

ESTUDO DO CONCRETO ASFÁLTICO DRENANTE MODIFICADO POR COPOLÍMEROS SBS, POLÍMEROS E ASFALTO-BORRACHA

Leto Momm

Marilan Pedro Dumke

Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Engenharia Civil

RESUMO

Objetivando aprimorar as características físicas e o comportamento mecânico dos concretos asfálticos drenantes, avaliando seu desempenho quanto ao risco de desagregação, à deformação permanente, à permeabilidade e à capacidade estrutural, utilizando misturas com asfaltos modificados por copolímeros SBS, polímeros e asfalto-borracha, o estudo abrange a seleção do cimento asfáltico modificado, o preparo das misturas com a compactação Marshall, a medição da porcentagem de vazios e dos vazios comunicantes, da permeabilidade, a verificação da desagregação com o ensaio Cântabro, a determinação da resistência à tração por compressão diametral e a deformação permanente dos concretos asfálticos drenantes modificados. A pesquisa resume também os estudos de análise para os concretos asfálticos drenantes convencionais (sem modificadores), com isso, complementando uma abordagem mais relevante aos parâmetros analisados para os concretos asfálticos drenantes modificados estudados, principalmente a de comparabilidade entre os resultados.

ABSTRACT

With the object to improve the physical characteristics and the mechanical behavior of the pervious asphalt concrete, evaluating its acting with relationship to the disaggregation risk, to the permanent deformation, to the permeability and the structural capacity, using mixtures with asphalts modified by copolymers SBS, polymer and asphalt-rubber, the study embraces the selection of the asphalt cement modified, the prepare of the mixtures with the compacting *Marshall*, the mensuration of the percentage of emptiness and of the communicating voids, of the permeability, the verification of the disaggregation with the *Cantabro* test, the determination of the resistance to the traction for diametrical compression and the permanent deformation of the modified pervious asphalt concretes. The research also summarizes the analysis studies for the conventional pervious asphalt concretes (without modifiers), with that, complementing a more important approach to the parameters analyzed for the studied modified pervious asphalt concretes, mainly the one of comparison among the results.

1. INTRODUÇÃO

A busca sempre constante de novos materiais que melhoram o desempenho dos pavimentos asfálticos levou ao desenvolvimento e uso de asfaltos modificados que visam ampliar a faixa de utilização dos ligantes rodoviários. Estas novas aplicações exigem que o ligante apresente propriedades diferenciadas, ou seja, maior coesão, maior adesão aos granulares, boa resistência ao envelhecimento e susceptibilidade térmica mais adequada em toda a faixa de utilização de temperatura do pavimento, refletindo em maior resistência à fadiga e à deformação permanente.

Os concretos asfálticos drenantes são estruturas que possibilitam o escoamento de água que venha a se acumular na sua superfície, drenando através de vazios existentes entre os grãos que formam sua estrutura. Eles têm a sua eficácia avaliada em função da granulometria, composta em grande parte por agregados graúdos (Momm, 2000). Além disso, há possibilidade da existência de uma descontinuidade na composição granulométrica dos agregados, caracterizada pela eliminação do material situado em um determinado intervalo de peneiras. Essa descontinuidade contribui para o aumento do volume de vazios da mistura, maximizando a permeabilidade da mesma. Com a incorporação de aditivos, sendo o foco principal da pesquisa, busca-se a melhoria das características físicas e o comportamento mecânico dos concretos asfálticos drenantes com uma granulometria melhorada.

O acréscimo de copolímero SBS, de asfalto-borracha e polímeros, foi testado com o objetivo principal de verificar sua aplicabilidade e se poderiam trazer benefícios às características mecânicas do concreto asfáltico drenante, tornando viável a aplicação deste tipo de pavimento como camada de rolamento em rodovias.

2. METODOLOGIA

É necessária a busca de teor de asfaltos mínimo que assegure a resistência contra a perda de partículas da mistura e um teor máximo para manter a permeabilidade. Além disso, deve-se obter um máximo teor de vazios possível compatível, com boa resistência à desagregação e às deformações causadas pelo tráfego, mediante o uso de agregados e asfaltos de melhor qualidade, granulometria especial e dosificação adequada em laboratório.

É essencial que o concreto asfáltico drenante possua a maior porcentagem de vazios comunicantes possível, para que a água possa percolar por seu interior. Por outro lado, uma grande porcentagem de vazios do concreto asfáltico impõe que a curva granulométrica seja precisa, com aplicação de cimento asfáltico apropriado de modo a reduzir os riscos de desagregação e de deformação permanente pela ação da repetição das solicitações nas trilhas de roda, enquanto deve resistir à fadiga para permanecer íntegro ao longo da vida de serviço.

