



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

(21) **PI0900455-6 A2**

(22) Data de Depósito: 19/02/2009
(43) Data da Publicação: 14/12/2010
(RPI 2084)



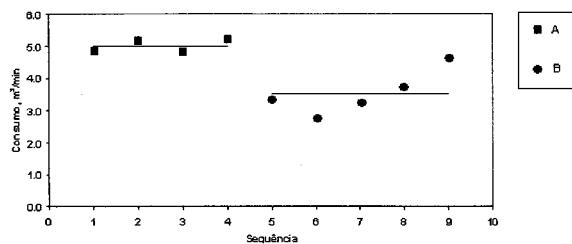
(51) *Int.Cl.:*
C08L 95/00
C08L 13/00
C08J 11/04
C04B 18/02
C04B 20/10

(54) Título: **MÉTODO PARA PREPARO DE MISTURAS ASFÁLTICAS MORNAS**

(73) Titular(es): Petroleo Brasileiro S. A. - Petrobras

(72) Inventor(es): Aurea Canuto da Silva, Leni Figueiredo Mathias Leite, Luis Alberto Herrmann do Nascimento, Marcos Chacur, Sergio Murilo Nunes Rocha, Ulisses Santos Figueiredo

(57) Resumo: MÉTODO PARA PREPARO DE MISTURAS ASFÁLTICAS MORNAS. É descrito um método para o preparo de misturas asfálticas mornas, caracterizadas por apresentar uma temperatura de usinagem inferior em 30°C a 40°C às temperaturas empregadas na produção de misturas asfálticas convencionais (150°C a 190°C). Em tal método, uma pequena porção de agregados miúdos, com um teor de umidade superior a 10% em massa, gera o espumamento do asfalto, reduzindo a sua viscosidade, facilitando, assim, o recobrimento dos agregados e a posterior compactação da referida mistura.





MÉTODO PARA PREPARO DE MISTURAS ASFÁLTICAS MORNAS

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção se aplica a métodos de preparo de misturas asfálticas mornas, caracterizadas por apresentar uma temperatura de usinagem inferior em 30°C a 40°C às temperaturas empregadas na
5 produção de misturas asfálticas convencionais (150°C a 190°C).

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Misturas asfálticas usinadas a quente empregadas na construção de rodovias ou pavimentos em geral, compreendem agregados minerais e
10 ligantes asfálticos. Usualmente, são produzidas a altas temperaturas, que podem variar numa faixa de 150°C a 190°C, e aplicadas e compactadas em temperaturas igualmente elevadas, variando de 130°C a 160°C.

O uso de elevadas temperaturas na produção de tais misturas visa à secagem dos agregados e ao recobrimento destes pelo ligante asfáltico,
15 de forma a alcançar o adequado espalhamento, compactação e resistência mecânica da mistura durante a pavimentação.

Tais temperaturas são alcançadas, geralmente, utilizando-se combustíveis de origem fóssil, o que leva a produção de gases poluentes, além de contribuir para o aumento do efeito estufa. A mistura asfáltica
20 assim produzida libera fumos, que impactam diretamente a saúde dos trabalhadores envolvidos, além de consumir enorme quantidade de energia.

Diante dos fatos acima expostos e da redução dos limites de tolerância impostos pelas legislações ambientais e crescente
25 conscientização mundial com relação à saúde dos trabalhadores, inúmeros estudos vêm sendo realizados com o intuito de reduzir estas temperaturas, e desta forma minimizar os efeitos de seu emprego.

Dentre as tecnologias emergentes, uma aparentemente promissora é a de produção de misturas asfálticas mornas. A mistura asfáltica morna
30 representa um grupo de tecnologias que tem como objetivo reduzir a

viscosidade do asfalto e ao mesmo tempo promover a completa cobertura dos agregados a temperaturas inferiores em 20°C a 50°C em relação às misturas asfálticas usinadas a quente.

5 Geralmente, estas tecnologias são classificadas em relação aos aditivos empregados. Uma das classificações utilizadas é a divisão de tais tecnologias em dois grupos: as que utilizam a adição de água; seja diretamente ou a partir da adição de um material hidrofílico, e aquelas que utilizam aditivos orgânicos/parafinas, nos dois casos com o objetivo de reduzir a temperatura de produção da mistura asfáltica.

