

Estudo de Viabilidade Técnica da Implantação de Sistema de Drenagem com Utilização de Asfalto Permeável, como Alternativa de Mitigação de Inundações, em Áreas Urbanas de Manaus

WEBERTER KURY PERRONE

Graduando bacharel em Engenharia Civil
Centro Universitário do Norte, Laureate International Universities
UNINORTE, Manaus, Amazonas, Brasil

WILLACE LIMA DE SOUZA

Engenheiro Civil e Professor Orientador
Centro Universitário do Norte, Laureate International Universities
UNINORTE, Manaus, Amazonas, Brasil

Resumo

Com a expansão significativa da urbanização, por ação do homem, assim como o crescimento das superfícies impermeáveis nas cidades, os grandes centros urbanos começam a sofrer altos picos de vazão, através do escoamento superficial, e conseqüentemente, uma frequência cada vez maior de enchentes, causando prejuízos ambientais, sociais e econômicos. Em Manaus, basta uma chuva para que esses problemas se evidenciem em vários pontos da cidade. Diante disso, surge a exigência de procurar métodos para a diminuição dos problemas ocasionados, por meio do uso de materiais de revestimentos alternativos, como por exemplo o asfalto permeável. O estudo tem por objetivo realizar um levantamento bibliográfico, e uma análise de documentos, para apontar a viabilidade técnica de implantação do asfalto permeáveis, além de seus benefícios e limitações em sua utilização, visando a sua aplicação prática como medida compensatória de drenagem urbana com a finalidade de combater inundações em pontos específicos, gerado pelo regime pluviométrico, na cidade de Manaus/AM.

Palavras chave: Asfalto Permeável; Asfalto; Permeabilidade, Asfalto convencional; Pavimento; Drenagem urbana; Inundações Urbanas.

Abstract

With the significant expansion of urbanization by man, as well as the growth of impermeable surfaces in cities, large urban centers begin to suffer high flow peaks through surface runoff and, consequently, an increasing frequency of flooding, causing environmental, social and economic damages. In Manaus, rain is enough for these problems to be evident in various parts of the city. In view of this, there is a need to look for methods to reduce the problems caused by the use of alternative coatings materials, such as permeable asphalt. The aim of this study is to carry out a bibliographic survey and document analysis to indicate the technical viability of the permeable asphalt, as well as its benefits and limitations in its use, aiming at its practical application as a compensatory measure of urban drainage with the purpose of combating floods at specific points, generated by the pluviometric regime, in the city of Manaus / AM

Keywords: Asphalt Permeable; Asphalt; Permeability, Conventional asphalt; Floor; Urban drainage; Urban Floods.

INTRODUÇÃO

O sistema de urbanização no Brasil, através da ação do homem, vem ocorrendo de forma acelerada e desordenada, degradando significativamente a superfície dos solos, impermeabilizando as áreas urbanas, atingindo as áreas rurais, o que ocasiona uma intensificação nos problemas relacionados às inundações das cidades e enchentes dos rios. O manejo do solo sem planejamento profissional e racional, ligado à impermeabilização do solo, têm aumento o cenário de insustentabilidade, provocando prejuízos à infraestrutura das pequenas e grandes cidades e colocando em risco a saúde e vida das pessoas, além que tal quadro possui, também, estreita

ligação com a mudança na qualidade das águas. Os sedimentos e poluentes, que ficam dispostos sobre a superfície, acabam sendo levados aos corpos d'água pelas águas da chuva. Além do que, a impermeabilização das superfícies nas áreas urbanas diminui a infiltração da água no solo, afetando para o não reabastecimento dos lençóis freáticos, podendo provocar sérios problemas de secas durante períodos de longas estiagens, conforme verificado nos últimos anos (TUCCI, 2003). Outros problemas, como o assoreamento dos rios e erosão, também podem ser provocados, em certa parcela pela impermeabilização das superfícies do solo, que provoca um aumento do volume do escoamento, do que o analisando em superfícies naturais (ESTEVES, 2006).

