

Msc. Em engenharia geotécnica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

1 Resumo

A drenagem urbana tem sido um grande problema para as civilizações, desde que o homem começou a interferir no meio ambiente, urbanizando regiões próximas às margens dos rios, impermeabilizando áreas permeáveis, poluindo o meio ambiente. Com isso, a ocorrência de inundações vem sendo um grande problema para sociedade como um todo. As enchentes ocorrem devido ao alto grau de impermeabilização dos solos, diminuindo o tempo de concentração e aumentando a velocidade de escoamento da água superficial. Essas enchentes causam danos patrimoniais, sociais, danos à vida e caos à saúde pública. Medidas mitigadoras estruturais e não estruturais vêm sendo adotadas para minimizar esses impactos, e entre elas, a utilização de pavimentos permeáveis com medidas estruturais vem sendo estudada. Aliado aos estudos diretamente relacionados às medidas mitigadoras, a tecnologia tem sido desenvolvida para facilitar os estudos, entre tais, a utilização do BIM, para modelar os estudos em visualizações 3D.

Palavras-chave: Pavimentos Permeáveis. BIM. Drenagem Urbana. Enchentes.

2 Introdução

A ausência do planejamento urbano na grande maioria das cidades brasileiras traz inúmeros problemas para a população, em decorrência dos impactos da urbanização sobre o meio ambiente. Podemos citar, como exemplo, os problemas relativos às enchentes urbanas, que podem desabrigar milhares de pessoas, gerar altos prejuízos econômicos e desenvolver doenças de veiculação hídrica, como a leptospirose e malária, por exemplo, e aqueles relativos à produção e transportes de cargas difusas de poluição que podem prejudicar os corpos de água (PORTO, 1995). Esse mesmo autor descreve que a urbanização e seus impactos sobre os recursos hídricos e o meio ambiente, requerem abordagem integrada, trazendo para um mesmo núcleo de ações relativas à quantidade e qualidade da água, os aspectos de planejamento urbano, as interações entre os diversos usos do solo urbano e, principalmente, os aspectos institucionais e legais necessários para o embasamento e a sustentabilidade das ações de prevenção e controle.

Segundo Schubart (1999), o zoneamento envolve o resultado de um processo político-administrativo, em que o conhecimento técnico, ao lado de outros critérios, é utilizado para fundamentar a adoção de diretrizes e normas legais, visando atingir objetivos socialmente negociados, que implicam em um conjunto de sanções ou incentivos sociais que restringem o uso de recursos e a ocupação do território. De acordo com Tucci e Genz (1995), as medidas de controle do escoamento podem ser classificadas, de acordo com sua ação na bacia hidrográfica.

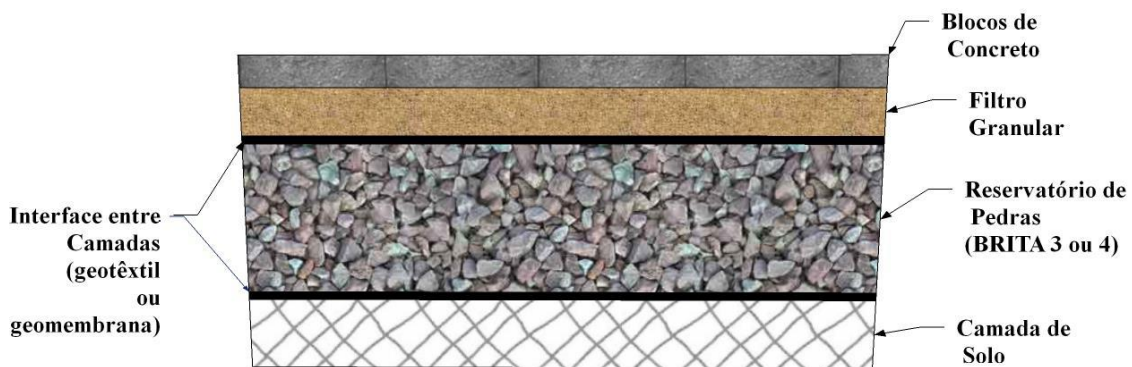
Segundo Parkinson et al. (2003), várias estratégias são necessárias para solucionar alguns desses problemas que não podem ser resolvidos simplesmente através da construção de grandes obras de drenagem. Recentes estudos, realizados por países desenvolvidos, têm apresentado um novo conceito sobre projetos de drenagem urbana. Os mesmos autores relatam que o desenvolvimento sustentável da drenagem tem o propósito de imitar o ciclo hidrológico natural. As estratégias de drenagem urbana sustentável englobam as ações estruturais, que consistem dos componentes físicos ou de engenharia como parte integrante da

