

# CONCRETO POROSO ASFÁLTICO: ESCOAMENTO DAS ÁGUAS NO MEIO URBANO

Gabriel Nunes Santos<sup>1</sup>

Ramiro Moreira Silva Júnior<sup>2</sup>

Sidney Rodrigues Alves<sup>3</sup>

## RESUMO

O desenvolvimento desordenado e sem planejamento de cidades e grandes centros urbanos causam muitos impactos ambientais. A ocorrência de inundações, devido à falta de permeabilidade do solo é um frequente problema, e o escoamento das águas por uso de pavimentos permeáveis em áreas urbanas é uma alternativa para reduzir o escoamento superficial. O emprego do Concreto Poroso Asfáltico (CPA) deve ser analisado criteriosamente em cada situação, uma vez que o mesmo deve ser usado em situações específicas e com algumas restrições, o que torna o produto inviável em algumas situações. A capacidade de carga à que será submetido e o fluxo intenso das vias são alguns limitadores. O objetivo do trabalho é apresentar uma alternativa para minimizar os problemas causados por inundações com o uso de CPA, citando as suas propriedades, composição do revestimento, vantagens e desvantagens em relação a um revestimento convencional.

**Palavras chaves:** Concreto Poroso Asfáltico. Escoamento das águas.

## ABSTRACT

Unplanned and uncontrolled development of towns and urban centers cause much environmental impacts. The occurrence of flooding due to lack of soil impermeability is a frequent problem, and the water flow by use of permeable pavements in urban areas is an alternative to reduce runoff. The use of Porous Asphalt Concrete (CPA) should be carefully analyzed in each situation, once it should be used in specific situations with some restrictions, which makes the product

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Capixaba da Serra – MULTIVIX SERRA.

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia Civil pela Universidade do Vale do Rio Doce - UNIVALE, pós-graduado em Engenharia do Petróleo pela Universidade do Centro Leste - UCL e Professor pela Faculdade Capixaba da Serra - MULTIVIX SERRA.

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Capixaba da Serra – MULTIVIX SERRA.

impracticable in some situations. The load capacity of which will be submitted and the intense flow of the roads are some limiters. The objective of the article is to present an alternative to minimize the problems caused by flooding with the use of CPA, citing its properties, coating structure, advantages and disadvantages in relation to a conventional coating.

**Keywords:** Porous Asphalt Concrete. Water flow.

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento desordenado e sem planejamento de cidades e grandes centros urbanos causam muito impactos ambientais. A ocorrência de inundações é frequentemente um desses problemas, devido à falta de impermeabilidade do solo, e escoamento das águas, ocorrido pelas grandes áreas que possuem um tipo de solo não permeável, principalmente nas grandes metrópoles (PINTO apud TUCCI, 2011).

Com o planejamento do uso e ocupação dos solos, utilizando técnicas que aumentam a infiltração de água, pode-se minimizar os problemas causados por inundações. Segundo Motta (1999) “a infiltração também vai auxiliar na redução de processos de enchentes, pois quanto maior a área permeável para infiltração das águas pluviais menor será o escoamento superficial”.

Tecnologias que aumentam a taxa de infiltração de água no solo ainda são pouco conhecidas pela população em geral, portanto pouco utilizadas. O uso de pavimentos permeáveis em áreas urbanas é uma alternativa para reduzir o escoamento superficial (MAUS, 2002).

A utilização de pavimentos permeáveis já vem sendo estudada e praticada em diversos lugares, embora seu uso não seja comum e nem amplamente disseminado. A ocupação do solo nas áreas urbanas interfere no modo como as águas são escoadas. O que diferencia o pavimento poroso do pavimento asfáltico convencional em relação à sua composição, sua aplicação e seus custos? Este tipo de pavimento pode ser usado em qualquer tipo de projeto de revestimento asfáltico?