Atualmente na cidade de Manaus, vem aumentando os problemas ocasionados pelas chuvas. Uma das medidas tomadas pelos órgãos competentes para soluções de drenagem urbana são, na maioria das vezes, meios de drenar as águas das precipitações o mais rápido possível para a jusante. As ações antrópicas formadas pelo crescimento acelerado das áreas urbanas impermeáveis (telhados, passeios, ruas, estacionamentos entre outros), resultado do aumento populacional concentrado nos centros das cidades, juntamente com conseqüente interferência humana no ciclo hidrológico, tem obtido como efeito o aumento das enchentes, degradação das águas pluviais e a inundações urbana, o que obriga os órgãos públicos a tomarem ações que buscam a minimização dos efeitos produzidos pelas chuvas intensas.

Conforme a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB (2008), o estado do Amazonas apresenta debilidade em serviços prestados de saneamento. Em relação ao instrumento que regula os serviços de saneamento básico, a região Norte apresenta aproximadamente 26,5% para o abastecimento de águas portáteis, 4,5% para esgotamento sanitário, e apenas 14% para manejo de águas pluviais e superficiais. E tem-se

analisado um aumento dos acontecimentos de inundações e alagamentos, baseado às coletas de informações realizadas na Defesa Civil do Município de Manaus.

Novas soluções buscam resgatar as condições de pré urbanização utilizando mecanismos que provoquem o aumento de infiltração no solo das águas pluviais, e o aumento do tempo de retardo de escoamento superficial. Neste caso, um dos mecanismos utilizados para essa finalidade é o uso de asfalto permeável, quem tem a capacidade de reduzir a taxa de escoamento superficial, e reduzir os picos de alagações. Este mecanismo pode absorve inteiramente ou parte do escoamento através de uma camada porosa direcionando para um reservatório de brita de granulometria uniforme construída sobre o perfil do terreno, podendo este conduzir gradativamente as águas para o sistema de esgoto, ou simplesmente transferi-la para o solo.

Entendendo as enchentes e inundações como resultados relacionados à construção de áreas urbanas caracterizados pela insustentabilidade e forma desordenada, tornou-se necessário ampliar a pesquisa por materiais e mecanismos relacionados à construção de um ambiente capaz de diminuir efeitos negativos derivados das inundações.

METODOLOGIA

Este artigo foi formulado através de uma metodologia de revisão bibliográfica, o que permite uma embasamento teórico para argumentar o tema escolhido “Estudo de viabilidade técnica da implantação de sistema de drenagem com utilização de pavimento permeável, como alternativa de mitigação de inundações, em áreas urbanas de Manaus” e os entraves que nele se incluem, possibilitando criar um quadro conceitual e teórico que dará apoio ao que está sendo apresentado.

REFERENCIAL TEÓRICO

As enchentes dos rios são tidas como acontecimentos naturais que acontecem periodicamente nos cursos dos rios devido às fortes chuvas (Pompêo, 2000). Ainda que sejam naturais, a ação antrópica encaminha-se a ser a principal responsável pelos eventos registrados nas grandes cidades (Tucci, 2003). Segundo Canholi (2014), as enchentes são o somatório de vazão ou descarga d'água, correspondente ao escoamento superficial de origem de suas precipitações, nos canais fluviais. Em ocorrência de enchente, as vazões formadas podem alcançar níveis que excedem o suporte de descarga da calha no curso d'água, ocasionando no escoamento para áreas de margens ao leito fluvial. Embora de circunstancia natural e sazonal, tais causas são intensificadas pela ação do homem, por meio do aumento das áreas urbanizadas, que adentram as regiões das planícies de inundação ou costeiras, e seguem em direção às mais elevadas partes do relevo (Pompêo, 2000).

A inclusão das várzeas dos rios ao conjunto viário das cidades, com o decorrente regime de correção de canais fluviais de curvas acentuadas e obras de canalização, acentuam a impermeabilização das planícies de inundação, junto com um conseqüente aumento dos altos níveis de vazão e de ocorrência de inundações, e rapidez no escoamento superficial (Pompêo, 2000).