Nos concretos asfálticos drenantes a granulometria e a porcentagem de ligante asfáltico são os maiores responsáveis pelas características físicas e mecânicas adquiridas pelo material, pois este tipo de material possui uma constituição mais frágil e necessita de controle de características adicionais como permeabilidade e porcentagem de vazios comunicantes. No projeto de uma mistura granulométrica busca-se um grande atrito interno para maximizar a sua resistência à deformação e a ruptura por cisalhamento (Momm e Meurer, 2001).

2.1. Granulometria adotada

Estão sendo utilizadas as graduações granulométricas dos granulares definidas pelo estudo de Meurer (2001), granulares para maximizar o teor de vazios comunicantes e a permeabilidade. Essas curvas granulométricas, adotadas para as composições utilizadas nas misturas modificadas são apresentadas na Figura 1.

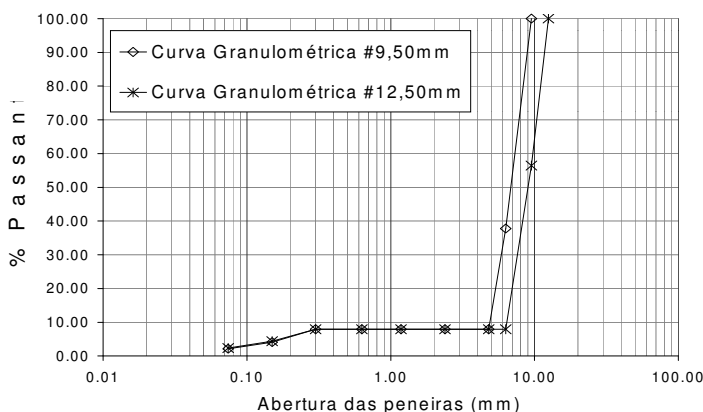


Figura 1: Curvas granulométricas para os concretos asfálticos drenantes modificados estudados

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A busca sempre constante de novos materiais que melhoram o desempenho dos pavimentos asfálticos levou ao desenvolvimento e uso de asfaltos modificados que visam ampliar a faixa de utilização dos ligantes rodoviários. Estas novas aplicações exigem que o ligante apresente propriedades diferenciadas, ou seja, maior coesão, maior adesão aos agregados, boa resistência ao envelhecimento e susceptibilidade térmica mais adequada em toda a faixa de utilização de temperatura do pavimento, refletindo em maior resistência à fadiga e à deformação permanente.

Para os concretos asfálticos drenantes modificados por copolímeros SBS utilizou-se o trabalho realizado por Meurer (2001), no qual trabalhou com ligante asfáltico CAP-20 modificado com 4% por elastômeros, que são os copolímeros de estireno-butadieno-estireno (SBS).

O polímero utilizado nesta pesquisa é uma olefina modificada funcionalmente para domínio de altas temperaturas para asfaltos de rodovias. Tem baixa viscosidade, é facilmente misturável, tem boa maleabilidade, e é compatível com uma larga escala de asfaltos. A característica fundamental deste polímero é conceito para ser responsável para associações polares dentro da estrutura molecular do asfalto. Para o ensaio, foi usado um ligante asfáltico CAP 50/60, modificado por 2% de polímeros.

Para as misturas de concreto asfáltico drenante estudadas com adição de borracha moída de pneu, devido às condições ruins de trabalhabilidade, manuseio e mistura em laboratório, utilizou-se um asfalto-borracha industrial (pré-misturado) com ligante asfáltico CAP-20, modificado com 15% de borracha moída de pneu.

A Tabela 1, a seguir, apresenta a relação da quantidade de corpos-de-prova e suas respectivas granulometrias necessários para a execução dos ensaios realizados para a mistura de concreto asfáltico drenante modificado por copolímero SBS (Meurer 2001). A Tabela 2, para as misturas por asfalto-borracha e polímeros.

Tabela 1: Ensaios para os concretos asfálticos drenantes modificados com copolímeros SBS

Relação da quantidade de corpos-de-prova para execução dos ensaios							
Granulometria	G1 (#9,50mm)			G2 (#12,50mm)			Quantidade Total
Teor de Ligante Asfáltico p/ Copolímeros SBS	3,6%	4,0%	4,4%	3,6%	4,0%	4,4%	
Ensaios Não-Destrutivos							
Vazios/Vazios Comunicantes	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	18
Ensaios Destrutivos (utilizados os mesmos dos ensaios não-destrutivos)							
Cântabro Seco	3	3	3	3	3	3	
Ensaio nas Placas (AFNOR-NF-P-98-253-1, 1993)							
Permeabilidade	-	2	-	-	2	-	4
Deformação Permanente	-	2	-	-	2	-	

Tabela 2: Quantidade de corpos-de-prova para os ensaios executados em função das misturas estudadas