infraestrutura, e as ações não estruturais, que integram todas as formas de atividades envolvendo as práticas de gerenciamento e mudanças de comportamento. Estes novos modelos acrescentam técnicas inovadoras da engenharia como a construção estacionamentos permeáveis e de canais abertos com vegetação a fim de atenuar as vazões de pico e reduzir a concentração de poluentes das águas de chuva nas áreas urbanas (PARKINSON et al., 2003).

Pavimento permeável é um dispositivo de infiltração onde o escoamento superficial é desviado através de uma superfície permeável para dentro de um reservatório de pedras localizado sob a superfície do terreno, Figura 1.

Outra definição é apresentada por Virgiliis (2009), pavimento permeável é aquele que possui porosidade e permeabilidade significativamente elevada de maneira a influenciar a hidrologia e causando algum efeito positivo ao meio ambiente.

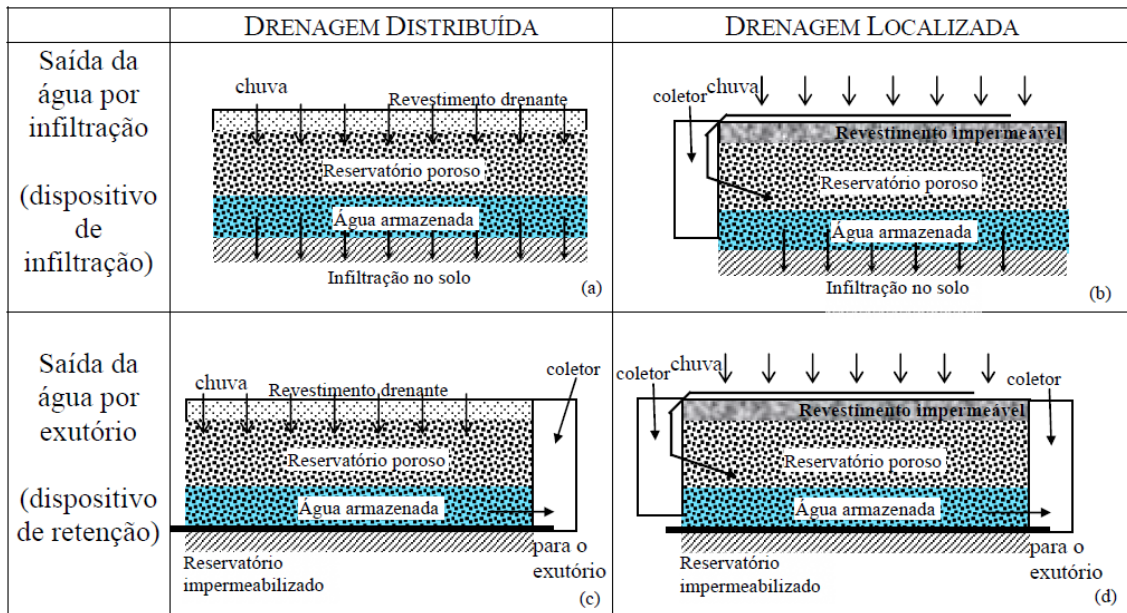
Figura 1 - Seção transversal do pavimento permeável



Fonte: Adaptado de Urbonas e Stahre (1993) apud Moura (2005, p. 20).