O artigo em questão tem como metodologia uma revisão bibliográfica sobre concreto poroso asfáltico. Uma busca ativa foi realizada em materiais elaborados e publicados por diversos autores com o intuito de aprofundar o conhecimento sobre

este tipo de pavimento não tão convencional e pouco difundido.

O presente trabalho tem por objetivo apresentar, por meio de pesquisa bibliográfica, uma alternativa para solucionar os problemas questionados anteriormente, utilizando um tipo de pavimento que permita a infiltração das águas em seu solo, citando as suas propriedades, composição do revestimento, vantagens e desvantagens em relação a um revestimento convencional, aonde não há a infiltração da água no solo, somente ocorrendo o escoamento superficial.

## **2 IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO**

Segundo Voigt (2012), as áreas urbanizadas apresentam maiores expressões das intervenções humanas ao meio natural. São tomados como problemas os aterros sanitários, o desmatamento exacerbado, a ocupação de áreas impróprias para moradia, a poluição atmosférica, dos cursos e água e a impermeabilização do solo.

Diretamente ligada à urbanização, está a impermeabilização do solo, presente nas vias pavimentadas, nos estacionamentos e em telhados, gerando a diminuição da infiltração de água no solo e da evapotranspiração (SILVA, 2012).

Voigt (2012) afirma que um dos fatores que mais contribui para os graves alagamentos, principalmente nos grandes centros urbanos, é o fato de que a maior parte do solo é impermeabilizada pela pavimentação asfáltica e pelo concreto, diminuindo a quantidade de água que poderia ser infiltrada no solo natural e aumentando ainda mais a vazão dos corpos d'água.

Quando ocorre o aumento o volume de chuvas, a contribuição de água se transforma em escoamento superficial tendo como consequência o aumento dos volumes escoados sobre a pavimentação.

Entende-se por escoamento superficial direto o volume de precipitação total que escoar sobre a precipitação do solo. Tal escoamento é proporcional ao aumento da impermeabilização do solo (SILVA, 2012).

### 3 O USO DO ASFALTO NA PAVIMENTAÇÃO URBANA

O asfalto é um dos materiais de construção mais antigos e versáteis utilizados pelo homem. Existem muitas aplicações desse material, desde a agricultura até a indústria. O uso em pavimentação urbana é um dos mais importantes entre todos e um dos mais antigos também. Na maioria dos países do mundo, a pavimentação asfáltica é a principal forma de revestimento (BERNUCCI et al, 2008).

Segundo Bernucci et al (2008), atualmente no Brasil, aproximadamente 95% das estradas pavimentadas são de revestimento asfáltico, além de ser também usado em grande parte das ruas. Há várias razões para o uso intensivo do asfalto em pavimentação, sendo as principais: proporciona forte união dos agregados, agindo como um ligante que permite flexibilidade controlável; é impermeabilizante e é durável.

O asfalto utilizado em pavimentação é um ligante betuminoso que provém da destilação do petróleo e que tem a propriedade de ser um adesivo termoviscoplastico, impermeável à água e pouco reativo. No Brasil utiliza-se a denominação CAP (Concreto Asfáltico de Petróleo) para designar esse produto semissólido a temperaturas baixas, viscoelástico à temperatura ambiente e líquido a altas temperaturas, e que se enquadra em limites de consistência para determinadas temperaturas estabelecidas em especificações que serão mostradas mais adiante. A característica de termoviscoelasticidade desse material manifesta-se no comportamento mecânico, sendo suscetível à velocidade, ao tempo e à intensidade de carregamento, e à temperatura de serviço. O comportamento termoviscoelástico é mais comumente assumido do que o termoviscoplastico, com suficiente aproximação do real comportamento do material. O CAP é um material quase totalmente solúvel em benzeno, tricloroetileno ou em bissulfeto de carbono, propriedade que será utilizada como um dos requisitos de especificação. (BERNUCCI et al, 2008).

Nos pavimentos asfálticos, estão em geral presentes camadas de base, de sub-base e de reforço do subleito.



Figura 1: Execução do Asfalto.

Fonte: Nakamura (2011).