10 Dentre os processos para a produção de misturas asfálticas mornas envolvendo aditivos orgânicos, pode-se citar a patente **US 6,588,974**, onde é descrita a utilização de parafinas obtidas a partir da síntese de Fischer-Tropsch na redução da viscosidade do ligante asfáltico em temperaturas elevadas (acima de 100°C), permitindo a usinagem de misturas asfálticas
15 a menores temperaturas. A adição de parafinas, porém, tem o inconveniente da necessidade de seleção criteriosa do tipo de parafina empregado, de forma a evitar a fragilização do ligante em temperaturas intermediárias.

O processo descrito no documento **WO 2004/016565** descreve a
20 adição de 0,3% de uma zeólita, com 20% de água de cristalinização, na composição de misturas asfálticas. Esta pequena quantidade de água é posteriormente liberada, devido ao aumento de temperatura, levando ao espumamento controlado do asfalto, e assim reduzindo a sua viscosidade.

Já o documento **US 7,114,843** trata de um método para o preparo
25 de uma mistura asfáltica compreendendo agregados com tamanho de partícula entre 4 mm e 20 mm, um ligante asfáltico, um aditivo (surfactante) e areia com um teor de umidade variando de 2% a 5%. Neste caso, o aditivo é utilizado para se promover o recobrimento e adesão dos agregados, além de possibilitar o aumento da duração do efeito espuma,
30 levando a um aumento da trabalhabilidade.

Outra alternativa, é descrita na patente **EP 1,767,581**, onde misturas asfálticas são produzidas contendo de 0,5% a 1,0% de filler hidrofílico, de forma a manter e controlar o efeito latente da umidade de espumamento.

Ainda, conforme a patente **US 6,846,354**, é possível a produção de
5 misturas asfálticas mornas pela mistura de dois tipos de asfalto, um de maior rigidez e outro mole, durante a usinagem. Inicialmente, os agregados são aquecidos a 130°C e misturados ao ligante mole, que representa em torno de 20% a 30% do total de ligante. Em uma etapa posterior, o ligante de maior rigidez é aquecido a 180°C, sofrendo a adição
10 de água fria em um percentual de 2% a 5% de sua massa, o que vem a provocar o espumamento deste ligante.

Recentemente, o pedido de patente **WO 2007/112335**, reivindicou a adição de uma emulsão asfáltica água em óleo a agregados previamente aquecidos, resultando em misturas com temperaturas de 85°C a 115°C. A
15 emulsão utilizada faz parte de um pacote químico projetado com o objetivo de melhorar o recobrimento dos agregados, a adesão e a trabalhabilidade da mistura asfáltica assim produzida.

Embora avanços tenham sido efetuados no sentido de se produzir misturas asfálticas mornas, ainda há a necessidade de produção de
20 misturas asfálticas mornas sem a presença de aditivos, já que estes elevam os custos de produção das misturas asfálticas, além de, em alguns casos, poderem ser prejudiciais ao comportamento do material, como no caso em que são utilizadas parafinas inadequadas.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

25 A presente invenção refere-se a um método de preparo de misturas asfálticas mornas, com redução da temperatura de usinagem, espalhamento e compactação em 30°C a 40°C quando comparadas às temperaturas empregadas na produção de misturas asfálticas usinadas a quente (150°C a 190°C), pela adição de uma pequena porção de
30 agregados miúdos, saturados em água, previamente ao preparo da

mistura.

O preparo de misturas asfálticas mornas, como descrito na presente invenção, possibilita:

- 5 - redução, em 30%, do consumo de combustível utilizado para a geração de calor (energia), empregado no aquecimento de agregados e ligantes;
- menor custo de energia;
- redução de emissão de fumos e gases poluentes, tais como o dióxido de carbono, em 30% a 70%;
- 10 - maior flexibilidade de transporte, pavimentação e compactação;

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A FIGURA 1 anexa ilustra a variação do consumo de combustível para o preparo de misturas asfálticas mornas de acordo com a presente invenção (B) e o consumo de combustível para o preparo de misturas asfálticas convencionais usinadas a quente (A).

