Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v1. 2020/01
ISSN 2178-6925

CONCRETO PERMEÁVEL: SOLUÇÃO NO MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

PERMEABLE CONCRETE: SOLUTION IN STORMWATER MANAGEMENT

Alexandre Victor Silva Pinheiro
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5815-8287
Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil
E-mail: alexandrepinheiro982@gmail.com

Pedro Emílio Amador Salomão
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9451-3111
Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil
E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Recebido: 15/10/2020 – Aceito: 27/11/2020

Resumo

O crescimento exponencial da população, diretamente ligado ao aumento da taxa de ocupação do solo, tem suscitado, principalmente na última década, vários embates e debates a respeito dos problemas relacionados à drenagem urbana. O avolumamento da infraestrutura urbana tem ocasionado o aumento de zonas impermeáveis, impedindo o percolamento e a infiltração da água para solo. O uso de concreto permeável em pavimentos é uma das soluções mais eficazes para o manejo de águas pluviais ou água acumulada na superfície. Visando a diminuição das sobrecargas nos sistemas de drenagem convencionais, o concreto permeável, devido ás suas características únicas de porosidade, permite que o fluxo de água ocorra de forma eficiente e controlada, minimizando os riscos de alagamentos e inundações. Este artigo objetiva, por meio de pesquisas bibliográficas, apresentar o concreto permeável como solução viável aos problemas decorrentes da falta de planejamento e da não implementação de sistemas de drenagem adequados nas grandes áreas urbanas.

Palavras-chave: Concreto; Permeável; Drenagem.

Abstract

The exponential growth of the population, directly linked to the increase in the land occupation rate, has caused, especially in the last decade, several clashes and debates regarding the problems related to urban drainage. The swelling of urban infrastructure has led to an increase in impermeable zones, preventing percolation and infiltration of water into the soil. The use of permeable concrete in pavements is one of the most effective solutions for the management of rainwater or water accumulated on the surface. Aiming at reducing overloads in conventional drainage systems, the permeable concrete, due to its unique

porosity characteristics, allows the water flow to occur in an efficient and controlled manner, minimizing the risk of floodings and overflows. This article aims, through bibliographic research, to present the permeable concrete as a viable solution to the problems arising from the lack of planning and the failure to implement adequate drainage systems in large urban areas.

Keywords: Concrete; Permeable; Drainage.

1 Introdução

Enchentes, alagamentos, enxurradas e inundações, problemas urbanos que desde a expansão e crescimento das grandes cidades cada vez mais se acentuam devido á falta de investimento em sistemas de drenagem que cada vez mais estão sobrecarregados. Estes fenômenos, geralmente causam grandes prejuízos á população.

Aliado á expansão das grandes cidades, a urbanização de zonas rurais e de zonas pouco desenvolvidas, cria e aumenta superfícies impermeáveis, devido à construção de edifícios e infraestruturas de suporte aos mesmos (BATEZINI, 2013). O aumento destas zonas impermeáveis, com os sistemas de drenagem tradicionais (meios-fios, sarjetas) ligados diretamente as redes de drenagem superficiais, geralmente resultam em alagamentos, que sobrecarregam a infraestrutura existente elevando o risco de inundações repentinas e “agressivas”.

Sistemas que integram superfícies permeáveis podem fornecer a solução para ajudar a manejar a superfluidade de águas superficiais, através da infiltração e atenuação visando manter o fluxo natural da água (ACIOLI, 2005).

Concreto Permeável, também conhecido como Concreto Poroso, é uma solução eficaz para problemas relacionados a excesso ou acumulo de águas pluviais. Quando usado em pavimentos, o concreto permeável pode eficientemente captar e armazenar água pluvial, possibilitando o percolamento das mesmas para o solo, visando a recarga de reservatórios subterrâneos naturais.

“Ao se optar pela utilização do concreto permeável, existe a possibilidade de uma diminuição da construção de grandes obras de

drenagem, permitindo um melhor uso do solo e evitando grandes alterações no meio ambiente" (TENNIS et al., 2004).

A mistura contém nenhum ou pouco agregado fino (areia) e quantidade especifica de água e aglomerante. O cimento reveste e liga as partículas de agregado graúdo, e cria um material altamente permeável, com vãos que promovem a rápida drenagem da água. Este alto índice de vazios, permite a liberdade de fluxo de água por entre as partículas, característica esta ideal no manejo de águas pluviais ou água superficial (ARÁUJO et al., 2000).