Apesar das inovações técnicas desenvolvidas, a adesão ao uso delas esbarram em dificuldades de fiscalização, financeiras e da responsabilidade dos cidadãos. Tais meios não descartam a rede de esgotos, que deve ter capacidade de vazão suportável e estar pronta para atuar independentemente, mesmo em casos emergenciais, e a integração de novas tecnologias no avanço de elementos de pavimentação (Pompêo, 2000).

Os impasses de drenagem urbana solicitam soluções estruturais e não estruturais alternativas, fundamentada em estudos da dinâmica ambiental, hidrológica e climatológica, além de fatores sociais e políticos-institucionais que atendem as obras de infraestrutura, planejamento de drenagem e de planejamento urbano, examinados de forma globalizada nos planos diretores de drenagem superficial (Canholi, 2014).

Novamente, Suderhsa (2002) afirma que os pavimentos permeáveis, de asfalto ou concreto, podem ser empregados em vias de pequeno fluxo, como vias de passeio, estacionamentos para carros, quadras poli esportivas e ruas de pequeno tráfico. O uso destes mecanismos não é indicado para vias de tráfego intenso, pois estes pavimentos podem sofrer deformações ou entupidos de seus capilares e vazios, tornando-se impermeáveis. Conforme o meio comum de produção, os pavimentos tradicionais buscam obter o máximo de teor de impermeabilidade. Possibilitando assim, maior proteção ao solo, impedindo a umidade a qual reduz a resistência do solo que é pavimentado. Os solos úmidos tendem a ficar com menor resistência proporcionando com que o pavimento possa afundar, por este fator a tendência dos pavimentos é impermear a sua superfície para que a água não infiltre através de seus poros, e alcance o solo onde ele é aplicado.

Segundo Li (2009) o início do uso de pavimento permeável se teve início há mais de 150 anos, apesar de que o seu verdadeiro uso para as inúmeras finalidades somente teve grandes avanços há aproximadamente de 20 anos, principalmente nos Estados Unidos. Atualmente as pesquisas sobre o uso do asfalto permeável se tem tornado atraente para a questão do mercado, pois muitas empresas, industrias e condomínios utilizam o asfalto permeável na pavimentação de em seus estacionamentos.

Estudos têm sido realizados em vários países, com o objetivo de dominar os conhecimentos sobre a técnica do

pavimento permeável, sobre atuação, eficiência e durabilidade das camadas pavimentosas, sendo que no Brasil, este mecanismo ainda é pouco conhecido e utilizado.

ASFALTO PERMEAVEL

O sistema atual de drenagem presente nas áreas urbanas, vem causando grandes incômodos em cidades de grande porte. Com isso, a utilização dos pavimentos impermeáveis contribui para o aumento carga aplicada no sistema de drenagem presente, e aumento nos volumes do escoamento superficial e vazões, aumentando consideravelmente a ocorrência de inundações.

Os principais impactos provenientes da urbanização descontrolada no processo hidrológico, são:

1. Aumento do volume de poluentes provenientes do escoamento superficial ou da rede pluvial;
2. Redução da taxa umidade do solo, que provoca uma queda no nível do lençol freático;
3. Redução da capacidade de transporte dos vales dos rios, e do armazenamento potencial;
4. Aumento da capacidade do escoamento superficial;
5. Aumento da ocorrência das inundações, e também de sua intensidade.

Segundo Baptista e Nascimento (2005), o uso do método de drenagem por concreto asfáltico poroso, ou camada porosa de atrito (CPA), é parcialmente recente, levando em consideração que a idealização tradicional de pavimentos tende a sua impermeabilização. Conforme Tomaz (2009), o asfalto permeável trata-se de um pavimento asfáltico onde não há os agregados finos, como a areia, sendo formado por agregados com vazios entre 18% a 30% entre. As metodologias de produção do asfalto permeável não mostram distinções consideráveis em comparação ao concreto betuminoso convencional (CBUQ), à

exceção de algumas particularidades. Segundo Acioli (2005), a aplicação do asfalto permeável necessita de uma análise prévia de viabilidade técnica, conforme Figura 1.