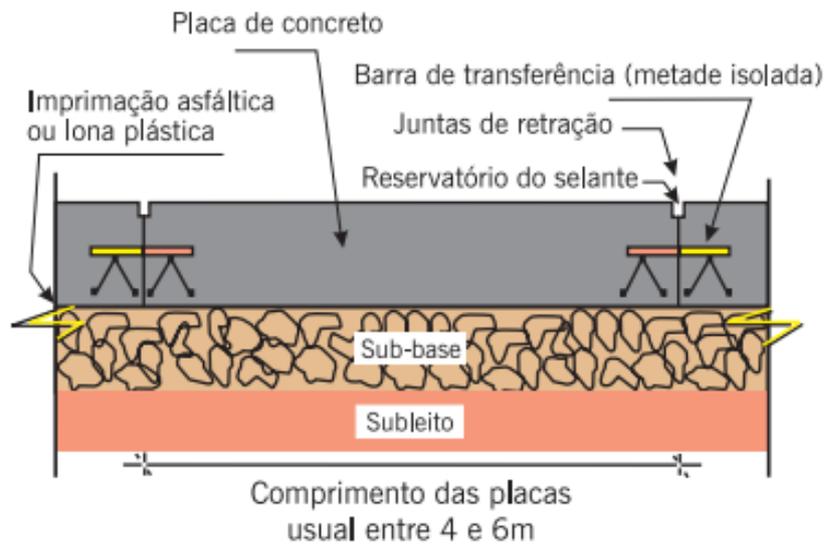


Figura 2: Camadas do Pavimento.

Fonte: Bernucci et al (2008).

A solicitação de tráfego e as características das camadas do pavimento são de grande importância estrutural. Limitar as tensões e deformações na estrutura do pavimento asfáltico, por meio da combinação de materiais e espessuras das camadas constituintes, devem ser especificadas no Projeto Estrutural (Dimensionamento) (BERNUCCI et al, 2008).

## 4 O PAVIMENTO

Segundo Virgiliis (2009), o uso do concreto permeável poroso se dá a partir do século XX em estradas de rodagem como camada sobreposta ao revestimento asfáltico cujo objetivo era proporcionar melhor drenagem e maior nível de segurança.

A metodologia de utilização do concreto asfáltico poroso é relativamente recente, haja vista que a concepção tradicional do asfalto priorizava a impermeabilização. Na Europa e na América do Norte, por volta do final da década de 70, a junção dos problemas hidrológicos gerados pelo crescimento urbano e os aspectos de segurança levaram ao início dos estudos experimentais, gerando a utilização operacional nos anos 80 (BAPTISTA & NASCIMENTO, 2005).

Virgiliis (2009) ainda diz que esse tipo de pavimento foi empregado inicialmente em áreas de estacionamento, vias de pedestres e locais de pequenos tráfegos. Após a obtenção satisfatória de resultados, a tecnologia passou a ser cada vez mais difundida, usando-a até em vias de tráfego significativo, como no contorno de Bordeaux, na França.



Figura 3: Concreto asfáltico poroso.

Fonte: Virgiliis (2009).

#### 4.1 PROPRIEDADES

O asfalto poroso é consequência da junção de um ligante betuminoso com agregados de tamanhos uniformes (VIRGILIIS, 2009).

Segundo Virgillis (2009), o revestimento em questão é semelhante ao pavimento asfáltico convencional, porém o nível de permeabilidade é superior. Entretanto, também é vulnerável ao processo de colmatação pelo ligante que pode, por meio dos poros, infiltrar-se pela superfície, gerando acúmulo na estrutura. Além do fator exposto, existe ainda a possibilidade de colmatação por meio das impurezas do pavimento, como solo, folhas e sujeiras no geral, ocasionando a necessidade de manutenção periódica.



Figura 4: Implantação do concreto poroso asfáltico.

Fonte: Pinto (2011).