Relação da quantidade de corpos-de-prova para execução dos ensaios							
Granulometria	G1 (#9.50mm)			G2 (#12.50mm)			Quantidade de corpos-de-prova
Teor de Ligante Asfáltico p/ Asfalto-Borracha	4.0%	4.5%	5.0%	4.0%	4.5%	5.0%	
Teor de Ligante asfáltico p/ Polímeros	3.5%	4.0%	4.5%	3.5%	4.0%	4.5%	
Ensaios Não-Destrutivos							
Vazios	16	16	16	16	16	16	96
Vazios Comunicantes	16	16	16	16	16	16	96
Permeabilidade	16	16	16	16	16	16	96
Ensaios Destrutivos (são utilizados os mesmos dos ensaios não-destrutivos)							
Marshall	4	4	4	4	4	4	24
Cântabro Seco	4	4	4	4	4	4	24
Cântabro Úmido	4	4	4	4	4	4	24
Tração Indireta	4	4	4	4	4	4	24
Total de corpos-de-prova (para cada uma das misturas estudadas)							96

3.1. Ensaios de laboratório

Para a realização dos ensaios de laboratório, determinou-se a percentagem de vazios; a percentagem de vazios comunicantes; a permeabilidade; perdas no ensaio Cántabro (DNER-ME 383/99, 1999); estabilidade e fluência no ensaio Marshall (DNER-ME 043/95, 1995); determinação da resistência à tração por compressão diametral (DNER-ME 138/94, 1994) e deformação permanente (AFNOR-NF-P-98-253-1, 1993).

Os corpos-de-prova foram compactados com um número de aplicação de 50 golpes, devido aos problemas de esmagamento dos granulares, observados na execução dos ensaios. Quanto ao ensaio de deformação permanente, foi realizado somente para as misturas modificadas com copolímeros SBS.

Para as misturas modificadas com polímeros, foi utilizado 1% de dope em peso no ligante, para assegurar melhores características de adesividade com os agregados utilizados, devido à análise dos ensaios de adesividade realizados (DNER-ME 078/94, 1994).

Para parâmetros dos ensaios, foram moldados corpos-de-prova Marshall para verificação das condições de vazios, desgaste por abrasão Cántabro e resistência à tração por compressão diametral segundo as especificações exigidas pela norma DNER-ES 386/99 (1999).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados do estudo realizados com os corpos-de-prova confeccionados na pesquisa são analisados pelos gráficos a seguir, referentes às misturas de concretos asfálticos drenantes modificados com copolímeros SBS, polímeros e asfalto-borracha. As misturas estudadas estão comparadas com um concreto asfáltico drenante sem modificadores, com ligante de cimento asfáltico de petróleo CAP-40, podendo verificar uma comparabilidade em função de suas características individuais em suas propriedades qualitativas e quantitativas.

4.1. Percentagem de Vazios

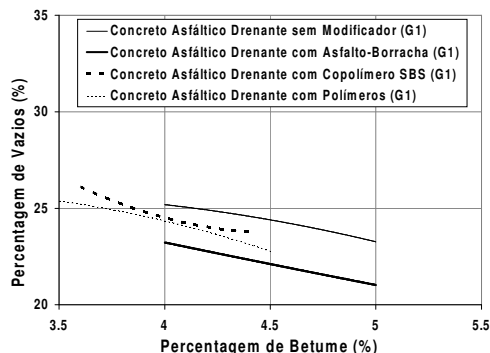


Figura 2: Percentagem de vazios - granulometria G1 (#9,50mm)

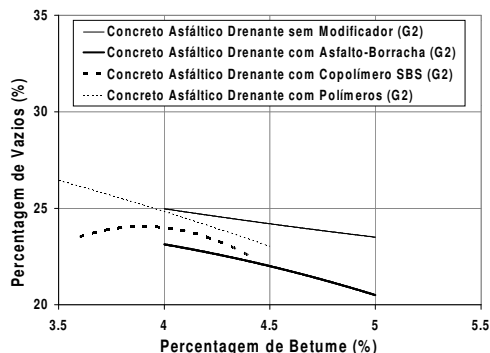


Figura 3: Percentagem de vazios - granulometria G2 (#12,50mm)

4.2. Percentagem de Vazios Comunicantes

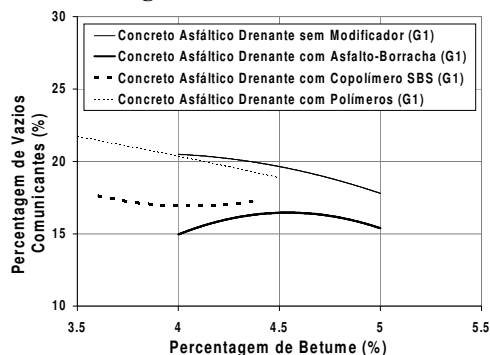


Figura 4: Percentagem de vazios comunicantes - granulometria G1 (#9,50mm)