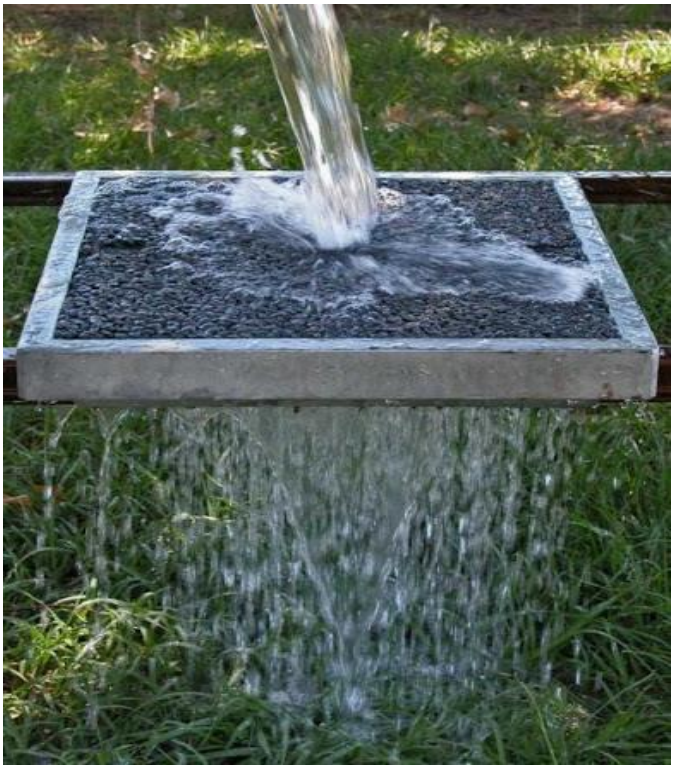
2 Controle de águas pluviais

O pavimento permeável é geralmente constituído de três camadas, o concreto permeável como camada superficial e sub-base de agregado permeável sob solo intocado. As dimensões e estrutura de cada camada dependem da aplicação, das condições do local e desempenho almejado (OLIVEIRA et al., 2017).

O concreto permeável permite que a água pluvial seja drenada livremente da superfície para camadas subterrâneas ou sistemas de drenagem, que têm a capacidade de atuar como reservatórios durante períodos de pluviosidade intensa. No decorrer destes períodos os sistemas podem auxiliar na correta descarga da água superficial em cursos de água ou sistemas de drenagem reduzindo o risco de falhas no âmbito, como sobrecargas nos sistemas e inundações repentinas e minimizando a contaminação dos mesmos.

> "O escoamento indevido na superfície das cidades se agrava a cada nova residência, prédio comercial ou industrial e via asfaltada. Essa progressiva impermeabilização do solo urbano aumenta os volumes hídricos que, deslocando-se com velocidade, carregam o lixo comumente depositado nas ruas e sobrecarregam as galerias fluviais." (BENEVENUTO, 2018).

Figura 1 – Detalhe de Permeabilidade do Concreto Poroso.



(Fonte: site Updateordie.com, acesso em 21/10/2020).

Sistemas de armazenamento de água podem também atenuar a presença de ilhas de calor. Durante períodos de temperaturas elevadas e chuvas intensas, esta água pluvial armazenada evapora, criando um efeito de resfriamento reduzindo a temperatura na superfície (BENEVENUTO, 2018).

A ação é complementada pelo albedo do concreto permeável, geralmente mais claro que outros materiais alternativos, o alto albedo do concreto permeável absorve menos radiação solar e emite menos calor, contribuindo para a redução do calor na superfície.