#### 4.2 FORMULAÇÃO

A proporção da mistura de ligante e material betuminoso deve ser feita considerando a quantidade de vazios que se deseja obter. Ou seja, o grau de

permeabilidade do local de implantação, além da estabilidade estrutural. A formulação consiste em selecionar o material ligante, estabelecer seu teor e determinar a granulometria dos agregados. (VIRGILIS, 2009)

Para Virgiliis (apud VERHAGE, 2009), a seleção dos agregados depende do atrito interno entre as partículas. O material deve ser constituído de pedra britada, ter baixa abrasão e ser resistente ao polimento.

Já para o ligante, seu teor deve ser tal qual garanta os índices de vazios superior a 20%. Sua quantidade, que está diretamente ligada às solicitações que tendem a desagregar o revestimento, é determinada pelo Ensaio Cântabro, correspondente à perda de 25% por abrasão (VIRGILLIS apud VERHAGE, 2009).

#### 4.3 ESTRUTURA DO SISTEMA DE DRENAGEM

A seção transversal típica de um pavimento de concreto poroso segue apresentada na figura 5.

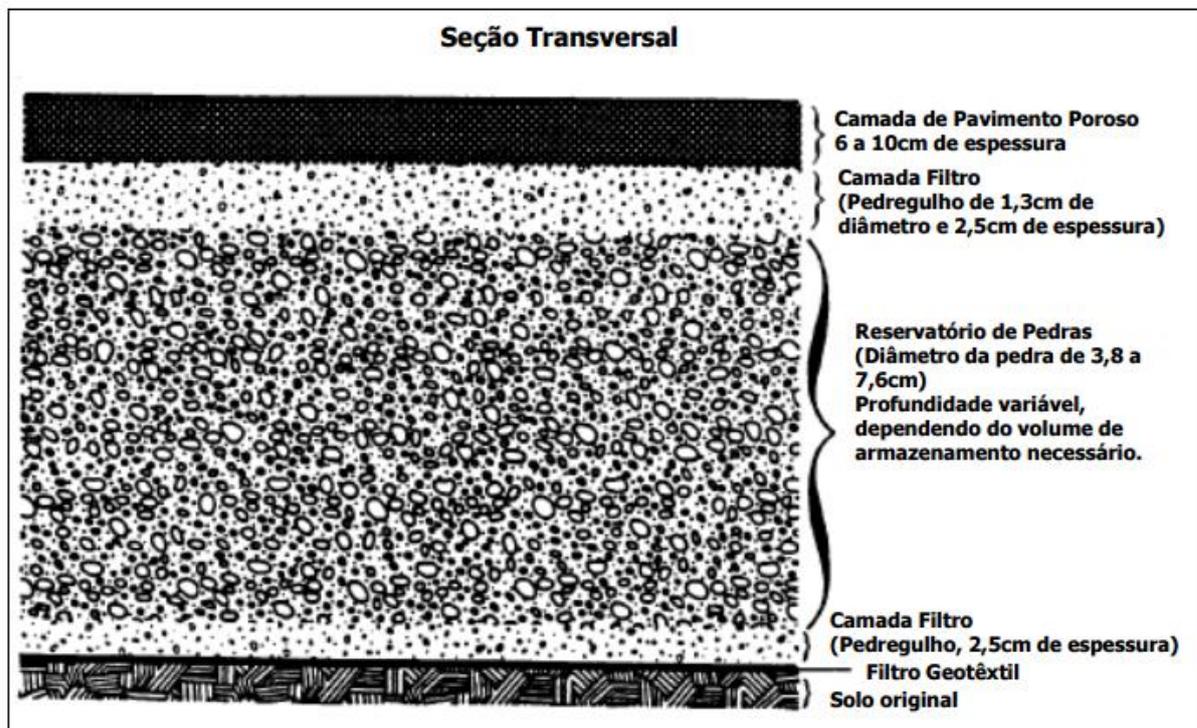


Figura 5 – Seção transversal típica de um pavimento permeável.

Fonte: Acioli et al (2003).

