



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## PERMEABILIDADE DO SOLO À LUZ DE UM DESENVOLVIMENTO URBANO MAIS SUSTENTÁVEL

Juliana Gomes Pereira de Sousa Gaudard<sup>1</sup>; Alessandra Gonçalves Barreto

### RESUMO

---

O desenvolvimento urbano é o principal responsável pelo impacto gerado pelo mau uso e ocupação do solo. A impermeabilização de grandes áreas vem causando impacto na infraestrutura de recursos hídricos. Consequentemente, formam-se grandes bolsões de água nos níveis mais baixos das cidades, agravando a situação das enchentes, pois, não há escoamento adequado para a água. O presente artigo foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica, e tem por objetivo analisar a problemática das inundações sob a ótica da permeabilidade do solo, além de abordar a mitigação dos impactos decorrentes do mal planejamento urbano. Apresenta-se ainda a análise da viabilidade técnica para o uso dos asfaltos e pavimentos permeáveis, apontados como soluções para melhorar o escoamento do sistema de drenagem urbana.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento urbano; uso e ocupação do solo; redes de drenagem urbana; impermeabilização do solo; pavimentos permeáveis.

### PERMEABILITY SOIL IN THE LIGHT OF A MORE SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT

#### ABSTRACT

Urban development is mainly responsible for the impact caused by the misuse and soil occupation. The sealing of large areas has an impact on water resources infrastructure. Consequently, formed large pockets of water in the lower levels of the cities, aggravating the flood situation, because there are not suitable for water runoff. This article was prepared by means of literature, and aims to analyze the problems of flooding from the perspective of soil permeability, in addition to addressing the mitigation of the impacts of bad urban planning. Still shows the analysis of the technical feasibility for the use of asphalt and permeable pavements, appointed as solutions to improve the flow of the urban drainage system.

**Keywords:** Urban development and land use; urban drainage networks; waterproofing soil; permeable pavements.

---

<sup>1</sup> Graduada em Arquitetura e Urbanismo - Anhanguera Educacional. Universidade Veiga de Almeida, Rio de Janeiro/RJ. E-mail julianagomesjgps@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional vertiginoso é realidade eminente no século em que vivemos e que paralelamente podemos verificar um cenário novo de transição entre áreas urbanas mais densificadas representando em um acréscimo de 84% em relação às áreas rurais que decresceram 16%. E essas mudanças trazem consigo a insuficiência dos sistemas de drenagem que não são capazes de comportarem adequadamente maiores volumes de contribuição (VIRGILIIS, 2009).

Os principais elementos formadores da gestão de uma cidade se relacionam aos indicadores de desenvolvimento urbano que são: a população – relacionada à taxa de crescimento, migração e densificação urbana; a economia – ligada à renda, produto bruto e perfil de produção e; o uso do solo – com a distribuição por tipo de uso do espaço urbano em residencial, comercial, industrial e áreas públicas. Portanto, em razão do avanço econômico que vivenciamos associando a esses índices, apresentamos uma curva exponencial de desenvolvimento que segundo Tucci (2008), vem gerando grande pressão sobre o ambiente urbanizado.

Os fatores do ciclo hidrológico, diretamente afetados pela urbanização são: o volume do escoamento superficial direto; os parâmetros de tempo do escoamento superficial; a vazão de pico das cheias.

Esses efeitos são causados por alterações da cobertura do solo, modificações no sistema de drenagem, usualmente a retificação e canalização de cursos d'água e a ocupação urbana das várzeas com aterros e sistemas viários e a posterior impermeabilização de parte da área ocupada.

Constata-se que aos picos de cheia depois da urbanização passam a ocorrer mais cedo e com mais severidade do que antes do desenvolvimento onde as características de uso e ocupação favoreciam a infiltração. (VIRGILIIS, 2009, p.35)

A ocupação e o uso do solo nas cidades, desde o início do desenvolvimento urbano, vem se caracterizando pela ausência de preocupação com os impactos que seriam levados ao meio ambiente como o aumento dos picos de cheias onde o tempo de chegada da água aos rios é reduzido aumentando consideravelmente a gravidade dessas inundações. Ou seja, não houve um paralelo com soluções para mitigarem os impactos de aumento do escoamento superficial e ocupação desordenada das margens de rios e córregos no sistema hídrico (TUCCI, 2000).