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um método de preparo de misturas asfálticas mornas, com redução da temperatura de usinagem, espalhamento e compactação em 30°C a 40°C, quando comparadas às 20 temperaturas empregadas na produção de misturas asfálticas usinadas a quente (150°C a 190°C).

As misturas asfálticas preparadas de acordo com o método da presente invenção compreendem agregados graúdos e miúdos, e um ligante asfáltico.

25 Os agregados graúdos e miúdos utilizados possuem graduações contínua, descontínua ou aberta, bem graduadas, ou seja, co-existem agregados de diversas dimensões, desde o diâmetro máximo dos agregados na mistura, geralmente variando de 9,5 mm a 37,5 mm, aos agregados miúdos, de tamanho de partícula que podem ser menores do 30 que 0,075 mm.

Os ligantes asfálticos empregados na mistura da presente invenção podem ser convencionais (**CAP**) ou modificados, tais como os modificados por polímeros, borracha ou aditivos químicos como o ácido polifosfórico.

5 O método de preparo de misturas asfálticas da presente invenção promove a redução da viscosidade do ligante asfáltico, de modo a alcançar a completa cobertura dos agregados a baixas temperaturas, dito método incluindo as seguintes etapas:

a- prover agregados graúdos e miúdos, com tamanho de partícula variando de 37,5 mm até partículas menores do que 0,075 mm.

10 b- prover um ligante asfáltico.

c- prover agregados miúdos adicionais com tamanho de partícula inferior a 2,36 mm e teor de umidade superior a 10% em massa.

d- misturar os agregados graúdos e miúdos, ligante asfáltico e agregados miúdos adicionais, de forma que a mistura final obtida
15 contenha de 92% a 97% em massa de agregados graúdos e miúdos, de 3% a 8% em massa de ligante asfáltico e de 0,5% a 1% em massa de agregados miúdos adicionais.

Os agregados graúdos e miúdos são aquecidos antes da etapa de mistura, a temperaturas na faixa de 110°C a 140°C, de forma a promover
20 sua secagem, e assim minimizar os efeitos deletérios da presença de água na mistura asfáltica produzida. Já o ligante asfáltico, é previamente aquecido a temperaturas na faixa de 160°C a 175°C. Os agregados miúdos adicionais não necessitam de aquecimento prévio, sendo mantidos à temperatura ambiente, entre 20°C e 30°C, sendo adicionados no
25 momento da adição do ligante asfáltico. Desta forma, a mistura final obtida atinge temperaturas em torno de 110°C a 140°C, o que facilita o seu transporte e a pavimentação de rodovias e estradas.

A adição de agregados ao ligante asfáltico, a uma faixa de temperatura inferior a usualmente utilizada (160°C a 175°C), é possível
30 devido à adição concomitante desta pequena porção de agregados miúdos

adicionais à mistura. A água contida nesta pequena fração de agregados é aquecida durante a mistura e transforma-se em vapor, gerando o efeito de espumamento no asfalto, o qual reduz a sua viscosidade, facilitando o recobrimento dos agregados e a posterior compactação da mistura, em
5 temperaturas reduzidas, em torno de 110°C a 120°C.

Nos métodos de preparo de misturas asfálticas mornas conhecidos até o presente momento, devido ao fato da adesão entre ligante asfáltico e agregado ser reduzida na presença de água (stripping), geralmente empregam-se aditivos com o objetivo de se reduzir a tensão superficial
10 entre agregado e ligante asfáltico e desta forma facilitar o contato entre os mesmos e conseqüentemente sua adesão.

No método aqui descrito, por sua vez, não há a necessidade de uso de aditivos, já que toda a água presente nos agregados miúdos adicionais é vaporizada na etapa de usinagem, além de estar presente apenas em
15 uma pequena fração dos agregados, promovendo desta forma, um processo eficiente de mistura.

A concentração, em massa, de ligante asfáltico em tais misturas deve variar de 3% a 8%, dependendo da forma dos agregados, seu peso específico, da viscosidade e do tipo de ligante.

20 A concentração de ligante asfáltico não pode ser demasiadamente elevada, devido à necessidade da presença de volumes vazios ocupados por ar, propriedade esta de extrema importância na elaboração de misturas asfálticas. Sabe-se, por exemplo, que misturas com elevados percentuais de volumes vazios tendem a provocar a oxidação excessiva
25 do ligante betuminoso, reduzindo sua vida útil, além de proporcionar permeabilidade ao ar e a água. Por outro lado, misturas com baixo percentual de volumes vazios levam ao fenômeno da exsudação do ligante asfáltico.

As misturas asfálticas mornas produzidas de acordo com o método
30 aqui descrito, aplicadas e compactadas adequadamente, apresentam

porcentagem de vazios adequada para o correto desempenho do material, o que, conforme ilustra a Tabela II do exemplo 1, lhes confere trabalhabilidade igual ou superior a das misturas produzidas segundo os métodos convencionais, sem que haja perda da resistência mecânica.

5 O referido método pode ser empregado em usinas gravimétricas convencionais, sem haver a necessidade de modificação na estrutura de tais usinas, já que a saturação do agregado miúdo adicional é efetuada através de imersão, por um período mínimo de 12 horas, em baias, na própria usina de asfalto, ou em recipientes de 50 litros ou mais.

10 Os Exemplos que seguem apresentam em maior detalhe os resultados obtidos com a aplicação da presente invenção, os quais possuem caráter meramente ilustrativo, e não devem ser interpretados como limitativos do escopo da invenção.

EXEMPLO 1

15 Misturas asfálticas preparadas de acordo com o processo da presente invenção (A-SAT- mistura 5), misturas asfálticas tendo como aditivos zeólitas (mistura 6), e misturas asfálticas sem aditivos (referência – mistura 1) preparadas a diferentes temperaturas, foram testadas na pavimentação de 5000 m² de pistas na Cidade Universitária do Rio de Janeiro.

Na tabela I estão relacionadas às características das misturas asfálticas testadas.

Pista	Temperatura da Mistura °C	Aditivo/processo	Teor de Ligante %
1	170	Nenhum (ref.)	5,5
4	135	Nenhum	5,5
5	135	0,5%de A-SAT	5,5
6	135	0,5%de zeólita	5,5

A mistura asfáltica aplicada na pista 1 é a mistura de referência, aplicada na temperatura usual. As misturas asfálticas aplicadas nas pistas 4, 5 e 6 são misturas asfálticas mornas.

Durante o processo de usinagem foram monitoradas as temperatu-

ras do ligante, dos agregados e da mistura. Também foram monitorados o consumo de combustível, o teor de ligante e a granulometria dos agregados.

Nas pistas, o espalhamento da massa asfáltica também foi controlado, através da medição de temperatura, entre outros fatores.

Imediatamente após a construção das pistas, foi feito levantamento visual da superfície do pavimento e foram extraídos corpos-de-prova com sonda rotativa, para a realização de ensaios físicos e mecânicos.

Na tabela II apresentam-se os resultados obtidos, tais como as propriedades volumétricas e mecânicas das pistas experimentais.

Pista	Aditivo/processo	% Vazios	Resistência a tração MPa	Módulo Resiliente MPa
1	Nenhum (ref.)	7,71	0,98	4434
4	Nenhum	8,88	0,81	3539
5	0,5% de A-SAT	6,73	0,96	4156
6	0,5% de zeólita	7,87	0,95	4312

Observando-se a Tabela II, percebe-se que a mistura morna sem aditivo ficou com a porcentagem de vazios superior ao da mistura de referência, indicando sua baixa trabalhabilidade. Além disso, a sua resistência à tração foi cerca de 20% inferior a referência, da mesma forma que a sua rigidez.

Já as misturas com A-SAT, objeto desta invenção, e com zeólitas apresentaram resistência mecânica similar a mistura de referência, mostrando a eficiência destes processos de misturas mornas. Entretanto, o A-SAT foi o processo que melhor deu trabalhabilidade à mistura, uma vez que a porcentagem de vazios ficou menor do que a da mistura de referência, enquanto que as zeólitas apenas a igualaram (praticamente).

REIVINDICAÇÕES

1. MÉTODO PARA PREPARO DE MISTURAS ASFÁLTICAS MORNAS, caracterizado por compreender as seguintes etapas:

- 5 a- prover agregados, com tamanho de partícula variando de 37,5 mm até partículas menores de 0,075 mm;
- b- prover um ligante asfáltico;
- c- prover agregados miúdos adicionais, com tamanho de partícula inferior a 2,36 mm e teor de umidade superior a 10% em massa;
- 10 d- misturar os agregados, ligante asfáltico e agregados miúdos adicionais, de forma que a mistura final obtida contenha de 92% a 97% em massa de agregados, 3% a 8 % em massa de ligante asfáltico e de 0,5% a 1% em massa de agregados miúdos adicionais.
- 15 2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a temperatura dos agregados antes da etapa de mistura estar na faixa de 110°C a 140°C.
- 3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a temperatura do ligante asfáltico antes da etapa de mistura estar na faixa de 160°C a 175°C.
- 20 4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a temperatura dos agregados miúdos adicionais antes da etapa de mistura estar na faixa de 20°C a 30°C.
- 5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a temperatura final da mistura asfáltica obtida estar na faixa de 110°C a 140°C.
- 25 6. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o ligante asfáltico ser escolhido dentre o grupo constituído de: cimentos asfálticos de petróleo convencionais (CAP), asfaltos modificados por polímeros, por borracha ou por aditivos químicos tais como ácido polifosfórico.
- 30 7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por as misturas

asfálticas assim produzidas serem empregadas na pavimentação de estradas e rodovias a temperaturas na faixa de 110°C a 120°C.

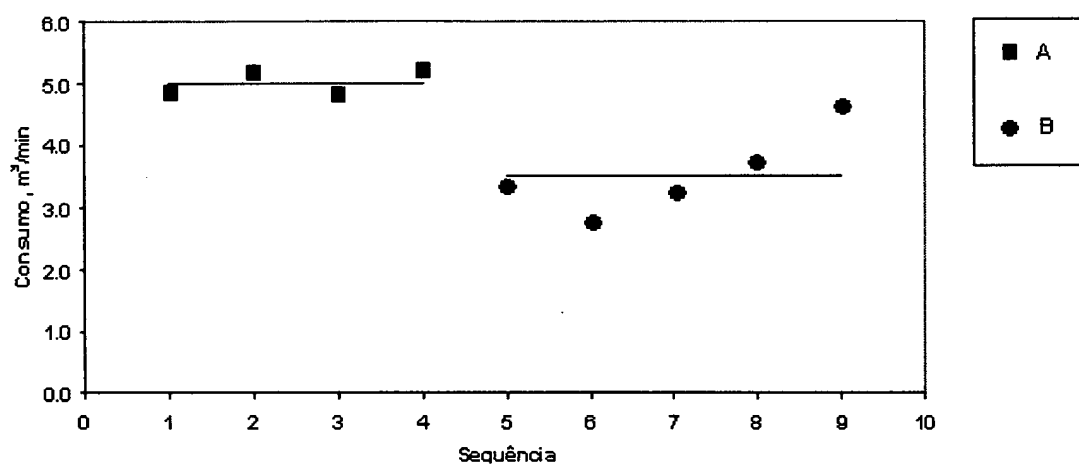


FIG. 1

RESUMO

MÉTODO PARA PREPARO DE MISTURAS ASFÁLTICAS MORNAS

É descrito um método para o preparo de misturas asfálticas mornas, caracterizadas por apresentar uma temperatura de usinagem inferior em
5 30°C a 40°C às temperaturas empregadas na produção de misturas asfálticas convencionais (150°C a 190°C). Em tal método, uma pequena porção de agregados miúdos, com um teor de umidade superior a 10% em massa, gera o espumamento do asfalto, reduzindo a sua viscosidade, facilitando, assim, o recobrimento dos agregados e a posterior
10 compactação da referida mistura.