Segundo Acioli et al. (2003), a água que atinge a superfície infiltra rapidamente através dos poros da camada asfáltica para a camada de reservatório que é composta de duas partes: um filtro de material granular com diâmetros de aproximadamente meia polegada (1,25 cm) e uma camada de brita com diâmetro entre 3,5 cm e 7,0 cm.

Após a camada supracitada, a água segue para o subsolo ou pode ser coletada por tubos de drenagem e conduzida até uma saída.

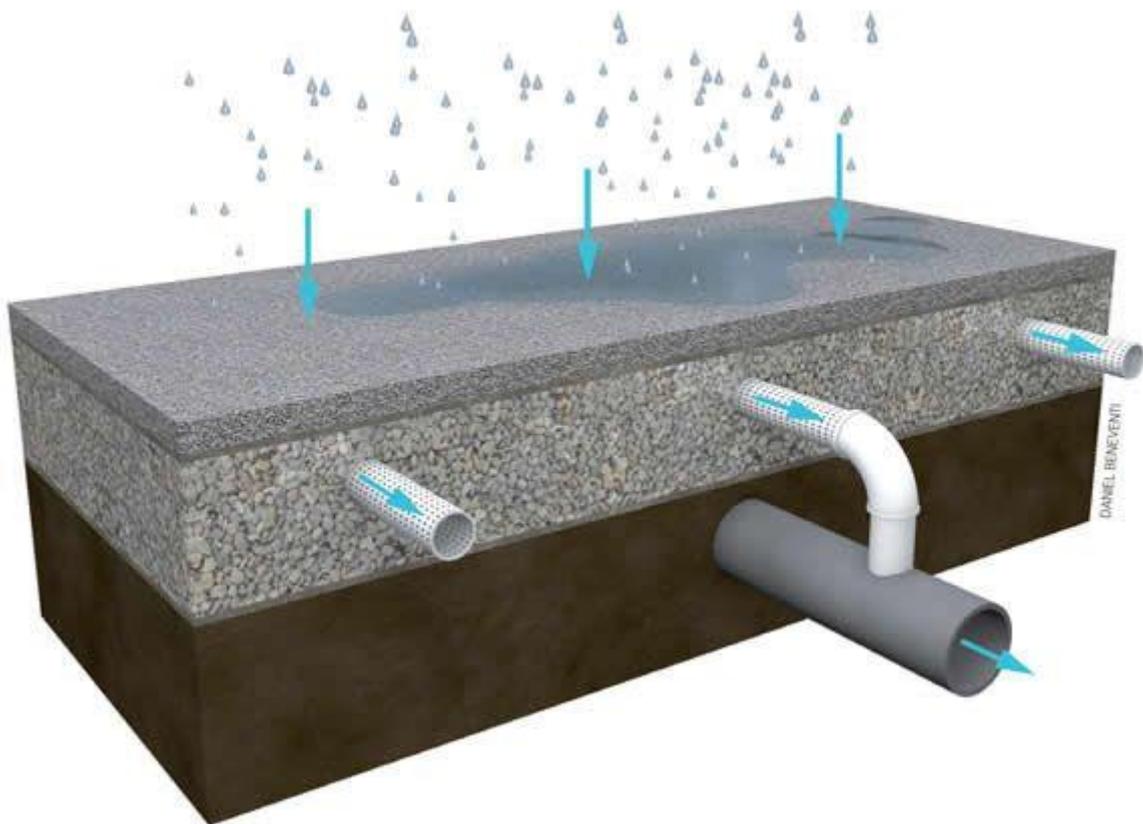


Figura 6 – Sistema de drenagem com o asfalto poroso.

Fonte: Mazzonetto (2011).

#### 4.4 CONSIDERAÇÕES CONSTRUTIVAS E DE MANUTENÇÃO

Virgillis (2009) comenta que o processo de construção do revestimento poroso não se diferencia expressivamente do processo betuminoso convencional.