3 Sistemas de concreto permeável

Existem três tipos (típicos) de sistemas práticos que podem ser implementados na construção de uma solução de permeabilidade. Os três sistemas abaixo podem ser facilmente adaptados para criar uma base de concreto permeável:

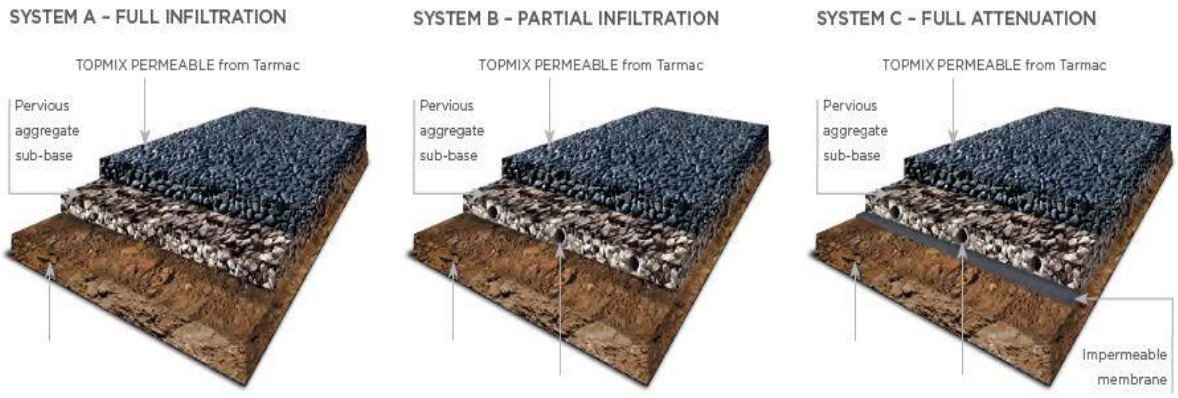
- Sistema A (Infiltração Total) – Permite que toda a água pluvial ou na

superfície infiltre pelas camadas executadas para as camadas subterrâneas possibilitando e auxiliando o fluxo de drenagem natural. Este sistema só é viável quando o solo existente oferecer níveis de permeabilidade adequados.

- Sistema B (Infiltração Parcial) – Utilizado em locais onde o subsolo possui algum grau de permeabilidade e infiltração, porém não suporta o fluxo esperado da área drenada. É necessária a instalação de tubos de PVC a meio da camada da sub-base para assegurar que qualquer excesso de água que não consiga penetrar o solo, seja drenado corretamente.

- Sistema C (Atenuação Total) – Utilizado em locais onde o solo existente não permite infiltração. A água na superfície precisa ser atenuada pelo sistema e descarregada em local apropriado. Este sistema requere instalação de uma membrana ou manta impermeável acima do subsolo e de tubos PVC entre a camada da sub-base para remover toda a água.

Figura 2 – Sistemas de Concreto Permeável.



(Fonte: site tarmac.com, acesso em 21/10/2020).

4 Caracteristicas tecnicas

4.1 Resistência a Compressão

A resistência a compressão da mistura pode variar de 3,5 MPa a 28 MPa, dependendo do tipo de aglomerante utilizado e do sucesso na execução da cura.

Figura 3 – Teste de compressão do concreto permeável.



(Fonte: site UniTOLEDO.com, acesso em 21/10/2020).

4.2 Porosidade / Densidade

A densidade varia mediante os componentes empregados, o tipo de aplicação, etc. Geralmente, a densidade do concreto permeável varia entre 1600 kg/m³ a 2000 kg/m³ e o índice de vazios (porosidade) de 15 a 25% (POLASTRE, SANTOS, 2006).

5 Dosagem e componentes

SmartArt 1 – Dosagem no Concreto Permeável.



(Fonte: autor, realizado em 19/10/2020).

5.1 Proporções

Tabela 1 – Proporção de componentes.

-	PROPORÇÃO KG/ M³
CIMENTO	**270 - 415**
AGREGADO	**1190 - 1480**
ÁGUA / CIMENTO	**0,27 - 0,34**
AGREGADO / CIMENTO	**4 - 4,5 : 1**

AGREGADO MIÚDO / GRAÚDO	**0 - 1 : 1**

(Fonte: POLASTRE, SANTOS, 2006).

6 Aplicação

Concreto Permeável pode e tem sido utilizado em pavimentos desde calçadas, estacionamentos em ruas residenciais, becos e estradas com baixo volume de trafego.

