na faixa de cerca de 0,1 - 10% em peso por peso da substância lubrificante.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0010] Em uma realização, o processo da invenção é composto da injeção de uma solução espumável composta de uma substância lubrificante em um aglutinante de asfalto aquecido para criar uma mistura espumada, aquecida; a adição da mistura espumada, aquecida, a um agregado adequado aquecido até uma temperatura maior do que a temperatura da mistura espumada, aquecida; a mistura adicional das duas, de forma a revestir o agregado aquecido com a mistura espumada, aquecida, para formar um material de pavimentação aquecido; a transferência do material de pavimentação aquecido para uma máquina de pavimentação; a aplicação do material de pavimentação aquecido com a máquina de pavimentação em uma temperatura de pavimentação em uma superfície preparada; e então, a compactação do material de pavimentação aplicado para formar uma superfície pavimentada.

[0011] Uma característica do uso de uma solução lubrificante espumável, como uma espuma aquosa, é que ela fornece uma lubrificação e permite que a temperatura do material de pavimentação durante a pavimentação seja significativamente menor (por exemplo, em torno de 30 - 80°F menor (17 - 44°C) do que a temperatura requerida para amaciar o aglutinante para produzir uma capacidade de construção semelhante. Outra característica é que uma espuma aquosa composta de uma substância ou material lubrificante requer muito menos água para dispersar de forma semelhante o material lubrificante, do que

o faria uma emulsão normal ou uma solução aquosa. Assim sendo, necessita-se transportar, manipular, e eventualmente evaporar um volume menor de água da mistura pavimentada. Um material lubrificante adequado é um sabão. Exemplos não limitantes de sabões adequados, incluem sabões de sódio e de ácidos graxos, sabões de sódio e de ácidos sulfônicos, nonil fenóis etoxilados, cloretos de amina quaternária, e sabões de sódio ou potássio de óleos de resina de polpa de madeira e óleos de resina de polpa de madeira refinada. Outros tensoativos catiônicos, aniônicos ou não iônicos poderão também ser utilizados como materiais lubrificantes adequados.

[0012] A temperatura de pavimentação substancialmente inferior apresentada pela invenção poderá (1) reduzir o custo de energia térmica utilizada, sem afetar adversamente o processo de pavimentação ou a pavimentação resultante; (2) reduzir a emissão de componentes voláteis, dessa forma reduzindo a poluição de ar; ou (2) permitindo o uso de um grau mais "rígido" de asfalto no material de pavimentação. Por exemplo, poderá ser utilizado um aglutinante mais rapidamente disponível, o PG 64-22, misturado com uma espuma lubrificante, ao invés de um aglutinante menos rígido, o PG 58-28 nas mesmas temperaturas de processamento e misturado morno, resultando em uma pavimentação tendo um desempenho semelhante à pavimentação da mistura a quente produzida com o aglutinante PG 58-28.

[0013] Os aglutinantes com base em asfalto incluem aglutinantes com base em petróleo. Os aglutinantes de asfalto poderão incluir aditivos, como por exemplo, materiais poliméricos. Os aglutinantes de asfalto com base em asfalto adequa-

dos incluem aqueles aglutinantes que atendem às ASTMs D-6373, D-3387, ou D-946. No entanto, alguns aglutinantes de asfalto, substancialmente, mas não totalmente, estão de acordo com a ASTM D- 6373, D- 3387, ou D-946 e poderão ser utilizados. O agregado poderá ser composto de pavimentação de asfalto recuperado (RAP).

[0014] Em uma modalidade do processo atual da invenção, a solução espumável é uma solução aquosa e que é composta de uma substância lubrificante feita a partir de um sabão. O material de pavimentação é composto de cerca de 91 - 97% em peso de agregado e cerca de 3 - 9% em peso de aglutinante com base em asfalto. A quantidade de sólidos de sabão usada para uma determinada quantidade de agregado é em torno de 0,01- 3% em peso em relação ao peso do aglutinante, com base em asfalto utilizado.