Cabe frisar que o volume do escoamento superficial direto é primordialmente determinado pela quantidade de água precipitada, características de infiltração do solo, chuva antecedente, tipo de cobertura vegetal, superfície impermeável e retenção superficial [...](VIRGILIIS, 2009, p.36).

A impermeabilização do solo prepara nosso campo de estudo para nos

aprofundarmos sobre uma parcela da problemática das inundações. A explosão demográfica resultou na retirada de grande parte da nossa cobertura vegetal transformando grandes áreas totalmente impermeáveis às águas das chuvas acarretando o aumento da vazão e da frequência das cheias e o consequente aumento da carga de resíduos sólidos e da queda da qualidade da água dos rios próximos das áreas urbanizadas (TUCCI, 2008).

Neste contexto, o objetivo geral deste artigo é analisar a problemática das inundações sob a ótica da permeabilidade do solo, além de abordar a mitigação dos impactos gerados pelo mau planejamento no decorrer do desenvolvimento urbano. Este artigo tem como objetivo específico, propor soluções para a melhora efetiva da drenagem urbana e verificar a viabilidade técnica, econômica e científica para implantação das soluções apresentadas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Este artigo foi desenvolvido com base em revisões bibliográficas referentes ao tema, consoante o entendimento de diversos autores. O presente artigo está estruturado em sete etapas. No primeiro capítulo faz-se uma breve introdução, no segundo tópico descreve-se os objetivos

gerais e específicos, no terceiro tópico a metodologia, no quarto capítulo se refere a fundamentação teórica que se subdivide em; permeabilidade do solo, pavimentos permeáveis, procedimentos de projeto e execução e viabilidade técnica e científica cujos quais objetivam apresentar os pavimentos permeáveis e sua execução e esclarecer sua viabilidade técnica para aplicação; no quinto capítulo são descritos a análise dos resultados e por fim a conclusão e as referências bibliográficas

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1. Permeabilidade do Solo**

Segundo Tucci (2000), a consciência imediatista de corrigir estruturalmente, transferindo a inundação de um ponto a outro a jusante da bacia, não leva em consideração as verdadeiras causas da problemática que são em resumo a impermeabilização das superfícies. É ela capaz de aumentar a vazão, a densidade de drenagem e reduzir a rugosidade do solo mudando assim a geometria de cursos d'água naturais.

A ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland - Programa: Soluções para Cidades, afirma que, a impermeabilização é uma problemática que deve ser tratada relevantemente, pois as superfícies de estacionamentos e sistemas viários são responsáveis por mais

de 30% de ocupação do solo contribuindo assim para a diminuição substancial do escoamento superficial e aumento significativo de enchentes.

Tucci e colaboradores iniciaram o trabalho de estimativa da taxa de impermeabilização em função da densidade habitacional por hectare urbano através da interpretação com tratamento matemático de fotos aéreas das cidades de Curitiba, São Paulo, Brasília e Porto Alegre chegando ao prognóstico de tendência a impermeabilização próximo a 65%.

Atualmente o parâmetro mais representativo para estimativa da impermeabilização urbana é o número de domicílios e tipos de uso do solo urbano. (VIRGILIIS, 2009, p. 38)

Os dispositivos de permeabilização do solo, tais como: os revestimentos de blocos de concreto pré-moldados e os revestimentos asfálticos porosos são uma das soluções para contornar os problemas oriundos da urbanização sendo capazes de reduzir além das inundações e seus efeitos erosivos, melhorar as condições de reuso e recarga dos aquíferos e reduzir as vazões à jusante para melhorar efetivamente o tempo de concentração do escoamento nas bacias hidrográficas (VIRGILIIS, 2009).

### 3.2. Pavimentos permeáveis

Segundo pesquisas desenvolvidas por diversos estudiosos os pavimentos permeáveis se tornarão os principais responsáveis pela redução do escoamento superficial, ocasionando melhorias na

qualidade da água absorvida pelo solo, além de contribuir no aumento das águas subterrâneas, podendo ser adotados em projetos de áreas urbanas tais como áreas públicas e privadas (ARAÚJO, TUCCI, GOLDENFUM, 2000).

A ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, apresenta que os pavimentos permeáveis além de reduzirem o escoamento superficial, diminuindo a sua velocidade, são capazes de agirem como filtros detendo temporariamente pequenos volumes na superfície do pavimento apresentando uma água de melhor qualidade ao subsolo.

Além dos evidentes benefícios oriundos das características de permeabilidade do solo que certos pavimentos são capazes de aderir, pode-se contribuir ainda na melhoria da redução de poças de água de chuva, na aderência do solo, benefícios financeiros ligados à redução dos sistemas de drenagem a jusante devido a uma parcela maior de água ser absorvida pelos aquíferos.

Sua utilização não se limita apenas a estacionamentos e asfaltos, mas também, a áreas industriais, galpões, pátios, ruas com tráfego leve, condomínios e conjuntos habitacionais, praças, calçadas enfim, a uma série de aplicações que mitigarão os impactos gerados displicentemente ao meio ambiente justificado pela ocupação

do solo irregular (ABCP, PROJETO TÉCNICO: PAVIMENTO PERMEÁVEL, p. 3).

### 3.3. Procedimentos de projeto e execução

Os procedimentos de projeto e execução de obras de pavimentos permeáveis que objetivam mitigar os impactos que estão sendo lançados no sistema de drenagem urbana se nortearão em dois tipos: em revestimento de blocos de concreto pré-moldados e revestimento asfáltico poroso.

Virgiliis (2009) através de suas pesquisas conclui que os blocos de concreto pré-moldados são blocos maciços de concreto que se inter-relacionam alinhados entre si e que podem movimentar-se ou desalinhar-se se não tiverem uma correta amarração. Possuem base de areia responsável pela dupla função porosidade e permeabilidade. E, entre suas propriedades físicas se destacam a durabilidade e resistência. Se classificam assim os blocos maciços de concreto, os blocos de concreto vazados e os blocos permeáveis.

Quanto ao asfalto poroso, variante do convencional, Virgiliis (2009) o descreve como uma mistura entre ligante betuminoso e agregados de tamanho uniforme sendo explícita sua principal característica a permeabilização. O asfalto

poroso mais conhecido no Brasil atualmente é o do tipo CPA (Camada porosa de atrito) ou concreto asfáltico poroso.

São denominados porosos, pois possuem alto teor de vazios e alta taxa de infiltração de água (VIRGILIIS, 2009).

Os pavimentos permeáveis em uma primeira abordagem podem ser de dois tipos:

Infiltrantes – quando se pretende que a água oriunda das chuvas penetre na camada de pavimento e infiltre na camada de subleito.

Armazenadores- quando se pretende que a água da chuva permaneça retida dentro de um reservatório e seja despejada na micro-drenagem por meio de condutos projetados para essa finalidade. (PINTO, 2011, p. 57)

Tais dispositivos funcionam de maneira a infiltrar a água no solo por meio de níveis de agregados sob o perfil do terreno. São basicamente três camadas: a primeira de graduação fina ou média, a segunda de agregado graúdo e posteriormente a camada de pavimento permeável propriamente dito que funciona apenas como um conduto rápido para o nível dos agregados. Essa água captada pode ser redirecionada ao reservatório para em seguida um ponto de captação ou, ser diretamente absorvida pelo solo (TUCCI, 2000).

Sistema de infiltração total: aqueles cujo único meio de saída é através da infiltração do solo. Neste, o dimensionamento das camadas de base e sub-base deve ser tal que armazene o volume de uma chuva de projeto subtraído do volume que infiltra diretamente.

Sistema de infiltração parcial: quando o solo do sub-leito não possui boa taxa de infiltração. Um sistema de drenagem deverá ser executado para promover a coleta da água que deixa de infiltrar.

Sistema de infiltração para controle da qualidade da água: este sistema é utilizado para recolher o volume inicial do escoamento superficial que trás consigo a maior concentração de poluentes como a poluição difusa dos detritos espalhados aleatoriamente por toda a bacia hidrográfica e coletados para o sistema. (VIRGILIIS, 2009, p. 50).