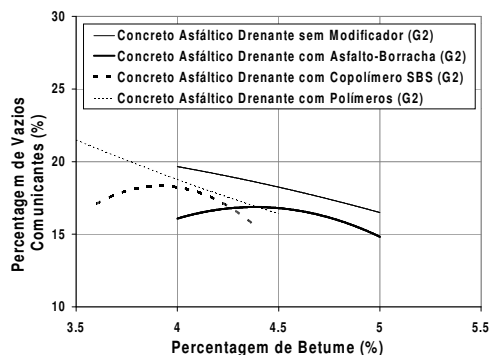


Figura 5: Percentagem de vazios comunicantes - granulometria G2 (#12,50mm)

4.3. Permeabilidade

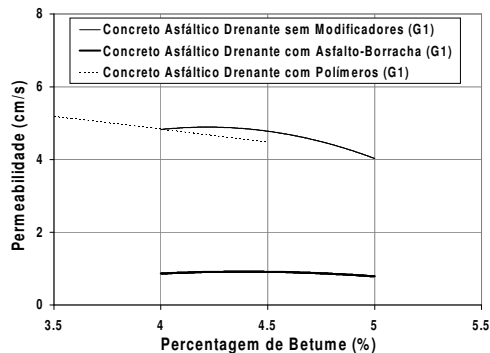


Figura 6: Permeabilidade - granulometria G1 (#9,50mm)

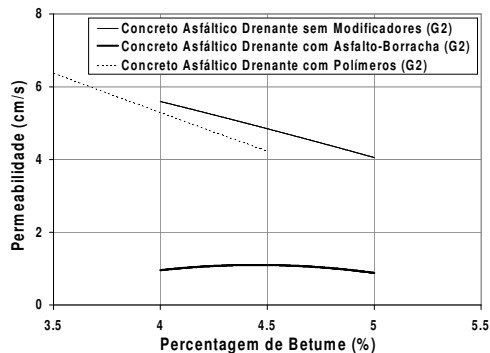


Figura 7: Permeabilidade - granulometria G2 (#12,50mm)

4.4. Perdas Cântabro – via seco

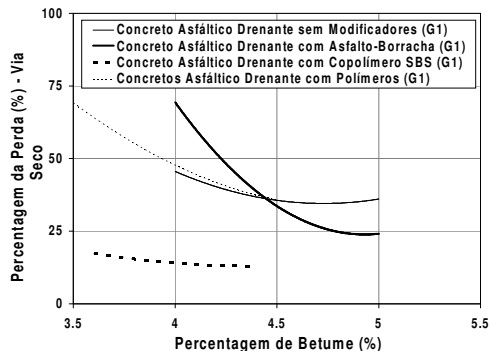


Figura 8: Cântabro (via seco) - granulometria G1 (#9,50mm)

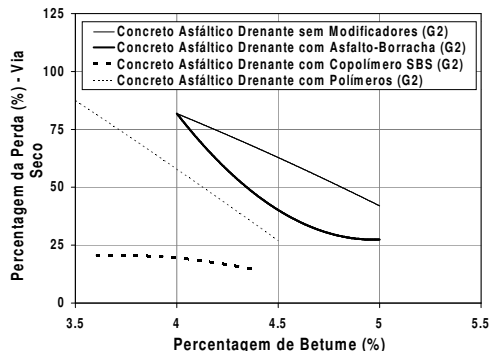


Figura 9: Cântabro (via seco) - granulometria G2 (#12,50mm)

4.5. Perdas Cântabro – via úmido

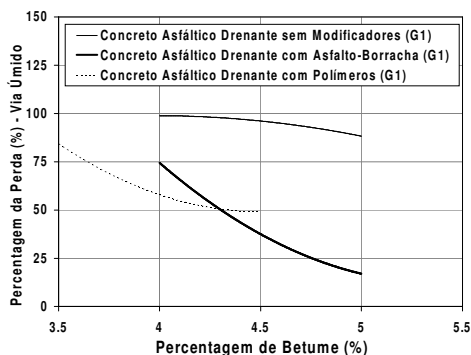


Figura 10: Cântabro (via úmido) - granulometria G1 (#9,50mm)

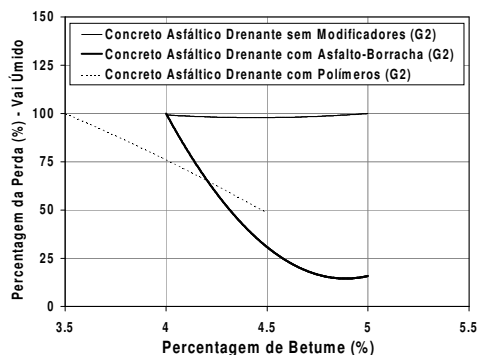


Figura 11: Cântabro (via úmido) - granulometria G2 (#12,50mm)