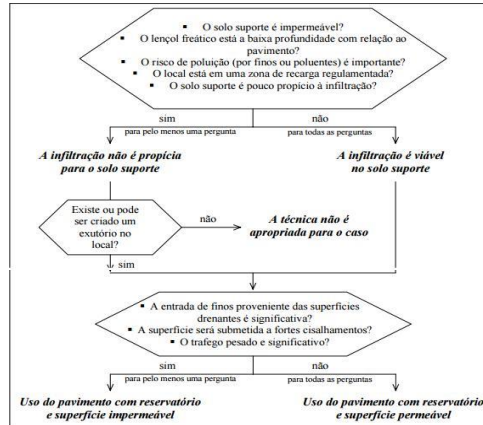


Figura 1. Fluxograma para análise de viabilidade técnica. Fonte: de Acioli, (2005).

Ainda, Acioli (2005), enfatiza para se aplicar o pavimento permeável, antes é necessário atentar os seguintes pontos:

- **Características do local de implantação:** verificar presença de áreas a serem secas, presença de vegetação, presença de redes de esgoto e água, topografia, o sistema de tráfego que irá se sujeitar, etc.
- **Características do solo subjacente:** capacidade de suporte de carga, taxa de percolação / infiltração.
- **Estudos hidro geológicos:** reconhecer os atributos do lençol freático, como oscilações sazonais, cotas do lençol freático, fragilidade e propriedades qualitativas.
- **Estudos hidrológicos:** volume máximo de vazão permitida, aspectos pluviométricos, áreas de armazenamento e captação d'água, coeficientes de escoamento.

O asfalto permeável apresenta um elevado índice de porosidade como uma de suas particularidades, e uma boa taxa de

drenagem da água superficial, dependendo da sua granulometria empregada. Devida a estas particularidades de deixar a água percolar por meio de suas camadas, tem se tornado um grande aliado na questão de vazões que acontecem durante os meses de chuvas mais duradouras nos países que aderem por essa tecnologia.

Acioli (2005) segmenta a técnica de drenagem superficial, por porosidade, em duas categorias, que seguem dois princípios principais:

- A infiltração de água pelo solo, quando viável, para diminuir o escoamento superficial na jusante (dispositivos de infiltração);
- A retenção e armazenamento temporário das águas pluviais, para diminuir o escoamento superficial, e conter a poluição na jusante (dispositivos de detenção e retenção).

Ou seja, as vantagens ambientais vão além evitar alagamentos e suprir os lençóis freáticos. Esse dispositivo atua como um filtro (de mesma maneira como a terra durante o processo natural de percolação) que impede na superfície as substâncias tóxicas e impurezas presentes na água superficial. Ele também ameniza a pressão nos sistemas de tubulações de esgoto presentes nas cidades onde toda a água e os resíduos precisam escoar no decorrer de uma chuva de grande intensidade, além de ajudar no manejo da poluição hídrica e de inundações. Entretanto, os custos financeiros podem, às vezes, serem extremamente elevados.

ANALISE DE RESULTADOS

Comparação de permeabilidade entre asfalto convencional e asfalto permeável

Como medida mitigadora na luta contra as inundações nas cidades, o asfalto permeável engloba algumas vantagens ao

meio ambiente como o reabastecimento do lençol freático, elevação da taxa de umidade nas áreas verdes nas zonas urbanas e melhoria da qualidade da água infiltrada no solo, retendo impurezas (Tucci, 2003).

O elevado número de vazios presentes no asfalto permeável proveniente do aumento de tamanho granulométrico dos agregados, empregados para drenar de maneira mais eficiente as águas superficiais, pode ser tomado como principal diferença entre o asfalto permeável e o convencional.

O traço do asfalto empregado altera conforme com o que se busca de resistência. Quanto maior for a resistência buscada, menor será a capacidade de permeabilidade obtida. Conforme Virgiliis (2009), o asfalto permeável apresenta índices de no máximo 25% em sua taxa de vazios de 25%, enquanto o asfalto convencional apresenta apenas 4% entre os agregados.

