



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



ANÁLISE DE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE CONCRETOS ASFÁLTICOS COM INCORPORAÇÃO DE AREIA DE FUNDIÇÃO

Alessandra Ponciano

Acadêmica do Curso de Engenharia Civil na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI
poncianoalessandra@yahoo.com.br

Alessandra Caroline Moellmann Lautharte

Acadêmica do Curso de Engenharia Civil na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI
ale_lautharte@hotmail.com

André Luiz Bock

Professor/Pesquisador do Curso de Engenharia Civil na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI
andre.bock@unijui.edu.br

Resumo. *A areia de fundição é um resíduo da indústria siderúrgica e contém elementos químicos que podem causar impactos ambientais. O objetivo do presente estudo foi embasado na reutilização da areia de fundição em concretos asfálticos (CA). Para avaliar a potencialidade de utilização deste resíduo na pavimentação rodoviária foram realizadas dosagens de CA convencional (sem adição de resíduo) e CA com adição de dois teores (5% e 10%). Para análise de viabilidade foram realizados, além dos ensaios volumétricos e mecânicos da metodologia Marshall (Estabilidade e Fluência), ensaios de resistência a tração (RT), módulo de resiliência (MR) e de adesividade. Foi possível observar que a adição da areia de fundição, em um teor ideal, apresentou-se com uma solução tecnicamente viável para CA, aumentando a estabilidade da mistura, diminuindo sua rigidez sem afetar os valores de resistência.*

Palavras-chave: *Resíduo. Areia de fundição. Dosagem Marshall.*

1. INTRODUÇÃO

A construção de rodovias demanda um consumo elevado de recursos naturais, os quais estão ficando mais escassos. Dessa forma, a busca por alternativas mais ecológicas e de reutilização de materiais torna-se imprescindível para manter a sustentabilidade das construções. Diferentes resíduos são estudados visando a sua reutilização em obras de pavimentação evitando dessa forma a extração de matéria prima. Neste sentido, a areia de fundição é um resíduo com potencial para substituir parcial ou totalmente os agregados finos frequentemente utilizados nas camadas da estrutura do pavimento (KLINSKY [1]).

Visando diminuir os impactos ambientais causados pelos resíduos da indústria siderúrgica no Brasil, estudos apontam a possibilidade de reutilização da areia de fundição na pavimentação asfáltica, podendo ser reutilizada na construção de base, sub-bases e revestimento, obtendo bom desempenho nas misturas asfálticas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esse capítulo refere-se a revisão bibliográfica sobre pavimentos asfálticos, areia de fundição, os fatores que influenciam na dosagem de CA e sua análise mecânica.

2.1 Pavimento Asfáltico

A estrutura do pavimento é projetada para receber e transmitir esforços oriundos principalmente do tráfego de veículos de carga diminuindo pressões sobre as camadas interiores. Para o correto funcionamento, todas as camadas que compõem o pavimento devem trabalhar em níveis de deformações compatíveis com sua natureza e capacidade, para que não ocorram processos de ruptura ou danificação prematura e inadvertida nos materiais que constituem suas camadas (BALBO [2]).

2.2 Resíduo: Areia de Fundição

Conforme descrito por Coutinho [6], o reaproveitamento do resíduo de fundição está diretamente ligado com a construção civil, como na pavimentação asfáltica e entre outros. Ainda de acordo com o autor, foram realizados diversos estudos com a areia de fundição, sendo um deles sobre o impacto ambiental, o mesmo resultou impacto ambiental negativo, com baixa possibilidade de contaminação do lençol freático, tornando-se possível a utilização do resíduo areia de fundição como parte de agregado em misturas asfálticas.

2.2 Concretos Asfálticos (CA): Dosagem

A Metodologia de Dosagem Marshall é o mais difundido procedimento de dosagem de CA empregado no país. O método procura definir a máxima massa específica aparente, a fim de garantir máxima estabilidade para que haja flexibilidade, garantir que não ocorra oxidação da massa asfáltica pela ação da água e/ou ar e uma relação betume vazios garantindo betume

suficiente para união dos agregados e que não exsude (BUDNY [3]).

2.3 Estabilidade e Fluência

A Estabilidade e a Fluência são dois importantes parâmetros mecânicos do CA analisados durante a dosagem para definição do teor ideal de ligante asfáltico na mistura, ou seja, o teor de projeto [3].