4.6. Ensaio Marshall – estabilidade

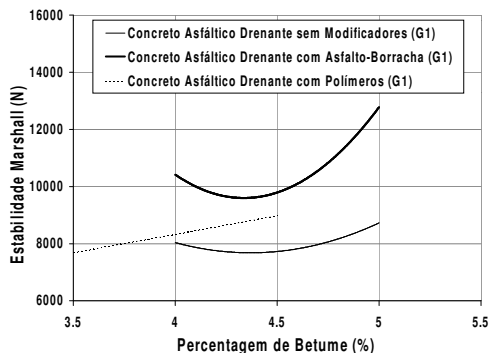


Figura 12: Estabilidade Marshall - granulometria G1 (#9,50mm)

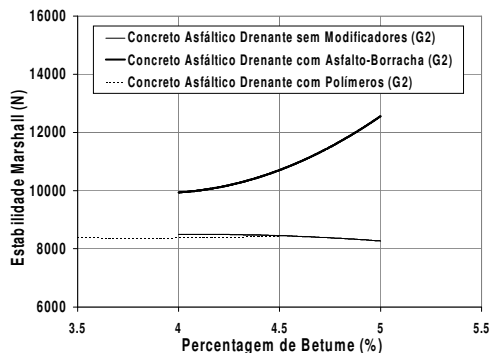


Figura 13: Estabilidade Marshall - granulometria G2 (#12,50mm)

4.7. Ensaio Marshall – fluência

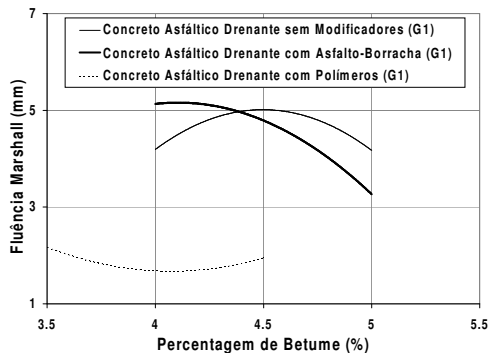


Figura 14: Fluência Marshall - granulometria G1 (#9,50mm)

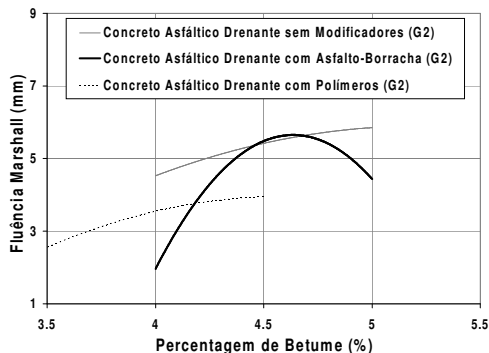


Figura 15: Fluência Marshall - granulometria G2 (#12,50mm)

4.8. Tração Indireta – via seca

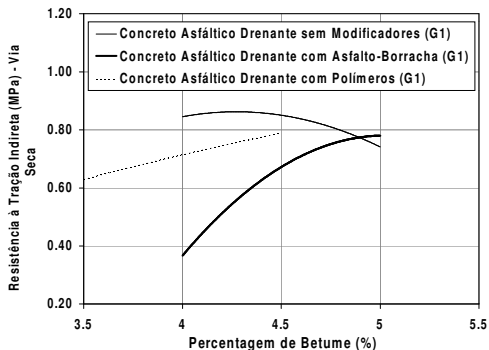


Figura 16: Tração Indireta (via seca) - granulometria G1 (#9,50mm)

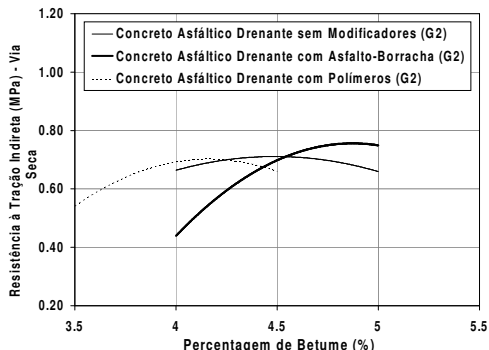


Figura 17: Tração Indireta (via seca) - granulometria G2 (#12,50mm)

4.9. Tração Indireta – via úmida

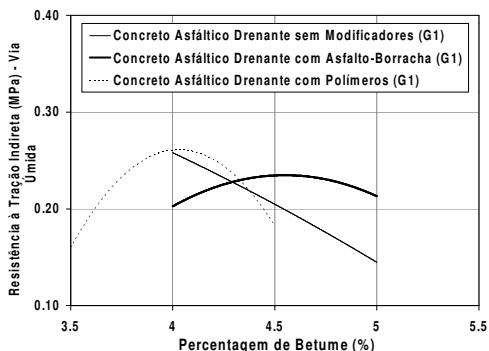


Figura 18: Tração Indireta (via úmida) - granulometria G1 (#9,50mm)