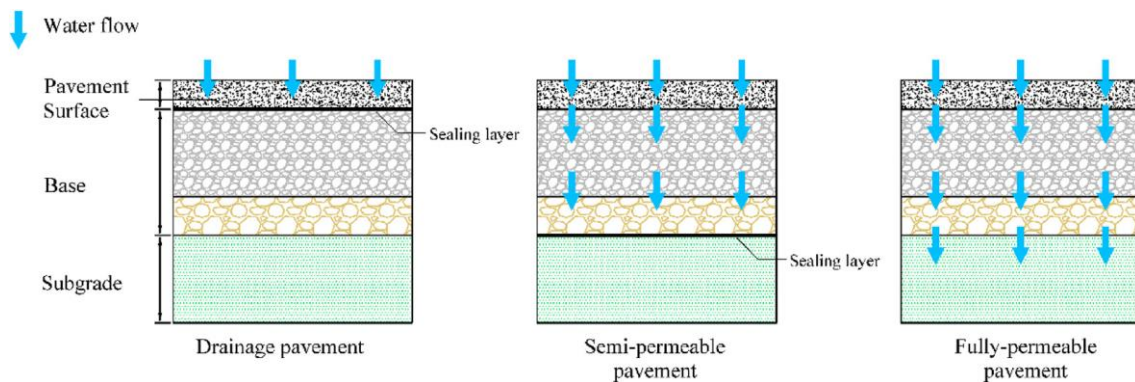
De acordo com Azzout (1994), citado por Acioli (2005), existem quatro tipos de pavimentos permeáveis, Figura 2, podendo possuir revestimento drenante ou impermeável e ainda ter função de infiltração ou armazenamento.

Figura 2 - Tipos de pavimentos com estrutura reservatório



Fonte: Azoutt (1994) apud Acioli (2005) p. 11

Figura 3 - Pavimentos permeáveis



Fonte: ZHU, Yuxin et al.(2021)

Para facilitar os estudos desenvolvidos atualmente na construção civil, e em caso particular, as infraestruturas, tem sendo utilizado, cada vez mais a utilização da metodologia BIM (*Building Information Modeling*) para desenvolvimento dos projetos, visualizações de interferências, orçamentos e parametrizações de informações.

A sigla BIM vem do inglês “Building Information Modeling” e pode ser traduzida para o português como: “Modelagem de Informação da Construção”. Essa “Modelagem de Informação” é uma nova metodologia de trabalho que altera alguns paradigmas atualmente existentes na indústria da construção.

O “Building Information Modeling” (BIM) basicamente se constitui na criação de um modelo digital de um projeto por meio de um processo integrado que cobre todas as disciplinas envolvidas em um empreendimento, abrangendo, portanto, todo o seu ciclo de vida. Este novo paradigma, desta forma, se opõe ao atual ciclo de processos existente atualmente na indústria da construção que é o de fragmentação

de processos e execução destes por parte de equipes distintas que em alguns casos não têm contato entre si. No modelo atual de trabalho a concepção, o planejamento e a produção são executados em diferentes etapas e envolvendo pessoas distintas, o que dificulta a comunicação e eficiência de um processo gerando perdas. Para alterar este ciclo atual o BIM propõe a integração de todas essas atividades em um só processo.

3 Objetivos

3.1 OBJETIVO GERAL

Estruturar modelos digitais em infraestrutura urbana para pavimentos permeáveis, gerando modelos a partir de informações inseridas no software, variando as especificações dos materiais utilizados para concepção dos pavimentos, tipo (material da base, sub-base, tipo do pavimento, coeficientes de permeabilidade etc...) com o uso de ferramentas BIM segundo níveis de percepção tridimensional.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Dimensionar os pavimentos de uma rua (micro drenagem) segundo os critérios da norma técnica NBR 16416;
- ✓ Realizar a modelagem 3D de um projeto executivo de uma rua na região da grande Vitória-ES a partir do design gráfico 2D em temas de infraestrutura usando a plataforma Autodesk denominada Infra Works;
- ✓ Avaliar os quantitativos e orçamentos gerados no projeto com uso de ferramentas BIM e fazer comparativos com a variação das informações inseridas.