2.3 Resistência a Tração (RT)

O ensaio Resistência à Tração por Compressão Diametral (RT) é o ensaio que determina a resistência do CA, que na estrutura do pavimento trabalha basicamente à esforços de flexão que geram tensões de tração na fibra inferior do revestimento asfáltico [3].

O ensaio de RT consiste na aplicação de um carregamento de compressão em uma amostra cilíndrica que geram, ao longo do diâmetro, tensões de tração razoavelmente uniformes no plano perpendicular a esse diâmetro (BERNUCCI *et al.* [4]).

2.4 Módulo de Resiliência (MR)

O ensaio de Módulo de Resiliência (MR) define a rigidez do CA, propriedade extremamente importante na definição do dimensionamento coerente dos pavimentos asfálticos, estando diretamente ligado ao projeto do CA [4].

Núñez *et al.* [5] define que a tensão de tração e a sua correspondente deformação específica recuperável estão diretamente ligadas à dosagem do CA e representam o comportamento dos revestimentos asfálticos quando os mesmos estão submetidos a carregamentos repetitivos de curta duração.

3. METODOLOGIA

Tendo em vista que os objetivos desta pesquisa visam analisar o comportamento de CA com a substituição de material fino por areia de fundição, a metodologia utilizada

consiste, primeiramente, na caracterização granulométrica dos materiais utilizados e na realização de dosagens de misturas asfálticas utilizando o método de dosagem Marshall.

Para tanto, o agregado mineral utilizado é proveniente de rocha basáltica, encontrada na região noroeste do Rio Grande do Sul. Os agregados foram submetidos a ensaios de propriedades físicas e mecânicas, tendo em vista a utilização na pavimentação.

Para a realização desta pesquisa foi utilizado um projeto de CA já existente classificado como Faixa B – DAER-ES-P, no qual utilizava-se 20% de brita 3/4', 20% de brita 3/8', 59% de pó-de-pedra, 1% de cal hidratada e CAP 50/70. Este CA será denominado de Referência (CA-REF) e possui um teor de projeto de 5% de ligante.

Para análise de potencialidade de incorporação da areia de fundição no CA, foram mantidos os percentuais de brita 3/4' e de brita 3/8' e substituídas percentuais de pó de pedra por areia de fundição em valores de 5% e de 10% (CA+5%AF e CA+10%AF).

O teor de ligante asfáltico foi mantido constante, ou seja, 5,0% para as três misturas analisadas. Esta abordagem deu-se para evitar a influência do teor de asfalto nos resultados de análise mecânica, pois teores mais elevados ou mais baixos poderiam camuflar a influência da areia de fundição.

Para a caracterização mecânica misturas (CA-REF; CA+5%AF; CA+10%AF) foram moldadas amostras com volume de vazios em torno de 4,0%, conforme projeto, para a realização dos ensaios de MR e RT.

As moldagens das amostras foram realizadas no Laboratório de Engenharia Civil – LEC da Unijuí e os ensaios de MR e RT foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção Civil e de Pavimentação da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM.

4. RESULTADOS

4.1 Dosagem Marshall – Teor de Ligante

A dosagem das diferentes misturas de CA foi realizada conforme prescrição da norma DNER-ME 043/95.

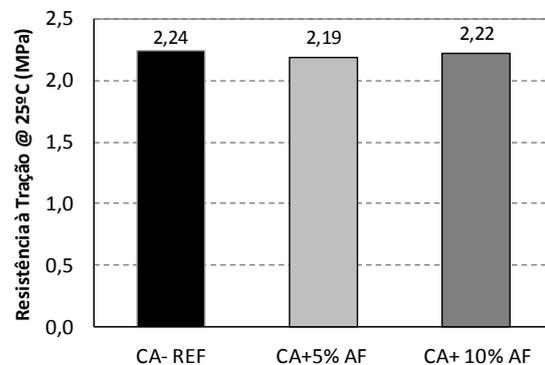
O teor de ligante não se manteve constante nas misturas analisadas, dessa forma o teor de ligante de todas as misturas foi mantido em 5,0% (valor encontrado com relação a volume de vazios de 4,0%).