[0015] A mistura de aglutinante-asfalto-espumada, aquecida, é aquecida até uma temperatura que é inferior à temperatura usada para formar uma mistura convencional a quente. Dependendo do aglutinante de asfalto específico que é utilizado, as temperaturas adequadas estão na faixa de cerca de 180 - 340°F (82 -171°C). Da mesma forma, o agregado adequado é aquecido até uma temperatura na faixa de cerca de 180 - 300°F (82 - 149°C). O material de pavimentação é pavimentado em uma temperatura na faixa de cerca de 170 - 290°F (77 - 143°C), e é compactado em uma temperatura na faixa de cerca de 150 - 270°F (65 - 132°C). A solução de sabão espumável pode estar em qualquer temperatura que não congele, ferva o líquido, ou afete adversamente a espumação, mas é preferível que a sua temperatura esteja na faixa de cerca de 80 - 150°F

(27 - 65°C).

[0016] Esta modalidade poderá ser executada injetando-se a solução espumável em um aglutinante de asfalto, aquecido; adicionando-se a mistura espumada, aquecida, a um agregado adequado e misturando-se para formar o material de pavimentação aquecido in situ no, ou próximo do local de trabalho. Uma vantagem da invenção é que o seu volume de líquido significativamente menor utilizado para a mistura do aglutinante de asfalto com o agregado permite a conveniência do processamento in situ e reduz a necessidade de transportar grandes volumes de água.

[0017] Em outra modalidade do processo da invenção, a solução aquosa é composta de cerca de 30% em peso de sólidos de sabão e cerca de 70% em peso de água; o aglutinante de asfalto é composto de asfalto PG 58-28; o material de pavimentação é composto de cerca de 94,5% em peso de agregado e cerca de 5,5% em peso de aglutinante de asfalto PG 58-28; a quantidade de sólidos de sabão utilizada é menor do que cerca de 1% em peso em relação ao peso do aglutinante de asfalto utilizado. Para este aglutinante específico, a mistura de aglutinante de asfalto espumado, aquecido, é aquecida até uma temperatura de cerca de 240 - 340°F (115 - 171°C); o agregado adequado é aquecido até uma temperatura na faixa de cerca de 180 - 300°F (82 - 149°C); e o material de pavimentação aquecido é aquecido e misturado em uma temperatura na faixa de cerca de 180 - 300°F (82 - 149°C). O material de pavimentação é pavimentado em uma temperatura na faixa de cerca de 170 - 290°F (77 - 143°C), e é compactado em uma temperatura na faixa de cerca de 150 - 270°F (66 - 132°C).

[0018] Em outra modalidade, a solução aquosa é composta de cerca de 30% em peso de sólidos de sabão e cerca de 70% em peso de água; o aglutinante de asfalto é composto de asfalto PG 64-22; e o material de pavimentação é composto de cerca de 94,5% em peso de agregado e cerca de 5,5% em peso de aglutinante de asfalto PG 64-22; e a quantidade de sólidos de sabão usada é menor do que cerca de 1% em peso, em relação ao peso do aglutinante de asfalto utilizado. Para este aglutinante de asfalto específico, a mistura de aglutinante de asfalto espumado, aquecido, é aquecida até uma temperatura de cerca de 240 - 340°F (115 - 171°C); o agregado adequado é aquecido até uma temperatura na faixa de cerca de 180 - 300°F (82 - 149°C); e o material de pavimentação aquecido é aquecido e misturados em uma temperatura na faixa de cerca de 180 - 300°F (82 - 149°C). O material de pavimentação é pavimentado em uma temperatura na faixa de cerca de 170 - 290°F (77 - 143°C), e é compactado em uma temperatura na faixa de cerca de 150 - 270°F (65 - 132°C). Aqueles com conhecimento normal na arte verificarão que a mistura de aglutinante-asfalto-espumada, aquecida, e o agregado adequado poderá ser aquecida e misturada em temperaturas mais elevadas e o material de pavimentação poderá também ser pavimentado e compactado em temperaturas mais elevadas sem afetar adversamente o desempenho do material pavimentado, mas se for feito assim a despesa de energia de aquecimento seria mais cara.