Enquanto o asfalto tradicional é utilizado como pavimento para vias de tráfego pesado, o asfalto permeável possui algumas barreiras para obter seu maior desempenho, como a declividade do pavimento. Segundo Virgiliis (2009), quanto maior for a declividade do pavimento de asfalto permeável, menor será a sua taxa de infiltração.

Comparativo de resistência entre o asfalto permeável e asfalto convencional

Os pavimentos asfálticos podem ter uma redução em sua vida útil devido a erros na fabricação, execução, sobrecarga empregada, mesmo quando as composições asfálticas atendem as especificações vigentes, ou por intemperismo. Os principais impasses que apresentam estão associados com a resistência do pavimento, a fadiga e acúmulo de deformações na camada superior, sendo que a fadiga é o importante atributo para diminuição do desempenho das camadas asfálticas no Brasil (Virgiliis, 2009).

O fator de resistência do asfalto permeável depende diretamente da escolha do material a ser empregado como ligante, indicados por exames realizados com ligantes modificados laboratorialmente por polímeros, e convencionais (Gonçalves, 2000). Os produtos ligantes especiais permitem maior resistência à oxidação, e obtenção de pontos de conexão mais firmes entre as partículas do agregado empregados (Gonçalves, 2000).

Desvantagens do asfalto permeável

A alta taxa de vazios pode provocar o desprendimento entre os agregados, por ação da percolação da água, no caso de má ligação entre o ligante e o agregado. Essa causa pode ser evitada com o acréscimo de tamanho na espessura da camada de ligante, revestindo os agregados graúdos do asfalto alterado por polímeros (Castro, 2013).

Para alcançar maior permeabilidade é preciso aumentar o volume de vazios, conseqüentemente se obterá uma taxa menor de resistência. Portanto, existem limitações no uso do sistema de drenagem de águas com utilização de asfalto permeável, sendo este, mais adequado para áreas com menor tráfego, onde a taxa de resistência do pavimento é menos exigida, ou seja, locais que possuam tráfego leve (Febestral, 2005).

Além disso, pode ocorrer entupimentos dos vazios ocasionados por areias, terras adjacentes ou óleos, contudo, é possível amenizar este problema através de serviços periódicos de desentupimento dos vazios.

No asfalto permeável, também conhecido tecnicamente por Camada Porosa de Atrito - CPA, um dos elementos do pavimento, é a parte interna entre a camadas interiores e a superfície. É composto de uma mistura usinada a quente com agregados, fibras, cimento asfáltico, e polímeros. No geral, o

valor do asfalto permeável é mais elevado que o convencional, chegando a uma ordem de 30%.

Um dos principais posicionamentos contra a utilização do asfalto permeável está no retorno financeiro abaixo do esperado e na implementação custosa. Novas tecnologias para aplicação tendem a ser mais caras e o asfalto permeável voltar-se a pagar com o tempo, principalmente pela diminuição em obras de drenagem.

Vantagens do asfalto permeável

As principais vantagens dos pavimentos permeáveis são (ABCP, 2011): melhoria na segurança e conforto dos veículos que por ele transitam, pois há uma melhoria na aderência dos pneus, conseqüentemente da diminuição do acúmulo de água em forma de poças; recarga os aquíferos; aumento da qualidade das águas por atuação da filtração no pavimento; destacam-se vantagens financeiros, ligados à redução das dimensões do sistema de drenagem da jusante; possibilidade de captação e reserva das águas pluviais para tratamento e reutilização posterior; diminuição de enxurradas e enchentes nas áreas urbanas; e redução do escoamento superficiais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A rápida expansão da urbanização da cidade de Manaus e a conseqüente impermeabilização dos solos em suas áreas urbanas, ligado à falta de planejamento profissional, criaram conseqüências negativas à sociedade e ao meio ambiente. Dentre as novas propostas pode-se ressaltar o emprego de materiais alternativos, que auxiliam para a mitigação do escoamento superficial de águas e para o acréscimo da taxa de infiltração da superfície porosa.