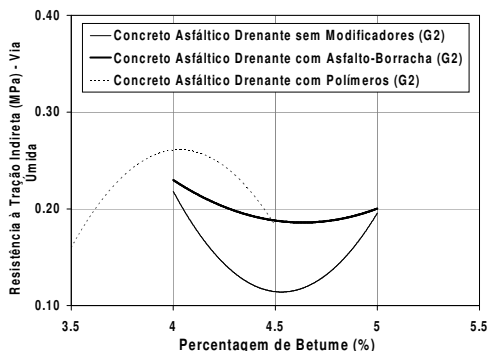


Figura 19: Tração Indireta (via úmida) - granulometria G2 (#12,50mm)

As placas de concreto asfáltico foram fabricadas no compactador LPC (Laboratoire des Ponts et Chaussées) do LTP/EPUSP (Laboratório de Tecnologia em Pavimentos/Escola Politécnica da Universidade de São Paulo), com dimensões de 5x18x40cm para as misturas de concreto asfáltico drenante por copolímeros SBS e para as granulometria estudadas, com teor de asfalto com 4% de ligante e conforme propõe a norma francesa AFNOR NF P 98-250-2 (1993). Conforme ilustram as Figuras 20, 21 e 22.

As placas foram ensaiadas na temperatura de 60°C e na frequência de 1Hz, os pneus estavam calibrados com pressão de 6bar e com carga de 5000N AFNOR NF P 98-253-1 (1993).

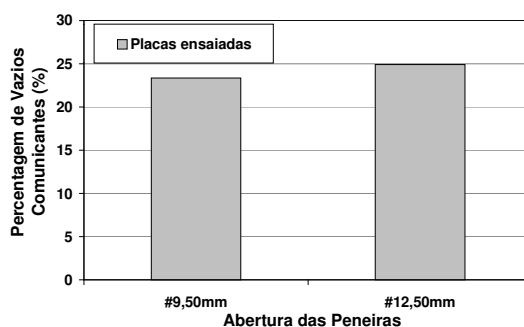


Figura 20: Vazios comunicantes nas placas de concreto asfáltico (Meurer, 2001)

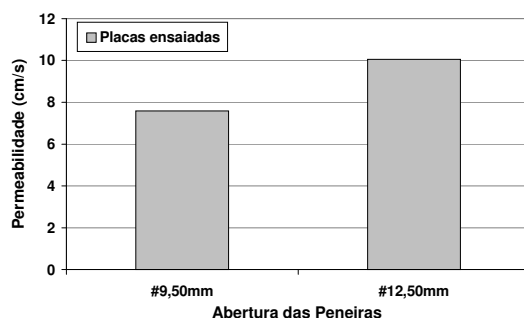


Figura 21: Permeabilidade nas placas de concreto asfáltico (Meurer, 2001)

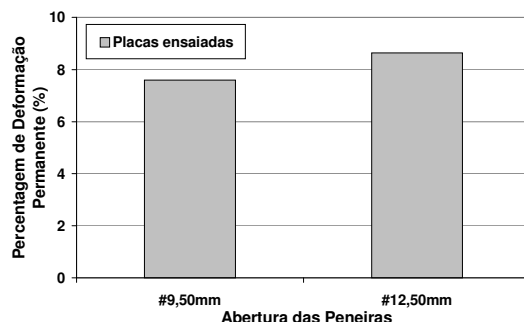


Figura 22: Deformação permanente nas placas de concreto asfáltico (Meurer, 2001)

5. CONCLUSÕES

Na análise dos ensaios verificou-se que as brechas na granulometria dos concretos asfálticos drenantes são fundamentais, concluindo-se que o máximo de permeabilidade é alcançado em curvas granulométricas com brechas bem definidas. Para cada ensaio realizado, destacam-se as seguintes análises e observações:

5.1. Percentagem de vazios

Os concretos asfálticos drenantes não modificados obtiveram, de maneira geral (pela tendência no gráfico em função do teor de ligante asfáltico), valores mais elevados de percentagem de vazios que os concretos asfálticos drenantes modificados por copolímeros SBS, copolímeros e asfalto-borracha (Figuras 2 e 3).

A percentagem de vazios decaiu com o aumento do teor de ligante asfáltico e o tamanho máximo dos granulares não revelou variação significativa.

5.2. Percentagem de Vazios Comunicantes

Novamente, os concretos asfálticos drenantes não modificados obtiveram valores mais elevados de percentagem de vazios comunicantes que os concretos asfálticos drenantes modificados por copolímeros SBS, polímeros e asfalto-borracha (Figuras 4 e 5).

Nas misturas estudadas, o tamanho máximo dos granulares não teve grande influência sobre a percentagem de vazios comunicantes. Além disso, com o aumento da percentagem de ligante asfáltico, conseqüentemente, decresceu a percentagem de vazios comunicantes.