[0019] Tipicamente, a temperatura de asfalto necessita ser maior do que a temperatura do agregado. Dependendo do grau do asfalto, o asfalto poderá necessitar estar tão quente quanto 325°F (163°C) ou mais quente, de forma que possa ser

bombeado e se espumará. A temperatura do agregado controla essencialmente a temperatura da mistura porque ele constitui aproximadamente 90% da mistura, por peso. A temperatura do agregado necessita ser controlada na faixa de mistura morna em torno de 180° - 300°F (82 - 149°C).

[0020] Quando se mistura o agregado com aglutinantes rígidos ou aqueles contendo um polímero, a temperatura normal do agregado e da mistura poderia ser tão quente quanto 350°F (177°C), que é uma mistura quente, mas utilizando a invenção atual com o mesmo agregado e aglutinante, a temperatura do agregado e da mistura poderia ser reduzida para 300°F (149°C), que é considerada uma mistura morna, sem afetar adversamente o desempenho resultante da pavimentação.

[0021] Em outra modalidade do processo da invenção, a solução espumável é ainda composta de um material anti- evaporativo. Exemplos não limitantes de um material anti- evaporativo adequado são uma amina primária, uma amina secundária, uma amina terciária, uma imido amina, uma imidazolina, ou um fosfato éster, onde o número de átomos de carbono nestes materiais está na faixa de cerca de 7 a 20.

[0022] Ainda em outra modalidade do processo da invenção, a solução aquosa é ainda composta de um material anti- evaporativo como a solução espumável composta de cerca de 30% em peso de sólidos de sabão, cerca de 5% em peso de material anti- evaporativo, e cerca de 65% em peso de água.

EXEMPLOS

[0023] Os exemplos seguintes fornecem dados de processamento e teste para uma quantidade de aglutinantes e agregados de asfalto, com e sem as substâncias ou agentes lubrifi-

cantes, que são processados sob condições convencionais de mistura a quente e de acordo com o processo da invenção atual.

[0024] Nestes exemplos, a mistura E-1 é um tipo de mistura específica de acordo com os requisitos do departamento de transporte do estado de Wisconsin ("WIDOT") para pavimentações projetadas para suportarem cargas de eixo simples equivalentes a um milhão (ESALs) durante uma vida projetada de 20 anos. O mesmo é verdadeiro para o E-10, exceto para o valor ESAL que é de até 10 milhões. O termo ESAL é bem conhecido por aqueles que trabalham na indústria de pavimentação betuminosa.

[0025] Sabão de resina de polpa de madeira e sabão de resina de polpa de madeira refinada poderão ser preparados reagindo-se a resina de polpa de madeira ou a resina refinada de polpa de madeira tipicamente com hidróxido de sódio ou de potássio, por qualquer dos métodos bem conhecidos para a produção de sabão. A resina de polpa de madeira e a resina refinada de polpa de madeira são disponíveis da Arizona Chemical, Jacksonville, FL; Georgia Pacific, Atlanta, GA; e a MeadWestvaco, Stamford, CT. O material anti- evaporativo Molex é uma mistura de aminas poli-cicloalifáticas disponíveis da Air Products, Allentown, PA. O sulfonato de alfa olefina é disponível da Stepan Chemical, Winder, GA. A escolha do grau de asfalto é dependente de variáveis específicas do local, tais como a localização geográfica específica, o clima do local, as cargas de tráfego, etc.

[0026] Um teste de desempenho de material pavimentado é simular as tensões de tráfego do veículo causadas pelo número

de passagens repetitivas que um rolo que suporta uma carga de peso específico deve executar para provocar a formação de uma ruptura de profundidade especificada no material. Tal teste de material compactado produzido pelo processo da invenção foi feito utilizando-se uma máquina de teste referida como equipamento de teste Hamburg Wheel Tracking ("HWT"), também conhecida como "PMW Wheel Tracker", disponível da Precision Machine and Welding, Salina, KS. O número de passes da Hamburg requerido para produzir uma profundidade de ruptura de 10 mm quando o material compactado é testado em uma condição a seco foi usado para avaliação comparativa. As condições de teste eram de uma carga da roda de 158 libras (72 kg), 52 passes por minuto na temperatura de teste, utilizando-se ar aquecido para produzir a temperatura de teste do espécime. Geralmente, quando todas as outras variáveis são essencialmente as mesmas, quanto maior for o número de passes, melhor será o desempenho previsto da mistura de pavimentação. Aquelas pessoas com conhecimento normal na arte e familiarizados com o HWT reconhecerão os materiais de pavimentação que são adequados para uma aplicação específica, com base nos resultados que são apresentados quando as amostras são submetidas àquelas condições de teste.