A regularização da superfície de aplicação deve ser extremamente rigorosa, de forma que não existam depressões com profundidades maiores que um centímetro,

evitando o aparecimento de pequenas bacias de acúmulo de água abaixo da camada asfáltica. Por essa mesma razão, deve-se considerar a declividade transversal adequada e o posicionamento das juntas para que a drenagem hidráulica ocorra propositalmente (VIRGILIIS, 2009).

Para Virgillis (apud GAL, 1992), o concreto asfáltico poroso perde sua permeabilidade devido a diversos fatores e situações de tráfego.

A recuperação do material no final de sua vida útil envolve, geralmente, a sobreposição de uma nova camada de reforço sobre o pavimento existente.

Segundo o Catálogo de Estruturas Francês, Setra (1993), recomenda-se duas possibilidades para o fim da vida útil (VIRGILIIS, 2009):

- Fresagem e substituição da camada existente por uma nova;
- Superposição de uma camada nova, após impermeabilizar a antiga.

#### 4.5 VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO

Como vantagens na utilização da metodologia do asfalto poroso podemos citar:

- Redução do fenômeno da hidroplanagem consequente da eliminação da água superficial (CASTRO, 2005);
- Conforme Castro (2005), aumenta a resistência à derrapagem com o pavimento molhado devido ao elevado grau de macrotextura que concede aderência do pneu dos veículos com o pavimento;
- Minimização do efeito “spray” gerado pelo acúmulo superficial de água durante a passagem de rodas em movimento (CASTRO, 2005);
- Menor reflexão das luzes dos veículos nas películas superficiais de água, proporcionando melhor visibilidade e segurança (CASTRO, 2005);
- Virgiliis aponta ainda uma boa condutividade hidráulica, ou seja, a capacidade de a água ser transportada para as camadas inferiores. Tal fenômeno origina-se pelos vazios existentes entre os agregados.
- E por fim, a recarga dos aquíferos também é apontado por Virgiliis (2009) como uma das vantagens oferecidas pelo material, uma vez que a água aplicada na via poderá alcançar novamente o lençol freático.

#### 4.6 DESVANTAGENS

Embora este tipo de pavimento permeável possuir algumas vantagens mais específicas as águas pluviais, podemos destacar algumas desvantagens, segundo (PAVIMENTAÇÃO..., 2010).

- Pavimentos permeáveis são projetados para substituir áreas impermeáveis, e não para gerir águas pluviais das outras superfícies. O uso desta técnica deve ser parte de um sistema global de gestão para águas pluviais, e não é um substituto para outras técnicas. Além disso, em um evento de grande tempestade, o lençol freático pode subir e limitar a absorção pelo solo;
- Em casos de escoamento altamente contaminado, gerado por algumas utilizações do solo onde as concentrações de poluentes excedem os índices normais, o pavimento permeável não é indicado. Exemplos são: pontos comerciais, viveiros, instalações de reciclagem, postos de abastecimento, armazenagem industrial, marinas, algumas instalações de carga, os canteiros de obras, geradores de materiais perigosos (recipientes expostos à chuva), áreas de manutenção de veículos e, e equipamentos de lavagem de veículos.
- O pavimento poroso é uma prática de infiltração e não deve ser aplicado em risco de poluição de águas pluviais, devido a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas. Todo o escoamento contaminado deve ser impedido de entrar no sistema de drenagem municipal sem tratamento prévio.
- Fontes de referência diferem sobre se pavimentos permeáveis são apropriados para diferentes volumes e os pesos de tráfego. Por exemplo, em torno de docas de caminhões de carga e áreas de alto tráfego comercial, pavimento poroso é às vezes citado como sendo imprópria. No entanto, dada a variabilidade de produtos disponíveis e o constante avanço da técnica existem hoje produtos para todos os casos.
- Algumas estimativas colocam o custo de pavimentação permeável maior que a pavimentação do asfalto convencional.
- A durabilidade dos pavimentos permeáveis é compatível ou menor que os convencionais, dependendo do caso.