É de extrema importância o dimensionamento da espessura das camadas granulares para sua funcionalidade que deve ser levado em conta o volume de tráfego, o tipo de carregamento, o número de solicitações, associando as premissas hidráulicas de tempo de armazenamento, tempo de retenção e condutividade hidráulica. São devido a esses fatores que sua utilização deve se limitar estritamente a aplicação definida de forma a não colocar em risco a durabilidade e a estabilidade do pavimento. (VIRGILIIS, 2009).

O asfalto ou o concreto poroso possui sua composição similar aos convencionais, porém é abstraído o nível da areia fina. Já os blocos de concreto pré-moldados necessitam da base de areia além, de uma subcamada de filtros geotêxteis, tendo como utilidade impedir a migração da areia fina para a camada granular (TUCCI, 2000).

São variáveis as utilidades dos pavimentos permeáveis só não sendo

possível sua aplicação em casos de baixa permeabilidade do solo; o nível de lençol freático alto; se existir uma camada impermeável que não possibilite infiltração ou ainda, se a água drenada é tão contaminada que causará danos às águas subterrâneas. Exceto nessas situações, os dispositivos são totalmente capazes de reduzirem os volumes de escoamento e, por conseguinte o tempo de resposta da bacia, melhorando suas condições a tais níveis que poderão ultrapassar as condições de pré-desenvolvimento (TUCCI, 2000).

Virgillis (2009) cita ainda outros dois fatores para aplicação deste tipo de pavimentação que são: nas rodovias, por reduzir os efeitos da aquaplanagem e o “spray” em dias chuvosos garantindo maior segurança e dirigibilidade e; sua aplicação objetivando a diminuição dos níveis de ruído que, por ser um revestimento poroso é capaz de permitir a penetração do som em seus vazios.

Não podemos deixar de citar o efeito de colmatação que esses tipos de dispositivos estão propensos a sofrer pois apesar de ser um fenômeno que retém poluentes aumentando gradativamente sua retenção físico-química também se caracteriza no acúmulo de material granular na camada inferior da estrutura fazendo com que sua capacidade de

condução das águas seja consideravelmente reduzida (VIRGILIIS, 2009):

A colmatção de uma estrutura de infiltração possui como causa básica a deposição de material particulado de finos no interior da estrutura preenchendo os vazios do meio poroso. As partículas maiores ficam retidas nas camadas superiores ao passo que as menores vão sendo carregadas para as partes mais profundas. De maneira geral esse é o fenômeno que faz com que o meio poroso perca através do tempo sua capacidade de condutividade hidráulica de maneira lenta e progressiva (VIRGILIIS, 2009, p. 43)

Esse fenômeno ocorre normalmente devido aos ligantes, no caso do concreto pré-moldado, pois apresenta-se na deposição da areia da sub-base podendo ocorrer sua movimentação gradual acumulando-se em determinada parte da estrutura. Como prevenção utiliza-se a camada geotêxtil objetivando evitar essa movimentação peculiar. Já no caso do asfalto poroso, a colmatção ocorre pelo ligante betuminoso muito fluido ou na fraca união do mesmo aos agregados o que por sua vez resulta no seu percolamento gradual por meio dos poros que acumulam-se em um determinado ponto da estrutura segregando as partículas da superfície. O que é feito para evitá-lo é a utilização de ligantes específicos como misturas porosas, que é mais utilizado nos Estados Unidos, mas na Europa é comum a utilização de ligantes modificados por

polímeros como é o caso do pó de borracha de pneus e fibras. (VIRGILIIS, 2009).

Nas misturas drenantes é de grande importância a contribuição do ligante no seu comportamento mecânico principalmente se for levado em consideração que o alto teor de vazios evidencia as propriedades de coesão interna do ligante responsáveis em evitar os desgarramentos de agregados pela ação do tráfego (GUIMARÃES, 2012, p. 109).