[0027] Na tabela 1, os exemplos onde a temperatura de mistura está na faixa de 270 - 280°F (132 - 138°C), e a temperatura de compactação é em torno de 275°F (135°C) ou maior, são considerados misturas convencionais quentes para os aglutinantes específicos que foram processados e testados; exemplos onde a temperatura da mistura está na faixa de 230 - 235°F (110 - 113°C) e a temperatura de compactação está na

faixa de 215 - 220°F (102 - 104°C) são consideradas misturas mornas. Assim sendo, os exemplos 1, 4, 6, 7, e 10 são misturas quentes, e os outros exemplos são misturas mornas para estes aglutinantes.

Tabela 1

Exemplo # e Formulação da Mistura	Aglutinante de Asfalto	Temperatura e Condições da Mistura de Agregado	Mistura de so- lução de Tenso- ativo e/ou Ma- terial anti- evaporativo	% em peso de tensoativo, Sólidos de sa- bão, ou anti- evaporativo por peso do agluti- nante	Temperatura de Compactação	Número de passes Ham- burg para uma profundidade de ruptura de 10 mm, a seco
#1: Mistura de controle E-1 a 280°F (138°C), mistura feita em laboratório	PG 58-28	280°F (138°C) envelhecido durante 2 horas a 275°F (135°C)	Nenhum	Nenhum	275°F (135°C)	2.361 passes a 50°C
#2: E-1, mesma mistura da #1, feita em labo- ratório	PG 58-28	230°F (110°C) envelhecida durante 30 mi- nutos a 230°F (110°C)	Sabão de resina de polpa de ma- deira + anti- evaporativo Mo- lex	1%	215°-220°F (102 -104°C)	1.031 passes a 50°C

#3: E-1, mesma mistura da #1	PG 58-28	230°F (110°C) envelhecida durante 30 minutos a 230°F (110°C)	Sabão de resina de polpa de madeira	1%	215°-220°F (102 -104°C)	791 passes a 50°C
#4: Mistura E-10, a mesma de #4	PG 58-28	280°F envelhecida durante 2 horas a 275°F (135°C)	Anti-evaporativo adicionado ao aglutinante, mistura feita na temperatura convencional	Nenhum	275°F (135°C)	1.975 passes a 58,3°C
#5: Mistura E-10, a mesma da #4	PG 58-28	230°F (110°C), envelhecida durante 30 minutos a 230°F (110°C)	Resina de polpa de madeira refinada + anti-evaporativo adicionado no sabão	1%	215°-220°F (102 -104°C)	1.625 passes a 57,8°C

Exemplo # e Formulação da Mistura	Aglutinante de Asfalto	Temperatura e Condições da Mistura de Agregado	Mistura de solução de Tensioativo e/ou Material anti-evaporativo	% em peso de tensioativo, sólidos de sabão ou anti-evaporativo por peso do aglutinante	Temperatura de Compactação	Número de passes Hamburg para uma profundidade de ruptura de 10 mm, a seco
#6: Mistura E-1, teste de controle	PG 58-28	Misturada em laboratório a 280°F (138°C) curada durante 2 horas a 275°F (135°C)	Nenhum aditivo	Nenhum	275°F (135°C)	3.351 passes a 58,5°C
#7: Mistura E-1, a mesma da # 6	PG 58-28	Misturada a 280°F (138°C) curada durante 4 horas a 275°F (135°C)	Nenhum aditivo	Nenhum	275°F (135°C)	5.376 passes a 58,4°C