Dentro de todas estas aplicações, o concreto permeável tem sido utilizado como camada de superfície, camada de base drenável (muitas vezes em conjunto com drenos de borda para fornecer drenagem subterrânea) ou como auxiliar de drenagem (ajudando na drenagem lateral de um pavimento, evitando sobrecarga do sistema). Entretanto, o foco do seu emprego, na última década, tem sido como camada superficial potencializando o manejo de águas pluviais (STRZODA et al., 2017)

7 Beneficios e limitações

A tabela 2 sumariza alguns dos maiores benefícios e limitações associados ao concreto permeável. Como já descrito previamente, talvez o maior benefício do concreto permeável seja o seu papel como ferramenta de manejo de águas pluviais. O escoamento em áreas desenvolvidas tem grande potencial para poluir a superfície ou reservatórios subterrâneos, bem como contribuir para inundações e erosão, devido, muitas vezes, á presença exacerbada de pavimento impermeável. (Marketing Tecnosil, 2018).

Concreto Permeável pode ser utilizado para reduzir escoamento superficial de águas pluviais, reduzir contaminações em cursos de água e renovar reservatórios naturais subterrâneos. Com altos níveis de permeabilidade, o concreto poroso pode eficientemente captar a “primeira descarga” de água pluvial (geralmente parcela esta mais contaminada) e permitir a sua percolação para o solo onde será filtrada e tratada devido às características químicas e biológicas do solo.

Outros benefícios providos pelo concreto permeável são a redução das ilhas de calor (a percolação da água pluvial pelo pavimento pode exercer um efeito de resfriamento através da evaporação e de fluxos de ar convectivos), redução do acumulo de água nos pavimentos (associado à aquaplanagem) e redução do ruído emitido pelo tráfego (devido à estrutura aberta do material que ajuda na absorção de ruído pela interface pavimento-pneu) (POLASTRE; SANTOS, 2006).

Em contraponto com os diversos benefícios, existem algumas limitações associadas ao uso do concreto permeável. A limitação mais notória é que o concreto permeável costuma, e tem sido aplicado, geralmente, em pavimentos com baixo volume de tráfego, contudo estudos têm sido conduzidos visando aperfeiçoar o comportamento estrutural do mesmo.

Outro ponto que vale citar, é que o concreto permeável envolve características materiais e propriedades de cura que são completamente diferentes dos concretos convencionais, como corolário os métodos de análise / controle de qualidade tradicionais não costumam ser precisos e sequer aplicados (COSTA et al., 2019).

Tabela 2 - Benefícios e Limitações

BENEFÍCIOS / VANTAGENS	LIMITAÇÕES / DESVANTAGENS
- Manejo eficiente de águas pluviais, reduzindo o número de meios-fios e do número e tamanho dos bueiros; - Redução da contaminação de fluxos de água; - Recarga de reservatórios subterrâneos; - Melhoria na eficiência da utilização de áreas, pela eliminação de valas e bacias de retenção; - Redução do efeito "ilha de calor", devido á ao resfriamento pela evaporação da água	- Utilização limitada em zonas de alto volume de tráfego; - Exigência de mão de obra especializada; - Longo tempo de cura; - Sensibilidade ao teor de água e controle quando fresco; - Falta de métodos de padronização e controle de qualidade; - Cuidado especial em projetos

e fluxos de ar convectivos; - Eliminação de empoçamentos, acumulo de água na superfície e do potencial de aquaplanagem; - Redução de emissões de ruído, devido á interação pneu-pavimento.	em que o solo seja fora do comum (solos expansivos, solos suscetíveis a geada, etc.); - Cuidado especial em zonas com lençol freático elevado.

(Fonte: autor, realizado em 21/10/2020)

Figura 4 – Concreto Permeável.



(Fonte: site Tecnosil.com, acesso em 21/10/2020).

8 Desempenho

O desempenho de pavimentos de concreto permeável pode ser medida de diversas formas, incluindo monitoramento de alterações no sistema de permeabilidade / porosidade (podendo indicar entupimentos nos vãos do material), de presença de desgastes (superficiais e estruturais) e resistência a danos devido a variações bruscas de temperatura. Devido á emersão recente desta tecnologia não foi possível coletar dados de desempenho em longo

prazo, mas geralmente a performance é considerada satisfatória (POLASTRE et al., 2006).

Estudos realizados na Florida (EUA) indicaram que, depois de 15 anos da aplicação, o concreto permeável manteve eficiência satisfatória, sem níveis de entupimento significativos. Outros estudos conduzidos em outros 22 projetos de implementação de pavimento permeável, com cerca de 4 anos, localizados em áreas de baixas temperaturas, reportaram boa performance, sem sinais de danos devido a variações de temperatura. Onde o desempenho do concreto permeável não foi satisfatório, os relatórios apontaram:

- Falhas na execução (mão de obra não qualificada);
- Solo com compactação acima do esperado;
- Local inapropriado para implantação ou projeto inapropriado para o local.