4 Metodologia

Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, por meio da abordagem quantitativa, de natureza exploratória e procedimento bibliográfico. Para o desenvolvimento desse trabalho será realizada o dimensionamento de pavimentos permeáveis utilizando a NBR16416 como referência.

Também será necessário adquirir conhecimento nos softwares que usam a metodologia BIM para obras e projetos de infraestrutura como, por exemplo, o AutoCad Civil 3D e o Infracore, que foram as duas ferramentas do BIM utilizadas para o desenvolvimento do estudo de caso deste trabalho.

Esse tipo de software ainda não é muito popularizado no Brasil, dessa forma será utilizado o próprio conteúdo gratuito disponibilizado pela fabricante dos softwares, a Autodesk através do seu portal Universidade Autodesk para adquirir o conhecimento necessário para a criação dos modelos utilizados como estudo neste trabalho assim como também serão utilizadas videoaulas fornecidas por sites norte-americanos da área, para o esclarecimento dos conceitos destes softwares.

Após o estudo bibliográfico desenvolvido sobre os temas acima citados e o dimensionamento do pavimento, será realizado um estudo de caso com o objetivo de demonstrar o uso da metodologia BIM em uma obra de infraestrutura de uma via urbana com o objetivo de modelar dimensionamentos em pavimentos permeáveis de forma a input automático de informações como o coeficiente C (permeabilidade), tipo dos

pavimentos, coeficiente de permeabilidade, porosidade do material da base e sub-base, e exporta: Quantitativos, orçamentos e variáveis, gráficos e comparativos, afins de torna prático a obtenção de informações necessárias nas decisões de escolha do tipo de pavimento a ser adotado, almejando o custo x benefício. No caso abordado nesse trabalho adotaremos uns modelos piloto desta forma será tomado como base um anteprojeto de uma micro drenagem desenvolvido nesse estudo.

5 Referências

ARAÚJO, P. R.; TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, J. A. **Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 5, n. 3. Jul/Set 2000.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R. LISTON, K. BIM. **Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. 2ª ed. Hoboken: Wiley, 2011.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K; AYRES FILHO, C. G.; CÉSAR JÚNIOR, K. M. L.; FERREIRA, R. C.; FERREIRA, S. L.; SANTOS, E. T. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

GARCEZ, Lucas. Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. 2ª edição, São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1988.

CANHOLI, A.P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. Oficina de textos. São Paulo, 2005.

TUCCI, C.E.M.; MELLER, A. **Regulação das Águas Pluviais Urbanas**. ABRH, Jan/Jun 2007.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH/UFRGS, 1995.

ZHU, Yuxin *et al.* **Permeable pavement design framework for urban stormwater**. .(2021)

VIRGILLIS, Afonso Luis Corrêa de. **Procedimentos de projeto de execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimento de picos de cheias**. São Paulo, 2009. Disponível em:< [http://Procedimentos de projeto e execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimento... \(usp.br\) >](http://Procedimentos de projeto e execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimento... (usp.br) >). Acesso em: 28 maio. 2021, as 15:01:15.

ACIOLI, Laura Albuquerque. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte**. Porto Alegre, 2002. Disponível em:< [>>](http://hdl.handle.net/10183/5843). Acesso em: 28 maio. 2021, 10:49:45.

PARKINSON, Jonathan et al. **Drenagem urbana sustentável no Brasil. Relatório do workshop em Goiânia-GO**, 2003. Disponível em www.semarh.se.gov.br/wp-content/uploads/2017/02/drenagem_urbana_no_brasil-workshop_relatorio081003.pdf. Acesso em 28 maio. 2021, as 11:05:20.

MOURA, Thales Augustus Moreira. **Estudo experimental de superfícies permeáveis para o controle do escoamento superficial em ambientes urbanos**. Brasília, 2005. Disponível [1 \(unb.br\)](http://1(unb.br)) Acesso em: 25 abr. 2021, 16:44:45.

NBR 16416 - ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas.