

Misturas asfálticas mornas: uma alternativa sustentável

Warm mixes asphalt: a sustainable alternative

RÄDER; Adriéli Raquel da Silva Räder; acadêmica do Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ.

adri_rader@hotmail.com

DINIZ; Bruna Calabria Diniz, acadêmica do Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ.

bbrunadiniz@hotmail.com

PIRES; Diego Menegusso, acadêmico do Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ.

diego.msso@hotmail.com

OLIVEIRA; Tarcísio Dorn de, Mestre em Patrimônio Cultural, Docente na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ.

tarcisio.oliveira@unijui.edu.br

Resumo

O tema sustentabilidade tem feito com que muitos setores da economia e da sociedade busquem alternativas para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado. Dentre estes setores, encontra-se a pavimentação. Uma das formas mais utilizadas no setor da pavimentação são as misturas asfálticas produzidas e aplicadas à quente, onde chegam a atingir temperaturas de 180°C. Porém, quando estas misturas são aquecidas a altas temperaturas, muitos gases poluentes causadores do efeito estufa são emitidos para atmosfera, sem contar na exposição dos trabalhadores à eles. Além disso, este aquecimento requer alto gasto de combustível para que a temperatura seja alcançada, representando elevado consumo de energia. Como alternativa, surgem as chamadas misturas mornas, onde a temperatura é diminuída em até 50°C e apresenta diversos benefícios se comparada a mistura quente. Este artigo busca comparar os dois tipos de misturas através da pesquisa bibliográfica, apontando a mistura morna como uma alternativa sustentável para a pavimentação.

Palavras-chave: Pavimentação; Misturas mornas; Sustentabilidade.

Abstract

The theme of sustainability has made many sectors of the economy and society seek alternatives for sustainable development to be achieved. Among these sectors, there is the paving. One of the most used forms in the paving sector is the asphalt mixtures produced and applied to the hot, where they reach temperatures of around 180 ° C. However, when these mixtures are heated at high temperatures, many greenhouse gases are emitted into the atmosphere, not counting workers' exposure to them. In addition, this heating requires high fuel expenditure so that the temperature is reached, representing high energy consumption. Alternatively, so-called warm mixtures arise where the temperature is lowered by up to 50 ° C and has several benefits when compared to the hot mix. This article seeks to compare the two types of mixtures through bibliographic research, pointing to the warm mixture as a sustainable alternative for paving.

Keywords: *Paving; Warm Mixes; Sustainability.*

1. Introdução

A sustentabilidade tem sido um dos temas mais discutidos ao redor do mundo nos últimos anos. É um conceito bastante complexo e amplo, podendo ser entendido como a possibilidade do homem interagir com o planeta sem comprometê-lo às gerações futuras. Além disso, abrange diversas áreas e segmentos do mercado como também da sociedade, onde estes estão em uma busca constante de alternativas para que consigam atingir o desenvolvimento sustentável.

Um aspecto ligado diretamente ao desenvolvimento econômico dos países diz respeito aos modais de transporte, responsáveis por escoar suas economias para todo o mundo. No Brasil, o modal encarregado pelo transporte da maior parte da nossa economia é o rodoviário, responsável pelo serviço porta a porta. Contudo, a execução da pavimentação das rodovias brasileiras, em sua maioria, é realizada através do processo de misturas asfálticas à quente, com temperaturas chegando à 180°C, fazendo com que uma grande quantidade de gases tóxicos sejam emitidos à atmosfera.

As misturas asfálticas produzidas à quente atingem temperaturas que variam entre 150°C e 180°C, utilizadas como revestimento de rodovias que apresentam maiores níveis de tráfego (BERNUCCI *et al.*, 2008). Além do consumo de combustível, o aquecimento do asfalto a essas temperaturas ocasiona grande emissão de compostos orgânicos voláteis (VOCs) e de fumaça, que são extremamente poluentes e nocivos ao meio ambiente e à saúde do trabalhador (MELLO, 2012).

Diante disso, vem se estudando a implantação de alternativas sustentáveis para a pavimentação asfáltica. Leite (2013), cita alguns fatores em que a sustentabilidade é impactada nesta área:

- Saúde;
- Análise de ciclo de vida e pegada de carbono;
- Misturas mornas;
- Segurança, conforto, ruído, asfaltos drenantes e controle de água de chuva;
- Reciclagem, emprego de rejeitas, agregados alternativos e bioprodutos;
- Durabilidade;
- Mudanças climáticas;
- Normalização e legislação, contratos ecológicos.

Partindo disso, o setor de pavimentação vem pesquisando e desenvolvendo novas tecnologias que mantenham as mesmas propriedades das misturas asfálticas utilizadas atualmente e que, ao mesmo tempo, minimizem os impactos ambientais. Com isso, vem crescendo a produção de misturas asfálticas em temperaturas mais baixas, conhecidas como misturas asfálticas mornas (WMA – do inglês *Warm Mixes Asphalt*).

Entre os benefícios associados com a redução das temperaturas das misturas asfálticas, está a diminuição da emissão de diversos gases que são responsáveis pelo efeito estufa, menor consumo de combustível, diminuição da exposição dos trabalhadores aos gases do asfalto e ambiente de trabalho mais confortável (MOCELIN *et al.*, 2017).

2. Metodologia

Através da pesquisa bibliográfica pertinente, buscou-se apresentar os malefícios que as misturas asfálticas à quente causam no meio ambiente através de pesquisas, dissertações, teses e trabalhos já concretizados a respeito do tempo e, em contrapartida, identificar alternativas a esta concepção, principalmente no que diz respeito às misturas mornas. Além disso, através da presente pesquisa, procurou-se apresentar os benefícios que as misturas mornas podem oferecer, tanto no aspecto ambiental como também econômico.

3. Misturas asfálticas à quente

As misturas asfálticas apresentam uma classificação no que diz respeito às temperaturas a que são submetidas em sua produção e aplicação. Motta, Bernucci e Faria (2012) expõem esta classificação quanto a temperatura de usinagem no partir da Figura 01.

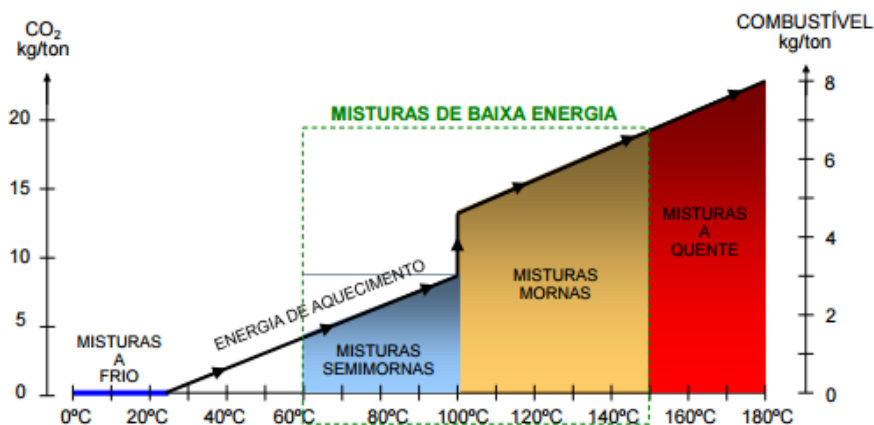


Figura 01: Classificação das misturas asfálticas. Fonte: Motta, Bernucci e Faria (p. 143, 2012)

A partir da Figura 01, percebe-se um conseqüente aumento da emissão de dióxido de carbono (CO₂) conforme a temperatura de trabalho da mistura se eleva, decorrente do aumento do consumo de combustível. Com isso, temos que as misturas a quente consomem maiores teores de energia além de emitirem mais gases poluentes na atmosfera, apresentando-se como uma alternativa inviável quando se trata de sustentabilidade.

O emprego de elevadas temperaturas na usinagem e compactação de misturas asfálticas, de acordo com Bernucci *et al.* (2012), possui dois objetivos: retirar a água contida nos agregados antes da usinagem e reduzir a viscosidade do ligante para sua melhor trabalhabilidade.

O ligante asfáltico, principal constituinte das misturas asfálticas responsável pela impermeabilização do pavimento e pela adesão dos agregados denominado betume ou, popularmente conhecido como asfalto, é um material de coloração negra, onde em temperatura ambiente encontra-se em estado sólido e não apresenta riscos para a saúde ou o

meio ambiente, porém quando este é aquecido, passando para o estado líquido/semissólido, acaba liberando emissões de hidrocarbonetos ao meio (CHAUHAN *et al.*, 2010).

De acordo com Bernucci *et al.* (2008), as emissões dos vapores e fumaças começam a ser percebidas quando as temperaturas chegam próximas dos 150°C, sendo compostas de hidrocarbonetos, pequena quantidade de sulfeto de hidrogênio (H₂S) e de compostos aromáticos policíclicos. Os autores ressaltam que essa quantidade de H₂S quando acumulada em ambientes fechados pode ser fatal caso não exista uma ventilação apropriada.

Além disso, existem indícios de que o asfalto pode ser cancerígeno, onde vários estudos buscam determinar o potencial carcinogênico por meio da obtenção de vapores de asfalto em laboratório e a posterior identificação e quantificação de policíclicos aromáticos – PCA (LEITE, 2013). Segundo a autora, os resultados apontaram que as altas temperaturas de usinagem são capazes de emitir maiores índices de PCA do que as baixas temperaturas, apresentando uma das vantagens do emprego de misturas mornas na pavimentação.

4. Misturas asfálticas normas

As misturas asfálticas mornas são entendidas como misturas que tem sua temperatura de produção e aplicação reduzida, cerca de 30°C a 50°C, se comparadas às quentes. Tiveram seu início na Europa na última década, com metas de cumprir metas do acordo de Quioto (LEITE, 2013). Os ganhos da mistura morna, segundo a autora, baseiam-se na queda na emissão de poeira (77% menos) no topo do caminhão que recebe a mistura do silo quente, gerando uma diminuição de 38% de CO₂ na saída da chaminé da usina e uma redução de 31% do gasto de energia para aquecimento dos agregados.

Bernucci *et al.* (2012) relatam alguns dos benefícios que este tipo de mistura pode proporcionar, entre eles:

- Melhoria do ambiente de trabalho na pavimentação (redução de fumos e odores de asfalto);
- Redução do consumo energético (menor consumo de combustível);
- Possível diminuição do envelhecimento do ligante asfáltico durante a usinagem (refletindo em maior flexibilidade e durabilidade em campo);
- Redução da dificuldade de aplicação em épocas ou locais de clima muito frio ou quando se tem que percorrer longas distâncias entre a usina e o campo (devido ao menor gradiente térmico em relação a misturas convencionais);
- Utilização de maiores quantidades de mistura asfáltica fresada em reciclagem (devido à menor dificuldade de usinagem quanto à temperatura).

Em relação aos gastos com energia para o aquecimento da mistura, a ASEFMA – *Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas* -, elaborou uma tabela para uma produção de 200 ton/h, a qual relaciona a temperatura da mistura e seu respectivo consumo de óleo, onde é possível observar a redução da demanda por combustível conforme a temperatura da mistura diminui, de acordo com a Tabela 01.

Temperatura da Mistura (°C)	Consumo de Óleo (kg) óleo/t
140	6,6
160	7,3
180	7,9

Tabela 01: Consumo de combustível durante a usinagem. Fonte: ASEFMA (2007)

A partir dessa diminuição da emissão de dióxido de carbono, as misturas mornas passam a possuir também um caráter econômico, pois desde a entrada em vigor do Protocolo de Quioto, houve a transformação do CO₂ em mercadoria, onde é possível realizar a troca da redução dos gases que colaboram para o aumento do efeito estufa por créditos, estimulando os países a produzirem misturas mornas.

Mello (2012), relata que em 2010 foram produzidas aproximadamente 45 milhões de toneladas de massa asfáltica no Brasil, resultando na emissão de 1,125 milhões de tonelada de CO₂ para a atmosfera. Misturas asfálticas com temperaturas reduzidas, entre 30°C a 35°C a menos que as temperaturas das misturas quentes, a emissão da taxa de CO₂ diminuiria em torno de 30%, o que acabaria por resultar em um redução de 337.500 toneladas de dióxido de carbono (MELLO, 2012). A autora ainda faz uma relação com o valor do crédito de carbono, considerando este em 19 euros, o resultado seria de uma receita anual para as empresas brasileiras de aproximadamente 6,5 milhões de euros (R\$ 17 milhões).

Para se ter uma ideia da quantidade de gases poluentes que são emitidos para a atmosfera, a figura 02 ilustra uma comparação das misturas asfálticas quentes e mornas, onde é visível a diferença entre as misturas.



Figura 02: Comparação da emissão de gases entre misturas asfálticas quentes (*Hot Mix*) e mornas (*WMA*). Fonte: NORTHEAST ASPHALT (p. 16, 2003)

Com a redução das emissões de fumos poluentes torna-se possível a presença de centrais de produção mais próximas de zonas urbanas, onde a emissão de fumos poluentes é mais restrita. Este fator faz com que o tempo de transporte seja reduzido, permitindo uma execução mais rápida e um pavimento de melhor qualidade, já que a diminuição do tempo

de transporte reduz o risco da mistura não estar em boas condições de espalhamento e compactação (Hurley e Prowell, 2005).

Uma pesquisa realizada pela NAPA – *National Asphalt Pavement Association*, no ano de 2013, mostra que 106,4 milhões de toneladas de misturas asfálticas mornas foram produzidas em 2013, representando um aumento de 23% em relação ao ano anterior e um acréscimo de mais de 533% no uso deste tipo de mistura desde que a pesquisa foi realizada pela primeira vez, no ano de 2009 (NAPA, 2013). Vale ressaltar que na mesma pesquisa em 2009, menos de 5% das misturas asfálticas eram produzidas utilizando tecnologias de misturas mornas.

No Brasil, foram feitos alguns trechos experimentais, de acordo com Leite (2013), porém, as misturas mornas ainda não tiveram sua dosagem e execução normatizadas, fazendo com que as misturas a quente, tradicionalmente utilizadas, ainda venham sendo executadas em grande escala.

5. Resultados e discussões

Como pode ser percebido no decorrer da realização deste artigo, as misturas asfálticas produzidas e aplicadas em altas temperaturas trazem muitas consequências, tanto para o meio ambiente como para a saúde daqueles que trabalham com isso. Além do alto consumo de energia, há ainda um grande índice de emissão de poluentes, onde muitos deles são responsáveis pelo efeito estufa.

Além disso, existem alguns estudos que mostram que os vapores provenientes do aquecimento do ligante asfáltico podem ser cancerígenos, podendo trazer malefícios à saúde daqueles que ficam expostos.

Para amenizar as consequências das misturas quentes, se vem estudando a aplicabilidade das misturas mornas, que tem sua temperatura reduzida significativamente. Com temperaturas variando em torno de 50°C a menos, estas demandam menos energia para seu aquecimento e, conseqüentemente, emitem menos gases poluentes para a atmosfera.

Foi observado, também, que com a firmação do Protocolo de Quioto, as misturas asfálticas mornas podem trazer também ganhos econômicos, com a venda dos créditos de carbono, podendo ser mais um atrativo para que os países passem a investir mais em misturas mornas.

Apesar de todos os benefícios que foram citados, aqui no Brasil ainda não se tem nenhuma norma à respeito, fazendo com que muitas empresas tenham certo receio em apostar em algo “desconhecido”. Porém, pode representar ganhos, pelo fato de que sua aplicação pode ser realizado em temperaturas mais baixas, além de que a distância a ser percorridas tende a ser maior sem que a mistura perca sua funcionalidade.