#8: Mistura E-1, a mesma da mistura de teste morna #6	PG 58-28	PG 58-28 + sabão misturado a 230°F (110°C) curada durante 30 minutos a 230°F (110°C)	Sabão de resina de polpa de madeira refinado	1%	215-220°F (102-104°C)	981 passes a 58°C
#9: Mistura E-1, a mesma da mistura de teste morna #6	PG 64-22	PG 64-22 + sabão misturado a 230°F (110°C) curada durante 30 minutos a 230°F (110°C)	Sabão de resina de polpa de madeira Refinado	1%	215-220°F (102-104°C)	1.875 passes a 58,3°C
#10: Mistura E-1, a mesma da # 6	PG 58-28	Misturada a 280°F (138°C) curada durante 2 horas a 275°F (135°C)	Nenhum	Nenhum	275°F (135°C)	1.601 passes a 58,6°C

Exemplo # e Formulação da Mistura	Aglutinante de Asfalto	Temperatura e Condições da Mistura de Agre- gado	Mistura de so- lução de Tenso- ativo e/ou Ma- terial anti- evaporativo	% por peso de tensoativo, sólidos de sabão, ou an- ti- evaporativo por peso do aglutinante	Temperatura de Compactação	Número de passes Ham- burg para uma profundidade de ruptura de 10 mm, a seco
#11: Mistura E-1, a mesma da mistura de teste morna #6	PG 64-22	PG 64-22 + ten- soativo+ anti- evaporativo, misturada em la- boratório a 230°F (110°C), curada durante 30 minutos a 230°F (110°C)	Sulfonato de alfa olefina + éster fosfato anti- evaporativo	1% de sólidos de tensoativo	215°-220°F (102-104°C)	1.226 passes a 58,3°C

#12: Mistura E-1, a mesma da mistura de teste morna #6	PG 64-22	PG 64-22 + sabão+ anti- evaporativo, misturada em laboratório a 230°F (110°C), curada durante 30 minutos a 230°F (110°C)	Sabão de resina de polpa de madeira + anti- evaporativo de amina	1% de sólidos de sabão	215°-220°F (102-104°C)	3.351 passes a 58,4°C
#13: Mistura E-1, Tentativa da mistura de campo	PG 64-22	PG 64-22 AC + sabão, misturada em planta a 230°-235°F (110°-113°C)	Solução de sabão de resina de polpa de madeira refinada a ~ 50°F (10°C) na ocasião da produção	0,9%-1% de sólidos de sabão	210-220°F (99-104°C)	1.626 passes a 58,3°C em mistura do campo compactada em laboratório

Exemplo # e Formulação da Mistura	Aglutinante de Asfalto	Temperatura e Condições da Mistura de Agregado	Mistura de so- lução de Tenso- ativo e/ou Ma- terial anti- evaporativo	% por peso de tensoativo, sólidos de sa- bão, ou anti- evaporativo por peso do aglutinante	Temperatura de Compactação	Número de pas- ses Hamburg para uma pro- fundidade de ruptura de 10 mm, a seco
#14: Mistura E-10 + 15% RAP + sabão	PG 64-22	Mistura E-10 + 15% RAP + sa- bão, misturada em laboratório a 230°F (110°C), curada durante 30 mi- nutos a 230°F (110°C)	Sabão de resina de polpa de ma- deira refinada	0,046% de só- lidos de sabão	215°-220°F (102-104°C)	6.601 passes a 58,5°C
#15: Mistura E-10 + 15% RAP + sabão	PG 64-22	Mistura E-10 + 15% RAP + sa- bão, misturada	Sabão de resina de polpa de ma- deira refinada	0,069% de só- lidos de sabão	215°-220°F (102-104°C)	5.101 passes a 58,5°C

		em laboratório a 230°F (110°C), curada durante 30 minutos a 230°F (110°C)				
#16: Mistura E-1 + sabão	PG 64-22	Mistura E-1 + sabão, misturada em laboratório a 230°F (110°C), curada durante 30 minutos a 230°F (110°C)	Sabão de resina de polpa de madeira refinada	0,75% de sólidos de sabão	215°-220°F (102-104°C)	1.451 passes a 58,2°C