Analisando por fim os custos efetivos para a implantação de tais métodos, segundo as pesquisas realizadas por Tucci (2000), é factível a eliminação de caixas de captação e tubos de condução de água devido ao fato dos revestimentos praticamente não gerarem escoamento. E, na questão da manutenção, existe a necessidade de limpeza dos poros do asfalto e do concreto poroso com jatos de água e máquinas de aspiração de sedimentos e poeira. Essa prática ainda é desconhecida pelas empresas brasileiras, entretanto nos Estados Unidos se refere a ordem de 1 a 2% do custo de implantação.

-Em rodovias de tráfego intenso a renovação é necessária antes de 10 anos.

-Não devem ser empregados em locais de frenagem e mudanças bruscas de velocidade como em serras devido a desagregação que ocorre pelo cisalhamento sofrido (GUIMARÃES, 2012, p. 73).

Os custos de implantação e manutenção são relativamente altos, mas precisamos contrabalancear os benefícios

em relação às inundações frente à efetiva diminuição da drenagem e seus elementos.

### 3.4. Viabilidade técnica e científica

Inundações é uma realidade que vem se tornando cada vez mais frequente em diversas regiões do país e só vem espelhando a falta de planejamento adequado frente ao exponencial crescimento demográfico.

Tendo em vista esse cenário nossos estudos objetivam descrever os pavimentos permeáveis contribuindo tecnicamente para maior adesão desses dispositivos no seu grau máximo de possibilidades por parte das políticas públicas de forma a executarem-no como solução mitigadora de impactos.

Os revestimentos porosos não são tecnologias tão recentes, pois na década de 1940, a França fora pioneira implantando pavimentos com estrutura porosa. E, como quaisquer inovações foram sendo estudados gradualmente para solucionar problemas de patologias que naturalmente vão se apresentando (VIRGILIIS, 2009).

Na década de 1970 países como Suécia, Japão e a própria França voltaram a aplicá-lo com mais conhecimentos, em pequenas escalas. Com isso, mais estudos no exterior vem sendo realizados desde então na proporção que se verificam a redução efetiva dos impactos ambientais, sendo desenvolvidos concretos asfálticos

porosos com melhor desempenho hidráulico, durabilidade e confiabilidade estrutural (VIRGILIIS, 2009).

Como podemos notar, diversos estudos principalmente em relação aos revestimentos porosos, em especial para tráfego leve, foram sendo realizados e implantados em vários países no exterior porém é ainda pouco considerável sua implantação para tráfego pesado aqui no Brasil devido a receios ou até mesmo o próprio desconhecimento.

Contando com essas limitações é que apresentamos a instalação de asfaltos porosos bem sucedidos como é o caso da sua aplicação na via expressa próximo à Phoenix (Arizona, E.U.A.) além da sua utilização também do concreto permeável/bloco vazado em áreas industriais sujeitas a tráfego pesado (SOUZA, CRUZ, TUCCI, 2012).

Em 1974, nos Estados Unidos, com a finalidade de solucionar problemas de aderência dos asfaltos aplica-se efetivamente a mistura asfáltica porosa conhecida como open-graded friction course (OGFC) em áreas de tráfego pesado e em 1977, na França um dos primeiros países europeus a usarem, aplica-se também a mistura asfáltica drenante sob forma de trecho experimental (OLIVEIRA, 2003).

Na Espanha implantou-se em quatro trechos experimentais entre 1979 e 1980 junto com a Bélgica que por sua vez o instalou nas duas faixas de sua rodovia com volume de tráfego diário de 700 veículos/dia em cada direção (OLIVEIRA, 2003).

Na Suíça, desde 1982 os pavimentos drenantes já vem sendo utilizados e monitorados para aperfeiçoamento de sua durabilidade. Em Portugal se tem instalado mais de 6 milhões de metros quadrados de misturas betuminosas drenantes desde 1991. E, no Japão desde 1989 onde em 1998 sua agência governamental responsável pelas rodovias decidiram por adotá-los como padrão para todas as rodovias a serem construídas (OLIVEIRA, 2003).

Temos também algumas poucas aplicações no Brasil, porém já nos são úteis como experiência para uma futura adoção mais efetiva como é o caso da rodovia dos Bandeirantes e na marginal da Presidente Dutra (BR-116) ambas em São Paulo, consideradas rodovias de tráfego intenso no Brasil (OLIVEIRA, 2003).