O uso do Pavimento Asfáltico Poroso possui certas limitações que podemos associar como algumas desvantagens em relação a um pavimento convencional,

Segundo Tomaz (apud Urbonas, 2009) podemos citar as seguintes:

- Não pode ser construído em locais de tráfegos pesados ou em locais que veículos tenham velocidade mais de 50km/h;
- Não pode ser construído em locais onde há erosão e se espera grande quantidade de sedimentos;
- Pode causar a contaminação da água subterrânea, principalmente em posto de gasolina, oficinas mecânicas etc.;
- É necessário operário especializado para a sua construção e manutenção;
- O pavimento poroso tem aplicação limitada devido aos problemas de redução da capacidade de infiltração dos solos;
- Tendência a entupir em 1 ano a 3 anos.

Acioli et al (2005) cita algumas desvantagens relacionadas aos pavimentos permeáveis: existe o risco do aquífero ser contaminado, dependendo da utilização que for dada ao solo e da suscetibilidade do aquífero; se o pavimento for poroso, ele pode tornar-se obstruído, se não for adequadamente instalado ou mantido; a pouca perícia dos engenheiros e dos contratantes com relação à esta tecnologia; existe um risco considerável de falha, devido à má construção ou colmatagem.

#### 4.7 CONSIDERAÇÕES REFERENTES AO CUSTO DO CPA

Se for analisar os custos de um Concreto Poroso Asfáltico comparando com um pavimento asfáltico mais usual, pode se observar um custo moderado do CPA. Em relação a sua manutenção temos um aumento considerável (TOMAZ, 2009).

De acordo com Virgillis (2009) os revestimentos porosos, normalmente são mais caros que os revestimentos convencionais. Os motivos desse maior custo são:

- As exigências quanto à melhor qualidade dos agregados constituem-se um adicional de custo, pois, muitas vezes, é necessário buscar o material a grandes distâncias do local da aplicação;
- O ligante deve ser modificado por polímero, que é mais caro do que o convencional;
- Há um maior consumo de sinalização horizontal sobre os revestimentos porosos, pois há penetração parcial de tinta;

- Há necessidade de uma camada impermeável subjacente, dependendo do que for concebido;
- A capacidade estrutural é menor que a do concreto betuminoso convencional, o que resulta, muitas vezes, na utilização de espessuras maiores;
- A conservação do revestimento poroso é normalmente mais cara do que a de concreto betuminoso, pois é necessário que sejam mantidas as características de drenabilidade, etc., na mistura utilizada.

O custo do revestimento poroso varia de país a país, chegando entorno de 10% a 15% maiores do que uma pavimentação de asfalto normal. Na Alemanha é o dobro das misturas convencionais e, na França, 20% a mais, Virgiliis (apud LEFEBVRE, 1993).

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A urbanização e a intervenção humana na natureza vêm modificando o curso natural das águas pluviais. A impermeabilidade dos solos faz com que se busquem sistemas específicos de drenagem urbana para amenizar as enchentes e inundações.

Trazido para o Brasil no século passado após estudo e implantação em países da Europa e da América do Norte, o Concreto Poroso Asfáltico é um tipo de sistema de drenagem criado para mitigar esses problemas.

Para que um sistema de drenagem urbana funcione perfeitamente deve ser produzido um projeto bem elaborado, não visando somente o revestimento asfáltico poroso, mas sim todo o sistema global de gestão de águas pluviais, o que é indispensável a sua manutenção periódica depois da obra executado, para um correto e duradouro funcionamento. A funcionalidade do produto também é diretamente influenciada pela qualidade empregada na metodologia executiva, uma vez que há a necessidade de cuidados maiores que o asfalto convencional.

O asfalto poroso é consequência da junção de um ligante betuminoso com agregados de tamanhos uniformes e sua formulação é parecida com a do asfalto não-poroso. A definição o nível de porosidade é dado pela proporção do ligante e do agregado na mistura à ser empregada.