Para os concretos asfálticos drenantes modificados com copolímeros SBS, os valores da percentagem do teor de vazios comunicantes nas placas (Figura 20) estão nos limites de 23% a 27%, sendo esses valores aceitáveis para camadas drenantes. Constata-se a tendência dos vazios comunicantes crescerem com o tamanho máximo. Verificando-se que nas placas os teores de vazios comunicantes foram bastante elevados.

5.3. Permeabilidade

A permeabilidade dos asfaltos não modificados e modificados por polímeros alcançou valores satisfatórios com relação aos concretos asfálticos drenantes modificados por asfalto-borracha (Figuras 6 e 7). Houve melhoria de desempenho com a utilização da granulometria G2 (#12,50mm) para as três misturas.

Para a permeabilidade analisada nas placas dos concretos asfálticos drenantes modificados com copolímeros SBS (Figura 21), todos os valores são considerados altos (entre 7cm/s e 15cm/s) se comparados com valores observados em pistas e relatados pela literatura (normas para concretos asfálticos drenantes estabelecem valores mínimos de 0,6cm/s para o campo).

É importante salientar que ocorre na realização em laboratório, que a placa encontra-se apoiada e com a face inferior livre. Tal fato acarreta que a água não encontra resistências ao fluxo na face inferior e assim os valores são mais elevados do que uma camada apoiada em camada impermeável, que é a situação no campo.

5.4. Perdas Cántabro

Nos ensaios Cántabro, observa-se que para todas as granulometrias há uma tendência aos desgastes decrescerem com o aumento do teor de cimento asfáltico, e um aumento dos desgastes com o aumento do tamanho máximo dos granulares.

Os concretos asfálticos drenantes sem modificadores, modificados por polímeros e por asfalto-borracha apresentaram resultados insatisfatórios tanto nos ensaios via a seco (Figuras 8 e 9) quanto via a úmida (Figuras 10 e 11). Somente com 5% de ligante asfáltico e granulometria G1 (#9,50mm) os concretos asfálticos drenantes modificados por asfalto-borracha apresentaram valores dentro do limite de 25% de perdas (especificação da norma do DNER-ES 386/99 (1999)), e resultaram menos suscetíveis à temperatura. Para os concretos asfálticos modificados por copolímeros SBS, ensaiados unicamente via a seco, os resultados atendem as especificações exigidas pela norma, obtendo um melhor desempenho aos demais.

No desgaste do ensaio Cántabro, observa-se para todas as granulometrias, tendência a desgastes decrescentes com o aumento do teor de cimento asfáltico. Constata-se a tendência dos desgastes aumentarem com o tamanho máximo dos granulares.

5.5. Marshall – Estabilidade

Não houve grande variação entre as granulometrias (Figuras 12 e 13), contudo, para a granulometria G1 (#9,50mm), com o aumento do teor de ligante asfáltico, todas as misturas mostraram estabilidade crescente, já para a granulometria G2 (#12,50mm), os concretos asfálticos drenantes modificados por asfalto-borracha apresentaram valores mais elevados de estabilidade, e conforme o aumento do teor de ligante asfáltico, apresentou melhores resultados, já os demais, não mostraram variação significativa.

5.6. Marshall – Fluência

Para todas as misturas nota-se que para a granulometria G2 (#12,50mm) (Figura 15) há um aumento do teor de ligante asfáltico com o aumento na fluência da mistura, contudo, para a granulometria G1(#9,50mm) (Figura 14), com o aumento do teor de ligante asfáltico essa fluência diminui, sendo assim, conseqüentemente, a fluência Marshall foi afetada pelo aumento do tamanho máximo dos granulares.

5.7. Ensaio de tração indireta

De maneira geral os ensaios de tração indireta, tanto via a seca (Figura 16) quanto via a úmida (Figura 17), para os concretos asfálticos drenantes modificados por polímeros e asfalto-borracha apresentaram valores crescentes com o aumento da variação da percentagem de ligante asfáltico e valores menores com o aumento do tamanho máximo dos granulares, diferente para os concretos asfálticos drenantes sem modificadores, que permaneceram praticamente constante com a variação da percentagem de ligante asfáltico e dos granulares.

5.8. Ensaio de deformação permanente

No ensaio de deformação permanente para os concretos asfálticos drenantes modificados por copolímeros SBS todos os valores obtidos estão em conformidade com as especificações exigidas por norma, que estabelece o valor limite de 10% em percentagem de deformação em 30.000 ciclos para utilização como camada de superfície. Os valores estão entre 7% e 9% para as granulometrias analisadas (Figura 22).

5.9. Considerações finais

Apesar de teores de ligante asfáltico diferentes entre as misturas de concretos asfálticos drenantes modificadas, há uma percepção dos resultados, sendo eles afetados significativamente pelos modificadores adicionados à mistura. Nos diversos parâmetros, as percentagens de vazios comunicantes e de perdas por desagregação no ensaio Cântabro, a permeabilidade e deformações permanentes, são extremamente sensíveis às variações de tamanhos na brecha.