No nordeste sua primeira aplicação fora na Bahia, em 2000, no trecho onde fora executada a obra de duplicação da rodovia BA-09. E, neste mesmo ano executou-se também um trecho experimental de 600 metros na Rodovia

BR-101, mas especificamente no estado de Santa Catarina (OLIVEIRA, 2003).

No que diz respeito à aplicação de revestimentos asfálticos drenantes, duas tendências evoluíram simultaneamente:

a) Tendência americana: conhecida com camada de asfalto poroso, possui espessura da ordem de 2 cm e está mais voltada para o problema da aderência do que para as questões de drenabilidade e acústicas [...].

b) Tendência européia: conhecido como concreto asfáltico drenante, tem como característica uma espessura maior, em torno de 4 cm, e possui um índice de vazios maior que 20%, objetivando reduzir a projeção das gotículas d'água (spray), a reflexão da luz dos faróis, e os ruídos provenientes do tráfego [...] (OLIVEIRA, 2003, p. 36).

Portanto, visando complementar os estudos que já vem sendo realizados, apresentamos, a respeito dos pavimentos permeáveis, as suas principais descrições e características; sua funcionalidade tendo em vista sua utilização; procedimentos de projeto e execução e, a exposição de seus benefícios e malefícios.

### 3.5. Análise dos resultados

Após o levantamento e a análise dos trabalhos e pesquisas sobre o tema, percebe-se que a prática de permeabilização do solo, adotada em todo o Brasil, consiste basicamente na sua utilização para tráfegos leves.

Espera-se com esse artigo, não esgotar a temática supracitada, mas possibilitar diversos estudos técnicos que popularize a utilização do asfalto poroso e

blocos de concreto pré-moldados diminuindo efetivamente a frequência e os riscos das inundações e barateando os reais custos ainda altos para sua implantação e manutenção.

E tendo em vista sua funcionalidade e efetivos benefícios, seria ideal almejarmos mais estudos relevantes relacionados aos pavimentos permeáveis para tráfego pesado, pois ainda possuímos tal limitação para sua expansão.

#### 4. CONCLUSÕES

Podemos concluir através do estudo apresentado que o dispositivo poroso é capaz de infiltrar até 100% de água ao solo, ou seja, reduzir a zero o escoamento superficial melhorando as condições até mesmo de pré-desenvolvimento, dependendo do tipo de revestimento adotado.

Podem ser utilizados em diversos tipos de trânsito sendo o mais ideal, por questões de manutenção e resistência, os de trânsito leve como estacionamentos de shoppings e supermercados porém, calculando-se previamente o tráfego a ser aplicado e as limitações do revestimento escolhido é possível sua utilização em vias de tráfego pesado.

Apesar de seu custo de implantação e manutenção ser ainda muito relevante o investimento compensará com o tempo

devido à redução efetiva do sistema de drenagem e a redução com os custos que uma enchente acarreta, tendo em vista a melhoria significativa da sua frequência e do alto grau de risco devido ao fato do maior controle dos volumes escoados.

Logo, a maior adesão dos revestimentos porosos é uma solução ainda que, a nível de investimento, viável para a problemática dos impactos ambientais que devido a ausência de planejamento ocasionou um desenvolvimento urbano míope.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ABCP, Associação Brasileira de Cimento Portland – Soluções para cidades. **Projeto Técnico: Pavimento Permeável.** Disponível em: [http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/10/AF\\_Pav%20Permeavel\\_web.pdf](http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/10/AF_Pav%20Permeavel_web.pdf). Acesso em: 31 de maio 2014.
- ARAUJO, Paulo Roberto de; TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, Joel A. **Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial.** Disponível em: [http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ecotelhado.com.br%2FInformacoesInterna%2Fpavimentos%2520perme%25C3%25A1veis.pdf&ei=SmmjU\\_ugF9PgsATDtIKABw&usg=AFQjCNfkV0GTEHk-mrOEchv6QLHb7U-n7A&sig2=Ih8rnZySvLqnD3XRN](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ecotelhado.com.br%2FInformacoesInterna%2Fpavimentos%2520perme%25C3%25A1veis.pdf&ei=SmmjU_ugF9PgsATDtIKABw&usg=AFQjCNfkV0GTEHk-mrOEchv6QLHb7U-n7A&sig2=Ih8rnZySvLqnD3XRN)