4.3 Resistência a Tração

Os ensaios para determinação da resistência à tração das misturas analisadas foram realizados com as amostras condicionadas em laboratório à 25°C.

Após a realização dos ensaios, observou-se que a RT das misturas analisadas com adição de Areia de Fundição (CA+5%AF e CA+10%AF) não tiveram variações significativas de resistência em relação à mistura de Referência, ficando os valores bastante semelhantes conforme observado na Figura 1 (valores médios).

Figura 1. Resultado de Resistência a Tração



A RT tem relação com a durabilidade do revestimento asfáltico sob ação repetida do tráfego, portanto como observado, a adição de areia de fundição nas misturas não afeta significativamente esta propriedade.

Vale a pena ressaltar que os valores encontrados são bastante elevados para misturas convencionais.

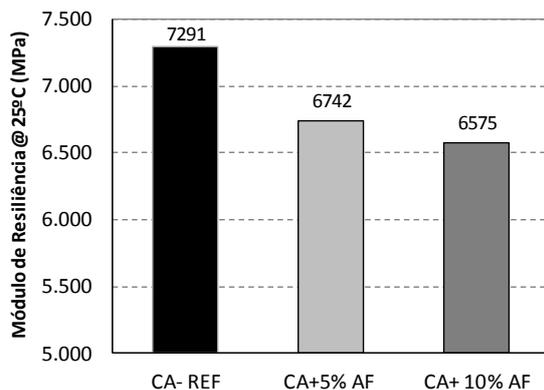
4.4 Módulo de Resiliência

Os ensaios de módulo de resiliência também foram executados com as amostras

condicionadas na temperatura 25°C. O valor de MR adotado para a mistura é a média dos valores admitidos de cada corpo de prova, após análise de dispersão.

A Figura 2 apresenta os valores médios obtidos para as misturas de CA analisadas neste estudo.

Figura 2. Resultados Módulo de Resiliência



Constatou-se que houve uma redução dos valores de módulo de resiliência para as misturas asfálticas com incorporação de areia de fundição, os valores tiveram uma queda de 7,5% para as misturas CA+5%AF e de 9,8% para as misturas CA+10%AF, variando de 7291 MPa para 6565MPa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de analisar as potencialidades da reutilização da areia de fundição em misturas asfálticas, visando um destino sustentável, foram realizadas dosagens de CA com diferentes teores de incorporação (5% e 10%) e analisados os parâmetros mecânicos das misturas.

Em uma análise inicial realizada nesta pesquisa constatou-se que utilização de teores elevados não representou nenhuma modificação considerável na resistência, entretanto uma redução de rigidez do CA foi observada para ambos os teores incorporados, o que tornou as misturas mais flexíveis.

Analisando de forma conjunta os valores de rigidez e resistência, a utilização da areia de fundição em misturas asfálticas nas condições analisadas na presente

pesquisa parece ser uma alternativa viável de emprego do resíduo siderúrgico.

Ressalta-se a necessidade de melhores avaliações quanto à dosagem, pois para o caso apresentado, a adoção de um mesmo teor de projeto para as misturas com incorporação de resíduo pode influenciar os dados de desempenho mecânico do CA.

6. REFERÊNCIAS

- [1] KLINSKY, L. M. G. Proposta de reaproveitamento de areia de fundição em sub-bases e bases de pavimentos flexíveis, através de sua incorporação a solos argilosos. Dissertação de Mestrado – USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- [2] BALBO, J. T. Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração. São Paulo; Oficina de Textos, 2007.
- [3] BUDNY, J. Avaliação dos efeitos de diferentes tipos de cal em misturas de concreto asfáltico. Trabalho de conclusão de curso. Curso Engenharia Civil – UNIJUI, Ijuí, 2009.
- [4] BERNUCCI, L. B. et al. Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro, PETROBRAS, ABEDA, 2006, 504p.
- [5] NÚÑEZ, W. P. Produzindo Misturas Asfálticas de Elevado Desempenho com Emprego de Cal Hidratada. Reunião Anual De Pavimentação - 38a RAPv / 12º ENACOR, Manaus-AM, 2007.
- [6] COUTINHO N. B. Avaliação do Reaproveitamento de Areia de Fundição como Agregado em Misturas Asfálticas Densas. 2004. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2004.