É possível então, produzir concretos asfálticos drenantes com alto desempenho quanto à permeabilidade e percentagem de vazios comunicantes com tamanhos máximos de granulares maior, contudo, tamanhos máximos maiores resultam em riscos maiores de desagregação no ensaio Cântabro.

As análises dos resultados indicam que a modificação com asfalto-borracha produziu redução da percentagem de vazios comunicantes e da permeabilidade, redução das perdas Cântabro, aumento da estabilidade Marshall e a redução da resistência à tração indireta, em relação às misturas sem modificação. Pode-se destacar o efeito negativo obtido com a utilização do asfalto-borracha sobre a permeabilidade do material, e esta é uma característica essencial deste tipo de pavimento.

Também chamou a atenção o fato dos corpos-de-prova fabricados com as misturas asfálticas drenantes sem incorporação de modificadores (CAP-40), terem apresentado uma péssima resistência à desagregação e um desempenho também insatisfatório no ensaio Marshall (estabilidade), ficando abaixo do obtido pelos corpos-de-prova de asfalto-borracha, que, por sua vez, também não apresentaram bons resultados nesses ensaios.

Destaca-se o bom desempenho dos concretos asfálticos drenantes modificados por copolímeros SBS quanto à desagregação no ensaio Cântabro a seco. Os ligantes asfálticos modificados com esses copolímeros apresentaram melhor adesividade, como também por conseguirem envolver os agregados com película de maior espessura.

A adição de polímeros ao asfalto melhora consideravelmente suas propriedades, especialmente a resistência à fratura a baixas temperaturas e ao escoamento sob condições de aquecimento elevado. Com a evolução da pesquisa, permitiu aprofundar os conhecimentos, e hoje já se tem informação mais precisa sobre o mecanismo de atuação dos polímeros como reforço das propriedades do ligante.

Para análise das placas, os resultados mostraram concretos asfálticos drenantes com percentagem de vazios comunicantes com até 25%, velocidade de percolação de até 10cm/s no ensaio de permeabilidade, com perdas no ensaio Cântabro menores do que 25% e percentagem de deformação permanente menor do que 10%. Sendo também possível obter-se teores de vazios superiores controlando-se as brechas da curva granulométrica, permanecendo as misturas com resistência à desagregação e à deformação permanente.

Foram verificadas relações importantes sobre a influência da granulometria e da percentagem de ligante asfáltico em misturas asfálticas com adição de modificadores, entretanto os resultados não foram muito satisfatórios, principalmente no quesito permeabilidade, que foi uma característica muito afetada pela utilização do ligante modificado com asfalto-borracha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFNOR-NF-P-98-250-2, (1993), *Essais Relatifs aux Chaussées – Préparation des Mélanges Hydrocarbonés*, Partie 2: Compactage des Plaques, ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION, AFNOR.
- AFNOR-NF-P-98-253-1 (1993) *Essais Relatifs aux Chaussées – Déformation Permanente des Mélanges Hydrocarbonés, Partie 1: Essai d'Orniérage*. Association Française de Normalisation, AFNOR.
- DNER-ME 043/95 (1995) *Misturas betuminosas a quente - ensaio Marshall*. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Rio de Janeiro/RJ.
- DNER-ME 078/94 (1994) *Agregado graúdo – adesividade a ligante betuminoso*. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Rio de Janeiro/RJ.
- DNER-ME 138/94 (1994) *Misturas betuminosas – determinação da resistência à tração por compressão diametral*. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Rio de Janeiro/RJ.
- DNER-ME 383/99 (1999) *Desgaste por abrasão de misturas betuminosas com asfalto polímero – ensaio Cántabro*. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Rio de Janeiro/RJ.
- DNER-ES 386/99 (1999) *Pavimentação – Pré-misturado a quente com asfalto polímero – camada porosa de atrito*. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Rio de Janeiro/RJ.
- Meurer F., E. (2001) *Estudos de Granulometrias para concreto asfáltico Drenantes*. Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Momm, L. (2000) *Granulometria para o Concreto Asfáltico Drenante*. 1º Congresso Rodoviário Português, Centro Rodoviário Português, Lisboa, v. II, pp 583-592.
- Momm, L., Meurer F., E. (2001) *Study of the Aggregate for the Pervious Asphalt Concrete*. Second International Symposium on Maintenance and Rehabilitation of Pavements and Technological Control, Alabama, USA.

Leto Momm (letomomm@ecv.ufsc.br)

Marilan Pedro Dumke (mpdumke@bol.com.br, ecv3mdu@ecv.ufsc.br)

Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

Rua João Pio Duarte Silva, s/n - Córrego Grande, Florianópolis, SC, Brasil - CEP 88040-970