O CPA tem como uma de suas vantagens à segurança em relação a acidentes

que possam ser ocasionados pelo fenômeno de hidroplanagem, uma vez que, com o uso do CPA a eliminação da água superficial será mais eficiente, ocorrendo também um aumento a resistência a derrapagens, devido ao elevado grau de macro textura concedendo maior aderência aos pneus dos veículos. Este tipo de pavimento é mais indicado para áreas de baixo tráfego e em locais de tráfegos leves, pois o elevado tráfego e tráfego de pesos excessivos poderão danificar a estrutura e diminuir a sua vida útil. O CPA não é indicado para lugares aonde possa haver contaminação do solo por infiltração, por diversos tipos de poluentes, onde esses poluentes iram se infiltrar pelas camadas do pavimento pelos poros, até chegar ao solo, podendo contaminar lençóis freáticos. O custo dessa metodologia é considerado moderado, entretanto, a manutenção é mais cara do que de um pavimento convencional. A sua vida útil pode ser comparada a de um pavimento convencional ou até menor, desde que sejam tomados todos os cuidados de manutenção corretos.

Deve se observar que em muitos casos o uso do pavimento poroso não é o mais adequado e/ou vantajoso para determinados projetos em relação ao produto impermeável. Portanto, deve ser analisado todo o conjunto de fatores e informações do projeto para se definir qual será o melhor sistema de drenagem apropriado, objetivando sempre a eliminação rápidas das águas superficiais, proveniente das chuvas, diminuindo os problemas de enchentes e inundações.

## REFERÊNCIAS

ACIOLI, L. A., 2005, **Estudo Experimental de Pavimentos Permeáveis para o Controle do Escoamento Superficial na Fonte**. Porto Alegre, 2005.

ACIOLI, Laura Albuquerque et al. **Implantação de Um Módulo Experimental Para a Análise da Eficiência de Pavimentos Permeáveis no Controle do Escoamento Superficial na Fonte**. Porto Alegre: Simpósio ABRH, 2003.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, Sylvie. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2005.

BERNUCCI, Liedi Beriani et al. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2008.

CASTRO, L. R. **Mezclas Drenantes**. In: Congresso Ibero-Americano Del Asfalto, 13. São José, Costa Rica, 2005.

DNIT- **Manual de Pavimentação**, 3 ed. – Rio de Janeiro, 2006.

MAUS, Victor Wegner; RIGHES, Afranio Almir; BURIOL, Galileo Adeli. **Pavimentos Permeáveis e Escoamento Superficial da Água em Áreas Urbanas**. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste, 1. Cuiabá, 2007.

MAZZONETTO, Caroline. **Concreto Permeável**. 13 ed. 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/13/artigo254488-2.aspx#>>. Acesso em: 09 de jun. de 2016.

NAKAMURA, Juliana. **Pavimentação Asfáltica: Os tipo de revestimento, maquinário necessário e os cuidados na contratação, projeto e execução**. 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/artigo260588-3.aspx>>. Acesso em: 26 de jun. de 2016.

**PAVIMENTAÇÃO permeável.** 2010. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/pavimentacao-permeavel/>>. Acesso em: 02 de jun. de 2016.

PINTO, Liliane Lopes Costa Alves. **O Desempenho de Pavimentos Permeáveis como Medida Mitigadora da Impermeabilização do Solo Urbano.** São Paulo, 2011.

TOMAZ, Plínio. **Curso de Manejo de Águas Pluviais.** s.l.: s.ed, 2009.

VIRGILIIS, Afonso Luís Corrêa. **Procedimentos de Projeto e Execução de Pavimentos Permeáveis Visando Retenção e Amortecimento de Picos de Cheias.** São Paulo, 2009.

VOIGT, Morgana Aline. **Problemas Ambientais Urbanos.** 2012. Disponível em: <<http://geografia-ensinareaprender.blogspot.com.br/2012/07/problemas-ambientais-urbanos.html>>. Acesso em: 21 de out. 2015.