Exemplo # e Formulação da Mistura	Aglutinante de Asfalto	Temperatura e Condições da Mistura de Agregado	Mistura de solução de Tensioativo e/ou Material anti-evaporativo	% por peso de tensoativo, sólidos de sabão, ou anti-evaporativo por peso do aglutinante	Temperatura de Compactação	Número de passes Hamburg para uma profundidade de ruptura de 10 mm, a seco
#17: Mistura E-1 + sabão	PG 64-22	Mistura E-1 + sabão, misturada em laboratório a 230°F (110°C), curada durante 30 minutos a 230°F (110°C)	Sabão de resina de polpa de madeira refinada	0,075% de sólidos de sabão	215°-220°F (102-104°C)	2.225 passes a 58,2°C
#18: Mistura E-1 + sabão	PG 64-22	Mistura E-1 + sabão, misturada em laboratório a 230°F (110°C), curada durante 30 minutos a 230°F (110°C)	Sabão de resina de polpa de madeira refinada	0,15% de sólidos de sabão	215°-220°F (102-104°C)	1.826 passes a 58°C

#19: Tentativa de mistura no campo, mistura E-1 contendo 10% RAP, PG 64-22 AC + sabão	PG 64-22	Mistura E-1 contendo 10% RAP, PG 64-22 AC + sabão, misturada na planta a 230°-240°F (110°C-116°C)	Sabão de resina de polpa de madeira refinada, temperatura da solução de sabão no campo era de ~ 35°F (1,6°C)	0,97% de sólidos de sabão	Deposição e compactação a 210°-225°F (99 - 107°C)	1.976 passes a 58,3°C
---	----------	---	--	---------------------------	---	-----------------------

[0028] Como os dados indicam, geralmente, utilizando-se o mesmo aglutinante para a mistura morna daquele da mistura quente não são produzidos os mesmos resultados, mas é produzido um material de pavimentação aceitável. A mistura morna tem um número menor de passes Hamburg. O número menor provavelmente é devido ao fato de que o aglutinante não é tão envelhecido nem curado durante o processo de mistura morna devido à temperatura menor de mistura e do tempo de cura mais curto, conforme mostrado pelos exemplos comparativos 1, 2, e 3. Os exemplos 1, 6, e 7 mostram que a cura aumenta grandemente o desempenho de uma mistura quente, e os exemplos 16, 17, e 18 também mostram um desempenho aumentado com a cura mesmo com um nível reduzido de sabão. Os exemplos 1 e 4 mostram que a adição somente de um anti-evaporativo em uma mistura quente não melhora a pavimentação. O exemplo 4 foi testado em uma temperatura ligeiramente maior e indica que um material anti-evaporativo aumenta o desempenho. Todas as outras coisas sendo iguais, poderá ocorrer uma redução de 50% no número de passes que provoca uma profundidade de ruptura de 10 mm quando se aumenta a temperatura de teste em 8°C. Os exemplos 8 e 9 mostram que o uso da invenção com PG 64-22, um aglutinante mais rígido do que o PG 58-28, resulta em um desempenho melhorado. Os exemplos 14 e 15 mostram que o uso da invenção com o PG 64-22, 15% de RAP, e um tempo de cura de 30 minutos produz a pavimentação com o melhor desempenho. Estes dados indicam que poderá ser utilizado um aglutinante com uma rigidez inicial maior para produzir a mistura morna, para gerar um desempenho aproximadamente igual àquele do aglutinante menos rígido usado para produzir a mistura quente. Um agluti-

nante PG 58-28 é menos rígido do que um aglutinante PG 64-22, mas como os dados mostram, a utilização de um PG 64-22 na mistura morna produz resultados Hamburg aproximadamente os mesmos que os resultados do PG 58-28 com a mistura quente. Assim sendo, se for possível substituir o PG 64-22 pelo PG 58-28 usando a invenção, isto resultará em uma pavimentação adequada.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a preparação de uma composição de pavimentação betuminosa **CARACTERIZADO** por compreender as etapas de

(a) combinar uma solução aquosa compreendendo água e uma substância lubrificante com um aglutinante de asfalto aquecido a uma temperatura de 82-171°C (180-340°F) para produzir uma mistura aglutinante de asfalto espumada, aquecida;