Conclusão

Cada vez mais é evidente que a gestão de águas pluviais, é uma questão fundamental no processo de urbanização e crescimento urbano. Diversos problemas são decorrentes de fenômenos pejorativos relacionados a sobrecargas de sistemas de drenagem tradicionais, como poluição hídrica, deterioração de estruturas, proliferação de doenças, entre outros. A construção de sistemas de drenagem arcaicos afeta e modifica drasticamente o ambiente, além do custo elevado, ao contrário da solução ecológica de concreto permeável, que “camuflado” no pavimento promove benefícios como redução da temperatura da superfície, redução da contaminação de cursos de água, etc. Estudos mostram que o potencial do concreto poroso é notável, entretanto, a falta de investimento nesta tecnologia em especifico é um dos fatores que limita a implantação em larga escala da mesma e, apesar de inventada em 1852, somente na ultima década com o avanço de legislações referentes ao controle de qualidade da água proveniente do escoamento superficial. A tendência é que cada vez mais tecnologias limpas e convenientes emerjam, devido á acentuação de fenômenos urbanos nocentes.

Referências

ACIOLI, Laura Albuquerque. 2005. **Estudo Experimental de Pavimentos Permeáveis para o Controle do Escoamento Superficial na Fonte**. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ARAÚJO, Paulo Roberto de; TUCCI, Carlos E. M.; GOLDEFUM, Joel A.. **REVISTA BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS: AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS PAVIMENTOS PERMEÁVEIS NA REDUÇÃO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, p.21-29, jul. 2000.

BATEZINI, Rafael. 2013. **Estudo Preliminar de Concretos Permeáveis como Revestimento de Pavimentos para Áreas de Veículos Leves**. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

BENEVENUTO, Andrey. 2018. **Concreto permeável: UFF pesquisa soluções para uma urbanização sustentável.** Disponível em: http://www.uff.br/?q=noticias/15-08-2018/concreto-permeavel-uff-pesquisa-solucoes-para-uma-urbanizacao-sustentavel. Acesso em: 16/10/2020.

COSTA, Marília; SILVA, Luziene; NOGUEIRA, Marlos; LIMA, Gleisy; BATISTA, Núbia. 2019. **Estudo da viabilidade técnica do uso de concreto permeável em pavimentos urbanos de baixo tráfego utilizando agregado graúdo regional.** Disponível em: https://revista.ufrr.br/rct/article/view/5217. Acesso em: 17/10/2020.

Marketing Tecnosil. 2018. **CONCRETO PERMEÁVEL: O QUE É E QUAIS SEUS GRANDES ATRATIVOS?** Disponível em: https://www.tecnosilbr.com.br/concreto-permeavel-o-que-e-e-quais-seus-grandes-atrativos/. Acesso em: 18/10/2020.

OLIVEIRA, T. D.; SALA, L. G.; KRUG, L. F.; BRESSAM, G. S. C.; OLIVEIRA, D. D.; DESSUY, T. Y. (2017) **"Prevenção de enchentes urbanas: uma alternativa sustentável através do uso do concreto permeável"**, Salão do Conhecimento, UNIJUI.

POLASTRE, Bruno; SANTOS, Lara. 2006. **CONCRETO PERMEÁVEL.** Disponível em: https://www.fau.usp.br/arquivos/disciplinas/au/aut0221/Trabalhos%20Finais%202006/Concreto%20perme%C3%A1vel.pdf. Acesso em: 22/10/2020.

STRZODA, Fabrício; MORAIS, Matheus; MAGALHÃES, Fábio; REAL, Mauro. 2017. **CONCRETO PERMEÁVEL COMO ALTERNATIVA PARA PAVIMENTOS RETROPORTUÁRIOS.** Disponível em: https://revistas2.uepg.br/index.php/ret/article/view/11274/209209209725. Acesso em: 17/10/2020.

TENNIS, P.D.; LEMING, M.L.; AKERS, D. J. 2004. ***Pervious Concrete Pavements***. EB302.02, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, e National Ready Mixed Concrete Association, Silver Spring, Maryland, USA. 36p.