O uso de asfalto permeável como alternativa de drenagem de águas superficiais mostrou-se apta devido a sua multifuncionalidade, e principalmente, para diminuição das inundações nas áreas urbanas. Se mostrou capaz de promover a infiltração e percolação em suas camadas das águas provenientes das precipitações; realizar a recarregar dos lençóis freáticos, com um aumento na qualidade da água percolada; possibilitar a captação das águas infiltradas e seu armazenamento em reservatórios, para diversas destinações; garantir o conforto e segurança rodoviária, devido à alta capacidade de drenagem e distribuição de água da superfície.

Sobre a resistência mecânica, há desvantagens no asfalto permeável em comparação ao asfalto convencional, uma vez o modelo permeável proporciona uma menor taxa de resistência mecânica à tração solicitada pelo tráfego intenso de veículos pesados e à fadiga de seus elementos ligantes, provocando a desagregação.

Diante de tais informações expressadas, ressalta-se a necessidade de futuros estudos e pesquisas mais abrangentes que acrescente, na análise de custos financeiros, os gastos privados e públicos aplicados, diretos e indiretamente, referente ao problema das enchentes e inundações provocado pela impermeabilização do solo, pelo uso do asfalto convencional. Tendo se observado os entraves em referência à variável resistência, sobressai-se também a necessidade de novas pesquisas que concedam identificar vias e locais que possibilitem a aplicação e desempenho do asfalto permeável, baseados conforme citações das bibliografias consultadas.

REFERÊNCIAS

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland. Projeto técnico: Pavimentos Permeáveis, 2011.

ACIOLI, L. A. (2005). Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte. Doctoral dissertation, Programa de Pós graduação em Recursos hídricos e saneamento ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BAPTISTA, M. B., de Oliveira Nascimento, N., & Barraud, S. (2005). Técnicas compensatórias em drenagem urbana. ABRH.

CANHOLI, A. (2014). Drenagem urbana e controle de enchentes. Oficina de textos.

CASTRO, L. R. (2013). Mezclas Drenantes. In 13º Congreso Ibero-Americano Del Asfalto. Cooper, D. R., & Schindler, P. S. (2008). Métodos de Pesquisa em Administração-12ª Edição. McGraw Hill Brasil.

ESTEVES, R. L. (2006). Quantificação das Superfícies Impermeáveis em Áreas Urbanas por Meio de Sensoriamento Remoto. Xiv,106 p., 210 X297, mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Tecnologia Ambiental e Recursos Hidricos, 2006). Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Disponível

em:<<http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/2935/1/Dissertacao%20Rafael%20Esteves%20091.pdf>>

FEBESTRAL. (2005). Les Revetements Drainants en pavés de beton. Recuperado em: 27, outubro de 2017, de: <http://www.febestral.be>

GONÇALVES, F. P., Ceratti, J. A., & Somacal, L. (2000). Investigação do desempenho de misturas asfálticas convencionais e modificadas com polímeros: proposição de um estudo envolvendo ensaios acelerados de pavimentos com um simulador linear de tráfego. Anais do Simpósio Internacional de Manutenção e Restauração de Pavimentos e Controle Tecnológico, São Paulo.

IBGE. Pesquisa nacional de saneamento básico 2008. Rio de Janeiro – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008.

<https://observatoriopnrs.files.wordpress.com/2014/12/pnsb_ibge-2008-2010.pdf>.

LI, J. Mix design of pervious recycled concrete. Geohunan International Conference – Material Design, Construction, Maintenance, and Testinf of Pavements. V. 195, n. 15, p. 103-108, Ago. 2009

POMPÊO, C. A. (2000). Drenagem urbana sustentável. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 5(1), 15-23.

TUCCI, C. E., & Bertoni, J. C. (2003). Inundações urbanas na América do Sul. Ed. dos Autores.

SUDERHSA, C. H. D. B. (2002). Manual de drenagem urbana– Região metropolitana de Curitiba/PR-versão 1.0. Suderhsa– Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Não publicado.

TOMAZ, P. (2009). Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. Oceania, 65(4), 5.

VIRGILIIS, A. L. C. D. (2009). Procedimentos de projeto e execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimento de picos de cheias (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).