- X-6pw. Acesso em: 31 de maio 2014.
- 17/no2/1.pdf. Acesso em: 23 de junho 2014.
- GUIMARÃES, José Marcos Faccin. **Concreto asfáltico drenante em asfaltos modificados por polímero SBS e borracha moída de pneus.** Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/100844/312756.pdf?sequence=1>. Acesso em: 23 de junho 2014.
- OLIVEIRA, Carlos Gustavo Macedo. **Estudo de propriedades mecânicas e hidráulicas do concreto asfáltico drenante.** Disponível em: <http://geotecnia.unb.br/downloads/dissertacoes/111-2003.pdf>. Acesso em: 23 de junho 2014.
- PINTO, Liliane Lopes Costa Alves. **O desempenho de pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano.** Disponível em: [http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2F3%2F3147%2Ftde-31082011-160233%2Fpublico%2FTese\\_Lilian\\_e\\_Lopes\\_C\\_A\\_Pinto.pdf&ei=XWUjU6uvIsuhsAT8gYGgCw&usg=AFQjCNGtD6LspLFtnJjgJ0Kb8K0idEMO0w&sig2=HZcUfCAnxQmCLQIrIU4sEQ](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2F3%2F3147%2Ftde-31082011-160233%2Fpublico%2FTese_Lilian_e_Lopes_C_A_Pinto.pdf&ei=XWUjU6uvIsuhsAT8gYGgCw&usg=AFQjCNGtD6LspLFtnJjgJ0Kb8K0idEMO0w&sig2=HZcUfCAnxQmCLQIrIU4sEQ). Acesso em: 31 de maio 2014.
- SOUZA, Christopher Freire; CRUZ, Marcos Aurélio Soares; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas.** Disponível em: <http://132.248.9.34/hevila/Revistabr asileiraderecursoshidricos/2012/vol>
- TUCCI, C.E.M. **Águas Urbanas.** Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a07>. Acesso em: 17 de abril 2014.
- TUCCI, C.E.M. **Gerenciamento da Drenagem Urbana.** Disponível em: [http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCcQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.semrah.se.gov.br%2Fmodules%2Fwdownloads%2Fvisit.php%3Fcid%3D1%26lid%3D190&ei=o2ajU7nVE5HfsASgwYKYAg&usg=AFQjCjCNF6ObgONfAvzjkGXepj7TYNC8NXAg&sig2=bBEvJ7\\_48li5d-iIzJixVw](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCcQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.semrah.se.gov.br%2Fmodules%2Fwdownloads%2Fvisit.php%3Fcid%3D1%26lid%3D190&ei=o2ajU7nVE5HfsASgwYKYAg&usg=AFQjCjCNF6ObgONfAvzjkGXepj7TYNC8NXAg&sig2=bBEvJ7_48li5d-iIzJixVw). Acesso em: 17 de abril 2014.
- VIRGILIIS, Afonso Luis Correa de. **Procedimentos de projetos e execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimento de picos de cheia.** Disponível em: [http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2F3%2F3138%2Ftde-08092010-122549%2Fpublico%2FDissertacao\\_Afonso\\_Luis\\_Correa\\_de\\_Virgiliis.pdf&ei=PGqjU5PmN6zIsATEXyGgDw&usg=AFQjCjCNF79rpPP57RO5Hm\\_In3AsihRrai4w&sig2=o\\_BbY2WDEFIjePtUmpI5TA](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2F3%2F3138%2Ftde-08092010-122549%2Fpublico%2FDissertacao_Afonso_Luis_Correa_de_Virgiliis.pdf&ei=PGqjU5PmN6zIsATEXyGgDw&usg=AFQjCjCNF79rpPP57RO5Hm_In3AsihRrai4w&sig2=o_BbY2WDEFIjePtUmpI5TA)