(b) misturar o aglutinante de asfalto espumado, aquecido com agregado aquecido para revestir o agregado aquecido e formar uma composição de pavimentação de mistura morna contendo aglutinante de asfalto, substância lubrificante e agregado,

em que a substância lubrificante é um sabão ou um tensoativo catiônico, aniônico ou não iônico;

a composição de pavimentação de mistura morna compreende de 91 - 97% em peso de agregado e de 3 - 9% em peso de aglutinante de asfalto; e

a quantidade de substância lubrificante é 0,01- 3% em peso em relação ao peso do aglutinante de asfalto.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato da solução aquosa compreender de 5 - 10% em peso de sólidos de sabão e de 90 - 95% em peso de água.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** por ainda compreender a etapa de adicionar um material anti-estripagem à composição de pavimentação de mistura morna.

4. Processo de pavimentação betuminosa **CARACTERIZADO**

por compreender as etapas de:

(a) combinar uma solução aquosa compreendendo água e uma substância lubrificante com um aglutinante de asfalto aquecido a uma temperatura de 82-171°C (180-340°F) para produzir uma mistura de substância lubrificante e um aglutinante de asfalto espumado, aquecido;

(b) misturar o aglutinante de asfalto espumado aquecido e a substância lubrificante com agregado aquecido para revestir o agregado aquecido com o aglutinante de asfalto e a substância lubrificante e formar um material de pavimentação de mistura morna contendo aglutinante de asfalto, substância lubrificante e agregado;

(c) transferir o material de pavimentação de mistura morna para a máquina de pavimentação;

(d) aplicar o material de pavimentação de mistura morna a partir da máquina de pavimentação para uma superfície a ser pavimentada; e

(e) compactar o material de pavimentação de mistura morna para formar uma superfície pavimentada,

em que a substância lubrificante é um sabão ou um tensoativo catiônico, aniônico ou não iônico;

a composição de pavimentação de mistura morna compreende de 91 - 97% em peso de agregado e de 3 - 9% em peso de aglutinante de asfalto; e

a quantidade de substância lubrificante é 0,01- 3% em peso em relação ao peso do aglutinante de asfalto.

5. Processo, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato do aglutinante de asfalto aquecido estar em uma temperatura de 110-171°C (230°F-340°F) na etapa

a).

6. Processo, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato do ligante de asfalto aquecido estar em uma temperatura que é menor do que 110°C (230°F) na etapa a).

7. Processo, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato da solução aquosa compreender ainda um material anti-estripagem.

8. Processo, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato do agregado compreender material de pavimentação de asfalto recuperado.

9. Composição de pavimentação betuminosa **CARACTERIZADA** por compreender um aglutinante de asfalto espumado compreendendo uma solução aquosa contendo de 0,01-3% em peso, em relação ao peso do aglutinante de asfalto, de uma substância lubrificante dispersível em água; de 3-9% em peso de aglutinante de asfalto; e de 91-97% em peso de agregado, em que a substância lubrificante é um sabão, ou um tensoativo catiônico, aniônico ou não iônico.

10. Composição, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADA** pelo fato da solução aquosa ser composta de 5 - 10% em peso de sólidos de sabão dissolvidos em 90-95% em peso de água.

11. Composição, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADA** pelo fato dos sólidos de sabão serem sabões de sódio de ácidos graxos, sabões de sódio de ácidos sulfônicos, não-fenóis etoxilados, cloretos de amina quaternária, ou sabões de sódio ou potássio de óleos de resina de polpa de madeira e de resina de polpa de madeira refinada.

12. Composição, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADA** pelo fato da substância lubrificante ser um tensoativo catiônico, aniônico ou não iônico.

13. Composição, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADA** por compreender ainda um material anti-estripagem.

14. Composição, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADA** pelo fato do material anti-estripagem ser uma amina primária, uma amina secundária, uma amina terciária, uma imido amina, uma imidazolina, ou um fosfato éster, onde o número de átomos de carbono no material anti-estripagem está na faixa de 7 a 20.

15. Composição, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato da quantidade de material anti-estripagem estar na faixa de 0,1-10% em peso da substância lubrificante.