6. Conclusão

As misturas mornas representam um ganho bastante significativo, principalmente no sentido ambiental, consumindo menos energia para sua produção e aplicação, como também proporcionando um ambiente mais saudável para os operários.

Porém, ainda existem muitos obstáculos para que este tipo de mistura seja utilizado em maiores escalas, sejam eles na falta de normatização como também na incerteza de sua durabilidade e eficiência.

Ainda se faz necessário mais estudos a respeito das misturas mornas para que estas possam substituir totalmente as misturas quentes, onde passem a apresentar as mesmas características estruturais e de durabilidade, fazendo com que as empresas tendem a investir cada vez mais nesta alternativa para que possam, gradativamente, caminhar em direção do desenvolvimento sustentável.

Referências

ASEFMA - ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS. **Mezclas Semicalientes com Aspha-min. Ecología em Acción:** Panorámica Actual de Las Mezclas Bituminosas. un Nuevo Enfoque. Madrid, 2007.

BERNUCCI, Liedi Bariani; MOTTA, Laura Maria Goretti da; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa. **Pavimentação Asfáltica:** formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS; ABEDA, 2008. 504p. II.

CHAUHAN, Sippy K.; SHARMA, Sangita; SHUKLA, Anuradha; GANGOPADHYAY, S. **Recent trends of the emission characteristics from the road construction industry.** Environ Sci Pollut Res, v.17, p. 1493-1501, 2010.

HURLEY, Graham. C.; PROWELL, Brian D. **Evaluation of Sasobit for use in Warm mix Asphalt,** Auburn University: National Center for Asphalt Technology. 2005.

LEITE, Leni Figueiredo Mathias. **Sustentabilidade em pavimentos asfálticos.** Boletim Técnico – Sindicato da Indústria da Construção Pesada do Estado de São Paulo, São Paulo, ed. 7, Jun. 2013. Disponível em: <<http://www.sinicesp.org.br/materias/2013/bt07a.htm>> Acesso em 21 jan. 2018.

MELLO, Daniella. **Avaliação da adição de Evotherm no comportamento de misturas asfálticas em laboratório e no desempenho em campo.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

MOCELIN, Douglas Martins; COLPO, Gracieli Bordin; JOHNSTON, Marlova, BRITO, Lélío Antônio Teixeira; CERATTI, Jorge Augusto Pereira. **Análise da influência de um aditivo surfactante para misturas mornas no processo de compactação de misturas asfálticas produzidas a diferentes temperaturas.** SINICON/RO - Sindicato da Indústria da Construção Pesada do Estado de Rondônia, Rondônia, 2017. Disponível em: <<http://www.sindicatodaindustria.com.br/noticias/2017/08/72,115792/analise-da-influencia-de-um-aditivo-surfactante-para-misturas-mornas-no-processo-de-compactacao-de-misturas-asfalticas-produzidas-a-diferentes-temperaturas.html>> Acesso em 14 jan. 2018.

MOTTA, Rosângela; BERNUCCI, Liedi Bariani; FARIA, Valéria Cristina de. **Misturas asfálticas para revestimentos de pavimentos produzidas com baixa energia e**

redução de temperatura, para diminuição de consumo energético e de emissão de poluentes. Revista ANTT, Brasília, v. 4, n. 2, p. 140-151, Nov. 2012. Disponível em: <http://www.ppp.mg.gov.br/images/documentos/Consulta/book_revista_antt_2.pdf#page=142> Acesso em 22 jan. 2018.

NAPA - National Asphalt Pavement Association. **Asfalto para Reciclagem e Redução de Energia.** Disponível em: <http://www.asphaltpavement.org/index.php?option=com_content&view=article&id=201&Itemid=495> Acesso em 23 jan. 2018.

NORTHEAST ASPHALT. **Warm mix Asphalt Technology.** WilkesnBarre – Pennsylvania, 2003.